

**E**  
**M**  
**I**  
**C**  
**P**  
**O**  
**K**  
**S**

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

# Chemikalien, Nanopartikel & Co.



**anthropogenen  
Stoffen  
auf der Spur**

O E K O S K O P N R. 3/10

# INHALT

■ Editorial	3
■ Interview mit Bernhard Rüetschi, Reinach/BL	4
■ Neue Herausforderungen in der Chemikalienbewertung Kristin Schirmer, Dübendorf	5
■ Chiemüll und Trinkwasser: Muttenz 1954 - 2010 Martin Forter, Basel	10
■ Praxis der risikobasierten Lebensmittelkontrolle Philipp Hübner, Basel	12
■ Synthetische Nanopartikel und ihre Wirkung auf die Umwelt Renata Behra, Dübendorf	14
■ Synthetische Nanomaterialien und Gesundheitsrisiken Markus Salomon, Berlin	18
■ Die Wirkung von hormonaktiven Stoffen auf die Entwicklung von Fischen Elisabeth Eppler, Zürich	21
■ Hormonaktive Stoffe - Wirkung auf den Menschen Margret Schlumpf, Zürich	23
■ Agenda	20
■ No Megatrucks	25
■ Terminkärtchen/Rezeptblätter	26
■ Umweltmedizinisches Beratungsnetz	28

## ARZNEIMITTELRÜCKSTÄNDE IM WASSER / ARBEITSGRUPPE AEFU

Liebe Kolleginnen und Kollegen

die AEFU wollen das Thema "Arzneimittelrückstände im Wasser" vertieft bearbeiten, in Zusammenarbeit mit der EAWAG (Frau Prof. Dr. Kristin Schirmer und Frau Dr. Christa McArdell). Dazu wird eine Arbeitsgruppe gebildet und wir sind auf Eure Mitarbeit angewiesen. Wer Interesse am Thema und an einer Mitarbeit hat, soll sich bitte beim Sekretariat AEFU melden.

Ärztinnen und Ärzte für Umweltschutz

Postfach 111, 4013 Basel, Telefon 061 322 49 49, [info@aefu.ch](mailto:info@aefu.ch)

Herzlichen Dank!

Dr. med. Roman Kuonen, Leuk Stadt

Dr. med. Peter Kälin, Präsident AEFU, Leukerbad

# EDITORIAL

## IN EIGENER SACHE

*Nach etlichen Jahren im Team der Geschäftsleitung der Ärztinnen und Ärzte für Umweltschutz - die letzten neun Jahre als Geschäftsleiterin – hat mich das Bedürfnis gepackt, eine etwas ruhigere Kugel zu schieben. Meine „Stabübergabe“ an eine neue Geschäftsleiterin oder einen neuen Geschäftsleiter ist auf Mitte 2011 geplant. Im untenstehenden Inserat ist der Aufgabenbereich umschrieben und der Zentralvorstand erwartet Bewerbungen. Also: bitte weitersagen.*

*Für die Redaktion des Oekoskops werde ich weiterhin verantwortlich sein. Ein spannender Job, der Fragen aufwirft wie: Haben vor 50 Jahren die Erfinder der Antibabypille geahnt, dass die AefU im Jahr 2010 eine Arbeitsgruppe bilden werden, die sich mit Arzneimittelrückständen im Wasser befasst (s.S. 2)?*

*Rita Moll, Redaktorin*

### **Die Ärztinnen und Ärzte für Umweltschutz suchen per Mitte 2011 eine/n neue/n GeschäftsleiterIn (ca. 40 %)**

Interessieren Sie sich für die Zusammenhänge von Umwelt und Gesundheit?  
Sind Sie selbständiges Arbeiten gewohnt, engagiert und teamfähig?

#### **Ihre Hauptaufgaben:**

Enge Zusammenarbeit mit Zentralvorstand und Präsidium  
Unterstützung bei Projekten und Mittelbeschaffung  
Organisation einer jährlichen Fortbildungsveranstaltung  
Verfolgen von politischen Geschäften und reagieren auf umwelt- u. gesundheitsrelevante Themen  
Kontakte zu Behörden und zielverwandten Organisationen  
Öffentlichkeitsarbeit  
Mitgliederwerbung

#### **Ihr Profil:**

HochschulabsolventIn der Medizin od. ähnliche Ausbildung, Berufserfahrung erwünscht  
Kenntnisse auf dem Gebiet Umwelt und Gesundheit  
Erfahren in Leitungsaufgaben

Wir bevorzugen, diese Geschäftsleitungsaufgabe im Mandatsverhältnis zu vergeben.

Ein Teilzeitsekretariat steht zur Verfügung.

Auskünfte erteilt Ihnen die derzeitige Geschäftsleiterin Rita Moll Tel. 061 981 38 77  
Ihre Bewerbung mit den üblichen Unterlagen richten Sie bitte an  
Ärztinnen und Ärzte für Umweltschutz, Postfach 111, 4013 Basel

# INTERVIEW

## FORUM MEDIZIN UND UMWELT

Fragen an Bernhard Rüetschi, Kassier und Ehrenmitglied der AefU



Bernhard Rüetschi, Reinach BL

**OEKOSKOP:** Die Fortbildungsreihe Medizin und Umwelt der AefU hat eine lange Tradition. Du warst von Anfang an dabei. Wie ist die Idee entstanden, Ärztinnen und Ärzten diese Fortbildung anzubieten?

Vor Jahren mussten wir feststellen, dass Fortbildungsveranstaltungen zu umweltmedizinischen Themen in der Schweiz kaum angeboten wurden. Wir begannen deshalb, solche Veranstaltungen zu organisieren, anfänglich mit mehrtägigen Kongressen in Bern, bis heute dann mit einem eintägigen „Forum Medizin und Umwelt“ einmal pro Jahr in Olten.

*Wie entsteht die Themenwahl?*

Wir diskutieren Themen, die sich für eine Fortbildungsveranstaltung eignen, im Zentralvorstand. Eine Arbeitsgruppe sorgt dann für Planung und Durchführung der Veranstaltungen. Die Bereitschaft der angefragten Fachleute, sich bei uns einzubringen, ist sehr gross. Wir achten darauf, möglichst aktuelle Themen zu wählen und versuchen immer einen Praxisbezug herzustellen.

*Als Kassier hast du natürlich auch die Finanzen im Auge, trägt sich das Forum selbst?*

Dank Beiträgen vom BAG und BAFU sowie diverser weiterer Sponsoren ist das Forum weitgehend selbsttragend, sodass wir dazu nur wenig Eigenmittel einfließen lassen müssen.

*Die Vorbereitungen für das nächste Forum sind bereits im Gange. Kannst du das Thema schon verraten?*

Das nächste, am 14. April stattfindende Forum widmet sich dem Thema Ernährung, angefangen bei der umweltgerechten Nahrungsmittel-Produktion. Schwerpunktmaßig sollen aktuelle Aspekte von möglichen gesundheitlichen Risiken durch Toxine und Mikroorganismen diskutiert werden. Eine Ernährungsberaterin soll schliesslich darlegen, wie in der Praxis der Patientenschaft unsere diesbezüglichen Anliegen vermittelt werden können.

*Die Fragen stellte Rita Moll*

## PETITION AN DIE BRASILIANISCHE REGIERUNG

Die Biobauern am Iguaçu sagen "Chega!" (portugiesisch für "Es reicht!"): Seit zwanzig Jahren produzieren sie Biosoja, doch jetzt bedrohen Spuren des Pestizids Endosulfan in der Ernte ihre Existenz - ohne dass sie das Gift selbst angewendet haben. Mehrere hundert Biobauern im Süden Brasiliens wehren sich nun für ihr Recht, pestizidfrei zu produzieren, und fordern ein sofortiges Verbot von Endosulfan.

Sie können aktiv werden und die Petition unterschreiben: [www.chege.org](http://www.chege.org)

## NEUE HERAUSFORDERUNGEN IN DER CHEMIKALIENBEWERTUNG

Kristin Schirmer, EAWAG, Dübendorf

**Sie sind unsere täglichen Begleiter – Chemikalien in Textilien, Waschmitteln, Medikamenten, Sonnencremes, Konservendosen, Insektensprays. Ein Leben ohne sie? Oft nicht mehr denkbar. Und doch bedarf der breite Einsatz dieser Substanzen einer stetigen, kritischen Prüfung.**

Tausende von Chemikalien spielen in unserem täglichen Leben eine wichtige Rolle (Abb. 1). Sie ermöglichen die Entwicklung neuer Technologien, helfen, unsere Gesundheit zu erhalten und unsere Lebensqualität zu steigern. Durch die breite Verwendung gelangen die Substanzen auch in die Umwelt: viele davon ungewollt, andere dagegen, wie Pestizide, werden bewusst in der Umwelt eingesetzt. Das Wasser ist dabei ein wichtiger Eintrags- und Verbreitungspfad der Chemikalien, zum Beispiel durch Ausschwemmung nach Regenereignissen oder durch Abwasser. Tatsächlich wurden bereits viele Alltags- und Industriechemikalien im Oberflächenwasser, im Grundwasser und zum Teil auch im Trinkwasser nachgewiesen [1].

Das Wasser trägt also die Signatur der menschlichen Aktivität. Dabei sind die Stoffe darin häufig nur in Spuren zu finden, also zum Beispiel zu einem Gramm in einem Volumen von 100 Millionen Haushalteimern, was ca. 1 ng pro Liter entspricht. Aufgrund ihrer geringen Konzentrationen werden sie auch als Spurenstoffe oder Mikroverunreinigungen bezeichnet. Dies steht im Gegensatz zu den Makroverunreinigungen, deren

Konzentrationen mehrere Größenordnungen über denen der Mikroverunreinigungen liegen, die aber in ihrer Anzahl überschaubar und deren Auswirkungen auf die Umwelt vergleichsweise gut untersucht sind [2]. Ein Beispiel dafür ist Phosphat. Der vermehrte Eintrag dieses Nährstoffs in Oberflächengewässer fördert das Wachstum von Primärproduzenten, wie Blau- und Grünalgen. Als Folge davon kann es zu Sauerstoffzehrung durch den mikrobiologischen Abbau der Algenbiomasse oder zur Freisetzung von Algengiften kommen. Dagegen ist über mögliche Folgen von Mikroverunreinigungen auf aquatische Organismen und Ökosysteme bisher wenig bekannt. Denn aufgrund der geringen Konzentrationen entfalten sich Wirkungen auf Organismen, falls sie denn vorhanden sind, nur langfristig, quasi schleichend, und sind damit schwer aufzuspüren oder vorherzusagen.

### URSACHE UND WIRKUNG: ERFOLGREICHE EMPFÄNGNISVERHÜTUNG

Wie schwierig es ist, einen kausalen Zusammenhang zwischen einem Spurenstoff und einer Veränderung in einem Ökosystem aufzudecken, zeigt das Beispiel der östrogenartig wirkenden Substanzen. Sie agieren wie das weibliche Geschlechtshormon Östradiol und sind damit in der Lage, in den Hormonhaushalt von Tieren einzugreifen. So gehört Bisphenol A, das verschiedenen Plastikmaterialien als Weichmacher beigemischt wird, ebenso zur Liste östrogenartig wirkender und in Gewässern weit verbreiteter Substanzen wie das synthetische Östrogen, Ethinylöstradiol, das in Schwangerschaftsverhütungsmitteln zum Einsatz kommt.

Nachdem zahlreiche Laborstudien weltweit belegten, dass östrogenartig wirkende Substanzen die Reproduktion von Fischen beeinträchtigen, wagten kanadische und amerikanische ForscherInnen ein ungewöhnliches Freilandexperiment. Drei Jahre in Folge injizierten sie das synthetische Ethinylöstradiol in einen See im Norden Ontarios [3]. Tatsächlich kam es zu einem Kollaps der Fischpopulation (Abb. 2), während sich die Fische im Kontrollsee normal weiterentwickelten. Dieses Experiment untermauert die These, dass östrogenartig



Abb. 1: Die knapp 250 000 inventarisierten bzw. regulierten Stoffe sind nur die Spitze des Eisbergs. CAS = «Chemical Abstract Service».

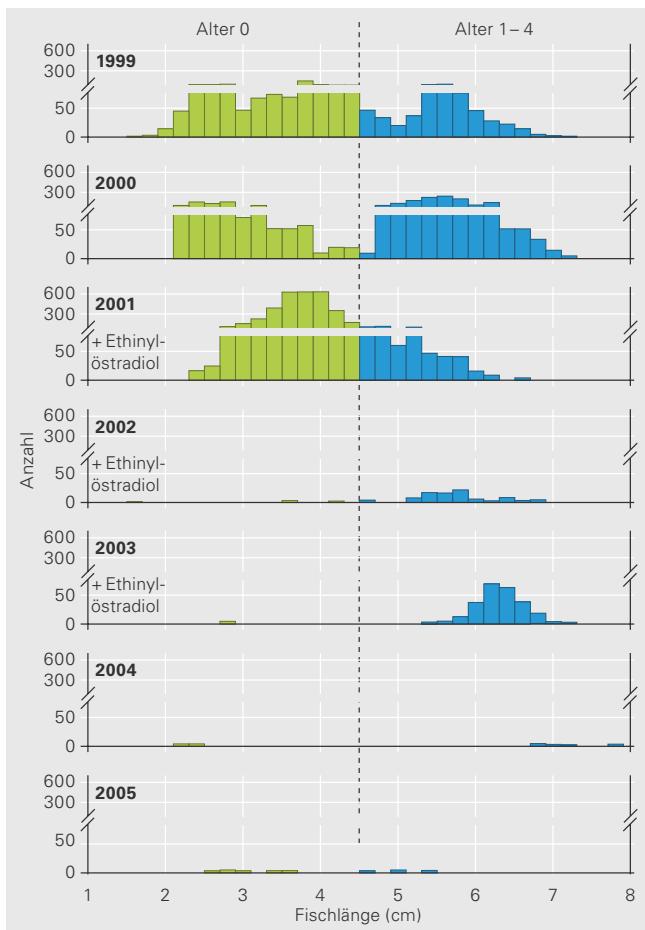


Abb. 2: Zusammenbruch einer Population von Dickkopf-Elritzen in einem kanadischen See nach Zugabe von geringsten Mengen Ethinylöstradiol in den Jahren 2001–2003.

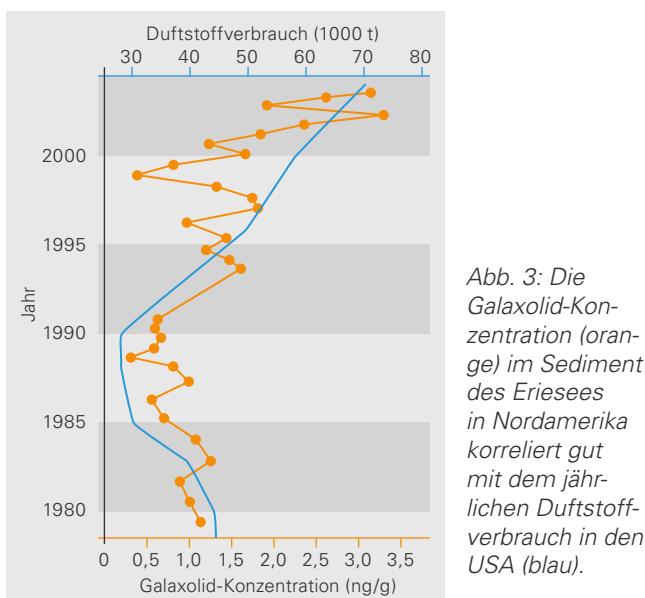


Abb. 3: Die Galaxolid-Konzentration (orange) im Sediment des Eriesees in Nordamerika korreliert gut mit dem jährlichen Duftstoffverbrauch in den USA (blau).

wirkende Substanzen langfristige Folgen auf Populationen in einem Ökosystem haben können. Jedoch sind diese Beobachtungen nicht automatisch auch der Beweis, dass Fortpflanzungsstörungen, wie sie zum Teil auch in Schweizer Gewässern bei Fischen beobachtet werden, generell auf östrogenartig wirkende Chemikalien zurückzuführen sind. Denn eine Reihe anderer Faktoren, wie die Nahrung oder die Temperatur, könnten allein oder im Zusammenspiel mit den Spurenstoffen Einfluss auf die Fortpflanzung nehmen. Eine Substanz und ihre möglichen Wirkungen in einem Ökosystem dürfen deshalb nicht isoliert, sondern müssen im Zusammenhang der wesentlichen Einflüsse und Faktoren betrachtet werden. Damit solche Zusammenhänge auf andere Situationen übertragen werden können, gilt es, die zugrunde liegenden Wirkmechanismen aufzudecken. Das ist eine der wesentlichen Herausforderungen in der ökotoxikologischen Umweltforschung.

## VISITENKARTE BEDENKLICHER SUBSTANZEN

Langlebig, bioakkumulierbar, biologisch aktiv – diese Stoffcharakteristika sind als Attribute für ein potenzielles Umweltrisiko keineswegs neu. Sie waren es auch, die 2001 im Rahmen der Stockholmer Konvention über persistente organische Schadstoffe («persistent organic pollutants», abgekürzt POPs) zur Deklarierung eines weltweiten Produktions- und Verwendungsverbots von polychlorierten Biphenylen (PCBs) geführt haben. PCBs wurden erstmals 1929 technisch hergestellt und waren gerade wegen ihrer umfassenden Stabilität gefeiert. Zum Beispiel wurde aufgrund ihrer Hitzebeständigkeit der Einsatz von Transformatoren und Kondensatoren sicherer. Zudem werden PCBs wie viele chlorierte Chemikalien in der Umwelt nur sehr langsam abgebaut. Sie akkumulieren in fetthaltigen Geweben, z. B. Körperfett oder Muttermilch, und sie verursachen biologische Wirkungen, die sich erst nach Jahren manifestieren können. Dazu gehören Hautveränderungen, wie Chlorakne, sowie ein geschwächtes Immunsystem. PCBs stehen ebenfalls im Verdacht, in den Hormonhaushalt von Tieren und Menschen einzugreifen.

Eine Reihe neuerer Substanzen weisen zumindest teilweise ähnliche Eigenschaften wie die traditionellen POPs auf: beispielsweise der synthetische polzyklische und langlebige Moschusduftstoff Galaxolid. Es konnte gezeigt werden, dass die Galaxolidkonzentrationen in unterschiedlichen Tiefen des Sediments im Eriesee stark mit dem jährlichen Duftstoffverbrauch in den USA korrelieren (Abb. 3) [4]. Galaxolid ist zudem gut fettlöslich und damit bioakkumulierbar, wie die Präsenz in Muttermilch, aber auch in Meerestieren unterstreicht. Schliesslich ist Galaxolid biologisch aktiv. Es blockiert zelluläre Pumpen, die normalerweise Giftstoffe aus Zellen herausbefördern

# CHEMIKALIEN

[5]. Ob dieser Effekt dazu führt, dass die Organismen auch gegenüber anderen Mikroverunreinigungen sensibler werden, ist bisher allerdings ungeklärt.

## NEUE HERAUSFORDERUNG: PSEUDO-PERSISTENTE SUBSTANZEN

Das Beispiel Galaxolid macht deutlich, dass wir für die Bewertung neuerer Chemikalien durchaus auf unsere Erkenntnisse über die traditionellen POPs zurückgreifen können. Und doch existiert ein grosses Wissensdefizit. Denn im Unterschied zu traditionellen POPs sind viele der neueren Substanzen polar und damit gut wasserlöslich, ionisierbar und mit vielen funktionellen Gruppen ausgestattet. Zudem werden sie in verschiedenen physikalischen Formen eingesetzt, also zum Beispiel gelöst oder als Nanopartikel. Dies verleiht den Substanzen neue Eigenschaften, die sich wiederum auf ihr Umweltverhalten und ihr toxisches Potenzial auswirken können.

Viele der heute in Gewässern in relativ konstanten Konzentrationen detektierbaren Mikroverunreinigungen sind im Gegensatz zu traditionellen POPs durchaus gut biologisch oder chemisch-physikalisch abbaubar. Das sie trotzdem oft weit verbreitet sind, hängt mit ihrem stetigen Eintrag in die Umwelt und dem unvollständigen Rückhalt in Abwasserreinigungsanlagen zusammen. Eintrag und Abbau halten sich gewissermassen zumindest die Waage. Wegen ihrer dauernden Präsenz trotz geringer Halbwertszeit werden solche Chemikalien auch als «scheinbar langlebig» (pseudo-persistent) bezeichnet. Jedoch sind nicht alle abbaubaren Substanzen gleichzeitig pseudo-persistent. Denn je nach ihrem Einsatz können ihre Einträge in die Umwelt auch stark schwanken, zum Beispiel durch den saisonalen Gebrauch von Pestiziden. Das Zusammenspiel von Eintrag und Abbau stellt UmweltwissenschaftlerInnen also vor ganz neue Fragestellungen: Was ist die Dynamik des Eintrages, der Verbreitung und der Elimination? Müssen und können Mikroverunreinigungen technisch aus Abwässern oder Trinkwasser entfernt werden? Welches sind die Transformationsprodukte von Mikroverunreinigungen und können diese und ihre Eigenschaften anhand der Chemikalienstruktur vorhergesagt werden? Sind Transformationsprodukte möglicherweise wiederum langlebig und von toxikologischer Relevanz?

## NEUE HERAUSFORDERUNG: BIOLOGISCH-AKTIVE WIRKSTOFFE

Und noch eine Eigenschaft wirft ein neues Licht auf die Umweltrisikobewertung von Chemikalien. Denn unzählige Stoffe werden extra so entworfen, dass sie biologisch aktiv sind. Dazu zählen gegenwärtig vor allem pharmazeutische Substanzen, Biozide und Pestizide.

Zukünftig könnten auch Nanopartikel dazu gehören, wenn sie zum Beispiel derart synthetisiert werden, dass sie bestimmte Gewebeschränken, wie die Blut-Hirn-Schranke, gezielt überwinden können. Aufgrund ihrer hohen biologischen Aktivität können diese Substanzen allein oder in Mischung Effekte auslösen, ohne sich in Geweben von Organismen anzureichern. Das synthetische Östrogen in Schwangerschaftsverhütungsmitteln ist ein gutes Beispiel dafür. Somit stellt sich die Frage, ob die biologischen Zielmoleküle der Wirkstoffe (z. B. Enzyme und Hormonrezeptoren) auch in aquatischen Organismen vorhanden sind, und inwiefern sich daraus ein potenzielles Risiko ableiten lässt. Außerdem gilt es zu ermitteln, ob solche Substanzen auch andere Effekte, sozusagen Nebenwirkungen, hervorrufen können, die nicht mit ihrem primären biologischen Zielmolekül im Zusammenhang stehen.

## NEUE HERAUSFORDERUNG: MULTIPLE STRESSOREN

Lässt man die vielseitigen Aspekte Revue passieren, erkennt man eine weitere Herausforderung: Chemikalien in der Umwelt dürfen nicht allein, sondern müssen im Zusammenspiel mit anderen Einflussfaktoren, betrachtet werden. Zum einen agieren sie in Mischungen. Zum anderen wirken sie auf einen Organismus in Kombination mit anderen Stressoren, z. B. UV-Strahlung oder Pathogene. Wie also agieren Chemikalien in Mischungen oder in Kombination mit anderen Faktoren? Und inwiefern wirken sich diese Interaktionen auf Organismen, Populationen und Lebensgemeinschaften aus? Bis zu welchem Grade sind diese in der Lage sich den verschiedenen Stressoren anzupassen?

Die Liste der Fragen ist lang und es wird klar, dass wir unmöglich alle denkbaren Interaktionen von synthetischen Substanzen und der aquatischen Umwelt erfassen können. Vielmehr ist es Aufgabe der ForscherInnen, mechanistisch begründete, verallgemeinerbare Zusammenhänge zwischen den Eigenschaften von Stoffen sowie ihrer Verbreitung und Wirkung in der Umwelt abzuleiten, um daraus Strategien für eine Risikominimierung zu entwickeln. Dabei sind vorsorgende Bewertungen in der Chemikalienzulassung ebenso wichtig wie eine Risikoabschätzung von anthropogenen Spurenstoffen in der Umwelt und potenzielle Massnahmen zu ihrer Verminderung in Gewässern.

## INTEGRATIVE ANSÄTZE SIND GEFRAGT

Um den Herausforderungen anthropogener Spurenstoffe gerecht zu werden, arbeiten an der Eawag NaturwissenschaftlerInnen, IngenieurInnen und SozialwissenschaftlerInnen eng miteinander zusammen. Dies

# CHEMIKALIEN

gilt sowohl für die vorsorgende Risikoabschätzung, wenn es zum Beispiel um das Umweltverhalten und die Toxizität von neuartigen synthetischen Nanopartikeln geht, als auch für die Risikobeurteilung weit verbreiteter Mikroverunreinigungen wie Biozide und Medikamente.

Zum Beispiel entwickeln ChemikerInnen Analyseverfahren, die es ermöglichen, Substanzen in sehr niedrigen Konzentrationen auch in komplexen Umweltproben zu quantifizieren. Solche Analysen zielen allerdings nur auf ausgewählte Einzelsubstanzen ab, so dass stets ein Teil der tatsächlich vorhandenen Mikroverunreinigungen unerkannt bleibt. Dagegen können Organismen und auch molekulare oder biochemische Tests Wirkungen von Substanzmischungen in ihrer Gesamtheit anzeigen. Werden nun chemische und biologische Analysen kombiniert, können bestimmten Chemikalien oder Chemikaliengruppen biologische Wirkungen zugeordnet werden. Dies wiederum gibt IngenieurInnen eine Entscheidungshilfe wenn es darum geht, Verfahren zur Entfernung von Spurenstoffen aus Abwasser oder Trinkwasser zu

entwickeln. Rückwirkend kann mit Hilfe der chemischen und biologischen Analysen auch untersucht werden, ob die vorgeschlagenen Verfahren effektiv zu einer Minimierung der Chemikalienbelastung führen und ob damit tatsächlich auch eine verringerte biologische Wirksamkeit oder Toxizität einhergeht. Sozialwissenschaftliche Untersuchungen, die Eawag-Forschende zum Beispiel in Krankenhäusern über den Umgang mit Medikamenten durchführen, sind ein weiterer wichtiger Baustein, um die Verbreitung anthropogener Spurenstoffe zu verstehen und Wege zur Minimierung der Einträge und damit der Risiken zu finden.

Aber nicht nur innerhalb der Eawag ist eine enge Zusammenarbeit gefragt, um tragbare Konzepte für den Umgang mit (potenziellen) Mikroverunreinigungen zu entwickeln. Letztlich müssen die wissenschaftlichen Erkenntnisse auch in praxistaugliche Konzepte überführt werden. Während sich die Abteilung Umwelttoxikologie der Eawag vor allem in der Grundlagenforschung engagiert, hat das neue vom Bund eingesetzte Zentrum für



Schon beim morgendlichen Duschen drücken wir dem Wasser unseren Stempel auf.

angewandte Ökotoxikologie insbesondere zum Ziel, Erfolg versprechende ökotoxikologische Bewertungsverfahren so weiter zu entwickeln, dass sie unter Praxisbedingungen von kantonalen Behörden und anderen AnwenderInnen eingesetzt werden können. Darüber hinaus beraten Eawag-WissenschaftlerInnen mit ihrem Wissen Kläranlagenbetreiber und unterstützen das Bundesamt für Umwelt bei der Entwicklung von Beurteilungs- und Schutzkonzepten im Hinblick auf Mikroverunreinigungen für die Gewässer in der Schweiz.

## ANTHROPOGENE SPURENSTOFFE IM WASSER GEHEN UNS ALLE AN

Mikroverunreinigungen in Gewässern finden sich überall. Sie sind zu einem grossen Teil das Resultat unseres Lebensstils. Sie können sogar forensische Informationen preisgeben – so verriet der Gehalt von Kokain und seines mit dem menschlichen Urin ausgeschiedenen Hauptmetaboliten in italienischen Gewässern einen vielfach höheren Konsum, als durch offizielle Befragungsbögen angegeben worden war [6]. Wir alle haben demnach einen Einfluss auf die Wasserqualität. Die an der Eawag erarbeiteten Konzepte tragen zu einem besseren Verständnis der Zusammenhänge von Struktur, Umweltverhalten und Wirkung der Verunreinigungen auf Organismen im Wasser bei und zielen darauf ab, Risiken für aquatische Ökosysteme zu identifizieren und Wege zu deren Minimierung aufzuzeigen.

Dazu gehört auch die Entwicklung von Technologien zur Schadstoffentfernung aus Siedlungsabwasser und aus dem Rohwasser bei der Trinkwasseraufbereitung. Doch trotz intensiver Forschung bleiben die Unsicherheiten hoch. Die Interaktionen von Chemikalien mit der Umwelt sind komplex, und Technologien zur Eliminierung auf den Kläranlagen kostspielig, vor allem wenn es darum geht, gering konzentrierte Spurenstoffe zu entfernen. Deshalb ist wichtig, alle Abschnitte des Lebenszyklus einer Chemikalie unter die Lupe zu nehmen [7]. Der direkteste Weg einer Risikominimierung wäre, Chemikalien so zu synthetisieren, dass sie umweltverträglich, also schnell und komplett abbaubar sind. Allerdings steht die Eigenschaft der guten Abbaubarkeit oft im Gegensatz zu den ursprünglich gewünschten Eigenschaften, zum Beispiel der Stabilität von Arzneistoffen bei der Magenpassage, um die eigentlichen Zielorgane überhaupt erreichen zu können. Wir benötigen deshalb weitere Ansätze, um Einträge von Chemikalien in die Umwelt soweit als möglich zu vermeiden. Dazu gehört auch ein bewusster Umgang mit Chemikalien in Produkten des täglichen Gebrauchs von der Anwendung bis zur Entsorgung oder vielleicht sogar Wiederverwertung. Ein Thema, das uns alle betrifft.

*Prof. Kristin Schirmer, Biologin und Leiterin der Abteilung Umwelttoxikologie, EAWAG, Überlandstrasse 133, 8600 Dübendorf*

*Quelle: EAWAG NEWS, Juni 2009*

## Literatur

- [1] Schirmer M., Strauch G., Schirmer K., Reinstorf F. (2007): *Urbane Hydrogeologie – Herausforderungen für Forschung und Praxis*. Grundwasser 12 (3), 178–188.
- [2] Schwarzenbach R.P., Escher B.I., Fenner K., Hofstetter T.B., Johnson C.A., von Gunten U., Wehrli B. (2006): *The challenge of micropollutants in aquatic systems*. Science 313, 1072–1077.
- [3] Kidd K.A., Blanchfield P.J., Mills K.H., Palace V.P., Evans R.E., Lazorchak J.M., Flick R.W. (2007): *Collapse of a fish population after exposure to a synthetic estrogen*. Proceedings of the National Academy of Science 104, 8897–8901.
- [4] Peck A.M., Linebaugh E.K., Hornbuckle K.C. (2006): *Synthetic musk fragrances in Lake Erie and Lake Ontario sediment cores*. Environmental Science & Technology 40, 5629–5635.
- [5] Luckenbach T., Epel D. (2005): *Nitromusk and polycyclic musk compounds as long-term inhibitors of cellular xenobiotic defense systems mediated by multidrug transporters*. Environmental Health Perspectives 113, 17–24.
- [6] Zuccato E., Chiabrando C., Castiglioni S., Calamari D., Bagnati R., Schiarea S., Fanelli R. (2005): *Cocaine in surface waters: A new evidence-based tool to monitor community drug abuse*. Environmental Health: A Global Access Science Source 4, 1–7.
- [7] Schirmer K., Schirmer M. (2008): *Who is chasing whom? A call for a more integrated approach to reduce the load of micro-pollutants in the environment*. Water Science & Technology 57, 145–150.

## CHEMIEMÜLL UND TRINKWASSER IN MUTTENZ (BL) 1954–2010

Martin Forter, Basel

Nach dem Zweiten Weltkrieg bis Mitte der 1960er-Jahre vergraben die Vorgängerfirmen von Ciba (heute: BASF), Novartis, Roche und/oder Syngenta in der Region Basel gemäss ihren eigenen Schätzungen rund 160'000 Tonnen Chemieabfall an mindestens 14 Standorten, meist in unmittelbarer Nähe von Trinkwasserfassungen. Der Chemiemüll gefährdet bzw. verschmutzt noch heute das Trinkwasser zahlreicher Gemeinden und der Hardwasser AG. Diese beliefert über 200'000 Menschen in der Stadt und Agglomeration Basel.

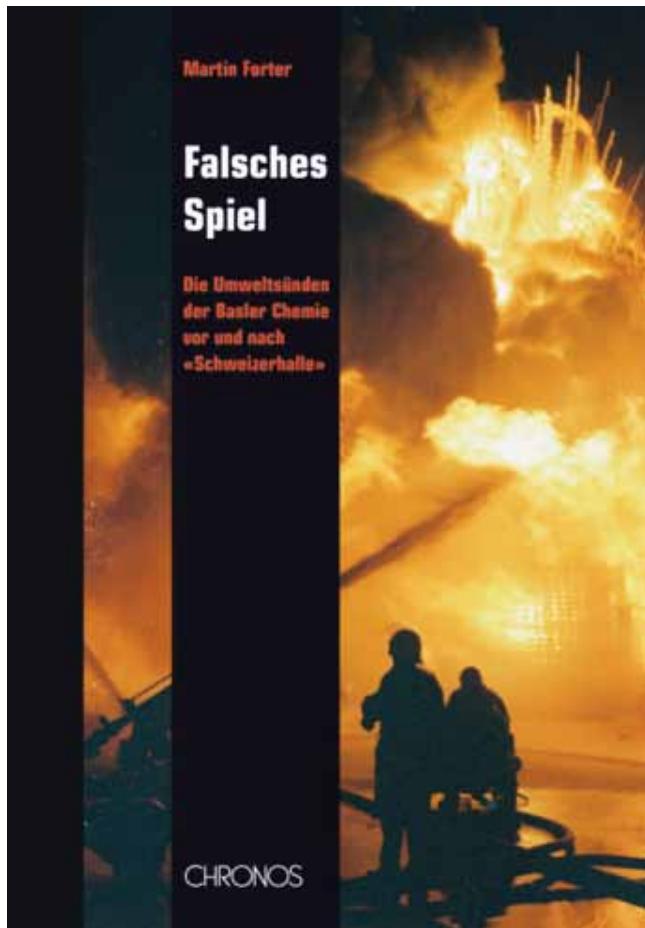
Vor 24 Jahren wurden die Muttenzer Feldrebengrube, der Margelacker und die Rothausstrasse noch Sondermülldeponien genannt. Heute bezeichnet sie die Baselbieter Regierung verharmlosend als Mischdeponien, obwohl sie ca. 5'000 – 7'000 Schadstoffe in z.T. hohen Konzentrationen enthalten. Im Grundwasser sind bisher 300 und im Trinkwasser rund 40 Substanzen nachgewiesen worden.

Das damalige Ablagern sei «Stand der Technik» gewesen, heisst es oft. Das ist falsch. Die chemische Industrie nahm die Verschmutzung von Grund- und Trinkwasser in Kauf. Dies belegt z.B. ein industrieinternes Protokoll von 1955: Dass verschiedene Chemiefirmen dieselbe Deponie benutzten, sei «empfehlenswert», weil «sich im Falle einer Grundwasserverunreinigung praktisch nicht feststellen liesse», welche Chemiefirma «für die Verunreinigung verantwortlich» sei.

Nachdem in Muttenz aus einem Bohrloch 1957 anstatt sauberer Wassers eine orange, stinkige Brühe quillt, verbietet der Kanton Basel-Landschaft das weitere Ablagern von Chemiemüll. Aber erst 1980 lassen die Behörden das Trinkwasser der u.a. Hardwasser AG eingehend untersuchen. Sie tun dies mittels Übersichts-Analysen (Screening). Sie stellen also die Frage: Welche Schadstoffe sind darin enthalten? Sie finden bis zu 17 z.T. unbekannte Schadstoffe. Das erachtet das Wasserwirtschaftsamt Basel-Landschaft 1981 allerdings als irrelevant: «Diese Verunreinigungen stellen für den Trinkwasserkonsumenten absolut keine Gefahr dar». Es verlässt sich auf den sogenannten Grundwasserberg. Er entsteht, indem die Hardwasser AG zur Grundwasseranreicherung mehr Rheinwasser, versickern lässt, als sie Trinkwasser gewinnt. Der Grundwasserberg soll das von den Deponien verschmutzte Grundwasser abdrängen und von den Trinkwasserbrunnen fernhalten. Dieser Schutz aber ist zweifelhaft: Die Grundwasserverhältnisse in der Muttenzer Hard sind durch eine komplexe Geologie,

die künstliche Anreicherung und den Bezug von Trink- und Kühlwasser durch die Industrie äusserst kompliziert. Anders gesagt: Je nach dem, wer wo wieviel Wasser versickert und/oder abpumpt, ändert das Grundwasser seine Fließrichtung. Heute ist klar: Der Grundwasserberg verdünnt und versleppt die Schadstoffe. Sie kommen aber trotzdem im Trinkwasser vor. Der Grundwasserberg schützt also vor allem die chemische Industrie davor, die Muttenzer Deponien wie in Kölliken (AG) und in Bonfol (JU) komplett ausheben zu müssen.

Obwohl 1980 im Trinkwasser u.a. Hexachlorbutadien und Tetrachlorbutadien auftauchen, suchen die Baselbieter Behörden nach 1980 nicht mehr nach diesen Schadstoffen. Das überrascht nicht: Noch heute werden in der Schweiz die meisten Trinkwasserproben nur mit-



Martin Forter: *Falsches Spiel. Die Umweltsünden der Basler Chemie vor und nach «Schweizerhalle»*, Zürich 2010.  
ISBN 978-3-0340-1007-B, Fr. 29.–

# CHEMIEMÜLL

tels Summenparameter und auf einzelne Substanzen analysiert. Dabei können – wie in Muttenz geschehen – Schadstoffe übersehen werden. So gelangen die Behörden dort 1995 sogar zum falschen Schluss, eine der Sondermülldeponien habe sich mit der Zeit selber saniert. Erst Greenpeace-Screenings zeigen 2006, dass das Trinkwasser noch heute u.a. mit den gleichen Schadstoffen belastet ist. Endlich lassen die Behörden nun erstmals das Trinkwasser beim Bundesamt für Gesundheit (BAG) auf seine Toxizität prüfen. Es legt daraufhin den Maximalwert für Tetrachlorbutadiene auf 75 Nanogramm pro Liter fest. Die gemessene Belastung aber ist rund doppelt so hoch. Nun muss die Hardwasser AG das Trinkwasser aufbereiten. Sie will dazu nur einen Aktivkohlefilter einbauen. Ganz anders die Gemeinde Muttenz, die in der Muttenzer Hard eigene Brunnen betreibt: Sie will eine mehrstufige Aufbereitungsanla-

ge errichten. Das ist angesichts der Schadstoffvielfalt weitsichtig und sinnvoll.

Nach zehn Jahren öffentlichem Druck räumt die Basellandbieter Regierung 2010 erstmals ein, dass die Deponien das Trinkwasser verschmutzen. Allerdings sei dies vor 1958 geschehen, also bevor die künstliche Grundwasseranreicherung in Betrieb gegangen sei. Die Schadstoffe, die heute im Trinkwasser vorkommen, seien damals im Boden eingelagert worden. Sie stammten heute von dort und nicht aus den Deponien. Angesichts der von der Industrie geschätzten 14'000–42'000 Tonnen Chemiemüll in den Muttenzer Deponien eine sehr gewagte These.

*Dr. iic. phil. Martin Forter, selbstständiger Geograf und Altlastenexperte, Untere Rheingasse 15, 4058 Basel.*

## Ökologie in der Arztpraxis Energiecheck

### DER ÄRZTINNEN UND ÄRZTE FÜR UMWELTSCHUTZ

**Wollen Sie Ihre Praxis punkto Energieeffizienz fit machen?  
→ [www.aefu.ch/pdf/Ratgeber%20Energiecheck.pdf](http://www.aefu.ch/pdf/Ratgeber%20Energiecheck.pdf)**

## www.gentechnologie.ch

Die Homepage der Schweizerischen Arbeitsgruppe Gentechnologie SAG bietet eine aktuelle, gut navigierbare und stark verlinkte Informationsquelle zur Gentechnologie an. Neu hinzugekommen sind die Themenbereiche Nanotechnologie und Synthetische Biologie.

Die Information ist aus kritischer Sicht aufbereitet, bleibt aber objektiv und enthält zahlreiche Links auf neutrale Stellen wie Behörden oder anerkannte Forschungsberichte.

Die Homepage kann auch für gezielte Recherche zu einem Themenbereich genutzt werden.

## PRAXIS DER RISIKOBASIERTEN LEBENSMITTELKONTROLLE

Philip Hübner, Kantonschemiker, Basel

**Im vergangenen Jahr wurden im Kantonalen Laboratorium Basel-Stadt gegen 4000 Proben kritischer Produkte untersucht und im Kanton Basel-Stadt gegen 1000 Lebensmittelbetriebe inspiziert. Dabei geht die Lebensmittelkontrolle risikobasiert vor: kritische Produkte und kritische Betriebe werden häufiger untersucht und inspiziert. Die bei den Inspektionen vorgenommene Einstufung in Gefahren- und Risikoklassen bildet die Grundlage für das risikobasierte Vorgehen bei Inspektionen. Für die risikobasierte Untersuchung von Lebensmitteln und Gebrauchsgegenständen arbeiten die Lebensmittelkontrollbehörden der Nordwestschweiz eng zusammen und besprechen jährlich ihre Untersuchungspläne.**

Die Lebensmittelsicherheit steht im Fokus der Lebensmittelkontrollbehörde: Die Gewinnsucht des Menschen war Triebfeder für den weltweiten Melamin-Skandal in chinesischen Kindernährmitteln, vom Menschen verursachte Umweltkontaminationen wie Dioxine und Cäsium-137 finden sich in unserer Nahrungskette, natürliche Umweltkontaminantien wie Mykotoxine werden auch weiterhin unsere Aufmerksamkeit erfordern, natürlicherweise vorkommende pathogene Mikroorganismen wie Campylobacter erinnern uns daran, den korrekten Umgang mit rohen Lebensmitteln nicht zu verlernen und der globale Handel und der ständige Preisdruck wirken sich insbesondere im Bereich der Gebrauchsgegenstände auf die Produktesicherheit aus.

### CHEMISCHE LEBENSMITTELUNTERSUCHUNG

Schwerpunkte unserer Tätigkeit sind die Untersuchung der Zusammensetzung und der Authentizität von Lebensmitteln, der Nachweis von allergenen Substanzen sowie von gentechnisch veränderten Organismen und die Rückstandsanalytik von radioaktiven Stoffen und Pflanzenbehandlungsmitteln.

Bei der Laboruntersuchung von Lebensmitteln fiel beispielsweise asiatisches Gemüse auf, bei welchem ein Drittel der untersuchten Proben wegen zu hohen Rückstandskonzentrationen beanstandet werden musste. Mitte September 2008 wurde bekannt, dass hohe Melamingehalte in Kindermilch und anderen Milchprodukten zu gravierenden gesundheitlichen Effekten bei chinesischen Kindern führte. Melamin, ein stickstoffreiches Amin, wird normalerweise zur Herstellung von Kunststoff verwendet, wurde aber in diesem Fall eingesetzt, um in mit Wasser verdünnter Milch analytisch einen höheren Eiweißgehalt vorzutäuschen. Eine Überprüfung der Oberzolldirektion zeigte, dass kleine Mengen an Produkten, die Milchpulver enthalten, aus China in die Schweiz importiert wurden. Glücklicherweise fanden wir

in nur einer von 24 untersuchten Proben eine geringe Menge Melamin weit unter dem ad hoc Grenzwert für Milchprodukte.

Zur Wahrung der Wahlfreiheit der KonsumentInnen untersuchen wir seit Jahren regelmässig Lebensmittel auf gentechnisch veränderte Organismen (GVO). Zum ersten Mal seit 2000 fanden wir im vergangenen Jahr in Produkten aus dem asiatischen Raum wieder deklarationspflichtige GVO-Gehalte. Im Nachgang zu einer Alarmsmeldung aus der EU (RASFF) fanden wir in Leinsamenproben nicht bewilligte gentechnisch veränderte Leinsaataus Kanada. Die Lebensmittelindustrie reagierte in allen diesen Fällen mit dem sofortigen Marktrückzug der Produkte.

Bei unseren Radioaktivitätsuntersuchungen wurden zwei Heilerden (Kieselserden) wegen Grenzwertüberschreitungen bei den Radionukliden der Uran- und Thoriumreihe an die zuständige Vollzugsbehörde zur Beurteilung überwiesen und von SwissMedic vom Markt genommen. In manchen Lebensmitteln sind die langlebigen Radionuklide Cäsium-137 ( $^{137}\text{Cs}$ ) und Strontium-90 ( $^{90}\text{Sr}$ ) des Tschernobyl-Fallout heute immer noch nachweisbar, welche unter Aussendung von  $\beta$ -Strahlung und  $\gamma$ -Strahlung mit einer physikalischen Halbwertszeit von ca. 30 Jahren zerfallen. Wir finden immer wieder Toleranzwertüberschreitungen bei Wildpilzen, Wildbeeren, Tee und auch bei Honigproben.

### MIKROBIOLOGISCHE LEBENSMITTELUNTERSUCHUNG

Bei vorgekochten Speisen musste ein Drittel der untersuchten Proben bezüglich hygiene-relevanter Parameter beanstandet werden. Da unsere Probenahme gemäss dem Schweizerischen Lebensmittelrecht risikobasiert erfolgt, ist diese Zahl jedoch nicht repräsentativ für alle Betriebe des Kantons. Auch wenn Toleranzwertüberschreitungen nicht eine akute Gesundheitsgefährdung

# LEBENSMITTEL

darstellen, deuten sie auf ein ungenügendes Hygieneverhalten und auf Fehler bei der Prozess- und Personalhygiene beim Vorkochen, Portionieren und Lagern hin. Unsere Bemühungen, die Anforderungen des Schweizerischen Lebensmittelrechts bezüglich Hygiene in allen Betrieben durchzusetzen, werden durch hohe Fluktuationen sowie dem verstärkten Preis- und Konkurrenzdruck im Gastgewerbe immer wieder erschwert. Erfreulicherweise musste jedoch keines von 200 genussfertigen Lebensmitteln aus Restaurationsbetrieben bezüglich pathogener Keime beanstandet werden. Das gesundheitsgefährdende Potential bei Speisen aus Restaurationsbetrieben in Bezug auf Lebensmittelvergifter beurteilen wir deshalb trotz der bestehenden Hygienemängel als klein.

## CHEMISCHE UNTERSUCHUNG VON NONFOOD-PRODUKTEN

Im Auftrag des Bundesamtes für Gesundheit analysierten wir Tätowier- und Permanent Make Up Farben auf mikrobiologische Reinheit, unerlaubte Pigmente und Konservierungsmittel, sowie Krebs erregende aromatische Amine und Nitrosamine. Dabei mussten 40% der untersuchten Proben wegen gesundheitsgefährdender Mängel sofort von der weiteren Verwendung ausgeschlossen werden. Dieses schlechte Resultat illustriert, dass die gesetzlich vorgeschriebene Selbstkontrolle bei den HerstellerInnen, ImporteurInnen und HändlerInnen von Tätowier- und Permanent Make Up Farben nicht genügend umgesetzt wird. Hohe Beanstandungsraten ergab auch die Kontrolle von Kosmetika auf allergene und verbotene Duftstoffe. Überrascht waren wir letztes Jahr von der hohen Beanstandungsrate bei der Kontrolle von Luftballons wegen erhöhten Mengen an Nitrosaminen oder nitrosierbaren Stoffen. Der Humankontakt mit beiden Substanzgruppen sollte wegen ihres Krebs auslösenden Potentials möglichst vermieden werden. Diese und weitere Beispiele belegen, wie wichtig gezielte analytische Kontrollen im Bereich Non-Food für den vorsorglichen Gesundheitsschutz sind.



## INSPEKTIONEN VON LEBENSMITTELBETRIELEN

Das Lebensmittelinspektorat inspizierte im vergangenen Jahr risikobasiert wiederum rund tausend Betriebe, wobei vier Fünftel der kontrollierten Lebensmittelbetriebe ein genügender bis guter Zustand attestiert werden konnte. Die andern Lebensmittelbetriebe müssen die Situation verbessern und werden von uns in kürzeren Zeitintervallen kontrolliert, bis das Inspektionsergebnis befriedigend ausfällt. Auch im vergangenen Jahr wurden bei den Pilzkontrollen giftige Pilze entdeckt. So musste zweimal ein grünblättriger Knollenblätterpilz aus dem Sammelgut entfernt werden.

## MARKTÜBERWACHUNG CHEMIKALIEN

Die Produkteüberprüfungen im Bereich Marktüberwachung und Umgang mit Chemikalien sind aufgrund des ständigen Wandels im Chemikalienrechtsbereich aufwändig. Ätherische Öle und weitere Produkte zur Beduftung von Wohnräumen können beispielsweise sensibilisierende Bestandteile enthalten und es besteht bei vielen Ölen die Gefahr einer Lungenschädigung beim Verschlucken. Die analytischen Resultate zeigten, dass eine grosse Mehrheit von Produkten dieser Kategorie die gesetzlichen Bestimmungen nicht einhalten. Unsere Kampagnen im Bereich Marktüberwachung (Reinigungs- und Waschmittel, ätherische Öle, bromierte Flammschutzmittel, zementhaltige Zubereitungen, Zubereitungen mit extremen pH-Werten) zeigen weiter auf, dass viele Betriebsverantwortliche sich mit der Umsetzung der neuen Bestimmungen im Chemikalienrecht schwer tun.

## AUSBLICK

Die Anforderungen an die Lebensmittelkontrolle haben sich im Lauf der Zeit stark gewandelt. Während zur Zeit der Einführung des eidgenössischen Lebensmittelgesetzes vor hundert Jahren der Lebensmittelhandel regional betrieben wurde, findet dieser heute global statt und moderne und leistungsfähige Analysengeräte ermöglichen den Nachweis einer Vielzahl von gesundheitsgefährdenden Stoffen bis in Konzentrationsbereiche ohne physiologische Wirkung. Für einen effizienten KonsumentInnenschutz spielt die Interaktion zwischen einer zeitnahen Risikobewertung durch die Bundesbehörden bei neu auftauchenden Problemen wie beispielsweise dem Auftreten von Melamin in asiatischen Milchprodukten und der raschen Vollzugstätigkeiten der kantonalen Behörden vor Ort eine grosse Rolle.

PD Dr. Philipp Hübner, Kantonschemiker, Kannenfeldstrasse 2, 4012 Basel

# NANOPARTIKEL

## SYNTETISCHE NANOPARTIKEL UND IHRE WIRKUNG AUF DIE UMWELT

Renata Behra, EAWAG, Dübendorf

**Nanopartikel werden heute bereits breit eingesetzt. Da ist es nur wahrscheinlich, dass sie früher oder später auch in der Umwelt landen. Studien der Eawag wiesen dies nun erstmals nach und zeigen darüber hinaus, auf welche Weise sich synthetische Nanopartikel negativ auf Gewässerorganismen auswirken können.**

Nanopartikel tauchen in immer mehr Produkten auf. Damit wächst die Wahrscheinlichkeit, dass sie auch in Gewässer eingetragen werden. Das kann bei der Produktion, Anwendung oder Entsorgung direkt (z. B. aufgrund von Unfällen) oder über das Abwasser geschehen. Obwohl der Anteil synthetischer Nanopartikel in der Umwelt im Vergleich zu den natürlichen Partikeln bis jetzt noch gering ist [1], gilt es dennoch, die Risiken für die Umwelt abzuschätzen. Dafür braucht es einerseits analytische Systeme zur Quantifizierung und andererseits Informationen zu den Eintragswegen, Mengen und zum Verbleib der synthetischen Nanopartikel im Gewässer sowie zur Toxizität. Zwar gibt es inzwischen erste Studien, die negative Auswirkungen von Nanopartikeln auf verschiedene Gewässerorganismen beschreiben, insgesamt jedoch fehlt dieses Wissen heute noch weitestgehend. Dass das Spektrum der synthetischen Nanopartikel aufgrund ihrer unterschiedlichen chemischen, physikalischen und morphologischen Eigenschaften sehr breit ist (siehe Kasten «Synthetische Nanopartikel»), macht die Sache nicht einfacher. Will man aber verstehen, wie Nanopartikel

auf Organismen wirken, muss man gerade diese Eigenschaften berücksichtigen, weil sie die Bioverfügbarkeit der Partikel und die Toxizitätsmechanismen beeinflussen. So führt die Eawag derzeit Studien zur Freisetzung und zur Toxizität von künstlich hergestellten Nanopartikeln durch und entwickelt analytische Methoden zu ihrer Charakterisierung und ihrem Nachweis in aquatischen Systemen.

### TITANDIOXIDNANOPARTIKEL WERDEN AUS FASSADEN FREIGESETZT

Es dauerte fast 100 Jahre, bis man die schädliche Wirkung einer anderen Art von Partikeln, die Rede ist von Asbestfasern, definitiv anerkannte. Heute ist Asbest in der Schweiz, der Europäischen Union und vielen anderen Ländern verboten. Will man mit Nanopartikeln nicht ein ähnliches Szenario erleben, muss man frühzeitig einschätzen, in welchem Ausmass diese Partikel freigesetzt werden. Zwar ist man sich mittlerweile einig, dass die Nanopartikel früher oder später in die Umwelt

## SYNTETISCHE NANOPARTIKEL

Synthetische Nanopartikeln sind nanotechnologisch hergestellte Festkörperteilchen mit mindestens einer Dimension unter 100 nm (1 Nanometer = 1 Millionstel Millimeter) und einer ungeheuren Vielfalt. Sie können aus Metallen oder Metalloxiden (anorganische, z. B. Silber- oder Titandioxidnanopartikel) oder aus Kohlenstoff (organische Nanopartikel) bestehen. Sie können in Form (Röhrchen, Kugeln, Plättchen, Fasern) und Oberflächenbeschaffenheit (unbehandelt oder chemisch modifiziert) variieren. Und sie können in der Suspension je nach Bedingungen einzeln oder aggregiert vorliegen.

Die künstlich hergestellten Partikel zeigen neuartige mechanische, elektronische, chemische oder optische Eigenschaften, die auf ihr grosses Verhältnis von Oberfläche zu Volumen zurückzuführen sind und die sie für verschiedene wissenschaftliche, medizinische, industrielle und kommerzielle Anwendungen prädestinieren. Heute sind bereits über 800 nanotechnologische Produkte auf dem Markt erhältlich. Beispiele sind Wasser abweisende Textilien, UV absorbierende Sonnencremes, keimtötende Kosmetika, Deodorants und Zahnpasten sowie Farben und Lacke, die Oberflächen eine selbstreinigende, keimtötende oder kratzfeste Beschichtung verleihen. Dabei gehört Silber zu den Nanomaterialien, die am häufigsten angewandt werden [2]. Oft jedoch ist nicht bekannt, ob Silber in den Produkten als Salz (beispielsweise Silbernitrat oder Silberchlorid) oder als synthetische Silbernanopartikel enthalten ist.

# NANOPARTIKEL

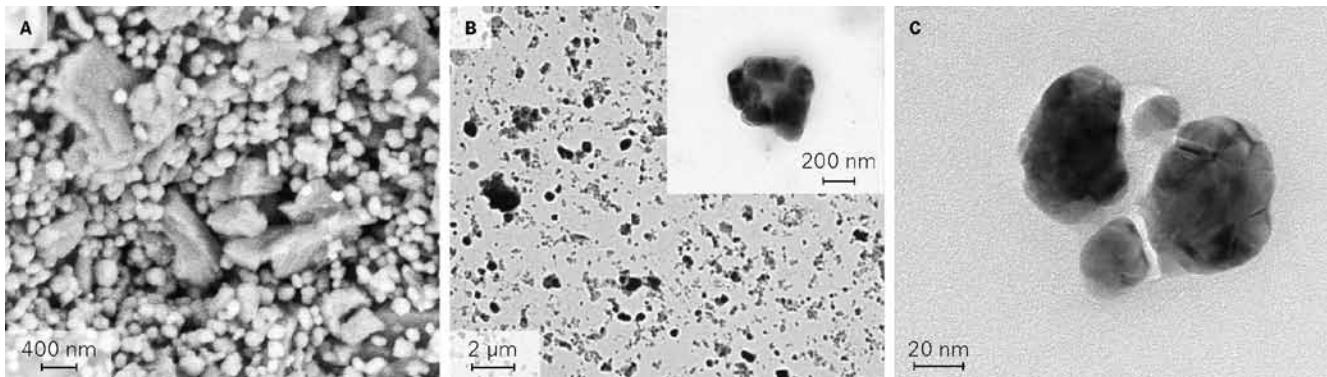


Abb. 1: Titandioxidnanopartikel in Fassaden (A), im Fassadenabwasser (B) und in einer Direkteinleitung von Regenwasser aus dem Siedlungsgebiet (C).

gelangen, aber konkret wurde dies bisher noch nicht gezeigt. Solche Daten sind aber Voraussetzung, um zukünftige Konzentrationen von Nanopartikeln in verschiedenen Umweltkompartimenten (Luft, Wasser, Boden) voraussagen zu können.

In einer ersten Fallstudie wurde deshalb die Auswaschung von Weisspigmenten aus Fassaden untersucht [3]. Diese synthetisch hergestellten Partikel aus Titandioxid ( $\text{TiO}_2$ ) umfassen verschiedene Größenklassen, die mit einer Gauss-Verteilung beschrieben werden können. Im Mittel sind die  $\text{TiO}_2$ -Partikel etwa 150 nm gross (basierend auf der Anzahl), jedoch fallen ca. 10 % der Teilchen in die Kategorie der Nanopartikel (<100 nm). Die Weisspigmente können aufgrund ihrer kugeligen Form gut von den natürlichen (geogenen)  $\text{TiO}_2$ -Partikeln unterschieden werden. Innerhalb der Studie wurden Fassaden, Fassadenabwässer sowie auch Direkteinleitungen von Regenwasser aus Siedlungsgebieten auf synthetische  $\text{TiO}_2$ -Nanopartikel untersucht. Abbildung 1A zeigt eine neue Fassade, in der die einzelnen  $\text{TiO}_2$ -Partikel deutlich als helle Kugeln zu erkennen sind. Sehr ähnliche Partikel fanden wir im Fassadenabwasser (Abb. 1B). Und auch im Wasser der Direkteinleitung (Abb. 1C) konnten wir Partikel von gleicher Form und Grösse nachweisen, was den Schluss zulässt, dass sie zum grössten Teil von den Fassaden herrühren. Weisspigmente sind zwar aus (öko-)toxikologischer Sicht eher als unbedenklich einzustufen, eignen sich aber sehr gut als Modellsubstanz, um den Transport von Nanopartikeln aus urbanen Gebieten bis in die Gewässer zu beurteilen. Denn es ist davon auszugehen, dass sich andere Nanopartikel analog zu den  $\text{TiO}_2$ -Partikeln verhalten werden.

## AUCH SILBERNANOPARTIKEL GELANGEN VON DEN FASSADEN IN DIE GEWÄSSER

Ein vom ökotoxikologischen Standpunkt her weit kritischer Fall sind synthetische Silbernanopartikel (siehe Kasten «Ökotoxizität von Silber»), die u. a. ebenfalls in

Fassadenanstrichen verwendet werden. Synthetische Silbernanopartikel bestehen aus metallischen, ungelaufenen Silberatomen, wobei die Partikeloberflächen zudem durch anorganische oder organische Stoffe modifiziert sein können. Dadurch erhalten sie eine positive oder negative Ladung, was die Aggregation der Partikel verhindert. Die Auswaschung synthetischer Silbernanopartikel aus einer Fassade untersuchten wir zunächst in einer Simulationskammer, in der die Fassade unter kontrollierten Bedingungen beregnet und besonnt wurde. Die mikroskopische Analyse der Fassadenabflüsse ergab, dass Silbernanopartikel in Größen zwischen 5–10 nm tatsächlich aus der Fassade herausgewaschen werden. Parallel zu den Kammerversuchen wurde dieselbe Farbe an einem Modellhaus den natürlichen Witterungsbedingungen ausgesetzt. Interessanterweise zeigen erste Resultate, dass vom Modellhaus noch grössere Mengen an Silbernanopartikel freigesetzt werden – dies, obwohl die Bedingungen in der Simulationskammer deutlich rauer sind und dort wesentlich mehr Wasser eingesetzt wurde. Damit ist klar, dass Silbernanopartikel, genauso wie die  $\text{TiO}_2$ -Partikel, in die Gewässer gelangen können. Doch wie wirken Silbernanopartikel in den Gewässern?

## SILBERIONEN SIND EIN GRUND FÜR DIE TOXIZITÄT DER SILBERNANOPARTIKEL

In einer weiteren Fallstudie wurde die Wirkung synthetischer Silbernanopartikel auf die Fotosyntheseaktivität der Modell-Grünalge *Chlamydomonas reinhardtii* erforscht [4]. Dabei arbeiteten wir mit einer Suspension aus metallischen, karbonatbeschichteten Silberpartikeln mit einer mittleren Grösse von 25 nm (Abb. 2). Weil die metallischen Silberpartikel aus Silberionen ( $\text{Ag}^+$ ) hergestellt werden, ist in solchen Suspensionen immer ein kleiner Restanteil an Silberionen (in unserem Fall rund 1 %) vorhanden. Mit unseren ökotoxikologischen Experimenten wollten wir einerseits herausfinden, ob die Partikel-Suspension toxisch auf die Fotosynthese wirkt,

# NANOPARTIKEL

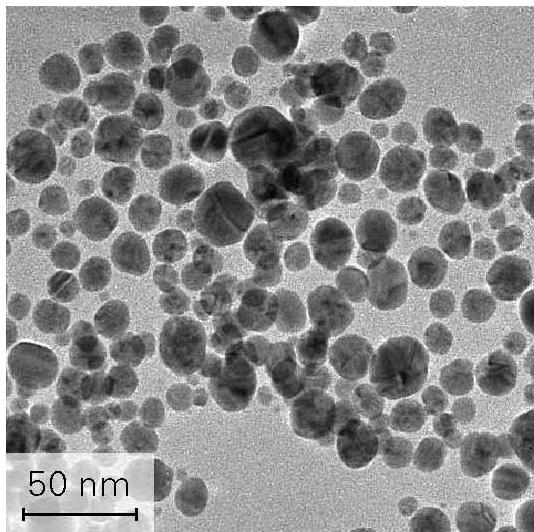


Abb. 2: Die von uns genutzten synthetischen Silbernanopartikel unter dem Transmissionselektronenmikroskop.

und bei positivem Befund interessierte uns anderseits, ob ihre Toxizität durch die  $\text{Ag}^+$ -Ionen oder die Nanopartikel selbst verursacht wird.

Ein oder zwei Stunden lang wurden die Algen mit der Silbernanopartikel-Suspension in Kontakt gebracht. Um die Effekte der Partikel direkt mit denjenigen der Silberionen zu vergleichen, wurden zudem Versuche mit gelöstem Silbernitrat durchgeführt. Es stellte sich heraus, dass die Fotosynthese der Algen bei anstei-

genden Gesamtsilberkonzentrationen mehr und mehr gehemmt wird und dass Silbernitrat toxischer ist als die Silbernanopartikel (Abb. 3A). Um die Effekte der Partikel von denjenigen der Silberionen zu trennen, wurden die Experimente in Gegenwart der Aminosäure Cystein wiederholt. Cystein bildet mit  $\text{Ag}^+$  starke Komplexe, so dass die Silberionen anschliessend für die Algen nicht mehr verfügbar sind. Dabei wurde der toxische Effekt der Silbernanopartikel-Suspension in Anwesenheit eines Cysteinüberschusses völlig aufgehoben, d. h. die Toxizität der Partikel-Suspension muss auf der Wirkung der Silberionen beruhen.

Trägt man nun die Toxizität der Nanopartikel und des Silbernitrats gegen die Silberionenkonzentration auf (Abb. 3B), ergibt sich überraschenderweise, dass die Silbernanopartikel toxischer sind als das Silbernitrat. Dieser Effekt kann jedoch nicht allein durch die in der Partikel-Suspension vorhandenen Silberionen erklärt werden, dazu ist ihre Konzentration zu gering. Es müssen zusätzliche Vorgänge ablaufen. Eine logische Erklärung ist, dass die Silbernanopartikel durch den Kontakt mit den Algen eine grössere Menge an Silberionen freisetzen. Da wir die Toxizität lediglich anhand der Fotosyntheseaktivität untersucht haben, können wir nicht ausschliessen, dass die Nanopartikel zudem ins Innere der Algen gelangen und dort weitere toxische Mechanismen auslösen. Dieser Hypothese gehen wir derzeit nach. Erste vorläufige Ergebnisse weisen tatsächlich darauf hin, dass die Silbernanopartikel von den Algenzellen aufgenommen werden.

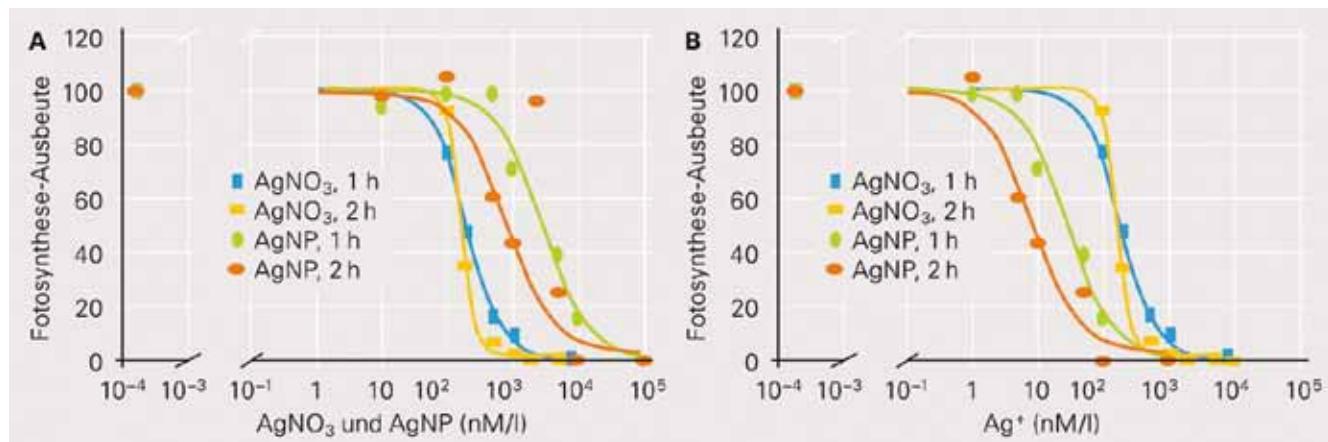


Abb. 3: Toxizität von Silbernanopartikeln und von gelöstem Silbernitrat auf die Fotosyntheseaktivität in der Grünalge *Chlamydomonas reinhardtii* aufgetragen gegen die Gesamtsilberkonzentration = metallisches + ionisches Silber (A) bzw. nur gegen die Silberionenkonzentration (B). NP = Nanopartikel.

## ÖKOTOXIZITÄT VON SILBER

Die keimtötende Wirkung von Silber (Ag) ist schon lange bekannt: Bereits im 19. Jahrhundert wurde Silber als Antibiotikum angewandt, und sogar noch früher erkannte man, dass Wasser länger trinkbar bleibt, wenn es in Silbergefäßen aufbewahrt wird. Die -Anwendung von Silber als Desinfektionsmittel beruht auf seiner breiten Toxizität für Bakterien und einer relativ geringen Toxizität für den Menschen. Auch für verschiedene aquatische Organismen ist Silber eines der giftigsten Metalle. Es ist persistent und kann sich bei höheren Konzentrationen im Wasser sowohl in Sedimenten als auch in Organismen akkumulieren. Die Toxizität von Silber ist, ähnlich wie bei anderen Metallen, abhängig von der Bio-verfügbarkeit der Silberionen Ag<sup>+</sup>, die wiederum von der chemischen Zusammensetzung des experimentellen Mediums bzw. des Wassers beeinflusst wird. Dabei kann die Anwesenheit von Komplexbildnern die toxische Wirkung der Silber-ionen einerseits vermindern, andererseits beruht die Toxizität von Silber prinzipiell aber gerade auf seiner starken Affinität zu Sulfhydryl-, Amino- und Phosphatgruppen, die in den Organismen zur Bildung von Komplexen mit verschiedenen Biomolekülen führt.

## NANOPARTIKEL IN DER UMWELT VERMEIDEN!

Unsere Ergebnisse zeigen damit, dass Nanopartikel tatsächlich in die Umwelt gelangen und dass ihr ökotoxikologisches Risiko nicht unterschätzt werden darf. Das gilt nicht nur für aquatische, sondern ebenso für terrestrische Systeme. Vertiefte Untersuchungen auch an anderen Nanomaterialien müssen folgen. Zudem müssen Standardverfahren zum Nachweis von Nanopartikeln und zur Beurteilung der Toxizität entwickelt werden.

Die ProduzentInnen sollten sich einer vernünftigen Anwendung von Nanopartikeln verschreiben. Darüber hinaus wäre es wichtig, die KonsumentInnen aufzuklären: Zum einen durch konsequente Deklaration der Inhaltsstoffe – heute sind die Zusammensetzungen oft unklar – und durch gezielte Angaben zur Handhabung der Produkte sowie zum anderen durch gezielte Informationen der VerbraucherInnenverbände zu möglichen Gesundheits- oder Umweltrisiken. Vordringliches Ziel ist es, die Verteilung der Nanopartikel in der Umwelt zu vermeiden.

*Dr. Renata Behra, Biochemikerin und Leiterin der Gruppe Algenpopulationen und Gemeinschaften in der Abteilung Umwelttoxikologie, EAWAG, Überlandstrasse 133, 8600 Dübendorf  
Koautoren: R. Kägi, E. Navarro, M. Burkhardt, L. Sigg*

Quelle: EAWAG NEWS, Juni 2009

### Literatur

- [1] Kaegi R., Sinnet B. (2009): Nanopartikel im Trinkwasser. *Eawag News* 66, 7–9.
- [2] [www.nanotechproject.org](http://www.nanotechproject.org)
- [3] Kaegi R., Ulrich A., Sinnet B., Vonbank R., Wichser A., Zuleeg S., Simmler H., Brunner S., Vommont H., Burkhardt M., Boller M. (2008): Synthetic TiO<sub>2</sub>-nanoparticle emission from exterior facades into the aquatic environment. *Environmental Pollution* 156, 233–239.
- [4] Navarro E., Piccapietra F., Wagner B., Kägi R., Odzak N., Sigg L., Behra R. (2008): Toxicity of silver nanoparticles to *Chlamydomonas reinhardtii*. *Environmental Science & Technology* 42, 8959–8964.

## NANOMATERIALIEN UND GESUNDHEITSRISIKEN: ZUM AKTUELLEN STAND DER DISKUSSION

Markus Salomon, Sachverständigenrat für Umweltfragen, Berlin

**Nanotechnologie als Querschnittstechnologie stellt eine der vielversprechendsten technischen Errungen-schaften der Gegenwart dar, ist aber auch mit Bedenken hinsichtlich möglicher negativer Folgen für die menschliche Gesundheit verbunden. Dies betrifft insbesondere die Herstellung und Nutzung von freien Nanomaterialien bzw. Nanoobjekten. Derzeit wird das grösste Gesundheitsrisiko bei der inhalativen Auf-nahme von nicht oder kaum löslichen Nanopartikeln oder faserähnlichen, nanoskaligen Strukturen gesehen. Einem erhöhten Risiko sind ArbeiterInnen, die mit Nanoobjekten umgehen, ausgesetzt. Eine besondere Herausforderung für die Risikobewertung ist die Vielzahl von Strukturen mit sehr unterschiedlichen Eigen-schaften, die bereits in der Anwendung bzw. in der Entwicklung sind.**

Auch wenn die Zahl der Studien, die sich mit dem Verhalten und der Wirkung von Nanoobjekten in der Zelle und im Tiermodell beschäftigt, stetig zunimmt, sind noch viele Fragen zu möglichen Risiken für die menschliche Gesundheit offen. Bei Nanomaterialien handelt es sich entweder um Nanoobjekte (Strukturen, die in einer externen Dimension < 100 nm sind; z.B. Nanopartikel o. Nanoröhren) oder um nanostrukturiertes Material (bei dem die Nanostruktur ein integraler Bestandteil eines grösseren Objektes ist wie z.B. nanostrukturierte Oberflächen, Nanokomposite o. Aggregate aus Nanoobjekten) (s. ISO-Norm TS 27687). Nanoobjekte können im Vergleich zum herkömmlichen Material andere optische, elektrische und reaktive Eigenschaften und eine höhere mechanische Belastbarkeit besitzen. Gründe hierfür sind u.a. deren besonders grosses Verhältnis der Oberfläche zum Volumen und Quanteneffekte. Nanomaterialien werden bereits in sehr unterschiedlichen Produkten eingesetzt: z.B. Industrieruss in Autoreifen, Kohlen-stoffnanoröhren in Tennis- und Badmintonschlägern, Titandioxidnanopartikel in Sonnenschutzmitteln und zur Beschichtung von Aussenanstrichen und Fenstergläsern, Silbernanopartikel in Textilien und Kühlschränken sowie Siliziumdioxidnanopartikel und Nanoton in Lebensmit-telverpackungen [1].

### EXPOSITION UND TOXIKOKINETIK

Prinzipiell sind im gesamten Lebensweg der Produkte Freisetzungen von Nanomaterialien und somit Expositionen von Menschen denkbar. Die höchsten Expositionen werden derzeit in der Herstellung bzw. Verarbeitung von Nanomaterialien erwartet. Inwieweit auch KonsumentInnen bei der Nutzung von Produkten, die Nanomaterialien enthalten, exponiert werden, ist mit Ausnahme von Kosmetikprodukten noch weitestgehend unbekannt. Eine Aufnahme bzw. Resorption von Nano-

materialien kann über den Respirationstrakt, die Haut und den Magen-Darmtrakt erfolgen. In Untersuchungen belegt wurde bereits, dass eine Penetration von Titandi-oxidnanopartikeln durch gesunde Haut nicht stattfindet [2]. Untersuchungen zum Verhalten der Partikel auf kranker Haut fehlen dagegen. Über die Resorption von Nanomaterialien über den Magen-Darm-Trakt ist derzeit noch sehr wenig bekannt. Nachgewiesen wurde, dass Goldnanopartikel (4 nm) über den Magen-Darm-Trakt aufgenommen werden und in die Leber, die Milz, die Niere, die Lunge und das Gehirn gelangen können [3]. Scheinbar ist die Aufnahme stark von Partikelgrösse und den Partikeleigenschaften abhängig.

Für den Menschen ist der wichtigste Pfad für die Exposition gegenüber nicht löslichen, luftgetragenen Partikeln die Inhalation. Feinste Partikel gelangen mit dem Atemstrom in die Lunge und werden dort deponiert. Umso kleiner die Partikel sind, umso tiefer können sie in die Lunge eindringen. Nanopartikel werden zu etwa 50 % in der Lunge - und zwar primär in den Alveolen - abgelagert. Die Dauer der Clearance bzw. des Abtrans-ports der Partikel aus der Lunge steigt mit der Abnahme der Partikelgrösse. Belegt ist ebenfalls eine Aufnahme von Nanopartikeln über die olfaktorischen Zellen in das Gehirn [4]. Des Weiteren gibt es Hinweise dafür, dass Nanoobjekte von der Lunge in das Blutgefäßsystem transferiert werden und somit auf andere Bereiche des Organismus wie zum Beispiel das Herzkreislaufsystem wirken können [5].

### TOXIZITÄT

Es wurde bereits eine Vielzahl von in vitro Tests mit unterschiedlichen Zellkulturen und verschiedenen Na-noobjekten durchgeführt. Nicht immer traten Effekte auf. Nachgewiesen wurde oxidativer Stress, Entzün-

# NANOPARTIKEL

dungsreaktionen – wie die Freisetzung von Lactat-Dehydrogenase oder die Sekretion von Interleukin-8 – die Einschränkung der Zellvitalität und in seltenen Fällen auch DNA-Schäden [6,7]. Die Effekte waren von der Art der Nanomaterialien – Titandioxidnanopartikel erwiesen sich als mässig toxisch – der Partikelgrösse, der Dosis und der Expositionsdauer abhängig.

Bei Untersuchungen am Tiermodell stand in der Regel die Wirkung auf den Respirations-Trakt im Vordergrund. Nicht lösliche, biopersistente Nanopartikel und -röhren können in der Lunge oxidativen Stress, Entzündungsreaktionen und Gewebsveränderungen auslösen. Titandioxidnanopartikel und Kohlenstoffnanoröhren stehen zusätzlich in dem Verdacht, ein kanzerogenes Potential zu besitzen. Ausserdem wurden Effekte auf das Blutgefäßsystem dokumentiert [8,9]. Die Wirkung der verschiedenen Nanoobjekte unterschied sich deutlich. Die durch Titandioxidnanopartikel verursachten Effekte wiesen eine deutlich höhere Intensität auf, als die von herkömmlichen Titandioxidpartikeln, waren aber in der Regel reversibel. In einigen Fällen konnte eine Überladung der Lunge und somit Blockierung der Zell- und Organabwehr aufgrund sehr hoher Expositionskonzentrationen nicht ausgeschlossen werden. Für eine Risikobewertung wären Studien zur chronischen Wirkung von Nanomaterialien wünschenswert.

## RISIKOMANAGEMENT

Die zentralen Fragen hinsichtlich des Risikomanagements von Nanomaterialien sind:

1. Wie kann ein vorsorgender Umgang mit Nanomaterialien gewährleistet werden?
2. Sind hierfür besondere Regelungen zum Schutz der menschlichen Gesundheit vor Risiken von Nanomaterialien erforderlich?
3. Reicht das bestehende Stoff- und Produktrecht sowie die Vorschriften zum Arbeitsschutz aus, um einen adäquaten Schutz der menschlichen Gesundheit zu gewährleisten?

Für eine Risikobewertung der derzeit auf dem Markt befindlichen Nanomaterialien fehlen u.a. Daten zur Expositionsabschätzung – insbesondere was die Produktanwendung betrifft – zur chronischen Toxizität und zur Aufnahme von nanoskaligen Partikeln, Fasern oder Röhren über den Magen-Darm-Trakt. Dringend erforderlich sind des Weiteren standardisierte (*in vitro* u. *in vivo*) Tests für Nanoobjekte. Ein OECD-Arbeitsprogramm, welches das Ziel hat, dieses Defizit zu beseitigen, ist im Jahr 2007 ins Leben gerufen worden ([www.oecd.org/sti/nano](http://www.oecd.org/sti/nano)). Massnahmen in der Diskussion, die das Ziel haben, mehr Transparenz beim Umgang mit Nanoprodukten zu

gewährleisten, sind die Kennzeichnung der Produkte und die Erstellung eines Produktregisters.

In Bezug auf das Stoffrecht bzw. der europäischen Chemikalienverordnung (REACH) bestehen u.a. folgende Fragen:

- muss der mengenschwellenbasierte Ansatz in der Stoffregistrierung an die Besonderheiten der Nanoobjekte angepasst werden,
- sollten Nanoobjekte als eigenständige Stoffe registriert werden und
- muss das Zulassungsverfahren verändert bzw. deren Kriterien erweitert werden.

Sowohl beim Stoff- wie auch beim Produktrecht ist die Frage nach der Anpassung der Prüfanforderungen an die Besonderheiten der Nanoobjekte von hoher Relevanz. Im europäischen Produktrecht gibt es bereits erste Ansätze, Nanoobjekte gesondert zu berücksichtigen, bspw. in der Lebensmittelzusatzstoff-Verordnung ((EG) Nr. 1331/2008) und der Kosmetik-Verordnung ((EG) Nr. 1223/2009).

*Dr. Markus Salomon, Geschäftsstelle Sachverständigenrat für Umweltfragen, Luisenstrasse 46, D-10117 Berlin*

## Literatur:

- [1] Woodrow Wilson International Center for Scholars (o.J.): *The Project on Emerging Nanotechnology*. <http://www.nanotechproject.org/> (28.07.2008).
- [2] Butz, T., Reinert, T., Pinheiro, T., Moretto, P., Pallon, J., Kiss, A. Z., Stachura, J., Dabros, W., Stachura, Z., Lekki, J., Lekka, M., Hunyadi, J., Biro, T., Sticherling, M., Van Vaeck, L., Van Royen, P., Sur leve-Bazeille, J.-E. (2007): NANODERM: Quality of Skin as a Barrier to ultra-fine Particles.
- [3] Hillyer, J. F., Albrecht, R. M. (2001): Gastrointestinal absorption and tissue distribution of differently sized colloidal gold nanoparticles. *J Pharm Sci* 90 (12), S. 1927-36.
- [4] Oberdörster, G., Sharp, Z., Atudorei, V., Elder, A., Gelein, R., Kreyling, W., Cox, C. (2004): Translocation of inhaled ultrafine particles to the brain. *Inhalation Toxicology* 16 (6-7), S. 437-445.
- [5] Peters, A., Veronesi, B., Calderón-Garcidueñas, L., Gehr, P., Chen, L. C., Geiser, M., Reed, W., Rothen-Rutishauser, B., Schürch, S., Schulz, H. (2006): Translocation and potential neurological effects of fine and ultrafine particles a critical update. *Particle and Fibre Toxicology* 3:13.
- [6] Karlsson, H. L., Cronholm, P., Gustafsson, J., Moller, L. (2008): Copper oxide nanoparticles are highly toxic: a comparison between metal oxide nanoparticles and carbon nanotubes. *Chemical Research in Toxicology* 21 (9), S. 1726-32.

# AGENDA

[7] Kuhlbusch, T. A. J., Krug, H. F., Nau, K. (2009): NanoCare: Health related Aspects of Nanomaterials. Final Scientific Report. Frankfurt a. M.

[8] Nurkiewicz, T. R., Porter, D. W., Hubbs, A., Cumpston J.L., Chen, B. T., Frazer, D. G., Castranova, V. (2008): Nanoparticle inhalation augments particle-dependent systemic microvascular dysfunction. Particle and Fibre Toxicology 5 (1), S. 1-12.

[9] Shvedova, A. A., Kisin, E. R., Murray, A. R., Johnson, V. J., Gorelik, O., Arepalli, S., Hubbs, A. F., Mercer, R. R., Keohavong, P., Sussman, N., Jin, J., Yin, J., Stone, S., Chen, B. T., Deye, G., Maynard, A., Castranova, V., Baron, P. A., Kagan, V. E. (2008): Inhalation Versus Aspiration Of Single Walled Carbon Nanotubes In C57bl/6 Mice: Inflammation, Fibrosis, Oxidative Stress And Mutagenesis. American Journal of Physiology - Lung Cellular and Molecular Physiology 295 (4), S. L552-L565.



## TAGUNG „MIT LABELN ZU GESUNDEN BAUTEN?“

Datum: 27. Oktober 2010, Kursort: Technopark Zürich

Weitere Informationen und Anmeldung: [www.ifm.zhaw.ch/tagung](http://www.ifm.zhaw.ch/tagung) oder Tel.: 058 934 55 38

## 18. NOVEMBER 2010: FORSCHUNGSFÖRDERUNG: SCHNELLSPUR ODER SACKGASSE?

Wie werden in der Schweiz die Schwerpunkte der Forschungsförderung gesetzt? Wer zieht hierbei die Fäden? Lässt sich eine Konzentration auf bestimmte Forschungsbereiche ausmachen? Und wenn ja, wie wird dies begründet? Wo liegen die Schwächen unseres Förderungssystems?

Eine Veranstaltung des Basler Appells gegen Gentechnologie am 18. November 2010 soll diese Fragen beantworten. Die Podiumsdiskussion zum Thema «Forschungsförderung in der Schweiz» ist prominent besetzt. Aktueller Anlass ist eine Studie von Helen Wallace von der britischen Organisation Genewatch, die einen umfassenden Überblick über staatliche Förderinitiativen auf europäischer Ebene gibt und gleichzeitig erhebliche Mängel aufzeigt.

Die Diskussion mit anschliessendem Apéro findet im «Unternehmen Mitte» in Basel statt, Beginn 19 Uhr. Details zur Veranstaltung finden Sie unter [www.baslerappell.ch](http://www.baslerappell.ch).

## 2 GRAD-AUSSTELLUNG IM KUNSTFREILAGER DREISPITZ BASEL: MYCLIMATE WORKSHOP „WIR BAUEN DIE STADT DER ZUKUNFT“

Vom 21. August 2010 bis 20. Februar 2011 findet in Basel die 2 Grad-Ausstellung statt. Sie wirft einen vielschichtigen und überraschenden Blick auf die faszinierenden Themen Wetter und Klima. Im Rahmenprogramm der Ausstellung bietet myclimate für Schulklassen Workshops an, in denen sich die teilnehmenden SchülerInnen mit den Fragen einer klugen Städteplanung auseinandersetzen.

[www.2grad.ch](http://www.2grad.ch)

# HORMONAKTIVE STOFFE

## DIE WIRKUNG VON HORMONAKTIVEN STOFFEN AUF DIE ENTWICKLUNG VON FISCHEN

Elisabeth Eppler, Anatomisches Institut der Universität Zürich

2007 veröffentlichte die UN-Welternährungsorganisation FAO einen alarmierenden Bericht über den "Zustand des weltweiten Fischfangs und der Fischzucht 2006", aus dem hervorgeht, dass ca. 75% der weltweiten Wildfischbestände entweder voll befischt (47%), überfischt (18%) oder sogar endgültig ausgefischt (10%) sind. Nur die verbliebenen 25% sind entweder mässig (21%) oder schwach (4%) befischt [1]. Um die Probleme des globalen Rückgangs des Wildfischbestands zu kompensieren, hat die kommerzielle Fischzucht in den vergangenen 30 Jahren enorm zugenommen (1980: 9%, 2007: 43% des weltweiten Fischkonsums). Eine zunehmende Gefährdung sowohl für wild-lebende als auch gezüchtete Fische stellt die Belastung der Flüsse, Seen und Ozeane mit hormonaktiven Substanzen, den sogenannten Endocrine Disruptors, dar. Wir untersuchen die Auswirkungen östrogener Stoffe auf eine in der Aquakultur bedeutende Fischart, die Tilapia, eine wichtige Proteinquelle und ein bedeutender Exportfaktor für Afrika und Asien.

Hier konzentrieren wir uns auf Regulationssysteme, die für Wachstum, Überleben und Fortpflanzung eine zentrale Rolle spielen: Das Östrogen-System und das Wachstumshormon (GH)/Insulin-ähnlicher Wachstumsfaktor (IGF)-System, welches massgeblich an der Regulation von Wachstum, Stoffwechsel, Fortpflanzung und Immunabwehr beteiligt ist [2,3].

Östrogen und seine Rezeptoren spielen eine grosse Rolle bei der Beeinflussung des Immunsystems beim Menschen und anderen Säugetieren. Bei Fischen sind noch viele Komponenten dieses komplexen Systems ungeklärt [3]. Um diese Zusammenhänge zu untersuchen, werden heranwachsende und erwachsene Tilapien in Aquarien mit weiblichen Sexualhormonen konfrontiert. Zu verschiedenen Zeiten werden Wachstum, Verhalten, Gesundheitszustand und Hormonstatus der Fische ausgewertet. Darüberhinaus werden die betroffenen Organe (Gehirn, Hypophyse als Syntheseort von GH, Leber als zentraler Syntheseort von IGF-I, männliche



Tilapia. Foto: Dr. Baroiller, Montpellier

# HORMONAKTIVE STOFFE

und weibliche Geschlechtsorgane, Immunorgane) auf morphologische Unterschiede und Veränderungen in der lokalen Genexpression von GH und IGF-I untersucht. Tilapien wurden vom 10. bis 40. Tag nach der Fertilisierung (DPF), der östrogen-sensitiven Phase dieser Fische, mit 17 $\alpha$ -Ethinylestradiol (EE2) gefüttert in einer Dosierung, wie sie geeignet ist für die funktionelle Feminisierung der überwiegenden Anzahl der Fische [4,5]. Während der Entwicklung, in der Pubertät und bei jungen ausgewachsenen Fischen wurden Länge, Gewicht, Geschlechterverhältnis, IGF-I-Serumspiegel, GH-Genexpression in der Hypophyse sowie IGF-I- und Östrogenrezeptor  $\alpha$  (ER $\alpha$ )-mRNA in Leber, Gonaden, und den zentralen Immunorganen Kopfniere und Milz (entsprechen beim Säuger funktionell am ehesten Nebennierenrinde, Nebennierenmark, Knochenmark, Lymphknoten und Milz) gemessen. Die Exposition gegenüber hochdosiertem EE2 verschob die Geschlechterrelation zugunsten der Weibchen und beeinträchtigte nachhaltig das Fischwachstum. Der Serum-IGF-I-Spiegel sowie die IGF-I mRNA-Expression in der Leber waren während der Entwicklung stark erniedrigt, während die ER $\alpha$ -mRNA erhöht war. Bei beiden Geschlechtern war die GH-Genexpression signifikant unterdrückt. Eine vorübergehende Absenkung der IGF-I-mRNA war auch in den Hoden und Ovarien zu beobachten [5]. Bei Exposition gegenüber niedrigen, umweltrelevanten EE2-Konzentrationen im Aquariumwasser wurden ähnliche Effekte auf das Geschlechterverhältnis, das Wachstum und das GH/IGF-I-System beobachtet [6].

Nach dem Auswachsen war bei den EE2-gefütterten Fischen das Größenverhältnis der Milz (Länge: 4.9% vs. 7.6%, Gewicht: 0.084% vs. 0.132%) niedriger als bei den Kontrolltieren. Auch die Anzahl der Melanomakrophagenzentren (entsprechen am ehesten den Säuger-Lymphknoten) war deutlich verringert. Diesen nachhaltigen Veränderungen war während der Entwicklungsphase (75 DPF) eine deutliche Erniedrigung der IGF-I-(und weniger ausgeprägt IGF-II-) Genexpressionen vorausgegangen. Die veränderte Organentwicklung und Zellkomposition der Milz könnten zu veränderter Immunkompetenz gegenüber Pathogenen führen [7]. Weiterführende Studien unserer Arbeitsgruppe befassen sich derzeit mit diesem Thema.

PDDr. med. Elisabeth Eppler, Forschungsgruppe Neuro-Endokrin-Immun-Interaktionen, Anatomisches Institut, Universität Zürich, Winterthurerstr. 190, 8057 Zürich

Unterstützt vom Schweizerischen Nationalfonds (Projekte No. 111028, 118165, Nationales Forschungsprojekt NFP 50 „Hormonaktive Stoffe: Bedeutung für Menschen, Tiere und Ökosysteme“ Projekt No. 4050-66580) und von der Hartmann Müller Stiftung für Medizinische Forschung an der Universität Zürich (Projekt No. 1115).

## Literatur:

- [1] *The state of World Fisheries and Aquaculture 2006*, UN-Welternährungsorganisation FAO, März 2007
- [2] Reinecke M. *Insulin-like growth factors and fish reproduction*. *Biol Reprod* 2010; 82: 656-661.
- [3] Segner H, Eppler E, Reinecke M. *The impact of environmental hormonally active substances on the endocrine and immune system of fish. Review*. In: Reinecke M, Zaccone G, Kapoor BG (Eds.) *Fish Endocrinology 2006*; Vol. 2. Science Publishers, Enfield (NH), Jersey, Plymouth, USA, pp. 809-865.
- [4] Baroiller JF, D'Cotta H, Saillant E.. *Environmental effects on fish sex determination and differentiation*. *Sex Dev* 2009; 3: 118-135.
- [5] Shved N, Berishvili G, Baroiller J-F, Segner H, Eppler E, Reinecke M. *Ethinylestradiol differentially interferes with the IGF-I system in the tilapia, Oreochromis niloticus*. *J Endocrinol* 2007; 195: 513-523.
- [6] Shved N, Berishvili G, Baroiller JF, Segner H, Reinecke M. *Environmentally relevant concentrations of 17alpha-ethinylestradiol (EE2) interfere with the growth hormone (GH)/insulin-like growth factor (IGF)-I system in developing bony fish*. *Toxicol Sci* 2008; 106: 93-102.
- [7] Shved N, Berishvili G, Häusermann E, D'Cotta H, Baroiller J-F, Eppler E. *Challenge with EE2 during early development persistently impairs growth and differentiation of immune organs in bony fish*. *Fish Shellfish Immunol* 2009; 26: 524-530.



# HORMONAKTIVE STOFFE

## HORMONAKTIVE STOFFE: WAS WISSEN WIR ÜBER ENDOKRINE DISRUPTOREN?

Margret Schlumpf, GREEN Tox, Anatomisches Institut, Universität Zürich,

### ENDOKRINE DISRUPTOREN (ENDOCRINE DISRUPTING CHEMICALS (EDC'S))

Gemäss dem neuesten Statement der Endocrine Society sind endokrine Disruptoren (EDC) definiert als „Stoffe, die mit der Synthese, der Sekretion, dem Transport, dem Stoffwechsel, der Bindungskapazität oder der Elimination natürlicher Hormone im Körper interagieren können. Hormone sind verantwortlich für die Homöostase, die Reproduktion und besonders auch für die Regulierung von Entwicklungsprozessen.“

Unser Verständnis für die Mechanismen von EDC's hat in den letzten Jahren eindeutig zugenommen. Ursprünglich wurde angenommen, dass EDC's ihre Wirkung primär über die Bindung an nukleäre (im Nucleus vorhandene) Hormon-Rezeptoren ausüben würden, nämlich über Estrogen- oder Androgen-Rezeptoren, oder über Progesteron-, Schilddrüsenhormon-, Retinoid- und viele weitere Hormon-Rezeptoren. Die Resultate der neueren wissenschaftlichen EDC-Forschung zeigen jedoch, dass die von EDC's verwendeten Mechanismen viel breiter angelegt sind als ursprünglich angenommen.

Heute ist bekannt, dass EDC's auch über nicht nukleäre Steroidhormon-Rezeptoren (z.B. Membran-Rezeptoren) wie auch über Nicht-Steroid-Rezeptoren wie z.B. über Neurotransmitter-Rezeptoren (Serotonin-, Dopamin- oder Noradrenalin-R.) wirken oder auch über den sog. „Dioxin Rezeptor“ (den AhR oder Arylhydrocarbon-Rezeptor).

Im weiteren können EDC's auch die Wirksamkeit von Enzymen für Synthese oder Abbau von Steroiden verändern und über beliebig andere Mechanismen wirksam sein, die für die endokrinen Systeme und somit für die Reproduktion (wie auch für weitere Organsysteme) von zentraler Bedeutung sind.

Diamanti-Kandarakis, E et al., Endocrine Disrupting Chemicals: An Endocrine Society Scientific Statement. *Endocrine Reviews* 30 (4): 293 – 342, 2009

### LITERATURÜBERSICHT:

#### 1.) Unübersehbar:

##### Abnahme der Spermiedichten in Europa und USA

Swann, SH., et al., *Environmental Health Perspectives (EHP)* 105 (11): 1228 – 1232, 1997  
Swann et al., *EHP* 108 (10): 961 – 966 (2000)

##### Zunahme von Hodenkrebs

Skakkebaek et al., *Testicular Cancer Trends as „Whistleblowers“ of testicular developmental problems in populations. Int. Journal of Andrology* 30: 198 – 205. 2007  
Hauser et al., *Environmental Contaminants and Male Fertility. E59 – 65, 2008 Fertility and Sterility 89 Supplement 1, February, (2008)*

##### Zunahme von Brustkrebs

Laurance, J *Global rise in breast cancer due to Western Life-styles. The Independent, January, 24th, 2008*  
Smigal, C. et al., *Trends in Breast Cancer by Race and Ethnicity. CA A Cancer Journal for Clinicians* 56: 168 – 183, (2006)  
Crain, DA; et al., *Female Reproductive Disorders: the role of endocrine disrupting compounds and developmental timing. Fertility and Sterility* 90 (4) 911 – 940, 2008

##### Abnehmende Fertilität

Hamilton, BE and Ventura, SJ. *Fertility and Abortion Rates in US. Int. J. Andrology* 29: 34-45, 2006

#### 2.) Warum?

##### Agricultural trends: the past 40 years:

Nature 418, 671-677 (8 August 2002)

##### Our plastic age

Philosophical Transactions B RC Thompson et al., 2009

##### Chemikalien - Abfall - Deponien

Umwelt 2003 Bafu (Buwall), Bern

# HORMONAKTIVE STOFFE

## 3.) Wichtige Fakten

### Alter bei Exposition

Mocarelli et al., *Environmental Health Perspectives* 116: 70–77, 2008 Dixon exposure of boys produced endocrine disruption and poor semen quality

### Keine traditionellen Dosis/Wirkungskurven

s. entsprechender Abschnitt bei Diamanti-Kandarakis et al., 2009

### Wie wirken Mischungen von Chemikalien? Effekte von EDC-Mischung, in vitro and in vivo.

Hass U, Scholze M, Christiansen S, Dalgaard M, Vinggaard AM, Axelstad, M. Kortenkamp A (2006). Combined exposure to anti-androgens exacerbates disruption of sexual differentiation in the rat *Env Health Perspect*.

### Epigenetische Wirkungen

s. Diamanti Kandarakis et al., 2009.

Matthew D. Anway and Michael K. Skinner. Epigenetic Transgenerational Actions of Endocrine Disruptors. *Endocrinology* 147: S 42, 2006

## 4.) Wirkungen bei der Frau

### Endocrine disruptors in female reproductive tract development and carcinogenesis

Trends in Endocrinology and Metabolism Vol.20 No.7 p 367 auch Diamanti – Kandarakis et al., 2009)

### 5) Wirkungen auf das männliche Reproduktionsystem

### Environmental effects on hormonal regulation of testicular descent

J. Toppari , Virtanen A, N.E. Skakkebaek b, K.M. Main Journal of Steroid Biochemistry & Molecular Biology 102 (2006) 184–186

### Cryptorchidism as part of the testicular dysgenesis syndrome: the environmental connection.

Main KM, Skakkebaek NE, Toppari J, Endocr Dev. 2009;14:167-73. Epub 2009 Feb 27.  
auch Diamanti – Kandarakis et al., (2009)

PDDr. Margret Schlumpf, GREEN Tox, Anatomisches Institut, Universität Zürich, Langackerstrasse 49, 8057 Zürich

### Was für Substanzen sind EDC's?

Die Gruppen von Molekülen, welche bis heute als EDC identifiziert sind, erweisen sich als ausserordentlich heterogen. Es sind sowohl synthetische Chemikalien wie in der Industrie verwendete Lösungs- oder Schmier-Mittel sowie deren Beiprodukte. Chemisch sind EDC's polychlorierte Biphenyle (PCB's), polybromierte Biphenyle (PBDE's), Plastikmaterialien, Weichmacher (Phthalate), Pestizide (Methoxychlor, Chloryrifos, Dichlorophenyl-trichlorethane (DDT und Metaboliten) Fungizide (Beispiel: Vinclozoline), Pharmaka (Diethylstilbestrol, Ethinylestradiol etc), in der Kosmetik verwendete Substanzen wie z.B. synthetische Parfüme oder UV Filter und verschiedene andere Verbindungen.

Die als EDC identifizierten Substanzen scheinen keine strukturellen Gemeinsamkeiten zu haben, sie sind im allgemeinen klein (< 1000 Dalton). Viele EDC Chemikalien enthalten Halogen-Substituenten (vorwiegend Chlor oder Brom) und häufig auch phenolische Gruppen. Auch Schwermetalle können estrogen aktiv, d.h. als EDC-wirksam sein zusätzlich zu ihrer anderweitigen Toxizität.

### Risiko

Die Möglichkeit EDC's ausgesetzt zu sein ist weltweit sehr unterschiedlich. Wohl gab und gibt es immer wieder Unfälle, die von EDC's verursacht worden sind wie z.B. durch PCB's oder durch Dioxine. Anhand der mit den Unfällen zusammenhängenden erhöhten Exposition von Menschen und Wildtieren konnten solche Chemikalien eindeutig als EDC und Reprotoxine für den Menschen apostrophiert werden. Jedoch sind solche Expositionen an Einzelchemikalien heute nicht mehr repräsentativ. Vielmehr sind Mensch und Tier, aber auch Pflanzen, heute vermehrt einer breiten, sich dauernd verändernden Mischung von EDC's ausgesetzt, wobei das Risiko schädlicher Auswirkungen weder abgeklärt ist noch gibt es auch nur entfernt die Möglichkeit dies zu tun. Diamanti-Kandarakis et al., *Endocrine Rev.* 30: 293 – 342,2009

# NO MEGATRUCKS



## Megatrucks – nein Danke!

### DIE LASTWAGEN HEUTE

Zurzeit gelten in Europa für Lastwagen folgende Vorschriften: maximales Gewicht 40 Tonnen, maximale Breite 2.55 Meter, maximale Höhe 4 Meter, maximale Länge 18.75 Meter. Diese Abmessungen entsprechen der EU-Richtlinie 96/53. In der Schweiz gelten diese Normen seit 2005.

Bereits heute machen europäische Länder für den nationalen Verkehr diverse Ausnahmen und erlauben schwerere und längere Lastwagen.

### WIE LANGE NOCH?

Seit mehreren Jahren wird in Europa die Einführung von Lastwagen gefordert, die 60 Tonnen schwer (+ 20 Tonnen) und 25.25 Meter lang (+ 6.60 Meter) sein sollen. In Ländern wie Schweden und Finnland zirkulieren diese Megatrucks schon. Die Niederlande, Dänemark, Belgien und Deutschland haben bereits Versuchsfahrten durchgeführt. Schweden testet sogar Lastwagen mit 90 Tonnen Gewicht und 30 Metern Länge.



[www.nomegatrucks.ch](http://www.nomegatrucks.ch)

Alpen-Initiative – Interessengemeinschaft öffentlicher Verkehr IGÖV Schweiz – Kaderverband des öffentlichen Verkehrs KVÖV – Pro Bahn Schweiz – Gewerkschaft des Verkehrspersonals SEV – Verkehrs-Club der Schweiz VCS – Verband öffentlicher Verkehr VöV  
ACTS AG Abroll-Container Transport System – Ärztinnen und Ärzte für Umweltschutz AeU – Schweizerische Vereinigung für Landesplanung VLP – CIPRA Schweiz – comedia – Club der Autofreien der Schweiz CAS – Coordination énergie – FachFrauen Umwelt FFU – Förderverein für umweltverträgliche Papiere und Bürodoktologie Schweiz FUPS – Fussverkehr Schweiz – Greenpeace Schweiz – IG Westtangente Plus – kapers Cabin Crew Union – Krebsliga Schweiz – Labigi Stadt, Bern – LCH Dachverband Schweizer Lehrerinnen und Lehrer – Leventina vivible – Lungenliga Schweiz – Mountain Wilderness – MCS-SOS – Naturfreunde Schweiz – no21 – oeku – Pro Natura – Pro Velo – Rheinaubund – RoadCross – SIT Syndicat interprofessionnel de travailleuses et travailleurs – Schweizer Vogelschutz SVS – Schweizerische Energiestiftung SES – Schweizerische Liga gegen den Lärm SLL – SOS Ambiente Mendrisio – Transfair – umverkehr – Unia – Verein Alpeninitiativies Uri – Verein für Direkte Demokratie und Selbstversorgung – Vereinigung Bündner Umweltorganisationen VBU – Verband Schweizerischer Polizeibeamter VSPB – WWF Schweiz

# TERMINKÄRTCHEN

Dr. med. Petra Muster-Güttig  
Fachärztin für Allgemeine Medizin FMH  
Beispielstrasse 345  
CH-6789 Hinweis  
Tel. 099 123 45 67



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 vielen mehr wirksam verkleinern und die Umwelt schützen.

### Eine Empfehlung für Ihre Gesundheit

Ärztinnen und Ärzte für Umweltschutz  
Postfach 111, 4013 Basel  
Tel. 061 322 49 49 www.aefu.ch, info@aefu.ch

Dr. med. Petra Muster-Güttig  
Fachärztin für Allgemeine Medizin FMH

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



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 111, 4013 Basel  
Tel. 061 322 49 49 www.aefu.ch, info@aefu.ch

Dr. med. Anna Muster  
Fachärztin  
Hauptstrasse 12  
1234 Muster  
Tel. 012 345 67 89



Ihre nächste Konsultation *(Im Verhinderungsfall bitte 24 Stunden 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 111  
4013 Basel  
Telefon 061 322 49 49  
www.aefu.ch

# TERMINKÄRTCHEN/REZEPTBLÄTTER

## 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.

**Für Lieferung Mitte November 2010 jetzt oder bis spätestens 28. Okt. 2010 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: s. S. 22

**Bestelltalon** (einsenden an: Ärztinnen und Ärzte für Umweltschutz, Postfach 111, 4013 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: .....

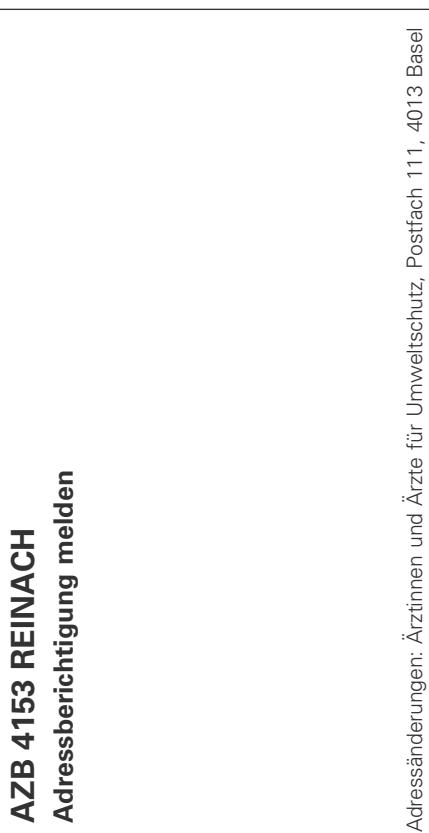
KSK-Nr.: ..... EAN-Nr. ....

Ort / Datum: ..... Unterschrift: .....

## „Umweltmedizinisches Beratungsnetz“

**Projektleiterin: Frau Dr. med. Edith Steiner**

**Die telefonische Anlaufstelle ist besetzt:  
Montag, Dienstag und Donnerstag von 9 Uhr bis 11 Uhr  
Tel. 052 620 28 27  
[umweltberatung.aefu@bluewin.ch](mailto:umweltberatung.aefu@bluewin.ch)**



### IMPRESSUM

Redaktion/Gestaltung:

Layout/Satz:

Druck/Versand:

Abonnementspreis:

### OEKOSKOP

Fachzeitschrift der Ärztinnen und Ärzte für Umweltschutz

Postfach 111, 4013 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>

Dr. Rita Moll,  
Hauptstr. 52, 4461 Böckten  
Tel. 061 9813877, Fax 061 9814127

Martin Furter, 4461 Böckten  
WBZ, 4153 Reinach

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.