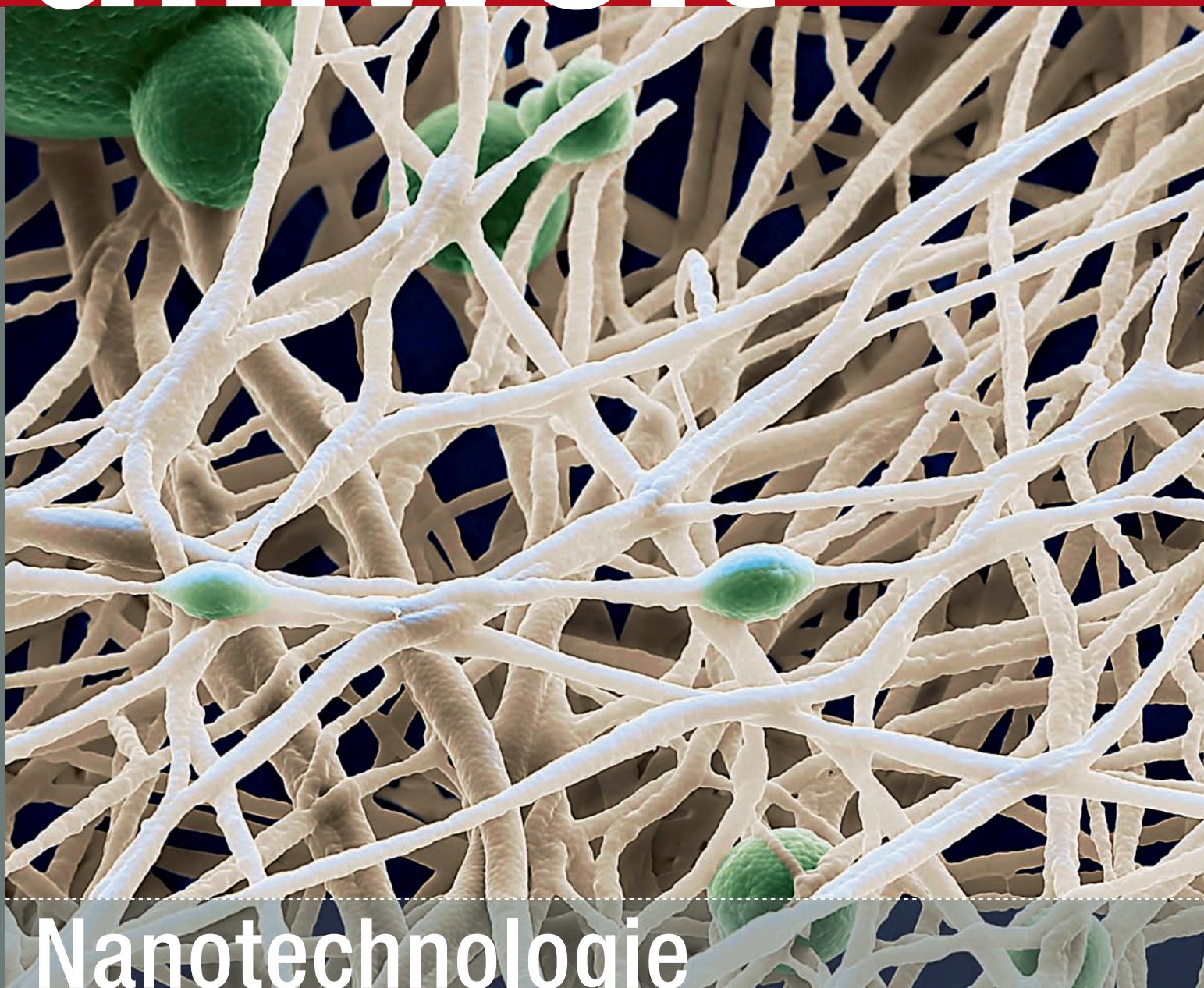


Natürliche Ressourcen in der Schweiz

umwelt



Nanotechnologie

Alle Chancen nutzen, ohne die Risiken auszublenden > Zwerge mit riesigem Potenzial > Morgenröte für die Solarenergie > Nanotechnik zur Wasseraufbereitung > Den Risiken auf der Spur > Nanomedizin unter der Lupe



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Bundesamt für Umwelt BAFU

> Dossier Nanotechnologie

03 Editorial von BAFU-Direktor Bruno Oberle

04 Zwerge mit riesigem Potenzial

Acht Steckbriefe von Nanomaterialien

08 Pionierarbeit der Schweiz

Tour d'Horizon mit Georg Karlaganis

12 Morgenröte für die Solarenergie

Nanostoffe verbessern die Energieeffizienz

18 Nanoporen für sauberes Trinkwasser

Filtertechnik mit hoher Wirkungskraft

21 Noch viele Fragezeichen

Ungeklärte Umweltrisiken

24 Nanopartikel dringen ins Gehirn ein

Risiken für die Gesundheit

27 Arbeitssicherheit ist das A und O

Schutzmassnahmen für Beschäftigte

31 Bedachter Umgang mit der Unsicherheit

Störfallvorsorge und Entsorgung

34 Erfahrungsaustausch über die Grenzen

Das internationale Engagement der Schweiz

36 Medizin auf den Punkt gebracht

Die Nanomedizin aus ethischer Sicht

> Zum Titelbild

Die aus einem feinen Kunststofffaden gefertigten Nanofasern werden häufig in Verbundmaterialien mit antistatischen Eigenschaften und integriertem UV-Schutz eingesetzt. Rund 33 000-fache Vergrösserung unter einem Rasterelektronenmikroskop.

Bild: Keystone / Science Photo Library

umwelt > gratis abonnieren / nachbestellen

umwelt, Swissprinters St. Gallen AG

Tel. +41(0)58 787 58 68

Fax +41(0)58 787 58 15

umweltabo@bafu.admin.ch

www.umwelt-schweiz.ch/magazin

> Weitere Themen

42 Militärschiessplätze machen zu viel Lärm

Neue Grenzwerte schaffen Abhilfe.

44 Gekrönte Bestleistungen für die Umwelt

Umweltpreise im Überblick

48 Zeitige Warnungen sparen Millionen

Alarmierung bei Naturgefahren

51 Gewässerschutz trotz Nutzungsdruck

Neues Forschungsprogramm zur nachhaltigen Wassernutzung

54 Trompeten, Sternleber und bunte Birnen

Monitoring bedrohter Moosarten

> Rubriken

39 International

40 Vor Ort Nachrichten aus den Kantonen

57 Bildung

58 Recht / Publikationen

60 Tipps

61 Impressum

62 Intern

63 Porträt

> Gut zu wissen

Alle Artikel dieses Heftes – ausser den Rubriken – sind auch im Internet verfügbar:

www.umwelt-schweiz.ch/magazin2010-3

Die meisten Beiträge enthalten weiterführende Links und Literaturangaben.

Das BAFU im Internet: www.umwelt-schweiz.ch

> Vorschau

Die nächste Ausgabe erscheint Ende November 2010 und befasst sich mit der «Umweltbildung». Eine Gesellschaft, die sich zunehmend auf nachhaltiges Ressourcenmanagement ausrichtet, braucht gut qualifizierte Berufsleute – und Umweltbildung leistet dazu einen wesentlichen Beitrag.



Im Umgang mit der Nanotechnologie fordert der Bund eine vorsorgliche Risikokultur, um alle erdenklichen Gefahren für Gesundheit und Umwelt so weit als möglich zu reduzieren.

Bild: Mediendienst Suva

Alle Chancen nutzen, ohne die Risiken auszublenden

Die Nanotechnologie bietet der schweizerischen Wirtschaft und Gesellschaft vielfältige Chancen, die im Interesse des Landes auch genutzt werden sollen. Was Fachleute an hiesigen Hochschulen sowie in zahlreichen Unternehmen in dieser Miniaturwelt an technischen Innovationen entwickeln, darf uns vor allem auch im Umweltbereich hoffnungsfroh stimmen. Sie erforschen und produzieren zum Beispiel kostengünstige Solarzellen mit einem höheren Wirkungsgrad, effizientere Batterien, hochwirksame Filter zur Wasseraufbereitung, leichtere Werkstoffe oder Produkte mit einer längeren Lebensdauer. Damit eröffnet uns die Nanotechnologie vielseitige Möglichkeiten, um die Energie- und Ressourceneffizienz zu verbessern und die Umwelt von problematischen Substanzen zu entlasten.

Neben den unbestrittenen Chancen birgt die gezielte Herstellung von Nanomaterialien und deren Manipulation allerdings auch Risiken, die heute noch nicht abschliessend bekannt sind. Es ist deshalb oft noch zu früh, um staatliche Regulierungen einzuführen. Der Bund fordert aber, dass sich sämtliche beteiligten Akteure bewusst mit den möglichen Ge-

fahren auseinandersetzen. Unser Ziel ist eine vorsorgliche Risikokultur, um alle erdenklichen Risiken für Gesundheit und Umwelt so weit als möglich zu reduzieren. Eine konsequente Anwendung des Vorsorgeprinzips – wie es das schweizerische Umweltschutzgesetz verlangt – in Kombination mit der betrieblichen Eigenverantwortung bietet dabei Gewähr, dass man allfällige Gefahren rechtzeitig erkennt. Auf diese Weise lassen sich unerwünschte Folgeschäden und Fehlinvestitionen vermeiden.

Die Schweiz handelt im Bereich der Risikoforschung, der Gefahrenbeurteilung und des Risikomanagements nicht im Alleingang. Sie koordiniert ihre Aktivitäten mit denen der internationalen Gemeinschaft – sei es auf Ebene der Vereinten Nationen oder innerhalb der Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (OECD). Die Erkenntnisse, Fortschritte und vorsorglichen Schutzmassnahmen sollen dabei auch den Entwicklungs- und Schwellenländern zugute kommen.

Bruno Oberle, Direktor BAFU

www.umwelt-schweiz.ch/magazin2010-3-01



Zwerge mit riesigem Potenzial

Welche Nanomaterialien werden heute am meisten eingesetzt, was sind ihre spezifischen Eigenschaften, und wo kommen sie zur Anwendung? Die acht Steckbriefe vermitteln einen ersten Überblick.

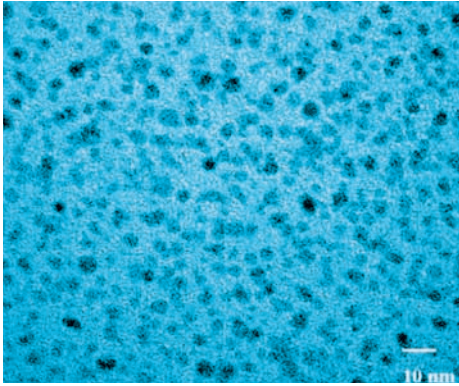


Bild: Empa

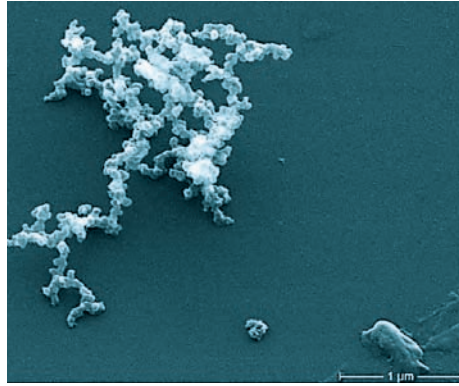


Bild: Dexwet Technology Vertriebs GmbH

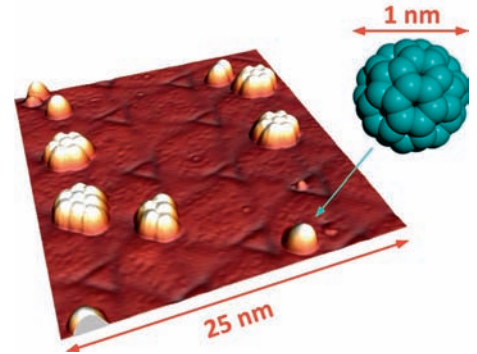


Bild: Empa

Nanosilber

Die antibakterielle Wirkung von Silber ist bereits seit Jahrtausenden bekannt. Heute werden die keimtötenden Eigenschaften des Edelmetalls auch in Form von Nanopartikeln immer öfter genutzt. So findet sich Nanosilber etwa in medizinischen Produkten wie Wundauflagen und Verbänden, wo es Krankheitskeime eliminieren soll. Beschichtungen von Oberflächen mit dem Nanomaterial sollen dafür sorgen, dass auch Computertastaturen, Türgriffe oder Anstriche keimfrei bleiben. Zudem wird Nanosilber Hygieneartikeln wie Spezialseifen und Waschmitteln beigemischt oder in Textilien verarbeitet, damit zum Beispiel verschwitzte Socken keinen unangenehmen Geruch verbreiten, den schweissabbauende Bakterien verursachen. Beim Waschen solcher Kleider gelangt allerdings ein Teil der Nanopartikel via Kanalisation ungewollt auch in Kläranlagen und Gewässer, wo die keimtötende Wirkung prinzipiell unerwünscht ist.

Russpartikel

Russpartikel gehören zu den ältesten vom Menschen hergestellten Nanomaterialien. Der unter kontrollierten Bedingungen industriell produzierte Russ findet vor allem als Additiv in Gummiprodukten wie Autoreifen Verwendung. Zudem dient er als schwarzes Pigment für Farben und Lacke, als Antistatikzusatz in Kunststoffen sowie als Elektrodennmaterial.

Daneben entweichen grosse Mengen an Russnanopartikeln jedoch auch unkontrolliert in die Umgebungsluft – so etwa bei der unvollständigen Verbrennung von Brenn- und Treibstoffen in Feuerungen, Fahrzeugmotoren und Maschinen. Die zerklüfteten Teilchen bestehen aus elementarem Kohlenstoff mit angelagerten organischen Substanzen und Metallverbindungen. Für Menschen und Tiere sind vor allem feine und ultrafeine Russpartikel gefährlich, die via Atemluft in Lunge und Blutkreislauf gelangen. Sie können chronische Entzündungen wie Asthma begünstigen, zu Herz-Kreislauf-Beschwerden führen und je nach chemischer Zusammensetzung auch krebserregend sein.

Buckminster-Fullerene

Wie bei CNT (siehe Seite 7) handelt es sich auch beim Buckminster-Fulleren (C₆₀) um ein reines Kohlenstoffmolekül, dessen kugelförmige Struktur aus 60 C-Atomen besteht und wie ein Fussball aussieht. Aufgrund hoher Produktionskosten, einer beschränkten Verfügbarkeit und der weitgehend unbekannten Gesundheitsrisiken gibt es noch nicht viele Anwendungen dieser Nanopartikel. Gegenstand der Forschung sind jedoch vielfältige Möglichkeiten wie der Einsatz als Halbleiter, Supraleiter, Katalysator, Schmiermittel, Krebsmedikament, Radikalfänger in Kosmetika oder die Herstellung von künstlichen Diamanten und Ultraleichtkunststoffen. Untersucht werden auch Metallofullerene mit eingeschlossenen Metallverbindungen im kugelförmigen Geflecht der Kohlenstoffatome. Davon verspricht man sich einzigartige elektronische Eigenschaften, welche zum Beispiel die Produktion von kleinsten Datenspeichern ermöglichen könnten.

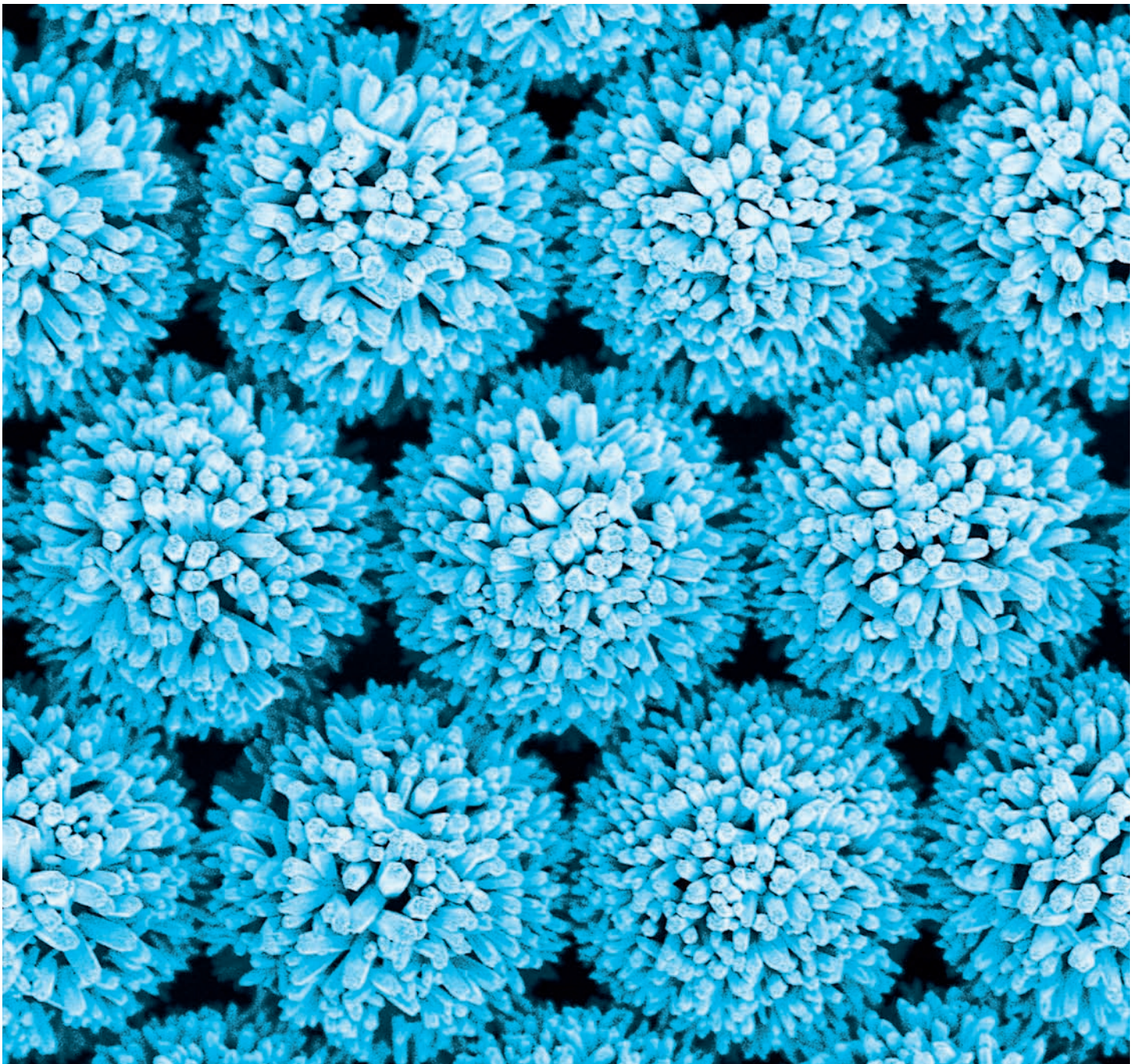


Bild: Empa

Zinkoxid

Wie Titandioxid ist auch die am zweithäufigsten verwendete metallische Nanosubstanz Zinkoxid (ZnO) ein direkter Halbleiter. Die Vorteile einer durchsichtigen, leitenden ZnO-Nanoschicht mit einer sehr hohen Transparenz im sichtbaren Wellenlängenbereich des Lichts macht sich etwa die Elektronikindustrie für die Herstellung von blauen Leuchtdioden (LED), Flüssigkristall-Bildschirmen oder Dünnschicht-Solarzellen zunutze. Indem extrem dünne Zinkoxidbeläge das eintreffende Sonnenlicht reflektieren und streuen, ge-

langt deutlich mehr Licht in die Siliziumschichten der Solarzellen, was deren Wirkungsgrad steigert. Weil ZnO-Nanopartikel die aggressive UV-Strahlung der Sonne effizient absorbieren, werden sie – zum Beispiel in Lacken – auch als langzeitstabiler Schutz von Oberflächen eingesetzt. Sonnencremes mit beigemischtem Zinkoxid ermöglichen hohe Lichtschutzfaktoren, da solche Nanopartikel die Sonnenstrahlen wie kleine Spiegel reflektieren, ohne dabei in gesunde Hautzellen einzudringen.

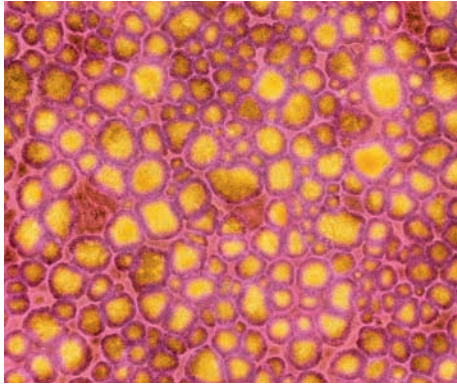


Bild: Keystone

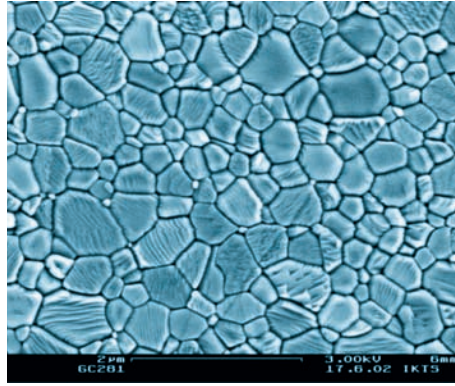


Bild: A. Krell, Fraunhofer IKTS Dresden

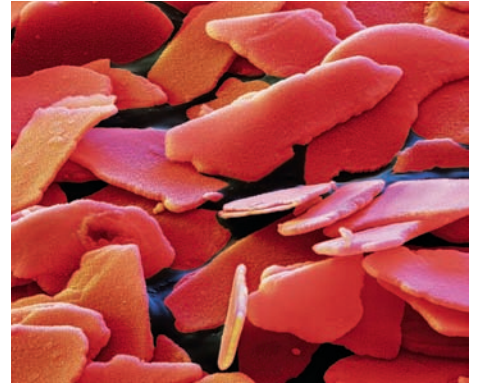


Bild: BASF

Liposome

Liposome sind kugelförmige Anordnungen von fettähnlichen Substanzen mit oberflächenaktiven Molekülen, die von einer oder mehreren Doppelschichten gebildet werden. In ihrem Kern können sie wasser- oder fettlösliche Verbindungen wie empfindliche Proteine einkapseln. In der Medizin wird versucht, Liposome in Nanogrösse gezielt für den Transport von darin eingeschlossenen Medikamenten zu nutzen, die an bestimmten Stellen im Körper ihre Heilwirkung entfalten sollen. Wenn zum Beispiel bioaktive Substanzen wie Chemotherapeutika zur Krebsbehandlung nur die Tumorzellen angreifen, vermindert dies unter anderem unerwünschte Nebenwirkungen. Zudem ist die Liposomkapsel eine Art Tarnung gegenüber dem Immunsystem, was die Zeitdauer für eine Anreicherung der Wirkstoffe von Medikamenten in der Zielregion erheblich verlängert. Die Durchlässigkeit lässt sich durch einen äusseren Reiz – wie etwa ein elektromagnetisches Feld – steuern. Liposome gelangen zudem als Träger für Vitamine, Mineralien, Proteine oder Geschmacksstoffe auch in funktionellen Lebensmitteln sowie in Kosmetika zur Anwendung.

Aluminiumoxid

Als Beimischung in Lacken und Farben verbessern verschiedene Aluminiumoxide wie Böhmit die Kratz- und Abriebfestigkeit von behandelten Oberflächen. Bei Partikeln in Mikrometergrösse werden dadurch jedoch Glanz und Transparenz der Beschichtung deutlich vermindert; zudem geht deren Flexibilität verloren. Nanopartikel aus Aluminiumoxiden weisen diese Nachteile nicht auf, erhöhen die Kratzfestigkeit aber trotzdem, was sie vor allem für Holz-, Möbel-, Industrie- und Automobilklarlacke interessant macht. Auch bei Druckpapier verbessern sie den Glanz und steigern die Farbbrillanz, während Aluminiumoxide in der Kopiertechnik die elektrostatischen Eigenschaften von Tonerpulver optimieren. Im Bereich der Lebensmittelverpackungen werden sie als dünne Innenbeschichtung eingesetzt, um beispielsweise die Sperr Eigenschaften von PET-Bierflaschen oder Verbundfolien gegenüber Gasen und Aromastoffen zu erhöhen, wodurch die Produkte länger haltbar bleiben. Weitere Vorteile sind eine bessere Schlagfestigkeit und Hitzebeständigkeit.

Titandioxid

Mit einer weltweiten Jahresproduktion von mehreren tausend Tonnen ist Titandioxid (TiO_2) das mit Abstand am häufigsten eingesetzte metallische Nanomaterial. Dieses auch natürlicherweise in Böden vorkommende Metalloxid wird insbesondere verwendet, um die Poren von rauen Oberflächen zu glätten, damit zum Beispiel weniger Schmutzstoffe in die behandelten Materialien eindringen. Interessant sind solche Anwendungen vor allem für Gebäude mit hohen hygienischen Standards wie Spitäler, Labors oder Lebensmittelbetriebe. Gleichzeitig haben TiO_2 -Nanopartikel fotokatalytische Eigenschaften, was ihre Nutzung in Farben, Lacken oder Verputzen für selbstreinigende Fassaden erklärt. Dabei werden Schmutz, Gerüche und Bakterien unter Lichteinwirkung abgebaut. In Kosmetika wie Sonnencremes dienen die Partikel dazu, die schädliche Ultraviolettstrahlung des Sonnenlichts von der Haut fernzuhalten. Zudem nutzt man TiO_2 unter anderem bei der Produktion von Farbstoffsolarzellen, für das Wachstum künstlicher Knochen sowie als Bestandteil von Katalysatoren zur Entstickung von Rauchgasen.

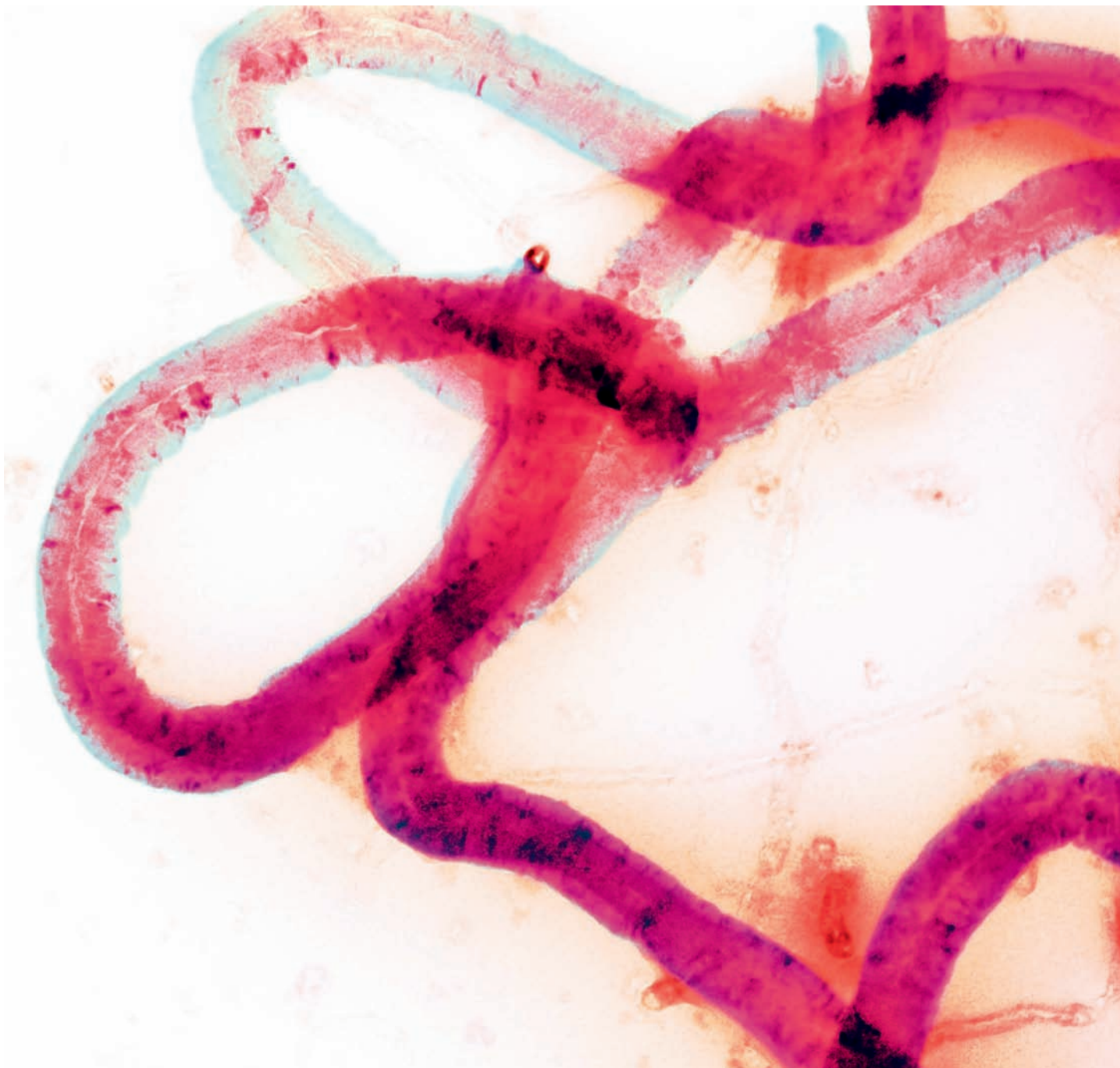


Bild: Keystone

Nanoröhren aus Kohlenstoff (CNT)

Nanoröhrchen aus Kohlenstoff bestehen aus einer wabenförmigen, grafitartigen Struktur, die mehrere Schichten umfassen kann. Sie erreichen Längen von einigen Millimetern, sind sehr elastisch, extrem strapazierfähig und bis zu 50-mal so zugfest wie Stahl, sodass sie zum Beispiel in Kombination mit herkömmlichen Kunststoffen deren mechanische Eigenschaften verbessern. Mit CNT werden etwa leichte, aber stabilere Velorahmen oder Hockey- und Tennisschläger gefertigt. Sie eignen sich auch zur Herstellung von sehr dunklen Oberflächen, was CNT für Sonnenkollektoren mit einer

hohen Lichtabsorption oder zur Abschirmung von Funkwellen in einem breiten Frequenzbereich attraktiv macht. Je nach Röhrchenstruktur fungieren sie als Isolator, Halbleiter oder als metallischer Leiter. Diese Funktionen möchte die Elektronikindustrie künftig verstärkt nutzen, um neuartige Transistoren, Speicher, Dioden oder Displays zu produzieren. Bereits weit verbreitet sind CNT als Beimischung zur Leistungssteigerung von Lithium-Batterien. Zudem werden sie als Spitzen für leistungsfähigere Rastertunnelmikroskope mit deutlich verbesserter Auflösung eingesetzt.

«Die Schweiz hat Pionierarbeit geleistet»

Im Umgang mit der Nanotechnologie gebe es in der Schweiz eine gute Balance zwischen mutigem Vorangehen und vorsichtiger Risikoabschätzung, sagt der Chemiker Georg Karlaganis im Interview mit *umwelt*. Der langjährige BAFU-Abteilungschef und heutige UNO-Mitarbeiter äussert sich zur technologischen Revolution des 21. Jahrhunderts.

***umwelt*: Herr Karlaganis, wann sind Sie letztmals mit einem Nanoprodukt in Berührung gekommen?**

Georg Karlaganis: Ich habe zu Hause eine spezielle Krawatte, an der dank Nanotechnologie jeglicher Schmutz abperlt. Damit kann ich vergleichsweise unbeschwert Spaghetti oder Salat mit italienischer Sauce essen. Doch Spass beiseite – das eigentliche Problem ist, dass ich nicht weiss, wann ich es mit solchen Produkten zu tun habe. Gemäss Schätzungen verarbeiten oder verwenden in der Schweiz rund 600 Firmen Nanomaterialien. Da aber weder eine Melde- noch eine Deklarationspflicht besteht, wissen Behörden sowie Konsumentinnen und Konsumenten kaum, um welche Firmen und Produkte es sich handelt.

Macht Ihnen das Sorgen?

Wenn ein Auto Nanopartikel enthält, macht mir das keine grossen Sorgen, denn die Teilchen sind im Material gehärtet und nicht abreibbar. Handelt es sich ausserdem um das Auto eines deutschen Herstellers, fürchte ich auch nicht um die Gesundheit der an der Produktion beteiligten Beschäftigten. Anders sieht es bei einem Getränk aus, dessen Verpackung mit Nanoteilchen beschichtet ist. Angesichts der heute bestehenden Wissenslücken würde ich es wohl eher nicht trinken, weil die möglichen Gesundheitsrisiken noch zu wenig erforscht sind.

Die Nanotechnologie wird als «technologische Revolution des 21. Jahrhunderts» bezeichnet und ist mit hohen Erwartungen verknüpft. Lassen Sie uns zuerst die Grundlagen klären. Wie muss man sich die Grössenordnung von Nanoteilchen vorstellen?

Dazu gibt es einen anschaulichen Vergleich: Das

Verhältnis eines Apfels zur Erde ist gleich wie dasjenige zwischen einem Nanoteilchen und dem Apfel.

Was ist der Unterschied zwischen natürlichen und synthetischen Nanopartikeln?

Nanoteilchen kommen natürlicherweise in Böden und Sedimenten von Seen vor. Spricht man von Nanotechnologie, geht es vorab um synthetisch hergestellte Nanopartikel. Bei Luftverunreinigungen – etwa durch Abgase aus Dieselmotoren – entweichen auch Teilchen in dieser Grössenordnung, aber mit der Nanotechnologie hat dies nichts zu tun.

Wie werden Nanopartikel hergestellt?

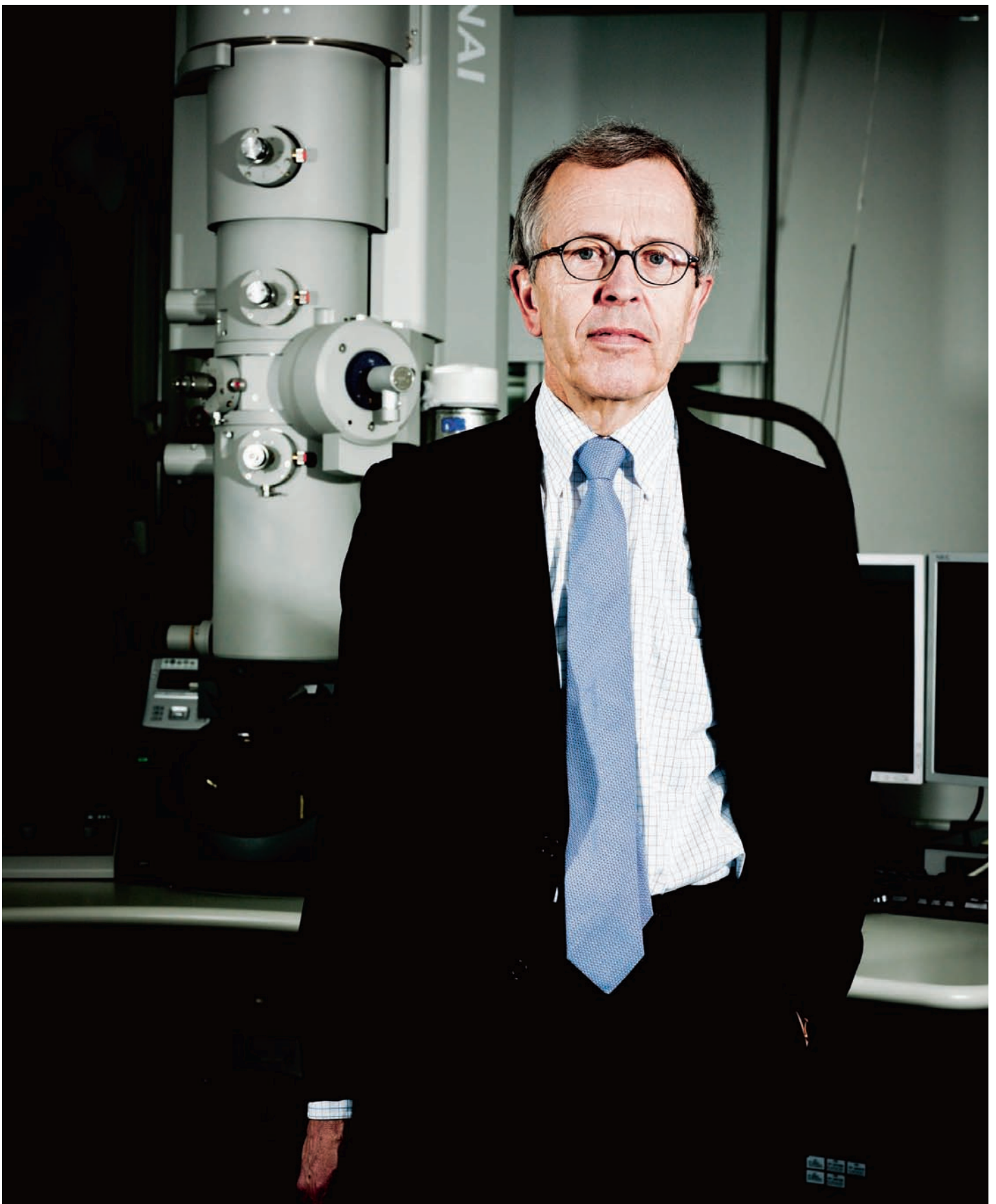
Ausgangsmaterialien sind zum Beispiel Zink- oder Titanoxid in Pulverform. Diese werden von Grossfirmen aus der chemischen Industrie in einem aufwendigen Hightechverfahren verkleinert oder in einer Flamme durch Einspritzen entsprechender Lösungen hergestellt. Zur weiteren Verarbeitung gelangen sie dann auch an kleine und mittlere Unternehmen (KMU).

Gemessen an ihrem Volumen verfügen Nanopartikel über eine grosse Oberfläche, was sie sehr reaktiv macht und die physikalischen Eigenschaften der Ausgangsstoffe verändert. Was bedeutet das konkret?

Das gleiche Material kann je nach Teilchengrösse zum Beispiel eine andere Farbe haben. Nanopartikel können auch bei variierenden Lichtverhältnissen andere Farben annehmen. Wird solches Material für Autolackierungen verwendet, wechselt der Wagen also je nach Wetter und Licht seine Farbe. Ein interessantes Beispiel ist Eisen: Wird es in grösseren, festen Stücken

Georg Karlaganis vor einem Tomographie-Elektronenmikroskop im Institut für Anatomie der Universität Bern. Er studierte an der ETH Zürich Chemie und doktorierte am Institut für Molekularbiologie und Biophysik. Nach einem Aufenthalt als Gastforscher am Departement für physiologische Chemie des Karolinska Instituts in Stockholm habilitierte er 1985 in Bern im Fach «Chemische Analytik in der klinischen Pharmakologie». Von 1987 bis zu seiner Pensionierung Ende 2009 war er Chef der BAFU-Abteilung Stoffe, Boden, Biotechnologie. Seither arbeitet der heute 65-Jährige für das Ausbildungs- und Forschungsinstitut UNITAR der UNO in Genf. Georg Karlaganis ist verheiratet und Vater von drei erwachsenen Kindern.

Bild: Stefan Bohrer



gelagert, gibt es bezüglich Entflammbarkeit keine Probleme. Ist das gleiche Material hingegen pulverisiert, sieht es anders aus. Nanoeisen reagiert derart heftig auf den Sauerstoff der Luft, dass man es nur in einer Gasumgebung – etwa unter Stickstoff oder Edelgas – lagern kann. Interessant sind auch Beispiele aus dem Bereich der Nanobiotechnologie: Werden diese Nanoteilchen mit spezifischen Eiweissen beschichtet, verändern sich ihre Eigenschaften noch weiter. Ausgestattet mit Antikörpern können sie in der Medizin zum Einsatz kommen, indem die Partikel gezielt an Krankheitserreger andocken.

Setzt die Medizin grosse Hoffnungen darauf?

Es gibt diesbezüglich ein beträchtliches Potenzial, aber noch keine angewandten Therapien. Hingegen laufen Forschungsprojekte – so etwa zur Tumorbekämpfung oder für bessere Diagnosen dank bildgebender Verfahren wie der Kernresonanzspektroskopie, mit denen man Organe oder einzelne Körperteile besser sichtbar machen kann. Bis entsprechende Medikamente zur Krebsbehandlung marktreif sind, dauert es aber sicher noch 10 Jahre.

In welchen Gebieten sind die Anwendungen am weitesten fortgeschritten?

Sogenannte Carbon Nanotubes (CNT) – also kleinste Kohlenstoffröhrchen – machen Materia-

nicht mehr dauerhaft festsetzen kann.

Ja, dieser Effekt ist auch für Hausbesitzer praktisch, die ihre Liegenschaft mit einer Nanoschicht versehen, damit sie etwa Graffiti leicht mit Wasser abwaschen können. Dieses Prinzip kann auch in Spitälern für eine grössere Hygiene sorgen. Es ermöglicht zudem Skibrillen und Badezimmerspiegel, die sich nicht mehr beschlagen, oder Jacken, an denen der Regen perfekt abperlt.

Und warum schützt Nanosonnencreme besser gegen Ultraviolettstrahlung?

Das den Sonnencremes beigemischte Titandioxid absorbiert und streut UV-Strahlen. Im Gegensatz zu makroskopischen Teilchen erscheinen die Nanopartikel transparent und bilden so auf der Haut keinen weissen Film.

Auch in der Umwelttechnologie scheinen Nanomaterialien einiges bewegen zu können.

Ja, zum Beispiel lässt sich mit Silikat-Aerogel in Nanogrösse die Wärmeisolation von Gebäuden verbessern. Batterien und Solarzellen werden ebenfalls effizienter. Zudem kann man leichtere Windräder bauen, die dadurch mehr Strom liefern. Grosse Hoffnungen sind mit der Nanotechnologie auch in der internationalen Entwicklungszusammenarbeit verbunden – so etwa bei der Abwasserreinigung und Trinkwasseraufbe-

«Ich bin interessiert an einem Auto, das nicht zerkratzt werden kann, oder an einem künstlichen Hüftgelenk, das man nicht schon nach 10 Jahren ersetzen muss. Bei Lebensmitteln bin ich hingegen vorsichtiger.»

Georg Karlaganis

lien leichter und gleichzeitig belastbarer. Bei Velos oder Tennisschlägern werden diese schon gebraucht. Mit einer geeigneten Nanobeschichtung lässt sich die Metalloberfläche von Autos härter und kratzfester machen. Im Bausektor wird der Farbe für den Anstrich von Gebäuden zum Teil Nanosilber beigemischt. Dadurch entsteht eine antimikrobielle Schutzschicht, die verhindern soll, dass sich Algen, Pilze, Moose und Flechten an feuchten Wänden festsetzen. Ein ähnliches Prinzip kommt auch bei Textilien zur Anwendung: Hier töten eingearbeitete Nanosilberpartikel Mikroorganismen ab, sodass verschwitzte Socken oder T-Shirts weniger riechen. Auch im Bereich des Korrosionsschutzes gelangt die Nanotechnologie bereits zum Einsatz.

Kleinste Lücken in Oberflächen werden also mit Nanoteilchen so behandelt, dass sich zum Beispiel Schmutz

reinigung. Gerade in afrikanischen Ländern ist das Interesse diesbezüglich sehr gross.

Die Anwendungsbereiche sind also sehr vielfältig.

Die National Science Foundation der USA schätzt das globale Marktpotenzial bis 2015 auf 1 Billion US-Dollar. Ist das eine realistische Prognose?

Das wirtschaftliche Interesse an der Nanotechnologie ist sicherlich enorm. Das trifft auch auf Banken zu, die in junge Firmen mit entsprechenden Produkten investieren. Wie viele davon überleben werden, lässt sich kaum sagen, denn das tatsächliche Wertschöpfungspotenzial ist grundsätzlich schwierig zu beurteilen. Die ausgesprochen heterogenen Anwendungsbereiche sind dabei das Hauptproblem. Beim europäischen Patentamt gibt es keine Nanoabteilung, in der sich alle entsprechenden Patente finden – diese sind vielmehr auf verschiedenste Gebiete verteilt.

Besteht nicht die Gefahr einer tendenziellen Vernachlässigung der Gesundheits- und Umweltrisiken angesichts der grossen wirtschaftlichen Möglichkeiten?

Natürlich gibt es eine solche Gefahr. Andererseits ist die Industrie aufgrund schlechter Erfahrungen mit neuen Technologien – wie etwa der Gentechnik – in der jüngeren Vergangenheit sensibilisiert. So ist zum Beispiel der amerikanische Agrarkonzern Monsanto mit seinen gentechnisch veränderten Pflanzen insbesondere in Europa auf grösste Skepsis gestossen. Die «NZZ» hat unlängst die Stimmung in der Bevölkerung gut auf den Punkt gebracht: «Nano ja – aber nicht zu nah». Dies gilt auch für mich: Ich bin interessiert an einem Auto, das nicht zerkratzt werden kann, oder an einem künstlichen Hüftgelenk, das man nicht schon nach 10 Jahren ersetzen muss. Bei Lebensmitteln bin ich hingegen vorsichtiger.

Für Konsumentinnen und Kunden ist es derzeit jedoch schwierig, vorsichtig zu sein, weil sie ja mangels Deklarationspflicht gar nicht wissen können, was sie zu sich nehmen.

Das stimmt – allerdings weiss ich auch, dass die grösste Gefahr eines Eintritts von Nanopartikeln in den Körper bei der Lunge besteht. Die Membran zwischen dem Luft- und dem Blutkompartiment ist sehr dünn. Dadurch können Nanoteilchen ins Blut und damit in den ganzen Körper gelangen. Die Haut hingegen schützt den Körper ziemlich gut. Über die Auswirkungen im Darmtrakt nach einer Nahrungsaufnahme ist derzeit noch nicht viel bekannt. Hohe Aufmerksamkeit gebührt auch den Beschäftigten, die etwa in KMU Nanomaterialien verarbeiten. Oft sind sie entweder unzureichend ausgebildet oder wissen gar nicht, dass sie mit Nanopartikeln hantieren. Ich erinnere mich an eine Produktionshalle in Asien, in der Nanomaterial wie Mehl am Boden lag – und die Angestellten waren barfuss.

Was wird getan, damit sich der Wissensstand zur Erarbeitung wirkungsvoller Präventionsmassnahmen rasch verbessert?

Der Bundesrat hat das Nationale Forschungsprogramm NFP 64 zu «Chancen und Risiken von Nanomaterialien» ausgeschrieben. Damit sollen in den nächsten 5 Jahren wissenschaftliche Grundlagen für Empfehlungen und geeignete Massnahmen bei Herstellung, Gebrauch und Entsorgung von Nanomaterialien geschaffen werden. Dafür stehen 12 Millionen Franken zur Verfügung.

Reicht das aus?

Es ist ja nicht so, dass wir uns derzeit in einem rechtsfreien Raum bewegen. Die Sorgfalts-

pflucht der Hersteller gilt auch im Nanobereich. Zudem darf man durchaus auf den gesunden Menschenverstand bauen: Wer ein mit Nanoteilchen verstärktes Fahrrad besitzt, sollte es vor der Entsorgung sicher nicht zersägen. Zudem hat der Bundesrat 2008 einen entsprechenden Aktionsplan vorgelegt, in dem das weitere Vorgehen genau skizziert wird. Um die Bevölkerung zu sensibilisieren, ist eine breite öffentliche Debatte geplant. Im internationalen Kontext muss eine Definition der Grösse von Nanoteilchen erarbeitet werden, damit die Behörden danach auch Grenzwerte und Regulierungen festlegen können. Auch hat die Schweiz einen Vorsorge-raster entwickelt, mit dem sich Gefahren für die menschliche Gesundheit und die Umwelt aufgrund des aktuellen Wissensstandes relativ einfach abschätzen lassen. Darüber hinaus gilt das Prinzip der Selbstkontrolle für Unternehmen schon heute. Wer zum Beispiel eine Waschmaschine aus Japan importieren will, die der Wäsche Nanosilber beimischt, ist dazu verpflichtet, die Auswirkungen auf die Umwelt selber zu kontrollieren. Grössere Firmen halten sich auch daran, da sie über die nötigen Spezialisten verfügen.

Wie sehen Sie einer Zukunft mit Nanotechnologie entgegen?

Die Schweiz hat mit ihrem umfassenden Aktionsplan internationale Pionierarbeit geleistet. Diesen Vorsprung müssen wir halten. Wir haben hierzulande eine gute Balance zwischen mutigem Vorangehen und vorsichtiger Risikoabschätzung. Daran festzuhalten, wird allen Beteiligten auch in Zukunft grosse Anstrengungen abverlangen.

Interview: Peter Bader

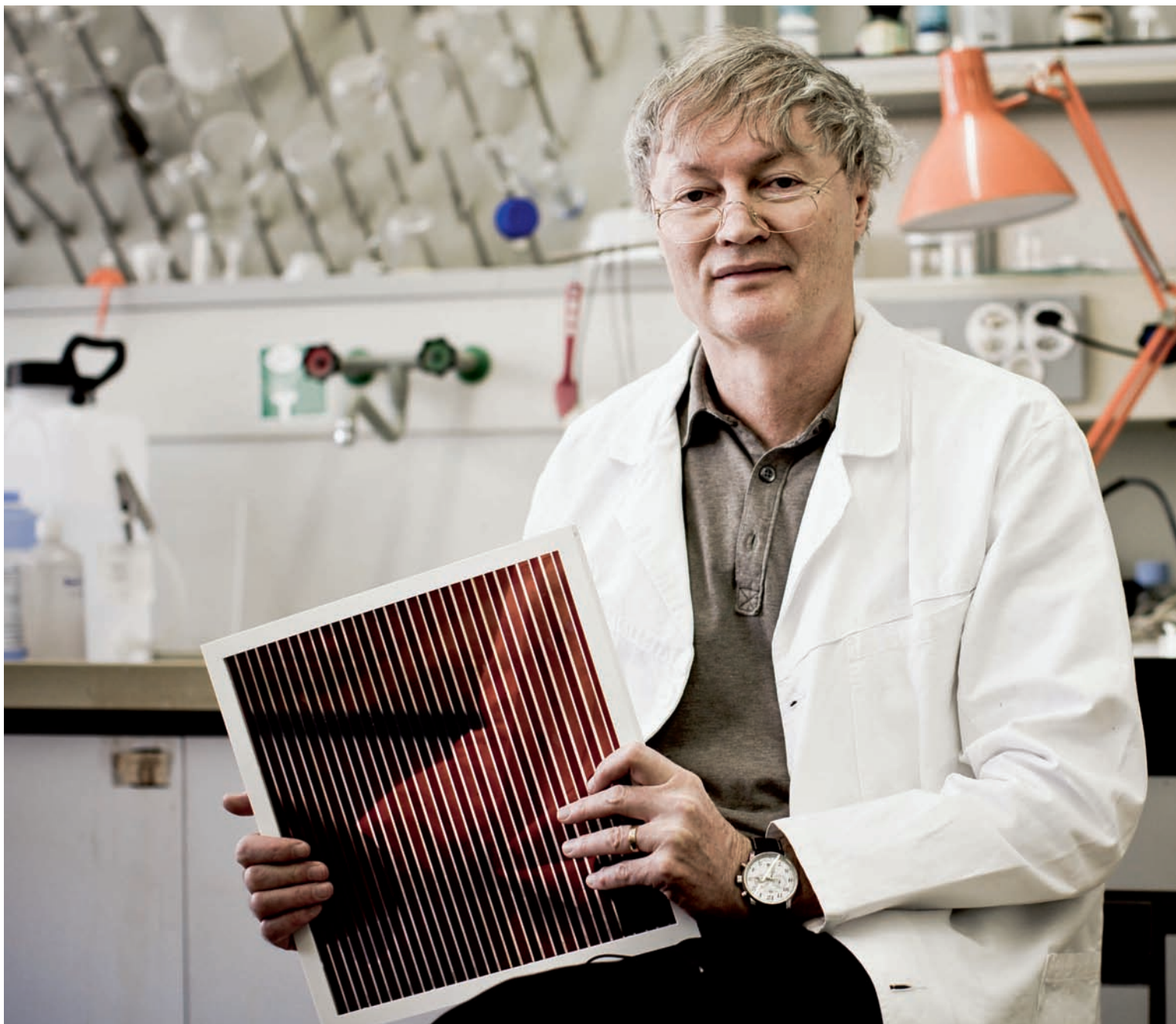
www.umwelt-schweiz.ch/magazin2010-3-03



KONTAKT
Andreas Weber
Chef der Sektion
Industriechemikalien
BAFU
031 322 68 59
andreas.weber@bafu.admin.ch

Morgenröte für die Sol

Dank der Nanotechnologie können effizientere Solarzellen produziert werden, die bei geringerem Materialaufwand eine höhere Energieausbeute ermöglichen. Gleich zwei Institute der Eidgenössischen Technischen Hochschule Lausanne (EPFL) gehören zu den weltweit führenden Forschungszentren auf diesem Gebiet.



arenergie

Die Innenwände des Instituts für Mikrotechnologie (IMT) in Neuenburg sind mit Solarpanels unterschiedlicher Farbe und Grösse verkleidet. Sie sind auf festen oder beweglichen Halterungen montiert und bestehen aus diversen Materialien. Einige Schaukästen präsentieren die Energiesysteme, mit denen sich das hier untergebrachte Photovoltaics and Thin Film Electronics Laboratory (PV LAB) beschäftigt. Konsequenterweise ist auch das Dach des Gebäudes mit Siliziumzellen bedeckt, die das Forschungszentrum mit Strom versorgen.

Das der Eidgenössischen Technischen Hochschule Lausanne (EPFL) angegliederte PV LAB betreibt Grundlagenforschung und entwickelt zudem konkret umsetzbare Technologien im Bereich der Photovoltaik. «Es ist unser Ziel, eine erneuerbare Alternative zu den wenig befriedigenden traditionellen Energiequellen anzubieten», erklärt dessen Direktor Christophe Ballif. «Wir wollen eine kostengünstige und qualitativ hochstehende Stromerzeugung aus Sonnenenergie ermöglichen, den Aufwand für die graue Energie zur Herstellung der Ausgangsmaterialien reduzieren und möglichst wenig giftige Werkstoffe einsetzen.»

Erhöhter Wirkungsgrad der Siliziumzellen. Die Umwandlung des praktisch unbeschränkt verfügbaren Sonnenlichts in elektrische Energie ist an sich schon eine gute Sache. Noch besser sieht die Ökobilanz des Solarstroms aus, wenn es gelingt, den erforderlichen Materialverbrauch zu vermindern, die Energieeffizienz zu erhöhen und dadurch den Marktpreis für Photovoltaikanlagen zu senken. Dazu kann die Nanotechnologie mit ihren vielfältigen Möglichkeiten einen wichtigen Beitrag leisten. In Neuenburg hat man sich auf siliziumbasierte Anwendungen und transparente Leiteroxide spezialisiert. Amorphes Silizium, dessen Atome vollkommen unregelmässig angeordnet sind, erlaubt die Herstellung biegsamer Dünnschicht-Solarzellen.

Bereits unter Christophe Ballifs Vorgänger Professor Arvind Shah hat das PV LAB ausserdem entdeckt, dass sich auch mikro- oder nanokristallines Silizium für die Photovoltaik eignet. Es besteht aus kleinsten Kristallen mit einem Durchmesser von weniger als einem Millionstel Meter. Durch eine Kombination von amorphen und mikrokristallinen Siliziumzellen lässt sich das nutzbare Lichtspektrum erweitern, was einen höheren Wirkungsgrad ermöglicht. Während amorphes Silizium das blaue und grüne Sonnenlicht absorbiert, nimmt mikrokristallines Silizium die rote und infrarote Strahlung auf. Basierend auf dieser Technik stellt die Firma Oerlikon Solar seit 2007 Produktions-

Professor Michael Grätzel von der EPFL Lausanne mit einem Modul der von ihm entwickelten Farbstoffsolarzelle. Das Prinzip der Energiegewinnung ist der pflanzlichen Photosynthese nachempfunden. Für diese Entwicklung hat der Forscher 2010 den mit 800 000 Euro dotierten Millennium Technology Prize erhalten.



anlagen für die Fertigung solcher Mikromorph-Solarmodule her.

Das PV LAB arbeitet inzwischen an einer Weiterentwicklung von Solarzellen, die amorphes und monokristallines Silizium kombinieren und damit einen deutlich höheren Wirkungsgrad von rund 20 Prozent und mehr erreichen. Obwohl ihre Herstellung etwas teurer zu stehen kommt, hofft das IMT, seine Technologie gemeinsam mit dem deutschen Unternehmen Roth & Rau vermarkten zu können. Dieser weltweit bekannte Anbieter von Beschichtungsanlagen und kompletten Produktionslinien für Solarzellen hat in Neuenburg 2008 ein Technologiezentrum eröffnet.

Tests unter extremen Bedingungen. «Die Herausforderung besteht darin, Materialien mit einer Präzision im Nanometerbereich herzustellen, die sich in der praktischen Anwendung für Flächen von mehreren Quadratmetern eignen», erläutert

für Elektronen und Röntgenstrahlen. Im Interesse einer raschen Verbreitung der innovativen Technologien ist das Labor Partnerschaften mit mehreren Industriefirmen und Start-up-Unternehmen wie Oerlikon Solar, Flexcell in Yverdon (VD) oder Roth & Rau Switzerland eingegangen. Ausserdem beteiligt es sich an der Entwicklung und Auswahl der Solarpanels für das Leichtflugzeug Solar Impulse von Bertrand Piccard.

«Wir erhoffen uns von der Nanotechnologie wichtige Impulse für eine nachhaltige Energieversorgung», sagt Hans Hosbach, der beim BAFU die Abteilung Abfall, Stoffe, Biotechnologie leitet. «In südlichen Ländern mit langer Sonnenscheindauer ist die Produktion von Solarstrom zum Teil heute schon konkurrenzfähig. Je besser der Wirkungsgrad der Solarzellen und je weniger Material dafür eingesetzt wird, umso rascher kann die Solarenergie auch bei uns das Preisniveau der Stromproduktion aus nicht erneuerbaren Quellen erreichen.» Dasselbe gilt für die

Farbstoffsolarzellen produzieren auch bei schwachen Lichtverhältnissen – wie etwa in Innenräumen – elektrischen Strom. Um deren Effizienz weiter zu verbessern, entwickeln Fachleute der EPFL Lausanne in ihrem Labor Solarzellen aus unterschiedlichen Farbstoffen. Die Stromausbeute wird mit einem kleinen Ventilator getestet. Rechts oben bereitet ein Forscher Pasten mit nanokristallinen Partikeln aus Titandioxid für den Siebdruck vor.

«Die Herausforderung besteht darin, Materialien mit einer Präzision im Nanometerbereich herzustellen, die sich in der praktischen Anwendung für Flächen von mehreren Quadratmetern eignen.»

Christophe Ballif

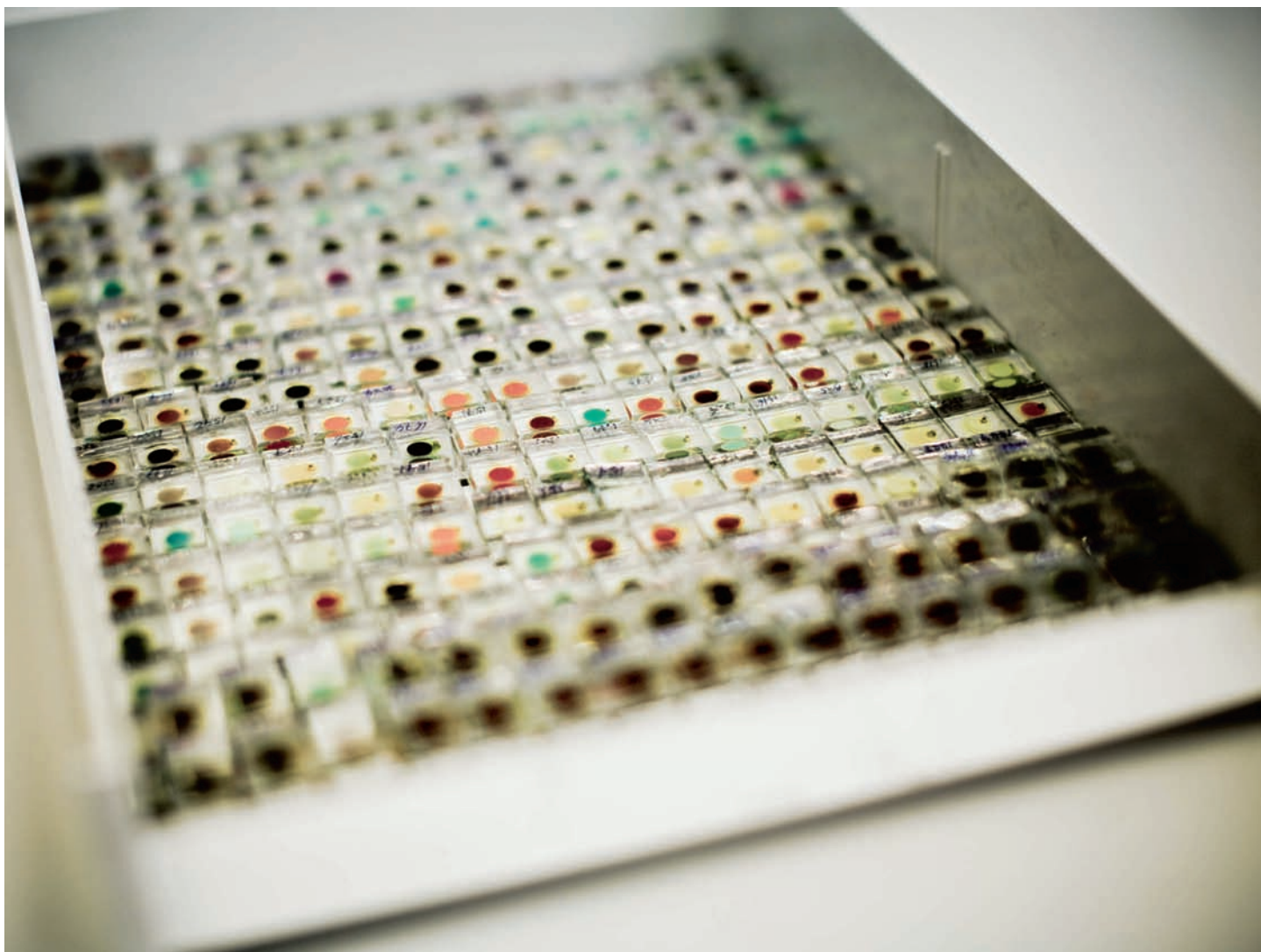
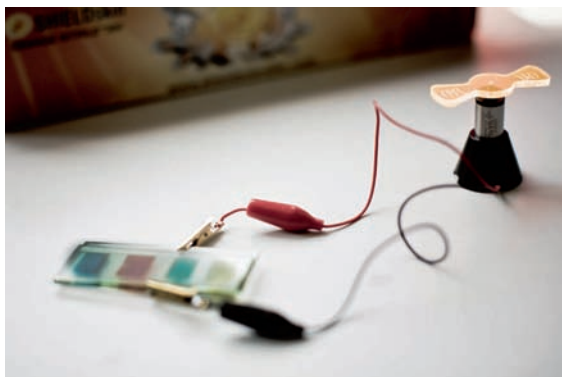
Christophe Ballif. In seinem Labor arbeiten zahlreiche Beschäftigte an futuristisch anmutenden Maschinen. Damit ist es möglich, Werkstoffe in dünnsten Schichten aufzutragen, Photovoltaikzellen herzustellen und diese sogar zu verkapseln. Im Vordergrund stehen dabei die Optimierung des energetischen Wirkungsgrades und der Materialien, die Verbesserung sämtlicher Schichten, das Beherrschen der Schnittstellen sowie die Entwicklung neuer Strukturen und Verfahren. Dazu stellt das PV LAB jeweils Proben von wenigen Quadratzentimetern her, deren Zuverlässigkeit anschliessend in einem Simulator von Grund auf geprüft wird. «Damit die Solarzellen auch unter extremen Bedingungen einwandfrei funktionieren, unterziehen wir sie einer Reihe von sehr strengen Tests», sagt Christophe Ballif. «Schliesslich müssen die Hersteller eine Garantie für die Lebensdauer der Module von 25 Jahren sicherstellen können.»

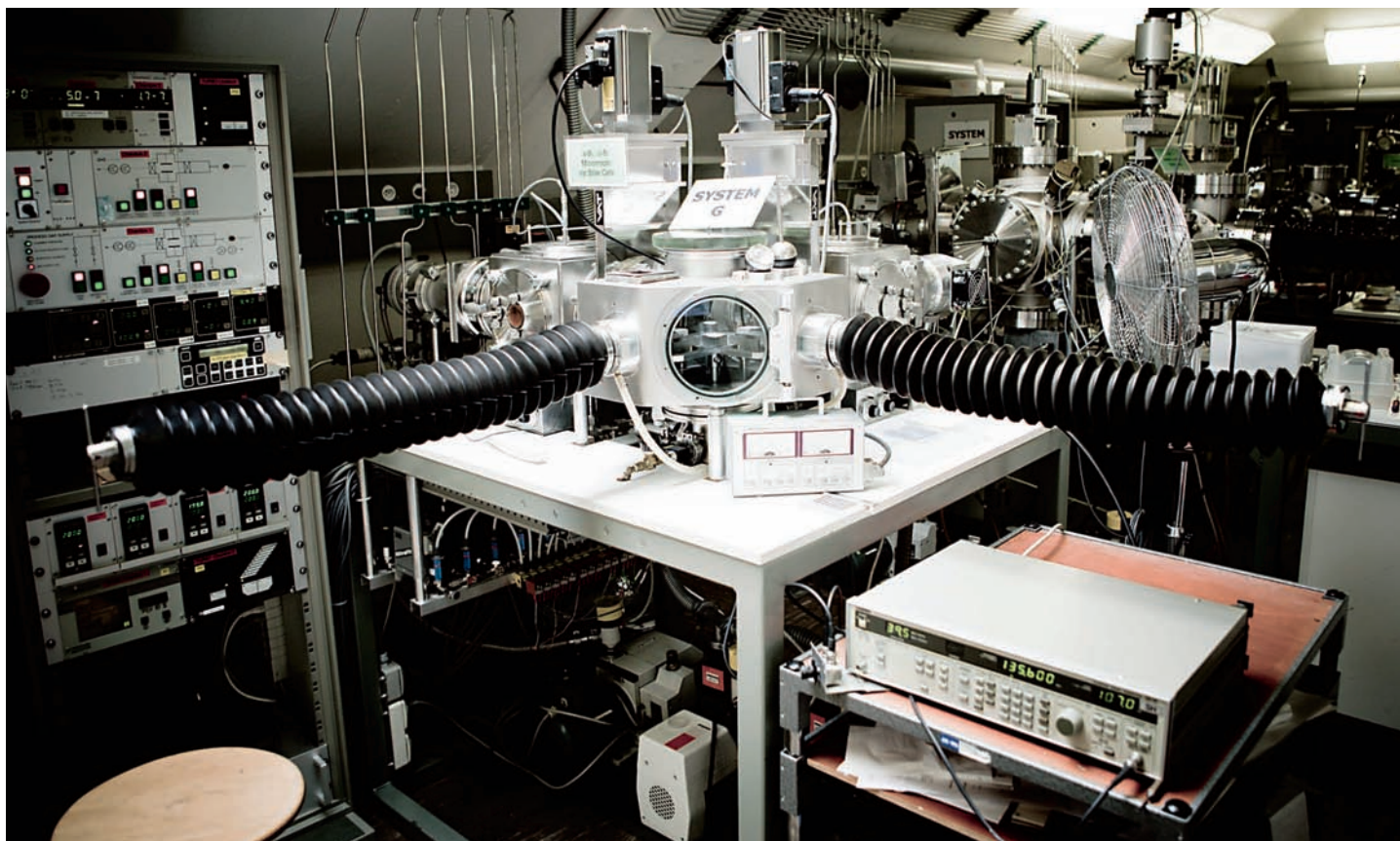
Vielfältige Anwendungen in der Praxis. Die in Neuenburg entwickelten Solarzellen sind für die Montage auf Dächern, an Fassaden, in Kraftwerken und Solarparks bestimmt – sei es auf freiem Feld oder in der Wüste. Weitere Anwendungsbereiche der Dünnschichtmodule sind der Einsatz in Uhren, LCD-Flachbildschirmen, optischen Fasern, Strahlungssensoren sowie in Spezialdetektoren

Entwicklung leichter, aber robuster Werkstoffe für Windturbinen. Gravierende Umweltprobleme wie die weltweite Luftverschmutzung durch kohlebetriebene und ölthermische Kraftwerke, die Belastung der Atmosphäre mit Treibhausgasen oder die Entsorgung radioaktiver Abfälle aus Atomkraftwerken liessen sich damit zumindest teilweise entschärfen.

Nachahmung der Fotosynthese. Grosse Hoffnungen ruhen in dieser Beziehung auch auf Michael Grätzel, dem Erfinder der nach ihm benannten Farbstoffsolarzelle. Das Forscherteam des von ihm geleiteten Laboratoire de photonique et interfaces (LPI) an der EPFL in Lausanne befasst sich mit der direkten Gewinnung von Wasserstoff aus Wasser, arbeitet an der Entwicklung von leistungsfähigen Lithium-Batterien und erforscht Solarzellen. Deren Besonderheit liegt darin, dass sie die Energie der Sonnenstrahlen mithilfe eines natürlichen Farbstoffs in Elektrizität umwandeln.

«Indem wir die Natur – oder genauer gesagt den Prozess der Fotosynthese von grünen Pflanzen – nachahmen, ist uns die Entwicklung einer Solarzelle mit einer effizienten Lichtabsorption gelungen», erklärt Michael Grätzel deren Funktionsweise. Das Licht wird von einer speziellen Molekülschicht aufgefangen, die auf einem dün-





nen und sehr rauen Oxidfilm aus halbleitenden Nanokristallen aufgebracht ist. Dadurch lässt sich ein maximaler Anteil des sichtbaren Lichts in Elektrizität umwandeln. Dank tiefen Herstellungskosten, einem breiten Anwendungsgebiet und ihrer Umweltverträglichkeit haben sich diese Zellen als vielversprechende Lösung für die Produktion von Solarstrom im grossen Massstab etabliert. Das erste Patent für diese Art von Solarzellen ist bereits 1988 ausgestellt worden.

Technologie mit grossen Wachstumschancen. Seit den Anfängen der Farbstoffzelle hat die Wissenschaft zahlreiche Fortschritte erzielt. «Gegenwärtig arbeiten wir an neuen Nanostrukturen und Farbstoffen mit einem enormen Potenzial zur Vereinfachung und Produktivitätssteigerung», erklärt Michael Grätzel mit sichtlicher Begeisterung. So lassen sich beispielsweise Nanopartikel in sphärisch geformten Agglomeraten anordnen, die das Licht besser weiterleiten. Dank der Ansammlungen von Kleinstteilchen, die in mehreren Schichten eine kugelhähnliche Form bilden, kann man somit auch mehr Elektrizität erzeugen. Das LPI stellt nicht nur Farbstoffsolarzellen her, sondern testet vor allem auch ihren Wirkungsgrad und die spektrale Empfindlich-

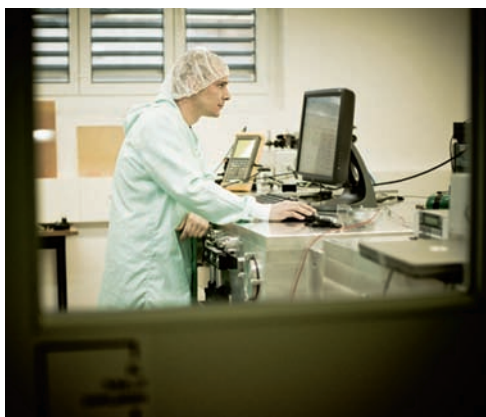
keit – das heisst den Anteil des von den Zellen nutzbaren Lichtspektrums.

Eine Analyse der südkoreanischen Marktforschungsfirma Displaybank geht davon aus, dass die weltweite Industrieproduktion solcher Zellen zur Stromerzeugung von 5 Megawatt im Jahr 2009 bis 2013 auf 246 Megawatt ansteigen könnte. Die vielfältigen Einsatzmöglichkeiten umfassen Solarpanels für Dächer und Fassaden, stromproduzierende Fensterscheiben, Strassenbeleuchtungen, die Elektrizitätsversorgung von tragbaren elektronischen Geräten wie MP3-Player, Rucksäcke, Zelte, Wasserreinigungsgeräte, Radios, Kühlschränke, Lampen und Elektrofahrzeuge bis hin zu energieautarken Biotoiletten. Allerdings setzt der Wirkungsgrad der Farbstoffsolarzellen den Anwendungen noch Grenzen. Er übertrifft zwar denjenigen von Zellen aus amorphem Silizium, fällt jedoch im Vergleich mit monokristallinen Siliziumzellen deutlich ab. «Aber sowohl die Materialien als auch Farbstoffe und Nanostrukturen bergen noch ein bedeutendes Verbesserungspotenzial», versichert Michael Grätzel.

Bereits sind zahlreiche biegsame Erzeugnisse für die Stromversorgung von tragbaren Elektronikgeräten auf dem Markt, die auf Farbstoffsolarzellen basieren. Ein Beispiel sind die Produkte

Das Labor für Photovoltaik in Neuenburg hat sich auf die Steigerung des Wirkungsgrades von Solarzellen aus Silizium spezialisiert und entwickelt mit Hilfe der Nanotechnologie biegsame Dünnschichtsolarmodule. Der von einem Ingenieur bediente Abscheidungsreaktor (oben und Seite 17 unten links) im Reinraum des Labors dient der Gewinnung von hochwertigem Silizium zur Produktion der Dünnschichtzellen. Seite 17 rechts wird eine Messung der Leistungsfähigkeit mit dem grossen Sonnensimulator vorbereitet.

Alle Bilder: Stefan Bohrer



Nanopartikel lassen sich in sphärisch geformten Agglomeraten anordnen, die das Licht besser weiterleiten.

der englischen Firma G24 Innovations, welche die patentierten Erfindungen der EPFL als Lizenznehmer nutzt. «Solche Anwendungen eignen sich ideal für gewisse Regionen der Erde wie Afrika oder Indien, wo kein Elektrizitätsnetz, aber mehr als genug Sonnenlicht vorhanden ist», erklärt ein Sprecher des Unternehmens. Auch im Bausektor tut sich einiges. Die Firmen Solaronix in Aubonne (VD) und Greatcell in Lutry (VD) beispielsweise vertreiben stromerzeugende Fensterscheiben und Fassadenelemente. «Diese Unternehmen schaffen Arbeitsplätze in der Region und tun gleichzeitig etwas für die Umwelt», freut sich Michael Grätzel. «Offensichtlich bringt unsere Arbeit der Menschheit einen Nutzen, indem sie neue Wege für die Stromversorgung eröffnet.»

PEC House und NanoPEC. Zusammen mit dem Energy Center (CEN) der EPFL arbeitet das LPI auch an der Entwicklung einer fotoelektrochemischen Solarzelle (PEC), die in der Lage ist, an der Oberfläche der Elektroden Wasser in Wasserstoff und Sauerstoff zu zerlegen. Das Projekt namens PEC House soll dieses Verfahren durch die Entwicklung leistungsfähigerer und beständiger, korrosionsresistenter Mate-

rialien optimieren und gleichzeitig eine kostengünstige Produktion ermöglichen. Es wird vom Bundesamt für Energie gefördert und von der Eidgenössischen Materialprüfungs- und Forschungsanstalt (Empa) mit Know-how unterstützt. Vor Kurzem hat PEC House eine Partnerschaft mit Toyota abgeschlossen.

Ausserdem leiten das CEN und das LPI im Rahmen des 7. Europäischen Forschungsrahmenprogramms (FP7) ein Projekt mit dem Titel NanoPEC. Es zielt auf die Entwicklung einer neuen Generation von Systemen zur Umwandlung von Sonnenenergie ab, die Wassermoleküle effizient in Wasserstoff und Sauerstoff zerlegen. Tatsächlich birgt mit Sonnenenergie erzeugter Wasserstoff ein grosses Potenzial als nachhaltiger Treibstoff, der in Brennstoffzellen für die Wärme- oder Stromproduktion zum Einsatz gelangt. NanoPEC wird in erster Linie nach neuen Halbleitern forschen, die sich für die Photoelektrolyse von Wasser eignen und innovative Ansätze für deren Nanostrukturierung entwickeln. Die Forschungsarbeiten haben im Januar 2009 begonnen und sollen drei Jahre dauern.

Cornélia Mühlberger de Preux

www.umwelt-schweiz.ch/magazin2010-3-04

KONTAKTE
Prof. Christophe Ballif
Photovoltaics and Thin Film
Electronics Laboratory (PV LAB)
Institut de microtechnique
(IMT), Neuenburg
032 718 32 09
christophe.ballif@epfl.ch

Prof. Michael Grätzel
Laboratoire de photonique
et interfaces (LPI)
Institut des sciences et
ingénierie chimiques
EPFL, Lausanne
021 693 31 12
michael.graetzel@epfl.ch



CHANCEN FÜR DIE UMWELT: WASSERAUFBEREITUNG

Nanotechnik für sauberes Trinkwasser

Bei der Aufbereitung von Trinkwasser mit Membranfiltern hat sich die Nanotechnik schon seit einiger Zeit etabliert, und ihr Potenzial ist riesig. Davon gehen auch keine Umweltrisiken aus, solange sie nur mit Nanoporen und nicht mit Nanopartikeln operiert.

Mehr als 6000 Kubikmeter Trinkwasser verbraucht Zermatt (VS) täglich, wenn über Neujahr alle Hotels und Ferienwohnungen ausgebucht sind – das ist doppelt so viel wie in den verbrauchsärmsten Zeiten der Nebensaison. Das Wasser aus 85 Quellfassungen reicht dann nicht mehr. Auf der Suche nach zusätzlichem Wasser besann man sich auf die 2280 Meter über Meer gelegenen Gand-Quellen im Vorfeld des Findel-

gletschers. Ihr Wasser ist hygienisch einwandfrei, enthält allerdings zu viel Sulfat, was dem Wasser einen unvorteilhaften Geschmack gibt. Zudem lässt der hohe Kalkanteil Boiler, Waschmaschinen und Warmwasserleitungen verkalken.

Doch seit 2006 liefern auch die Gand-Quellen einwandfreies Trinkwasser mit Kalk- und Sulfatgehalt innerhalb der geltenden Qualitätslimi-

Nanofiltrationsanlage der Wasserversorgung in Zermatt (VS): In den Röhren wird das Quellwasser durch kleinste Poren der Membranen gepresst, siehe Seite 19.

Bild: Reinhard Perren, WV Zermatt

ten. Die damals neu in Betrieb genommene Filtrationsanlage «Wichje» funktioniert nach dem Prinzip der Umkehrosmose und speist stündlich 72 Kubikmeter Trinkwasser ins Netz.

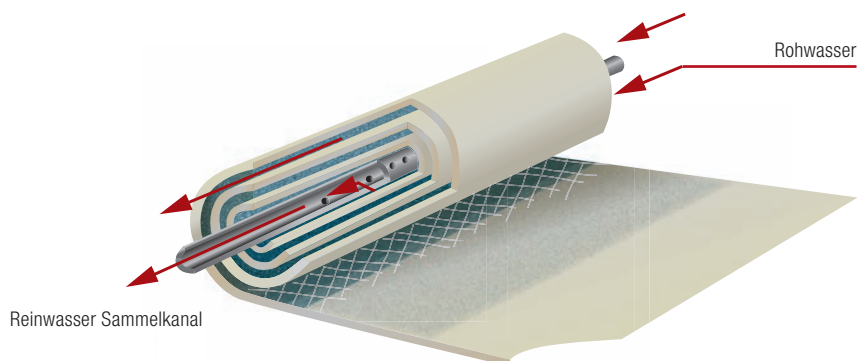
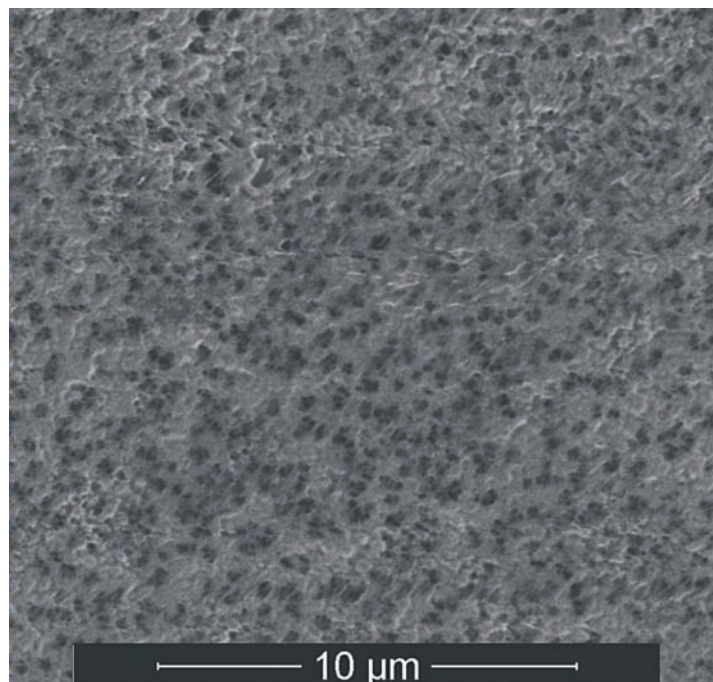
Membrantechnik im Nanobereich. Bei der Umkehrosmose wird das Wasser durch die Poren einer Membran gepresst, deren Durchmesser kleiner ist als ein Nanometer (nm), sodass im konkreten Fall auch Calcium- und Sulfationen ausgefiltert werden. Als Nanofiltration gelten Trennverfahren mit einem Porendurchmesser der Membrane von 1 bis 2 nm. Messen die Poren 2 bis 60 nm, spricht man von Ultrafiltration (siehe Tabelle). Die Unterscheidungen sind insofern verwirrend, als es in allen Fällen um Verfahren der Nanotechnologie geht, die sich definitionsgemäss mit Strukturen unter 100 nm befasst.

MÖGLICHKEITEN DER MEMBRANFILTRATION

Trennverfahren	Porengrösse (Nanometer = nm)	Trennleistung
Mikrofiltration	> 60 nm	Partikel
Ultrafiltration	2–60 nm	Bakterien, Viren
Nanofiltration	1–2 nm	Viren, Calcium, Moleküle
Umkehrosmose	< 1 nm	Moleküle, Ionen

«Die Nanotechnik existierte in der Wasserwirtschaft schon lange, bevor dieser Begriff geprägt wurde», sagt denn auch Wouter Pronk, Leiter der Gruppe Membrantechnologie beim Wasserforschungsinstitut des ETH-Bereichs (Eawag). Die modernste, aber längst nicht die einzige Ultrafiltrationsanlage zur Wasseraufbereitung in der Schweiz befindet sich in Männedorf (ZH). Seit 2005 versorgt sie 26 000 Personen in drei Seegemeinden mit einwandfreiem Trinkwasser aus dem Zürichsee. Hier bleiben Partikel und Keime restlos im Filter hängen.

Ein Fünftel des von der Schweizer Bevölkerung genutzten Wassers wird aus Seen gefördert. Im Vergleich zu herkömmlichen Reinigungsverfahren ermöglicht die Membrantechnik eine kostengünstige Wasseraufbereitung mit weniger Chemikalien, Energieverbrauch und Flächenbedarf. Auch das ebenfalls nicht ganz keimfreie Wasser aus Karstquellen lässt sich mithilfe der Membrantechnik zu einer bekömmlichen Tranksame aufbereiten. «Grundwasser aus Lockergesteinen, die hauptsächlich in den grossen Flusstälern der Alpen und des Mittellandes von Bedeutung sind, kann dagegen in der Regel ohne Aufbereitung als Trinkwasser abgegeben werden», sagt Benjamin Meylan von der Sektion Grundwasserschutz beim BAFU. «Hier übernimmt der Untergrund die Reinigung des Wassers, wenn die geltenden Gewässerschutzmassnahmen eingehalten werden.»



Oben: Mikroskopisches Bild einer Membrane zur Trinkwasseraufbereitung aus dem Kunststoff Polyvinylidenfluorid. Das für die Aufnahme verwendete Rasterelektronenmikroskop ermöglicht bis zu millionenfache Vergrösserungen.

Bild: Brian Sinnet, Eawag

Mitte: Die Illustration zeigt das Innenleben eines röhrenförmigen Trinkwasserfilters mit den aufgerollten Membranschichten (siehe auch Bild auf Seite 18).

Unten: Die Wirkung der Aufbereitung veranschaulichen die beiden Aufnahmen aus einem Wasserwerk in Conthey (VS), wo das oft stark getrübtte Quellwasser aus zwei Karstquellen mittels einer Ultrafiltrationsanlage gereinigt wird.

Bilder: Membratec SA/Ruth Schürmann



Chancen für Entwicklungsländer. Riesig ist das Anwendungspotenzial der Membrantechnik aber vor allem in den Entwicklungsländern, wo heute rund 1,5 Milliarden Menschen keinen Zugang zu sauberem Wasser haben. Vielerorts fliesst belastetes Abwasser in Gewässer, die flussabwärts als Trinkwasserressource dienen. Für solche Fälle entwickelt und erprobt die Eawag zurzeit kostengünstige Membranverfahren, die einfach zu handhaben sind. Bereits verfügbar ist der von einer Schweizer Firma entwickelte «LifeStraw Family», ein Gerät für Haushalte mit eingebauten Ultrafiltrationsmembranen, die alle pathogenen Keime eliminieren.

aber auch anorganische Stoffe wie Nitrat effizient aus dem Wasser entfernen kann. So haben Forscher zum Beispiel ein auf Kohlenstoffnanoröhrchen basierendes Adsorptionsmittel entwickelt, das Arsen eliminiert. Nanomaterialien eignen sich überdies als Katalysatoren in der Wasseraufbereitung.

Nanoeisen zur Grundwassersanierung. Zudem können bestimmte Nanopartikel chemisch mit Schadstoffen reagieren und diese dadurch zerstören. Dies geschieht, wenn durch chlorierte Kohlenwasserstoffe verschmutztes Grundwasser mit Nanoeisen saniert wird. Bei der chemischen Reaktion

«Die Nanotechnik existierte in der Wasserwirtschaft schon lange, bevor dieser Begriff geprägt wurde.»

Wouter Pronk, Eawag

Die Möglichkeiten der Wasseraufbereitung mit Nanotechnologien sind so vielfältig wie die an sie gestellten Anforderungen: Ob Trübstoffe, Bakterien, Viren, organische Verbindungen, Pestizide, Schwermetalle, Radionuklide, Nitrat, Phosphat, Calcium oder Sulfat – alles, was im Trinkwasser unerwünscht ist, lässt sich mit bestimmten Verfahren daraus entfernen.

Mikroverunreinigungen und Salze entfernen. Damit ergeben sich auch Chancen, ein leidiges Problem im Gewässerschutz anzupacken: Mikroverunreinigungen wie Medikamentenrückstände oder weitere Substanzen mit hormonähnlicher Wirkung, welche die Fortpflanzung von Fischen und anderen Wassertieren beeinträchtigen, werden in den bestehenden Kläranlagen nur unzureichend zurückgehalten. Mit der Membrantechnik liessen sie sich aber zumindest teilweise ausfiltern. Als Methode der Wahl bietet sich diese vor allem für Punktquellen wie Spitäler oder Pflegeheime an, wo derartige Substanzen in hohen Gehalten im Abwasser auftreten, meint Wouter Pronk.

Ein weites Feld ist zudem die Meerwasserentsalzung. Fachleute schätzen, dass der Weltmarkt für solche Anlagen bis 2020 von derzeit 3 auf 70 Milliarden US-Dollar pro Jahr anwachsen wird. Mittels Umkehrosmose funktioniert die Entsalzung mit viel geringerem Energiebedarf als bei herkömmlichen Verfahren. Direkte Umweltrisiken gehen von der Membrantechnik nach heutigem Wissensstand nicht aus – zumindest da, wo sie ausschliesslich mit Poren und nicht mit Teilchen im Nanobereich operiert.

Indessen gibt es auch für Nanopartikel Anwendungsmöglichkeiten im Wasserbereich. Dank ihrer grossen spezifischen Oberfläche eignen sich diese als Adsorptionsmaterial, das organische,

mit dem Eisen werden die Schadstoffe zu harmlosen Substanzen abgebaut. Bisher wurden dazu normale Eisenspäne verwendet, die in Form einer durchlässigen Wand in den Untergrund eingebracht werden, damit das Grundwasser sie durchströmen kann. Von Eisenpartikeln in Nanogrösse, die durch Bohrlöcher ins Grundwasser gepumpt werden, erwartet man eine höhere Reaktivität und einen geringeren Aufwand. Damit sie nicht an Oberflächen adsorbieren, werden die Partikel mit organischen Stoffen beschichtet. So bleiben sie mobil und verteilen sich besser im Grundwasser. Erste Pilotversuche haben gezeigt, dass diese Methode auch unter Praxisbedingungen Erfolg verspricht.

Anders als bei den Membranen steckt die Nanotechnik beim Einsatz von Partikeln im Wasserbereich noch in den Kinderschuhen. Sie verspricht vieles, doch ist noch wenig über die Risiken bekannt, wenn Nanopartikel zu irgendeinem Zeitpunkt in die Umwelt gelangen. Es werde sich noch zeigen müssen, wie umweltverträglich die Nanomaterialien zur Wasseraufbereitung seien, heisst es in der 2009 publizierte Studie «Wasserversorgung 2025», welche die Eawag im Auftrag des BAFU verfasst hat.

Zudem kommt die Sanierung von Altlasten mit Nanoeisen verhältnismässig teuer zu stehen. «Voraussetzung für den Erfolg solcher In-situ-Verfahren ist überdies eine möglichst gute Erkundung des Untergrundes», erklärt Bernhard Hammer, Chef der Sektion Altlasten beim BAFU. «Andernfalls dürfte es schwierig sein, die Reaktionsmittel genau dorthin zu bringen, wo sich auch die zu eliminierenden Schadstoffe befinden.»

Hansjakob Baumgartner

www.umwelt-schweiz.ch/magazin2010-3-05



KONTAKTE
Benjamin Meylan (links)
Sektion Grundwasserschutz
BAFU
031 322 92 56
benjamin.meylan@bafu.admin.ch

Wouter Pronk
Verfahrenstechnik
Eawag
044 823 53 81
wouter.pronk@eawag.ch

Noch viele Fragezeichen

Schon heute sind weltweit über 800 Nanoprodukte auf dem Markt. Während und nach ihrem Gebrauch können sie Nanopartikel an die Umwelt abgeben, welche zumeist in Gewässer gelangen. Schweizer Institute erforschen deshalb, ob sich die Verbindungen in Pflanzen und Tieren anreichern und was sie dort auslösen.

Was bewirken Nanoverbindungen in der Umwelt, wenn etwa Nanosilberteilchen aus Wandschuhen mit ihrer antimikrobiellen Wirkung beim Waschen im Abwasser landen? Und was geschieht, wenn der schmutzabweisende Fassadenanstrich aus Titandioxid allmählich verwittert? Im Auftrag des BAFU ist Bernd Nowack von der Eidgenössischen Materialprüfungs- und Forschungsanstalt (Empa) solchen Fragen nachgegangen. Die Fachleute seines Teams modellierten für fünf Nanopartikel die Stoffflüsse und berechneten, welche Konzentrationen in Luft, Wasser, Klärschlamm, Sedimenten und Böden verbleiben.

Nanoteilchen im Klärschlamm oder im brennbaren Abfall sind weniger bedenklich, weil diese Rückstände hierzulande verbrannt und allfällige Nanopartikel dadurch zerstört oder im Rauchgasfilter zurückgehalten werden. Heikler sind Nanoverbindungen, die in Oberflächengewässer gelangen. Die Empa-Studie ergab zwar, dass Silber und Zinkoxid im Wasser relativ rasch mit anderen Stoffen reagieren und dann nicht mehr als Nanopartikel wirken. Dagegen dürfte sich Nanotitandioxid im Sediment anreichern. «Zu diesem Stoff brauchen wir eine vertiefte Risikostudie. Denn wie sich die Verbindung in der Umwelt tatsächlich verhält, hat noch niemand erforscht», sagt Bernd Nowack. Ein Teilaspekt – nämlich die Art der Freisetzung von Nanopartikeln – soll im europaweiten Projekt «Nanohouse» untersucht werden.

Ohnehin sind noch viele Fragen zu ausgewaschenen Nanopartikeln offen: So wird bei der industriellen Anwendung die Oberfläche der äusserst reaktiven Moleküle beschichtet, um ein Verklumpen zu verhindern. Doch was im Abwasser mit dieser Schutzschicht passiert, ist unklar. Um ihr Aufkommen nicht nur theoretisch anhand von Stoffflüssen zu berechnen, sondern auch in der Biosphäre zu messen, genügt die

heutige Analytik nicht. «In der Natur haben wir keine Laborbedingungen», gibt Bernd Nowack zu bedenken.

Unklare Langzeitfolgen. Den Schritt vom ausgeschwemmten Partikel ins Lebewesen untersucht Kristin Schirmer, Leiterin des Bereichs Umwelttoxikologie am Wasserforschungs-Institut Eawag. «Nanopartikel können auch dann in Zellen aufgenommen werden, wenn sie in verklumpeter Form in einem Medium vorliegen», fasst sie eine erste Erkenntnis zusammen. Bisher war man der Ansicht, solche Partikelanhäufungen verblieben im Wasser und seien somit eher unbedenklich. Kristin Schirmer ging auch der Frage nach, was mit Partikeln in Zellen von Menschen oder von Wirbeltieren wie Fischen weiter geschieht. «Im Zellkern selbst konnten wir sie noch nie nachweisen», lautet die vorsichtige und vorläufige Bilanz. Es könne aber sein, dass es nur wenige der winzigen Teilchen bis in den Zellkern schafften, die man bisher noch nicht erfassen konnte. Würden hier Nanopartikel entdeckt, wäre dies ein schlechter Befund: Aufgrund ihrer grossen Oberfläche und je nach Beschaffenheit produzieren die Partikel zum Beispiel reaktive Moleküle. Diese Radikale könnten durch die Nähe zur DNA als Trägerin der Erbinformationen das Erbgut schädigen und im schlimmsten Fall zu Krebs führen.

«Doch auch als unreaktiv geltende Nanoteilchen und solche, die sich ausserhalb des Zellkerns ansiedeln, müssen nicht harmlos sein», sagt der Chemiker Ernst Furrer von der Sektion Industriechemikalien beim BAFU. «So stellt sich etwa die Frage, ob sie besonders lange im Organismus verbleiben und zu chronischen Entzündungen führen können.» Wie Untersuchungen der Eawag zeigen, gelangen die Partikel ins sogenannte Lysosom, wo Enzyme Abfallstoffe abbauen. Es ist denkbar, dass die Nanoteilchen

– mit unklaren Langzeitfolgen für die Zelle – in dieser «Müllhalde» verbleiben. Möglich scheint aber auch, dass sie nahe an die Zelloberfläche geschwemmt, ausgeschieden und so aus dem Organismus entfernt werden.

Gefahr der Akkumulation. Ein zweiter Forschungsschwerpunkt der Eawag-Umwelttoxikologie betrifft den Einfluss von Silbernanopartikeln auf Algen. Bekannt ist, dass Silberionen, die sich von Nanoteilchen ablösen können, die Fotosynthese der Algen hemmen. Wie Versuche zeigen, stören aber auch die Nanoteilchen selbst die

Wirkung. «Aber so weit sind wir leider noch nicht.» Ziel der Eawag-Untersuchungen ist die Ableitung von allgemeinen Regeln über Nanostrukturen und ihre Umweltrisiken.

Alle neuen Nanoverbindungen lassen sich unmöglich einer vollständigen Risikobewertung unterziehen. In einem Projekt der Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (OECD) beteiligt sich die Eawag deshalb an umwelttoxikologischen Tests der wichtigsten heute genutzten Nanopartikel. Diese dienen der Festlegung einheitlicher Testmethoden für Nanomaterialien.

Ziel der Eawag-Untersuchungen ist die Ableitung von allgemeinen Regeln über Nanostrukturen und ihre Umweltrisiken.

pflanzliche Energiezufuhr. «Nanopartikel wirken dabei toxischer als reine Silberionen», bilanziert Kristin Schirmer. Eine mögliche Erklärung sei, dass sie von den Algen aufgenommen werden, dort ein Silberdepot bilden und dann kontinuierlich giftige Ionen abgeben.

Nanopartikel tauchen nicht in Stossbelastungen auf, sondern werden einigermaßen gleichmässig ins Abwasser eingetragen. Für Pflanzen und Tiere steigt damit das Risiko einer Anreicherung. Denkbar ist dies etwa für unpolare, also fettlösliche Nanopartikel, die sich in tierischem Fett akkumulieren könnten. Allerdings gibt es dazu noch keine Untersuchungen. Auch wenn sich Nanoverbindungen in Bereichen der Zelle wie den Lysosomen ansammeln und weder ausgeschieden noch abgebaut werden, kommt es zu einer Anreicherung. Anhand von Algen und von Wasserflöhen als deren Fressfeinde untersucht die Eawag derzeit, ob diese beiden Formen der Akkumulation zu einer Konzentration von Nanopartikeln in der Nahrungskette führen.

Zusammenarbeit auf OECD-Ebene. Bisher haben die Umwelttoxikologen der Eawag mit Silber-, Gold- und Wolframkarbid-Kobalt-Nanopartikeln gearbeitet; neuerdings kommen nun noch Cerium-Partikel dazu. Diese Verbindungen spielen zum Beispiel in der Textilindustrie, im Werkzeugbau und bei der Entwicklung von Katalysatoren eine wichtige Rolle. Doch die Wissenschaft läuft mit der wirtschaftlichen Entwicklung um die Wette. «Ob wir für die Umweltrisikobewertung wirklich die wichtigsten Stoffe untersuchen, lässt sich nicht mit Bestimmtheit sagen, da wir nur einen Teil des Nanomarktes kennen», räumt Kristin Schirmer ein. Sie fände es sinnvoll, wenn Hersteller schon bei der Nanoentwicklung gemeinsam mit Forschungsinstituten die Risikoproblema-

Vorderhand fehlen spezifische Vorschriften – es gelten die im schweizerischen Umweltschutzgesetz festgeschriebene Sorgfaltspflicht, die Selbstkontrolle vor dem Inverkehrbringen von Nanomaterialien sowie die Vorgaben im Sicherheitsdatenblatt. Der Industrie will die Forschung zudem Hinweise geben, wie sie Nanoprodukte sicherer gestalten kann und auf welche Stoffe sie besser verzichtet. «Eine solide Verankerung der Partikel in einer Stoffmatrix kann etwa dazu beitragen, die Auswaschung der Partikel zu minimieren», stellt Kristin Schirmer fest.

Rasante technologische Entwicklung. Wie fließen nun die Erkenntnisse in Gesetze und Verordnungen ein? Im Auftrag des BAFU hat die Empa weltweit erstmals Berechnungen dazu gemacht, in welchen Konzentrationen Nanopartikel in der Umwelt ein Problem darstellen könnten. Basis bilden ökotoxikologische Studien, wobei der tiefste als unbedenklich geltende Wert um den Sicherheitsfaktor 1000 heruntergestuft wurde. Bernd Nowack von der Empa begründet diese Vorsicht unter anderem mit Datenlücken bei den physikalisch neu strukturierten Stoffen. Je mehr Nanoverbindungen in Umlauf kommen, desto wichtiger wird die Forschung. Vor allem aber wollen die Schweizer Forschungsanstalten der einzigartigen Dynamik der neuen Technologie Rechnung tragen, betont der Fachmann: «Es ist unsere Aufgabe, das bisher Geleistete kontinuierlich zu überprüfen und mit Erkenntnissen aus dem Ausland abzugleichen.»

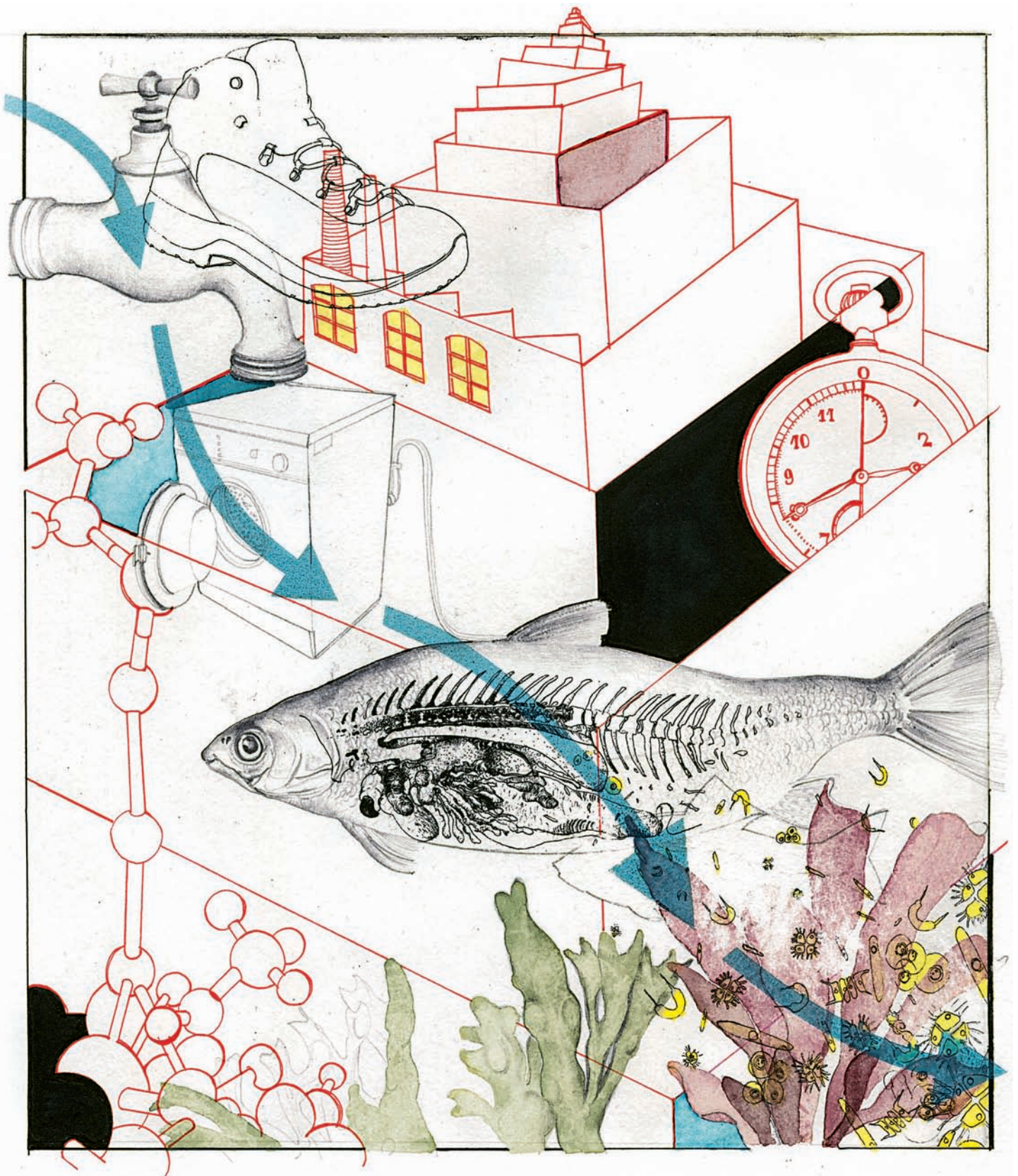
Pieter Poldervaart

www.umwelt-schweiz.ch/magazin2010-3-06



KONTAKTE
Michael Schärer (links)
Sektion Oberflächen-
gewässer-Qualität, BAFU
031 324 79 43
michael.schaerer@bafu.admin.ch

Ernst Furrer
Sektion Industriechemikalien
BAFU
031 325 38 10
ernst.furrer@bafu.admin.ch



Nanopartikel gelangen vor allem durch diffuse Einträge in die Umwelt – insbesondere in Oberflächengewässer. Wie sie sich langfristig auf Wasserlebewesen wie Fische auswirken, ist heute noch weitgehend unbekannt. Darstellung der Thematik aus Sicht des Zürcher Illustrators Lorenz Meier.

Nanopartikel dringen auch ins Gehirn vor

Synthetische Nanopartikel können Gewebe und Zellen durchdringen und sich im ganzen Körper ausbreiten – sogar im Gehirn. Professor Peter Gehr von der Universität Bern – ein international renommierter Gewebespezialist – ist erstaunt darüber, dass man die möglichen Gesundheitsrisiken ausserhalb der Wissenschaft und Verwaltung kaum zur Kenntnis nimmt.



Bild: Stefan Bohrer

Peter Gehr ist Professor für Histologie – die Lehre von den Geweben – und Anatomie an der Universität Bern. Er hat sich als Forscher international einen Namen gemacht, so unter anderem mit seinen Arbeiten zum Verhalten von Nanopartikeln in der Lunge und zur Interaktion mit Zellen. Peter Gehr leitet das Nationale Forschungsprogramm NFP 64 zu «Chancen und Risiken von Nanomaterialien» des Schweizerischen Nationalfonds. Die Arbeiten dazu werden im Dezember 2010 anlaufen.

umwelt: Macht sich die Schweizer Bevölkerung Sorgen um die gesundheitlichen Auswirkungen von Nanopartikeln?

Peter Gehr: Nein, denn entweder haben die Leute gar keine Ahnung, worum es dabei geht, oder sie sehen kein Problem darin. Die möglichen Gefahren sind auch in der Politik kaum ein Thema.

Weshalb diese Unbekümmertheit?

Die Nanotechnologie und mit entsprechenden Verfahren hergestellte Nanopartikel faszinieren und haben auch bereits positive Anwendungen wie zum Beispiel neue Werkstoffe hervorgebracht. So lassen sich etwa mit Nanoröhrchen aus Kohlenstoff sehr robuste und extrem leichte Materialien herstellen. Damit wiegt ein Velorahmen einige Kilo weniger.

Andererseits gibt es auch alarmierende Meldungen, so etwa über chinesische Arbeiterinnen, die wegen hoher Konzentrationen von Nanopartikeln am Arbeitsplatz an schweren Lungenbeschwerden leiden sollen.

Inzwischen hat sich gezeigt, dass die entsprechende Studie schwerwiegende Mängel aufweist. Als die Medien das Thema im Dezember 2009 aufgriffen, dachte ich allerdings, nun würde die Stimmung kippen. Ich ging davon aus, dass wir Nanoforscher uns rechtfertigen müssen, weil

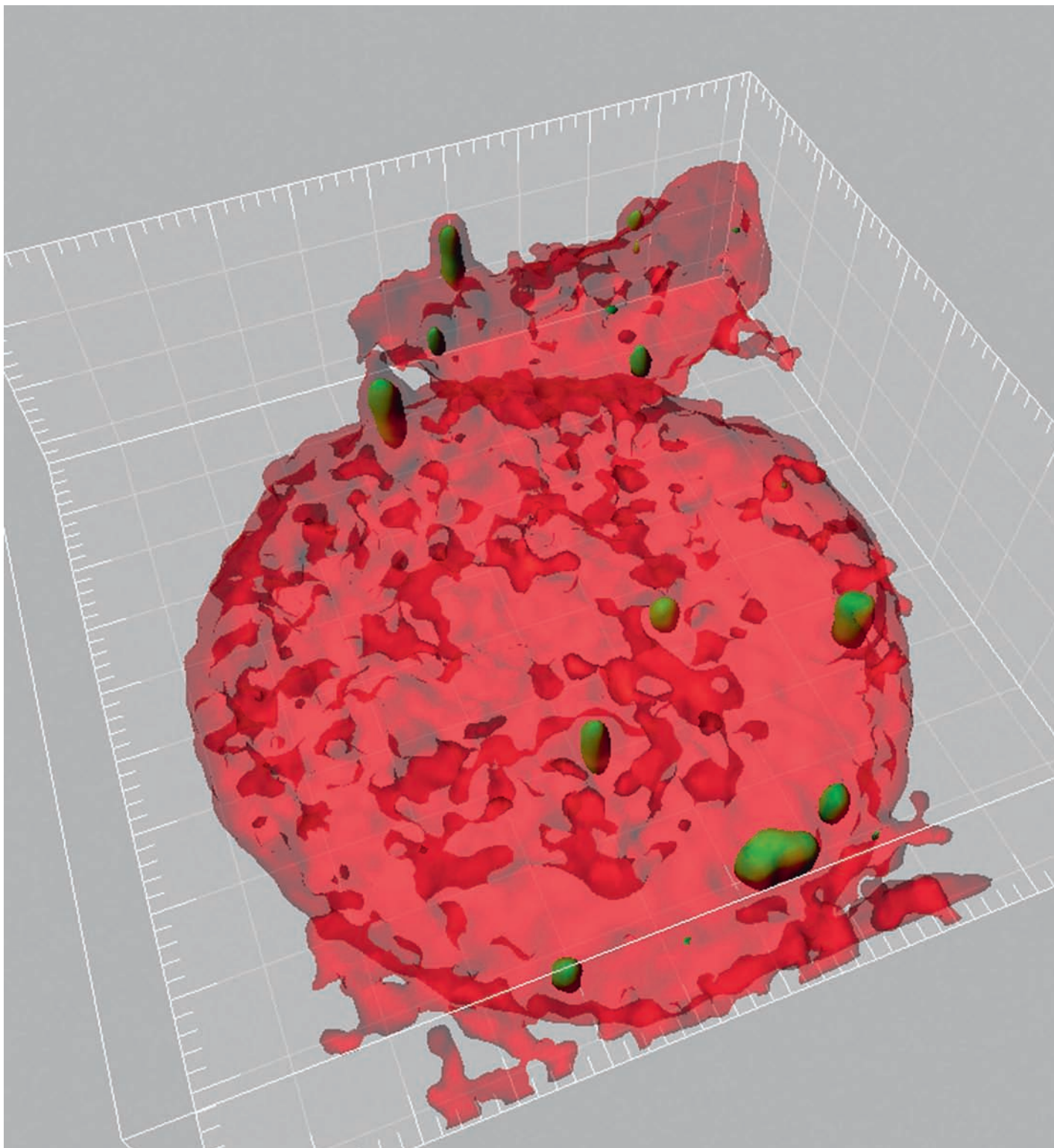
sich die Leute ernsthafte Sorgen machen. Doch die Zeitungsartikel lösten keine grössere Debatte aus, und das Thema war innert Tagen versandet. Die Leute reagieren im Moment einfach nicht auf die allenfalls bedenklichen Seiten der künstlichen Nanopartikel.

Halten Sie denn als Forscher zu stark mit Ihren Bedenken zurück?

Nein, im Gegenteil. Ich erkläre überall, wo die Gefahr liegt – in Gesprächen mit Politikerinnen und Politikern, bei öffentlichen Vorträgen und an Podiumsdiskussionen: Wenn Nanopartikel nicht fest in irgendeinem Material eingebunden sind, besteht ein Risiko, dass wir sie einatmen. Dann können sie über die Lunge ins Blut gelangen und sich im ganzen Organismus verteilen. Noch wissen wir nicht, welche Folgen das für die Gesundheit hat. Aber allein die Tatsache, dass Partikel in unseren Körper eindringen, ist problematisch. Ausserhalb der Wissenschaft und Verwaltung wird dies jedoch offenbar kaum zur Kenntnis genommen.

Laien sind wohl auch durch die widersprüchliche Beurteilung der Chancen und Risiken dieser Technologie verunsichert.

Seit gut einem Jahr bin auch ich enorm verunsichert. In Tierversuchen lässt sich nachweisen, dass Nanopartikel Gewebe und Zellen durchdringen und sich via Blut im ganzen Körper ausbreiten können – sogar im Hirn. Allerdings wissen wir noch nicht, wie dies genau geschieht. Unter Forschern wird seit Kurzem darüber gesprochen, dass Nanopartikel, die mit unserem Organismus in Kontakt kommen, von einer Proteinschicht überzogen werden. Das geschieht spätestens dann, wenn sie auf den oberflächenaktiven Film gelangen, der die ganze innere Lungenoberfläche überzieht. Über dieses



Nanopartikel können Gewebe und Zellen durchdringen und sich via Blut im ganzen Körper ausbreiten. Die mit dem Rasterlasermikroskop am Institut für Anatomie der Universität Bern realisierte Grossaufnahme von roten Blutzellen zeigt grüne Nanopartikel, welche in diese Zellen eingedrungen sind.

Bild: Barbara Rothen-Rutishauser, Institut für Anatomie, Universität Bern

sogenannte Coating der Partikel wissen wir noch sehr wenig. So ist unklar, wie es genau vor sich geht, ob der Proteinmantel beim Eindringen in die Zellen verändert wird und welche Bedeutung dies für das Funktionieren der Zellen hat. Hier liegt für mich die grösste Unsicherheit bezüglich der gesundheitlichen Risiken beim Umgang mit Nanopartikeln.

Was sagen Sie zu Studien, die nahelegen, Nanoröhrchen aus Kohlenstoff seien so gefährlich wie Asbest?

Von Asbestfasern ist bekannt, dass sie an der äusseren Lungenoberfläche zu krebserregenden Verände-

notungen enthalten, unterliegen beim Einatmen alle demselben physikalischen Mechanismus. Sie werden benetzt und dann in die Tiefe gegen das Lungengewebe verschoben.

Ist Feinstaub diesbezüglich also gleich gefährlich wie künstliche Nanopartikel?

Das ist praktisch dasselbe!

Wie problematisch ist der Nachweis von Nanopartikeln im Gehirn?

Wir konnten in meinem Labor mithilfe von modernsten Mikroskopen zeigen, dass Nanopartikel

«Ich habe gegenüber Nanoröhrchen aus Kohlenstoff grundsätzliche Bedenken – und zwar unabhängig von ihrer Form.»

Peter Gehr, Universität Bern

rungen führen können. Es gab nun Tierversuche mit synthetischen Kohlenstoffröhrchen, die von ihren Dimensionen her ähnlich strukturiert sind. Bei Experimenten in der Bauchhöhle von Mäusen kam es durch die eingeführten Partikel tatsächlich zu geschwulstartigen Vergrösserungen, die als Krebsvorläufer gelten. Hingegen bewirkten Kohlenstoffröhrchen, deren Form und Grösse nicht mit Asbestfasern zu vergleichen sind, keine solchen Veränderungen.

Ist dieses Ergebnis beruhigend oder besteht Anlass zur Sorge?

Ich habe gegenüber Nanoröhrchen aus Kohlenstoff grundsätzliche Bedenken – und zwar unabhängig von ihrer Form. Die Vorstellung, nano- oder mikrometergrosse Röhrchen einatmen zu müssen, macht mir Angst. Von solchen Szenarien sind wir übrigens gar nicht so weit entfernt. An einem Nanotechnologie-Kongress in Japan hat man kürzlich Pneus vorgestellt, denen Nanoröhrchen aus Kohlenstoff eine erhöhte Widerstandsfähigkeit verleihen sollen. Angenommen, alle Autos wären mit solchen Reifen unterwegs, hätten wir tatsächlich ein Problem. Der Gummi und die darin eingeschlossenen Nanopartikel werden abgerieben, verwittern und die Kohlenstoffröhrchen gelangen in die Luft. So unrealistisch ist diese Vorstellung nicht.

Bereits heute ist unsere Atemluft ja mit Feinstaub belastet. Wirken sich diese Partikel anders auf unsere Gesundheit aus als industriell hergestellte Nanopartikel?

Nein, denn das Hauptproblem beim Eindringen von festen Partikeln in unseren Organismus ist ihre Grösse. Sie ist viel wichtiger als die Form oder Art des Materials, aus dem sie hergestellt sind, wie wir an unserem Institut nachweisen konnten. Sogenannte PM10-Partikel, die viele Na-

in der Lunge die Luft-Blut-Schranke überwinden. Analog dazu können sie über die Blut-Hirn-Schranke auch ins Gehirngewebe gelangen, wie Forscherkollegen in Tierversuchen anhand von radioaktiven Substanzen nachgewiesen haben. Es handelt sich dabei zwar um verschwindend kleine Mengen, aber das sind doch Abertausende von Nanopartikeln, die auf diesem Weg ins Gehirn vordringen.

Könnte dies zu Schädigungen führen?

Ich kenne die Arbeit einer Kollegin, die in Mexiko City aufgewachsen ist und dann in den führenden Zentren für Umweltforschung in den USA gearbeitet hat. Sie hat Gehirne von Menschen untersucht, die an Alzheimer gestorben sind. Diese verglich sie mit dem Hirngewebe eines jungen Mannes, der sein Leben lang an einer dicht befahrenen Strasse in Mexiko City gewohnt hatte und dann bei einem Unfall ums Leben kam. Ich werde die verblüffenden Parallelen dieser Hirnaufnahmen nie mehr vergessen. In beiden Fällen zeigten sich dieselben entzündlichen Veränderungen des Hirns – sogenannte Beta-Amyloid-Platten –, die als Vorstufe von Alzheimer gelten. Sehr zugespitzt könnte man daraus folgern, die Luftverschmutzung führe zu Alzheimer.

Steht das fest?

Nein, für den Moment sind das Hypothesen. Aber es stellen sich tatsächlich verschiedene Forscher die Frage, ob die Umweltverschmutzung nicht eine Ursache von Alzheimer sein könnte. Wäre dies der Fall, dann mit grösster Wahrscheinlichkeit durch die Inhalation von Partikeln, die ins Blut gelangt sind und die Blut-Hirn-Schranke überwunden haben.

Interview: Kaspar Meuli

www.umwelt-schweiz.ch/magazin2010-3-07



KONTAKT
Peter Straehl
Sektion Luftqualität
BAFU
031 322 99 84
peter.straehl@bafu.admin.ch

Arbeitssicherheit ist das A und O

Die Nanotechnologie lockt Unternehmen mit einem riesigen Marktpotenzial. Doch die Fertigung und Verarbeitung der extrem kleinteiligen Nanomaterialien ist heikel. Bei der Firma Bühler Partec in Uzwil (SG), die seit 2007 Nanopartikel produziert, hat die Arbeitssicherheit deshalb höchste Priorität.

Die von Hans-Henning Homann in einem kleinen Fläschchen geschwenkte Flüssigkeit sieht aus wie gerührte Hefe. «So liefern wir unsere Fertigprodukte den Kunden aus», sagt der Leiter der Nanoproduktion beim Technologiekonzern Bühler Partec in Uzwil (SG). Doch die zähflüssige Dispersion wäre zum Backen denkbar ungeeignet. Es handelt sich um Oxilink, eine Eigenentwicklung der Firma. «Hier drin schweben die kleinsten Teilchen, welche sich mechanisch mahlen lassen.» Sie sind 10 000-mal kleiner als das Ausgangsprodukt – die wenige Tausendstel Meter dicken Körnchen des mehlähnlichen Pulvers Zinkoxid.

Das Material bietet einen hervorragenden Schutz vor UV-Strahlung und lässt sich vielseitig einsetzen, wenn es möglichst feinkörnig zur Verfügung steht. Dazu dürfen die Teilchen nicht grösser sein als einige Milliardstel Meter oder eben Nanometer. Dann sind sie unsichtbar und können etwa Sonnenschutzmitteln, Farblacken oder auch Kunststofffolien für die Landwirtschaft beigemischt werden, ohne dass man etwas davon sieht. Der Effekt ist verblüffend. In destilliertem Wasser mit Nanoteilchen bleibt ein Laserstrahl sichtbar, weil die kleinen Teile dessen Licht reflektieren. Das macht die Nanotechnologie für eine breite Palette von Anwendungen attraktiv.

Noch wenig sichere Erkenntnisse. Doch die Winzigkeit der Teilchen ist gleichzeitig auch ihre Crux. Wie wissenschaftliche Untersuchungen zeigen, können in der Luft schwebende Nanopartikel über die Atemwege bis in die feinsten Verästelungen der Lunge vordringen und von dort auch in den Blutkreislauf gelangen. Vor allem am Arbeitsplatz sind Schutzmassnahmen deshalb unerlässlich. Doch die rasante technologische Ent-

wicklung der vergangenen Jahre bedeutet für die Gesundheits- und Umweltbehörden eine grosse Herausforderung. Bislang gibt es keine einschlägigen Bestimmungen zur Sicherheit an Arbeitsplätzen, wo mit Nanoteilchen gearbeitet wird.

Ein Hauptgrund dafür ist, dass auch die entsprechende Risikoforschung noch nicht über gesicherte Erkenntnisse verfügt. Erst kürzlich konnte eine Studie immerhin die Befürchtung widerlegen, Nanopartikel würden über die Haut aufgenommen und dann bis ins Hirn transportiert. Für Hans-Henning Homann ist der Stand des Wissens das Mass aller Dinge in der Fertigung. «Noch vor drei Jahren, als wir hier die Produktion gestartet haben, lag die Zahl der Veröffentlichungen bei 300 – heute sind es über 600. Dies zeigt das grosse Interesse an gesicherten Erkenntnissen.»

Produktion nach Rezept. Für den Bühler-Konzern mit einem Jahresumsatz von 1,7 Milliarden Franken hat die Bühler Partec – bei jährlichen Einnahmen von 1 Million Franken – vorläufig noch eine geringe Bedeutung. Aber das wirtschaftliche Potenzial ist riesig, und die Konkurrenz bleibt vorerst überschaubar. Dies sei auch der Grund gewesen, die bisherige Firmenphilosophie zu ergänzen und selbst ein Produkt zu vermarkten, wo doch sonst ausschliesslich Anlagen gebaut, aber nicht selber betrieben würden, erklärt Pressesprecherin Corina Atzli.

Das technische Prinzip ist dasselbe wie beim Mahlen von Kakaobohnen oder Getreidekörnern. Es ist kaum zu glauben: Die Nanoteilchen sind das Ergebnis eines stundenlangen Zerreibens in einer mit ultraharten Kugeln gespickten Rührwerksmühle. «Feiner geht es nicht mehr», sagt Homann. «Wir sind nahe an den Atomen.» Der Herstellungsprozess dieser zähflüssigen Disper-



Der Technologiekonzern Bühler Partec in Uzwil (SG) mahlt handelsübliche Rohstoffe wie Zinkoxid zu Nanopulver, das als Ausgangsstoff für die Herstellung von Nanodispersionen verwendet wird. Zu ihrem Schutz tragen die Beschäftigten für einzelne Arbeitsschritte eine Staubmaske sowie Schutzbrille und Überkleid.

Alle Bilder: Stefan Bohrer



Handschuhe schützen die Beschäftigten bei Bühler Partec vor der stark austrocknenden Wirkung der zu mahlenden Pulver. Die in geschlossenen Systemen gefertigten Nanoprodukte werden grundsätzlich nur als Dispersionen (links) und nicht in Pulverform vertrieben. Für die Probenahme an der Rührwerkskugelmühle genügen Handschuhe, Schutzbrille, Überkleid und Sicherheitsschuhe als Arbeitsschutz.

sion wird auf einem mehrseitigen Dokument Arbeitsschritt für Arbeitsschritt ausführlich erläutert. Dem Mechaniker Hansueli Näf, einem von zwei Mitarbeitern in der Produktion, bleibt dabei wenig Spielraum. Die Mengen sind ebenso minutiös einzuhalten wie die Zeiten. Rund ein Tag vergeht, bis aus dem in Säcken angelieferten Rohmaterial die beigefarbene Dispersion entsteht. Sie ist wesentlich unproblematischer in der Handhabung als ein Pulver. Und die Kunden können die Flüssigkeit einfach in der benötigten Menge ihrem Produkt beimischen. Bei einer Produktionskapazität von rund 300 Kilo pro Tag erreicht der Jahresausstoss etwa 100 Tonnen.

Vergleichbar mit einem Chemiebetrieb. Die Arbeitssicherheit ist für Hans-Henning Homann bei jedem Handgriff das A und O. Dies beginnt schon bei der Einrichtung. Mit ihrem weissen Anstrich

sellschaft St.Gallen – speziell für in der Nanotechnologie tätige Betriebe entwickelt worden. Zum System gehört auch ein standardisierter Anforderungskatalog für die Zertifizierung. Als weltweit erstes Unternehmen hat Bühler Partec das eigene Risikomanagement nach diesen Anforderungen im Jahr 2007 vom TÜV Süd prüfen und zertifizieren lassen. Inzwischen sind im Rhythmus von einigen Monaten mehrere Nachprüfungen erfolgt. Heute sei dieses Verfahren so ausgereift, dass sich eine Neuprüfung nur noch alle drei Jahre aufdränge, sagt Hans-Henning Homann. Neben der ständigen Auswertung wissenschaftlicher Erkenntnisse werden laufend sämtliche Produkte und Prozesse kontrolliert. Für jedes Produkt erfolgt zudem eine Risikoprüfung.

Urs Fitze

www.umwelt-schweiz.ch/magazin2010-3-08

Alles, was Nanoteilchen enthalten kann, lagert man in Sicherheitsbehältern, die als Sondermüll entsorgt werden.

und den Oberlichtern strahlt die Produktionshalle Nüchternheit aus. Unbeaufsichtigt gelangen weder Mensch noch Material hinein oder hinaus. Wer hier indes extreme Schutzmassnahmen erwartet, sieht sich getäuscht. «Im Wesentlichen gelten ähnliche Regeln wie in einem Chemiebetrieb», sagt Homann, der jahrelang für ein grosses Basler Chemieunternehmen gearbeitet hat. Die Beschäftigten tragen Spezialschuhe, Arbeitsjacken, Schutzbrillen und – wenn sie mit Nanomaterialien in Berührung kommen könnten – auch Latex-Handschuhe. Am heikelsten ist das Einfüllen des Rohmaterials in die Mühle. Dann zieht sich Hansueli Näf einen Overall über und trägt eine Atemmaske. Ein eigens entwickeltes Prüfgerät kann dabei die Partikelbelastung vor Ort messen. «Wir liegen um einen Faktor 70 unter den Empfehlungen der einschlägigen internationalen Norm», sagt Hans-Henning Homann. Und wie wird die Umwelt geschützt? «Abwässer gelangen in das hausinterne Kanalisationssystem und werden in zwei Stufen geprüft und gereinigt.» Alles, was Nanoteilchen enthalten könne, lagere man zudem in Sicherheitsbehältern, die als Sondermüll entsorgt würden.

Zertifiziertes Risikomanagement. Grundlage dieser Massnahmen bildet das zertifizierte Risikomanagementsystem von Bühler Partec. Dabei gelangt erstmals das System «Cenarios» zur Anwendung. Es ist – in Zusammenarbeit mit der deutschen Dienstleistungsfirma TÜV Süd und dem Beratungsunternehmen Innovationsge-

Noch kein Grenzwert für Nanopartikel

Rund 1300 Beschäftigte in der Schweiz arbeiten gemäss einer repräsentativen Umfrage aus dem Jahr 2007 direkt mit Anwendungen von Nanopartikeln. Betroffen sind vor allem die Branchen Chemie, Elektrotechnik sowie Automobilzulieferer. Weit häufiger fallen Nanopartikel indes als Nebenprodukte an – so etwa beim Schweissen oder bei anderen thermischen Schneidverfahren. Laut der Schweizerischen Unfallversicherungsanstalt (Suva) lässt sich aufgrund der bisherigen Untersuchungen aus arbeitsmedizinisch-toxikologischer Sicht noch kein Grenzwert für Nanopartikel begründen. Bis 2011 sollen jedoch Richtwerte vorliegen.

Grundsätzlich gelten aber auch für Nanomaterialien die einschlägigen gesetzlichen Regelungen für das Inverkehrbringen von Stoffen und Zubereitungen. So sind diese bezüglich ihrer Eigenschaften zu beurteilen, und die Abnehmer gefährlicher Stoffe müssen über alle erforderlichen Vorsichts- und Schutzmassnahmen informiert werden. Eine eigentliche Deklarationspflicht für Nanopartikel besteht gegenwärtig noch nicht. Am Arbeitsplatz ist der Arbeitgeber freilich verpflichtet, alle Massnahmen zu treffen, die aufgrund der Eigenschaften gefährlicher Stoffe notwendig sind.

KONTAKT

Andreas Weber, siehe Seite 11

Bedachter Umgang mit der Unsicherheit

Die möglichen schädlichen Auswirkungen von synthetischen Nanomaterialien auf Umwelt und Gesundheit sind erst teilweise erforscht. Wie gehen die Behörden mit dieser Unsicherheit um? Das BAFU erarbeitet unter anderem Grundlagen für die Störfallvorsorge und für eine sichere Entsorgung.

Verarbeitetes Aluminium ist eigentlich ein harmloses Metall. Doch liegt das Element in Form von Nanopartikeln vor, so können diese beim Kontakt mit Luft eine Zündquelle bilden und einen Brand oder eine Explosion auslösen. Aufgrund dieser Eigenschaft fallen solche Nanomaterialien in die Kategorie der selbstentzündlichen Stoffe, für die in der Schweiz eine Mengenschwelle von 20 000 Kilogramm gilt. Alle Betriebe, welche höhere Mengen lagern, unterstehen der Störfallverordnung (StFV). Diese soll Bevölkerung und Umwelt vor schweren Schädigungen durch ausserordentliche Ereignisse schützen, die beim Betrieb von Anlagen entstehen können. Wenn beispielsweise eine Explosion auf einem Firmengelände im ungünstigsten Fall mehr als 10 Todesopfer ausserhalb des Betriebsareals fordern kann, muss das betroffene Unternehmen die möglichen Störfallrisiken im Detail ermitteln und den Behörden zur Beurteilung einreichen.

Studie zu den Störfallrisiken. Als zuständiges Bundesamt für die Oberaufsicht über den Vollzug der StFV verfolgt das BAFU laufend die Entwicklungen im Bereich der chemischen Risiken. «In dieser Funktion haben wir auch prüfen lassen, ob sich aufgrund der Brand- und Explosionseigenschaften von synthetischen Nanomaterialien neue Kriterien für die Bestimmung der Mengenschwellen in der Störfallverordnung aufdrängen», erläutert der Chemiker Martin Merkofer von der Sektion Störfall- und Erdbebenvorsorge beim BAFU.

Im Rahmen des vom Bundesrat verabschiedeten Aktionsplans hat das beauftragte Sicherheitsinstitut eine entsprechende Literaturstudie

erstellt. Dabei konzentrierten sich die Abklärungen auf die bereits untersuchten Nanopartikel aus Aluminium und Kohlenstoff. Gemäss der Studie kann sich die minimale Zündenergie von Stoffen im Nanomassstab von derjenigen konventioneller Metallstäube unterscheiden. Letztere können bei Luftkontakt ebenfalls in Flammen aufgehen, aber aufgrund der geringen Zündenergien verhalten sich zum Beispiel Nanopartikel aus Kohlenstoff und Aluminium bezüglich ihrer Explosionseigenschaften nicht wesentlich anders als Stäube derselben Stoffe, die wegen ihrer Teilchengrösse nicht als Nanomaterialien gelten. «Für eine abschliessende Beurteilung liegen zwar gegenwärtig noch zu wenig Grundlagendaten vor, doch die bisherigen Erkenntnisse geben uns vorderhand keinen Anlass, um für Nanomaterialien im Rahmen der Störfallverordnung spezifische Regelungen bezüglich der Brand- und Explosionseigenschaften zu treffen», folgert Martin Merkofer. Die grundsätzlichen Vorschriften der StFV gelten sowohl für brandgefährliche Stoffe wie auch für oxidierbare Nanopartikel. Zudem sind bei Lagern mit selbstentzündlichen Stoffen generell die Vorgaben aus den Brandschutzrichtlinien der Vereinigung Kantonalen Feuerversicherungen (VKF) umzusetzen.

Weitere Abklärungen folgen. Aufgrund der bisherigen Abklärungen geht das BAFU davon aus, dass ein Grossteil der ungefähr 600 Betriebe, die in der Schweiz heute mit Nanomaterialien arbeiten, keine oder nur geringe Mengen an oxidierbaren Partikeln verwenden. Mit zunehmender Verbreitung der Nanotechnologie werden sich die eingesetzten Partikel und deren Mengen aber ändern. «Aus heutiger Sicht hält sich das

Störfallrisiko durch Brände oder Explosionen zwar in Grenzen, doch wir müssen die künftige Entwicklung genau verfolgen», sagt Martin Merkofer. Die Studie enthält keine Aussagen zu den Auswirkungen einer denkbaren Freisetzung von Nanopartikeln auf die menschliche Gesundheit oder auf die Umwelt, weil die erforderlichen wissenschaftlichen Grundlagen zur Toxikologie und Ökotoxikologie auf internationaler Ebene erst erarbeitet werden. Diese für die Störfallvorsorge wichtigen Bereiche will das BAFU nach Vorliegen ausreichender Daten ebenfalls untersuchen.

Korrekte Entsorgung von Nanoabfällen. Potenzielle Gefahren durch synthetische Nanomaterialien bestehen jedoch nicht nur am Anfang der Produktionskette, sondern auch bei der Entsorgung solcher Materialien. «Hier liegt das Risiko vor allem in einer unkontrollierten Freisetzung von gesundheitsschädigenden oder umweltgefährdenden Partikeln durch einen unsachgemässen Umgang mit Nanoabfällen», erklärt André Hauser von der BAFU-Sektion Abfallverwertung und -behandlung. Um Produzenten, Verarbeiter

vom BAFU entwickelter Vorsorgeraster hilft den Unternehmen, potenzielle Risikoquellen durch Nanomaterialien bei der Produktion, Verarbeitung und Entsorgung rechtzeitig zu erkennen. «Rückstände mit erheblichem Risikopotenzial oder unbekannter Wirkung müssen bei jedem Arbeitsschritt so behandelt werden, dass die Belastung der Beschäftigten, eine Freisetzung von Nanomaterialien in Form von Stäuben oder Aerosolen sowie weitere Emissionen in die Umwelt so gering wie möglich ausfallen», sagt André Hauser. Dazu sind unter anderem die von der Schweizerischen Unfallversicherungsanstalt (Suva) zum Schutz der Beschäftigten empfohlenen Massnahmen zu treffen. Sie umfassen technische, organisatorische und personenbezogene Vorkehrungen, wie zum Beispiel das Tragen einer Schutzkleidung mit Kapuze sowie die Ausrüstung mit Atemschutz und geschlossener Schutzbrille. Um das Risikopotenzial bei den Abnehmern zu reduzieren, sollen die Betriebe ihre zur externen Entsorgung vorgesehenen Produktionsrückstände zudem nach Möglichkeit nicht in Pulverform abgeben. Der Begleitschein für

Potenzielle Gefahren durch synthetische Nanomaterialien bestehen nicht nur am Anfang der Produktionskette, sondern auch bei der Entsorgung solcher Materialien.

und die Abfallbranche für diese Problematik zu sensibilisieren, hat eine vom BAFU initiierte Arbeitsgruppe eine Wegleitung zur umweltverträglichen und sicheren Entsorgung von Nanoabfällen erstellt. Die praxisorientierte Vollzugshilfe zeigt betroffenen Industrie- und Gewerbebetrieben auf, wie sie Rückstände von reinen Nanopartikeln sowie entsprechend verunreinigte Gegenstände behandeln, weitergeben und entsorgen sollen.

So wird etwa empfohlen, geeignete Nanoabfälle nach Möglichkeit direkt am Entstehungsort weiterzubearbeiten, damit sie ihre Nanostruktur verlieren. Beispielsweise lassen sich metallische Partikel in geeigneten Säuren auflösen, während durch Sinterung von Oxiden bei erhöhten Temperaturen grössere Teilchen entstehen, die nicht mehr Nanocharakter aufweisen.

Möglichst geringe Emissionen als Ziel. Nanoabfälle mit ungebundenen Partikeln gelten gemäss der Wegleitung als Sonderabfall, wenn sich negative Auswirkungen auf Gesundheit, Sicherheit und Umwelt aufgrund ihrer nanospezifischen Eigenschaften nicht ausschliessen lassen oder sofern die möglichen Folgen unbekannt sind. Ein vom Bundesamt für Gesundheit (BAG) und

Sonderabfälle sorgt dafür, dass die Entsorgungsunternehmen alle notwendigen Informationen erhalten.

Als Sonderabfälle geltende Nanomaterialien dürfen weder im Hauskehricht oder Gewerbeabfall landen noch in die Kanalisation eingeleitet oder mit anderen Sonderabfällen vermischt werden. Von einer Beseitigung in Kehrichtverbrennungsanlagen (KVA) ist abzuraten, weil heute noch zu wenig über das Verhalten von hohen Konzentrationen an ungebundenen Nanopartikeln im Feuerraum und in der Rauchgasreinigung von KVA bekannt ist. Um solche Kenntnislücken zu schliessen, soll ein Forschungsprojekt des BAFU aufzeigen, wie man Nanoabfälle mit praktikablen Methoden ohne Risiken für Gesundheit und Umwelt entsorgen oder verwerten kann. Bis es so weit ist, schlägt die Vollzugshilfe vor, jeweils die bekannten Entsorgungsverfahren für Sonderabfälle – wie etwa die Hochtemperaturverbrennung in Spezialöfen – anzuwenden. Die Wirksamkeit der aufgrund von technischen Überlegungen geeigneten Methode ist dabei allenfalls mit vorgängigen Tests nachzuweisen.

Beat Jordi

www.umwelt-schweiz.ch/magazin2010-3-09



KONTAKTE
Martin Merkofer (links)
(Störfallvorsorge)
Sektion Störfall- und
Erdbebenvorsorge, BAFU
031 325 10 93
martin.merkofer@bafu.admin.ch

André Hauser (Entsorgung)
Sektion Abfallverwertung und
-behandlung, BAFU
031 323 13 35
andre.hauser@bafu.admin.ch



Produktionsabfälle wie Lösungsmittel, die bei der Reinigung der Anlagen zur Herstellung von Nanomaterialien anfallen, werden bei Bühler Partec in Metallcontainern gesammelt und nach Bedarf von einem externen Entsorgungsunternehmen abgeholt. Die Nanoproduktion in Uzwil (SG) verfügt über ein eigenes Sammelsystem ohne Anschluss an den Abwasserkanal. Im Fall einer Havarie gelangen auslaufende Substanzen somit nicht in die Kanalisation, sondern werden ebenfalls in Container abgefüllt und fachgerecht als Sonderabfall entsorgt.

Alle Bilder: Stefan Bohrer

Erfahrungsaustausch über die Grenzen

Die Schweiz setzt sich auf internationaler Ebene dafür ein, dass die möglichen Vorteile der Nanotechnologie auch Entwicklungs- und Schwellenländern zugute kommen. Gleichzeitig soll der weltweite Austausch von technischem Know-how überall einen verantwortungsvollen Umgang mit den potenziellen Risiken dieser neuen Technologie fördern.

«Die Erarbeitung von staatlichen Strategien für einen verantwortungsbewussten Umgang mit synthetischen Nanomaterialien ist entscheidend für den Erfolg dieser Technologie und für die Nutzung ihres Potenzials im Interesse einer nachhaltigen Entwicklung», stellt der Chemiker Georg Karlaganis fest. Als Chef der BAFU-Abteilung Stoffe, Boden, Biotechnologie hat er sich während Jahren intensiv mit dieser Thematik befasst. Seit der Pensionierung beim Bund profitiert nun vor allem das Forschungs- und Ausbildungsinstitut der Vereinten Nationen (UNITAR) von seinem vielfältigen Know-how im Bereich der Nanotechnologie.

Ein Hauptziel der UNO-Institution, die ihren Sitz im Internationalen Umwelthaus bei Genf hat, ist die Aus- und Weiterbildung von Verwaltungspersonal und Regierungsstellen in Entwicklungsländern. Seit Herbst 2009 führt UNITAR in Zusammenarbeit mit der Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (OECD) weltweit regionale Sensibilisierungs-Workshops durch, um Vertreterinnen und Vertreter solcher Staaten über die Chancen und Risiken der Nanomaterialien aufzuklären. «Das Interesse an diesen Veranstaltungen ist enorm, denn die angesprochenen Umwelt- und Gesundheitsbehörden kennen die Problematik oft nur vom Hörensagen», konstatiert Georg Karlaganis. Der Mangel an Wissen, fehlende Mess- und Testverfahren sowie bestehende Lücken in der Gesetzgebung könnten zu unbeachteten Risiken für die menschliche Gesundheit und die Umwelt

führen, erklärt er Interessierten rund um den Globus. «Damit solche Gefahren sinnvolle Innovationen letztlich nicht behindern, braucht es weltweit ein vorsorgliches Risikomanagement – ohne doppelte Standards mit klaffenden Unterschieden zwischen den behördlichen Vorgaben von Industrie- und Entwicklungsländern.»

Engagement für die globale Chemikalienstrategie. Die Schweiz hat eine erste Serie solcher Workshops zur Nanotechnologie in allen UN-Regionen sowie im arabischen Raum massgeblich mitfinanziert und beteiligt sich jetzt auch an einer zweiten Informationskampagne. «Wir möchten damit unter anderem Verständnis für die Herausforderungen auf nationaler Ebene schaffen und aufzeigen, wie sich eine entsprechende Politik entwickeln lässt», erläutert Gabi Eigenmann von der Abteilung Internationales beim BAFU. In diesem Rahmen sollen ausgewählte Pilotländer auch bei der Erarbeitung von nationalen Arbeitsprogrammen unterstützt werden. «Gleichzeitig geht es darum, die angestrebten globalen Ziele für einen nachhaltigen Umgang mit der Nanotechnologie darzulegen.»

Die entsprechenden Aktivitäten sind Teil des schweizerischen Engagements für eine effiziente, kohärente und koordinierte Chemikalien- und Abfallpolitik auf internationaler Ebene. Damit sollen unter anderem möglichst einheitliche Voraussetzungen und rechtliche Grundlagen für ein funktionierendes Risikomanagement von Chemikalien geschaffen werden, um eine Verla-



Rund um den Globus beteiligt sich die Schweiz an der Aufklärung von Regierungsstellen aus Entwicklungs- und Schwellenländern über das Risikomanagement im Umgang mit der Nanotechnologie. Hier engagiert sich der ehemalige BAFU-Abteilungschef Georg Karlaganis (zweiter von rechts) an einem Workshop der internationalen Organisationen UNITAR und OECD für die afrikanischen Staaten in Abidjan an der Elfenbeinküste.

Bild: UNITAR

gerung unerwünschter Risiken in benachteiligte Gebiete zu verhindern.

Die Schweiz als Schrittmacherin. An der zweiten Internationalen Chemikalienkonferenz (ICCM 2), die im Mai 2009 in Genf stattfand, hat das BAFU gemeinsam mit den USA eine Führungsrolle übernommen, um das Thema Nanotechnologie auf weltweiter Ebene einzubringen und die globale Chemikalienstrategie (SAICM) auch in dieser Beziehung weiterzuentwickeln. Eine von der Schweiz massgeblich mitgestaltete und an der ICCM 2 verabschiedete Resolution betont die besondere Verantwortung der Industriestaaten gegenüber den Entwicklungs- und Schwellenländern. Letztere benötigten fachliche und finanzielle Unterstützung, damit sie sich das erforderliche Know-how aneignen, vom potenziellen Nutzen der Nanomaterialien profitieren und die Risiken minimieren könnten. Die Resolution unterstreicht dabei auch die Verantwortung für die Sicherheit der Beschäftigten und empfiehlt die Förderung der Risikoforschung sowie rechtliche, freiwillige und partnerschaftliche Massnahmen, um einen sicheren Umgang mit der aufkommenden Technologie zu begünstigen.

Koordinierte Risikoforschung. Angesichts der bestehenden Kenntnislücken und der Vielfalt an synthetischen Nanomaterialien drängt sich auch bei der Risikoforschung eine internationale Kooperation auf. «Die Erarbeitung von Entscheidungsgrundlagen für die Störfallvorsorge beim

Umgang mit solchen Chemikalien würde die Ressourcen eines einzelnen Landes sprengen», erklärt Martin Merkofer von der BAFU-Sektion Störfall- und Erdbebenvorsorge. Die Schweiz engagiert sich deshalb innerhalb der OECD aktiv für eine grenzüberschreitende Zusammenarbeit und ist mit der Leitung eines von ihr vorgeschlagenen Projekts zur gemeinsamen Untersuchung der Störfallrisiken betraut.

Im Rahmen der Internationalen Organisation für Normung (ISO) beteiligt sich die Schweiz zudem an der Entwicklung einer standardisierten Terminologie für Nanomaterialien, von entsprechenden Normen für den Schutz am Arbeitsplatz sowie von harmonisierten Messmethoden und Testrichtlinien.

Dem gegenseitigen Erfahrungsaustausch dient auch ein von der Schweiz initiiertes Netzwerk mit Umwelt- und Gesundheitsbehörden aus den deutschsprachigen Ländern Deutschland, Österreich und Liechtenstein. Die vier Staaten organisieren gemeinsam regelmässige Informationstreffen zu wichtigen Fragen rund um die Nanotechnologie – so etwa zu den Themen Sicherheitsdatenblätter, Öffentlichkeitsarbeit oder Versicherbarkeit möglicher Risiken. Dadurch erhält die Schweiz auch raschen Zugang zu Informationen über wichtige Entwicklungen innerhalb der Europäischen Union.



KONTAKT
Gabi Eigenmann
Sektion Globales
Abteilung Internationales
BAFU
031 322 93 03
gabi.eigenmann@bafu.admin.ch

Beat Jordi

www.umwelt-schweiz.ch/magazin2010-3-10

Medizin auf den Punkt gebracht

Alle wesentlichen Vorgänge des menschlichen Stoffwechsels spielen sich in der Nanodimension ab. Wer sie versteht und gezielt beeinflussen kann, hält den Schlüssel zur Lösung vieler medizinischer Probleme in der Hand. Aus ethischer Sicht sollten die Vor- und Nachteile der neu entwickelten Nanosubstanzen und Verfahren allerdings umfassend abgewogen werden.

Nanotechnologische Anwendungen sind häufig nur schwer von anderen technischen Verfahren abzugrenzen. Oft bringen sie nämlich nichts grundsätzlich Neues, sondern verbessern einzig herkömmliche Produkte. In der Medizin etwa können nanoskalige Beschichtungen helfen, dass Prothesen – wie Hüftgelenke aus Stahl oder Zahnimplantate aus Titan – vom Körper besser getragen und weniger rasch abgenutzt werden.

Kaum in die Schranken zu weisen. In eine Schicht eingebundene Nanopartikel gelten als vergleichsweise wenig riskant. Dennoch gibt es offene Fragen. So verliert etwa ein Implantat, das dauerhaft im Körper verbleibt, durch den Abrieb ständig Partikel. Je nach Grösse können diese in die Blutbahn gelangen und natürliche Schranken im Körper – wie zum Beispiel die Plazenta – überwinden. Forscher aus Louisiana (USA) entdeckten im Blut von Neugeborenen Spuren der Metalle Kobalt und Chrom, die aus dem künstlichen Hüftgelenk der Mutter stammten.

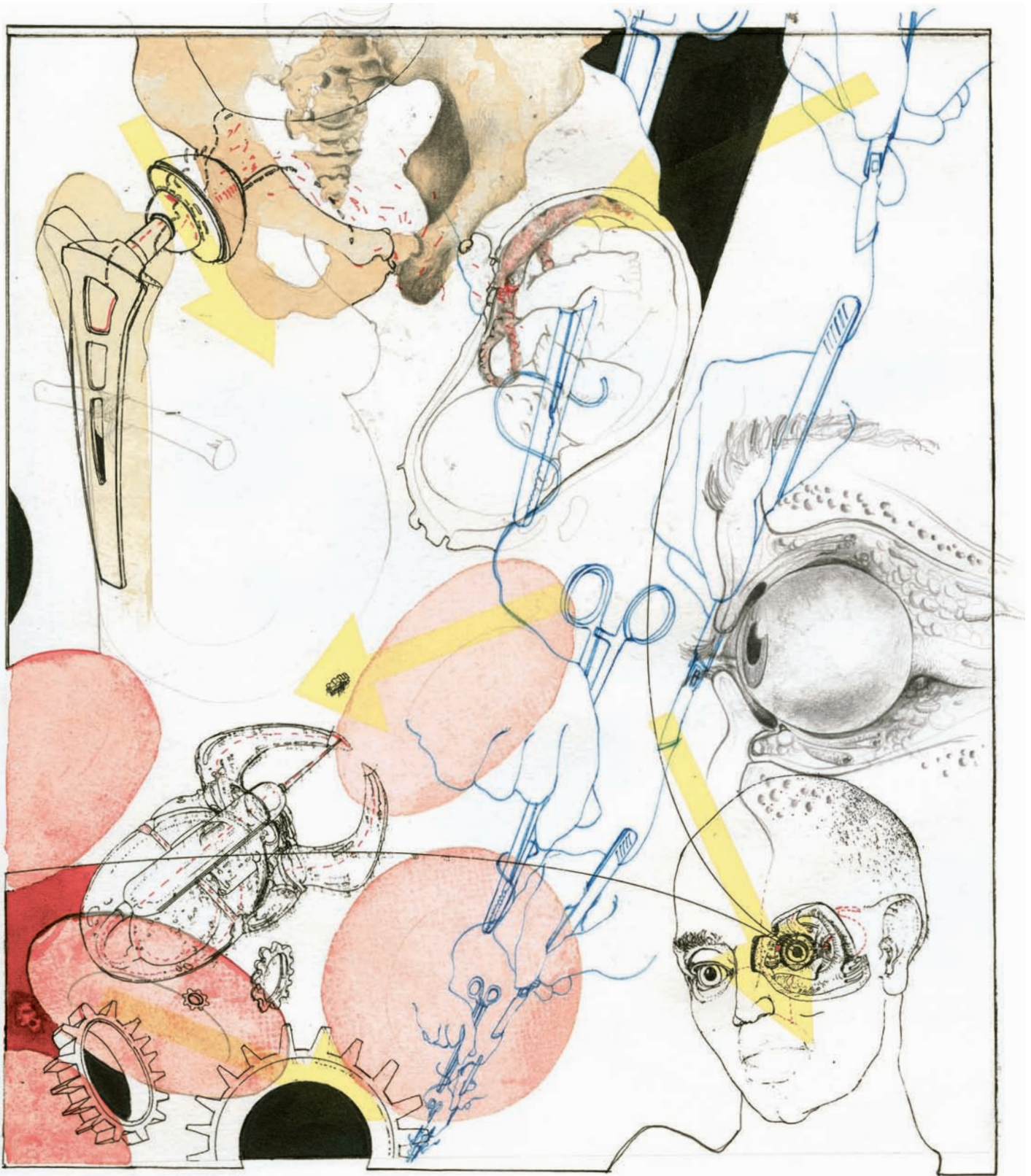
Wie neuste Untersuchungen der Eidgenössischen Materialprüfungs- und Forschungsanstalt (Empa) bestätigen, schirmt die Plazenta den kindlichen Kreislauf nicht vollständig von Nanoteilchen ab: Im Rahmen einer Simulation beobachteten die Wissenschaftler, dass 200 bis 300 Nanometer kleine Partikel die Plazenta durchdringen können.

Dass ungeborene Kinder von einer medizinischen Behandlung der Mutter mitbetroffen sind, ist freilich ein Dilemma, das sich nicht nur in der Nanomedizin stellt. «Um eine ethische Abklärung vornehmen zu können, muss ich wissen, ob ein Nanomaterial überhaupt Risiken für das Kind birgt», erläutert der Ethiker Andreas Bachmann von der Sektion Biotechnologie beim BAFU. Im Auftrag der Eidgenössischen Ethikkommission für die Biotechnologie im Ausser-

humanbereich (EKAH) hat er früher verschiedene Gutachten zum Thema erstellt. «Nur weil etwas Nano heisst, muss es ja nicht zwangsläufig gefährlich sein.» Im Fall einer Schwangeren und ihres Fötus ist ausserdem der moralische Status der Betroffenen mitzubedenken. «Ein Embryo hat möglicherweise einen anderen Stellenwert als das Neugeborene oder die Mutter.» Anschliessend verfährt der Ethiker nach der üblichen gedanklichen Systematik: «Man muss Szenarien kennen und die Wahrscheinlichkeit, mit der sie eintreten könnten – nur so lässt sich ein Schaden abschätzen.» Falls keine entsprechenden Angaben vorliegen, fordert Andreas Bachmann, dem Vorsorgeprinzip zu folgen: «Solange wir das Risiko nicht kennen, dürfen wir Dritte keiner Gefahr aussetzen.»

Zielgenaue Eingriffe. Wenn auf molekularer Ebene buchstäblich mit kleinsten Instrumenten operiert werden kann, steigt die Zielsicherheit des medizinischen Eingriffs. Geforscht wird beispielsweise an winzigen Transportbehältern, die therapeutische Substanzen punktgenau dorthin bringen, wo sie ihre Wirkung entfalten sollen. Das Grundprinzip besteht: Ein Wirkstoff, den der Körper sonst schlecht aufnimmt oder gar abbaut, noch bevor er sein Ziel erreicht hat, wird in Nanocontainer eingekapselt. Diese sind so winzig, dass sie von der Immunabwehr des Körpers nicht erkannt werden und bei Bedarf sogar die Blut-Hirn-Schranke zu überwinden vermögen.

Die Nanotechnik kann auch dort zum Einsatz kommen, wo bisher Skalpell und Bestrahlung unumgänglich waren – etwa bei der Krebsbehandlung, wo es besonders wichtig ist, krankes Gewebe möglichst vollständig zu entfernen und dabei gesunde Zellen zu schonen. Für Schlagzeilen sorgte die am Berliner Universitätsklinikum Charité entwickelte Magnetflüssigkeits-



Abgeriebene Metallpartikel aus künstlichen Gelenken von Schwangeren können über die Plazenta auch ins Blut der Föten gelangen. Die potenziellen Möglichkeiten der Nanomedizin umfassen ein breites Spektrum von der frühzeitigen Krankheitsdiagnose über die gezielte Bekämpfung von Krebszellen bis hin zur Leistungssteigerung des zentralen Nervensystems – etwa durch Sehprothesen. Darstellung der Thematik aus Sicht des Zürcher Illustrators Lorenz Meier.

Hyperthermie. Eine Hauptrolle spielen dabei in einer Zuckerhülle eingekapselte Nanoteilchen aus Eisenoxid, die man direkt in eine Geschwulst injiziert. Über ein Magnetfeld werden die nanoskaligen Partikel anschliessend erhitzt, wobei sie weit höhere Temperaturen erreichen als Eisenoxidteilchen grösserer Dimensionen. Dadurch kann die Medizin Krebszellen ziel sicher abtöten. In klinischen Studien ist das neue Verfahren bisher insbesondere bei bösartigen Hirntumoren erfolgreich erprobt worden.

Ein Anflug von Science-Fiction. Dereinst könnten sich allerdings zielgenaue Eingriffe ins Gehirn nicht nur mit der Therapie von Krankheiten bescheiden, sondern gar auf die allgemeine Leistungssteigerung unseres zentralen Nervensystems abzielen. So spekulieren Futurologen beispielsweise über neuronale Sehprothesen, die pro Sekunde mehr Bilder verarbeiten als die natürlichen Lichtsinneszellen und damit die Reaktionsfähigkeit erhöhen könnten.

In der Science-Fiction-Literatur ist der nanotechnisch zum «Cyborg» aufgerüstete Mensch eine gängige Vorstellung. Wenn auch bizarr,

medizinische Diagnostik zu revolutionieren, weil Nanosensoren bereits kleinste Veränderungen im Gewebe nachweisen könnten, noch bevor erste Krankheitssymptome auftreten. Ein weiteres mögliches Einsatzgebiet für Nanosensoren ist die kontinuierliche medizinische Überwachung. Winzige Messgeräte könnten beispielsweise die Blutwerte schwangerer Frauen oder den Blutzuckerspiegel von Diabetikern kontrollieren. Es wäre sogar denkbar, Nanosensoren mit einer implantierten Insulinpumpe zu verbinden, die automatisch vermehrt Insulin ausschüttet, sobald der Blutzuckerspiegel über einen bestimmten Wert steigt.

Wo allerdings persönliche Daten in grossen Mengen anfallen, gerät die Privatsphäre in Gefahr. Wenn sich der Lebensstil von Menschen an den Kenngrössen ihres Stoffwechsels ablesen lässt, werden sie erpressbar – etwa von Krankenversicherungen, die ihre Prämien davon abhängig machen möchten, dass sich ihre Kunden gesund ernähren und nicht für schwere Krankheiten prädisponiert sind. Auch die Fortschritte in der Diagnostik haben zwei Seiten. Wenn Krankheiten nämlich immer häufiger voraus-

Nanotechnik hat das Potenzial, auch die medizinische Diagnostik zu revolutionieren, weil Nanosensoren bereits kleinste Veränderungen im Gewebe nachweisen können, noch bevor erste Krankheitssymptome auftreten.

ist die Mischung von Organismus und Maschine nicht als solche ethisch bedenklich. «Wieso nicht, solange es sich um urteilsfähige Menschen handelt, die ihre geistige Leistungsfähigkeit steigern wollen?», meint Andreas Bachmann. Individuelle Leistungsvorteile durch neue Technologien sollten jedoch allen Personen zugänglich sein, welche dies wünschen – und zwar unabhängig von ihren materiellen Möglichkeiten. Wenn nanotechnisch erzeugte Leistungssteigerungen nur einer finanzkräftigen Kundschaft zur Verfügung stehen, würde das Gebot der gesellschaftlichen Fairness verletzt. «Selbst dann wäre ein Verbot aber nicht die einzig mögliche Konsequenz. Die legale Freigabe und ein gesicherter Zugang für alle könnte auch ein Weg sein», sagt Andreas Bachmann. Andererseits darf daraus kein Zwang entstehen, denn die Gesellschaft hat es zu respektieren, wenn einzelne Menschen in eigener Verantwortung auf bestimmte technologische Vorteile verzichten wollen.

gesehen werden, noch bevor sie überhaupt ausbrechen oder ohne dass es eine Therapie dafür gibt, dürfte dies nicht ohne Auswirkungen auf das Körperbild und das Lebensgefühl der Menschen bleiben.

Jeden Fall einzeln beurteilen. Der medizinische Einsatz der Nanotechnik mag neu sein – die damit verbundenen ethischen Aspekte sind es nicht. «Es gibt keine grundsätzlich neuen ethischen Fragen in diesem Bereich», stellt Andreas Bachmann fest. «Vielmehr geht es darum, die bekannten ethischen Regeln – wie etwa die Prinzipien der Vorsorge und der Solidarität – in Bezug auf Probleme in der Nanotechnik zu spezifizieren. Das ist durchaus sinnvoll, aber nichts irgendwie Revolutionäres.» So spricht er sich denn auch gegen eine spezielle Nanoethik aus, wie sie von gewissen Nichtregierungsorganisationen gefordert wird. Wichtig ist aus seiner Sicht vielmehr, dass jede Anwendung gesondert und im möglichst vollständigen Wissen um ihre potenziellen Folgen beurteilt wird.

Lucienne Rey

www.umwelt-schweiz.ch/magazin2010-3-11



KONTAKT
Andreas Bachmann
Sektion Biotechnologie
BAFU
031 324 25 50
andreas.bachmann@bafu.admin.ch

Mehr wissen – aber nicht unbedingt mehr können.
Nanotechnik hat das Potenzial, auch die medi-

Umweltrelevante Pläne frühzeitig prüfen

Die Strategische Umweltprüfung (SUP) ermittelt die Umweltauswirkungen eines Programms oder eines Plans. Im Gegensatz zur Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) untersucht die SUP die Auswirkungen weniger detailliert, dafür aber breiter, und zeigt auch mögliche Alternativen und Varianten auf. Die SUP kommt vorab bei Plänen und Programmen zum Einsatz, die den Rahmen für künftige UVP-pflichtige Projekte setzen oder Bereiche wie Verkehr, Energie, Landwirtschaft oder Tourismus betreffen. Sie wurde in den letzten Jahren in allen Nachbarländern der Schweiz und in der Europäischen Union gesetzlich verankert. Im Mai 2003 wurde das «SUP-Protokoll» der Wirtschaftskommission für Europa der Vereinten Nationen (UNECE) an der Paneuropäischen Umweltministerkonferenz in Kiew (Ukraine) von 35 Staaten und der Europäischen Kommission unterzeichnet. Das Protokoll trat am 11. Juli 2010 in Kraft, nachdem es von genügend Staaten ratifiziert worden war.

Die Schweiz hat das Protokoll noch nicht ratifiziert. Allerdings ist im Kanton Genf die SUP für ausgewählte Pläne bereits gesetzlich verankert und wird angewendet. Auf freiwilliger Basis ist sie auch schon im Kanton Waadt durchgeführt worden. Auf Bundesebene wird im Rahmen der Bestrebungen, die Bereiche Umweltschutz und Raumplanung besser zu koordinieren, eine Wirkungsbeurteilung vorgeschlagen. Sie vereint die Anliegen der Nachhaltigkeitsbeurteilung (NHB) und der SUP. Das BAFU und das Bundesamt für Raumentwicklung (ARE) arbeiten derzeit an einer entsprechenden Methodik für die Anwendung bei der kantonalen Richtplanung.

Niklaus Hilty
Sektion UVP und Raumordnung
BAFU
031 322 68 92
nikolaus.hilty@bafu.admin.ch
www.umwelt-schweiz.ch/uvp >
SUP > Grundlagenpapier

«Historische Auffüllung» des Globalen Umweltfonds

Der 1991 gegründete Globale Umweltfonds (GEF) ist das Finanzierungsinstrument für die wichtigsten internationalen Umweltabkommen. Mit dem Geld werden Umweltschutzprojekte in Entwicklungs- und Transitionsländern finanziert. Getragen wird er von 181 Ländern, internationalen Institutionen, Akteuren der Zivilgesellschaft und des Privatsektors. Bisherige Ausgaben: 9 Milliarden US-Dollar. Hinzu kommen zusätzliche Investitionen von 36 Milliarden Dollar, die durch Dritte ausgelöst wurden. Im Mai 2010 einigten sich die Geberländer auf die fünfte und bisher höchste Wiederauffüllung des Fonds seit der Gründung: Die Beiträge wurden gegenüber jenen vor 4 Jahren um 52 Prozent erhöht. Für GEF-5 stehen 4,2 Milliarden Dollar für Projekte zur Verfügung. Angesichts der gegenwärtigen Finanzkrise und der laufenden Budgetkürzungen in den einzelnen Ländern spricht BAFU-Mitarbeiter Reinhard Gasser von einer «historischen Wiederauffüllung und einem positiven Signal insbesondere im Hinblick auf die Vertragsstaatenkonferenzen der Konventionen für Klima und Biodiversität». Weiterhin wird der GEF den grössten Teil der Beiträge für Klima und Biodiversität verwenden. Die Schweiz hat sich dafür eingesetzt, dass auch Mittel für die Herausforderungen im Bereich umweltbelastender Chemikalien zur Verfügung stehen.

Reinhard Gasser
Sektion Europa und Bilaterales
BAFU
031 322 97 77
reinhard.gasser@bafu.admin.ch

Vor Ort

SO

Neuer Lebensraum für Störche

Dank grosser Anstrengungen konnten die Bestände des Weissstorchs in der Schweiz stabilisiert werden. Derzeit leben hierzulande rund 220 Brutpaare. Die Fortpflanzungsrate der Tiere (1,65 pro Paar) ist für eine Bestandszunahme aber ungenügend. Die Lebensgrundlage der Störche ist nach wie vor gefährdet, was sich auch im Aktionsplan Weissstorch Schweiz des Bundes widerspiegelt: Es fehlt an nahrungsreichen Wiesen, Weihern oder ungestörten Nistplätzen. Zur Verbesserung der Situation sollen nun in der Nähe von Selzach Parzellen in der landwirtschaftlichen Nutzfläche gezielt aufgewertet werden. Mögliche Massnahmen des Pilotprojekts «Storchenwiese»: das Ansäen von extensivem Grünland und Feuchtwiesen oder das Platzieren von zwei Bruthilfen in der Nähe der Parzellen. Dieses neue Projekt will die langjährigen Bemühungen der Storch-Wiederansiedlung im benachbarten Alträu weiterführen.

➤ Mark Struch, Amt für Wald, Jagd und Fischerei, Solothurn, 032 627 25 96, mark.struch@vd.so.ch

LU

Weniger Hürden für Biomasse

Der Kanton Luzern will den Anteil erneuerbarer Energien bis ins Jahr 2030 verdoppeln. Des-

halb vereinfacht er die Bewilligungsverfahren für landwirtschaftliche Biogasanlagen (bisher 6 landwirtschaftliche und 4 gewerblich-industrielle). Neu soll ein Bewilligungsentscheid für landwirtschaftliche Biogasanlagen mit einem Co-Substrat-Anteil von bis zu 20 Prozent bereits innerhalb von 40 Arbeitstagen gefällt werden. Zudem wird das Limit von bisher 10 000 auf 15 000 Tonnen Biomasse pro Jahr für eine Anlage ausserhalb der Bauzone erhöht. Der Kanton schätzt das Energiepotenzial der nutzbaren Biomasse auf 1100 Terajoule, was dem Heizölbedarf von 17 000 Einfamilienhäusern entspricht.

➤ Christoph Böbner, Dienststelle Landwirtschaft und Wald, Sursee, 041 925 10 01, christoph.boebner@lu.ch

BL

Wegleitung für Tiere



zVg

Die ehemalige Tongrube der Ziegelei Oberwil ist ein Amphibienlaichgebiet von nationaler Bedeutung. Nun setzt der Kanton ein neues Leitsystem für Amphibien, Igel, Mauswiesel, Iltis, Feldhase oder Dachs ein. Leitelemente aus Beton werden mit Durchlässen kombiniert, die unter Strassen hindurchführen. Damit erreichen die Tiere gefahrlos die andere Strassenseite. Bisher wurden 600 Meter Leitsystem, 41 Meter Stopprinnen und 36 Meter Kleintierdurchlässe gebaut. Im laufenden Jahr sollen 300 Meter Leitsystem hinzukommen.

➤ Robert Leu, Bau- und Umweltschutzdirektion, Liestal, 061 706 29 02, robert.leu@bl.ch

BE

Erstes Hybridpostauto



zVg

Die PostAuto Schweiz AG testet in der Region Bern den weltweit ersten Hybridautobus. Diese Fahrzeuge sparen im Stadtverkehr am meisten Treibstoff. PostAuto will nun testen, wie sich das Hybridpostauto diesbezüglich im Überlandverkehr bewährt. Man rechnet mit einer Verbrauchsreduzierung von 15 bis 25 Prozent gegenüber herkömmlichen Dieselnissen. Beim Hybridantrieb teilt sich ein Dieselmotor mit einem Elektroaggregat die Arbeit. Zudem wird die Energie, die beim Bremsen entsteht, dort gespeichert. So fährt der Bus bei stockendem Verkehr ohne Treibstoff und Abgase. Hybridbusse sind im Vergleich zu reinen Dieselfahrzeugen aber teurer und auch auf das knapper werdende Erdöl angewiesen. Deshalb will PostAuto ab 2011 Wasserstoffantriebe testen.

➤ Mariano Masserini, Schweizerische Post, Bern, 058 338 36 30, mariano.masserini@post.ch

BE / VD

Mondfühlige Bäume

Es ist eine alte Bauernregel: Nadelholz, das bei abnehmendem Mond geschlagen wird, soll widerstandsfähiger sein. Die «Mondholz-Theorie» wurde in den vergangenen Jahren von der Wissenschaft vornehmlich in die esoterische Ecke gestellt. Nun legt eine Studie der Berner Hochschule Architektur, Holz und Bau und der ETH Lausanne (EPFL) nahe, dass an der alten Bauernregel etwas dran ist. Die Auswertung von 20 000 Testproben ergab, dass die untersuchten Hölzer (Fichte und Edelkastanie) je nach Mondphase kleine, aber statistisch signifikante Unter-

schiede hinsichtlich Wasserverlust, Dichte und Schwindverhalten aufweisen. Einen abschliessenden Beweis, dass Mondholz widerstandsfähiger ist, liefert die Studie hingegen nicht.

> Ernst Zürcher, Fachhochschule Architektur, Holz und Bau, Biel, 032 344 02 02, ernst.zuercher@bfh.ch

BS/BE/SO/ZH

Fingerfood ohne Abfall



zVg

In Zusammenarbeit mit dem Institut für Lebensmittel- und Getränkeinnovation an der Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften (ZHAW) haben Umweltämter und Entsorgungsbetriebe aus den Kantonen Basel-Stadt, Bern, Solothurn und Zürich einen speziellen Ideenwettbewerb lanciert: Gesucht waren innovative, abfallarme Fingerfood-Lösungen für Grossanlässe wie zum Beispiel Open-Air-Konzerte, die oft riesige Abfallberge hinterlassen. Das Projekt soll weitere Innovationen anstossen und etwa Cateringunternehmen für die Thematik sensibilisieren.

> www.fingerfood2010.ch

VD

Sonne für sauberes Trinkwasser

Die Waadtländer Firma Swiss INSO hat eine Anlage entwickelt, die pro Tag aus Brackwasser bis zu 100 000 und aus Meerwasser bis zu 50 000 Liter Trinkwasser gewinnen kann. Die «Krystal»-Anlage ist in zwei Schiffscontainer eingebaut. Aufgrund einer Filtertechnologie, die mit wenig Wasserdruck funktioniert, reicht ausschliesslich von Solarzellen gelieferter Strom



zVg

aus. Die Anlage kann für Hilfsorganisationen, Nichtregierungsorganisationen oder Regierungen in Entwicklungsländern ebenso interessant sein wie für Hotels und für Inseln, wo die Zufuhr von Trinkwasser kostspielig ist.

> Swiss INSO, Lausanne, 021 641 19 30, www.swissinso.com, contact@swissinso.com

SO

Die «Solar-Schweizer-Meister»

Nach zwei Jahren gezielter Förderung von Solaranlagen mausert sich die 250-Seelen-Gemeinde Hessigkofen immer mehr zur Schweizer Meisterin in der Nutzung von Sonnenenergie. Insgesamt rund 580 Quadratmeter Solarpanels – also mehr als zwei Quadratmeter pro Kopf – wurden im «Solardorf» mittlerweile installiert. Dabei handelt es sich bei rund einem Drittel um thermische Sonnenkollektoren (zur Warmwassergewinnung) und bei zwei Dritteln um Photovoltaikanlagen (zur Stromerzeugung). Nun soll eine Photovoltaikanlage schon bald den Strombedarf für die lokale Strassenbeleuchtung decken.

> Patrik Lischer, Gemeinderat Hessigkofen, Ressort Umwelt, 032 661 17 38, palischer@bluwin.ch, www.hessigkofen.ch

CH

Mehr Totholz, mehr Spechte

Das neuste Landesforstinventar (LFI) weist für den Zeitraum von 1995 bis 2005 einen Anstieg des Totholzvorrats von knapp 11 auf nahezu 19 Kubikmeter pro Hektare aus. Diese Ent-

wicklung kam gemäss einer Publikation in der Schweizerischen Zeitschrift für Forstwesen mehreren Waldvögeln zugute. Die Überwachung des Brutvogelbestands durch die Schweizerische Vogelwarte hat eine Zunahme der Populationen von Schwarzspecht, Buntspecht, Mittelspecht, Kleinspecht, Grünspecht und Dreizehenspecht sowie von Haubenmeise, Mönchsmeise und Waldbaumläufer zwischen 1990 und 2008 ergeben. Das höhere Totholzangebot dürfte bei den meisten dieser Arten der wichtigste Grund für den Bestandszuwachs sein, da es ihnen wichtigen Lebensraum bietet.

> Pierre Mollet, Schweizerische Vogelwarte, Sempach, Tel. 041 462 97 41, www.vogelwarte.ch

BE

Reservat für bedrohte Vögel



zVg

Hasel- und Auerhühner werden in unseren Breitengraden immer seltener. Der Kanton Bern und die Burgergemeinde Wattenwil wollen nun im Gurnigelgebiet ein Teilreservat für Auer- und Haselhühner schaffen. Dort sollen die bedrohten Vögel ideale Lebensbedingungen vorfinden. Auf einer Fläche von 62,3 Hektaren (Vergrösserung geplant) werden unter anderem alte Bäume als Schlaf- und Balzbäume stehen gelassen. Zudem wird in der Balz- und Aufzuchtzeit (April bis Juli) auf Forstarbeiten verzichtet. Darüber hinaus sollen neue Lichtungen entstehen sowie die Verjüngung gefördert und ein entsprechendes Nahrungsangebot (Ameisenhaufen, Heidel- und Himbeersträucher) begünstigt werden.

> Philipp Mösch, Amt für Wald, Waldabteilung 5, Bern, 031 808 11 22, philipp.moesch@vol.be.ch

Neue Grenzwerte für militärische Schiessanlagen

Ungefähr 20 000 Personen in der Schweiz sind gegenwärtig einer Lärmbelastung über den neuen Grenzwerten für militärisches Schiessen ausgesetzt. Schon bald dürfen sie auf etwas mehr Ruhe hoffen. Auf den betroffenen Waffen-, Schiess- und Übungsplätzen werden fallweise konkrete Sanierungsmassnahmen untersucht.

Nach Vuflens-le-Château liegen die Haltestellen an der Eisenbahnlinie Bière-Apples-Morges (BAM) im Waadtland immer weiter auseinander. Wenn die beiden grünen Waggonen nach rund einer halben Stunde den Zielbahnhof Bière auf 700 Metern über Meer erreichen, ist die Luft merklich kühler als unten in Morges. Die Türen öffnen sich auf ein friedliches 1500-Seelen-Dorf. Es ist ein ruhiger Montagnachmittag im März, irgendwo bellt ein Hund, die Vögel zwitschern, und ein Traktor fährt vorbei. Einzig die gelben Signaltafeln mit der Aufschrift «Casernes» weisen darauf hin, dass sich hier in kaum 10 Fussminuten Entfernung der nach Thun zweitgrösste Waffenplatz des Landes befindet.

Seit der Armeereform XXI und einem Truppenabbau im Jahr 2006 ist Bière Sitz des Ausbildungszentrums der Schweizer Artillerie. Auf dem Waffenplatz finden im Durchschnitt jährlich 200 Schiessstage statt, was rund 10 000 Schüssen mit grosskalibriger Munition und einer Million kleinkalibrigen Patronen entspricht. An diesem Tag stehen vier Panzerhaubitzen M109 im Einsatz. Vom unteren Teil der Ebene zielen sie Richtung Marchairuz-Passstrasse auf eine Reihe von Steinbrüchen in etwa zwei Kilometern Entfernung. Die Geschosse sind platziert, zwei Männer in Leuchtwesten führen eine letzte Kontrolle durch. Die Schüsse werden abgefeuert, und zur eigenen Überraschung

vibriert 50 Meter von den Panzerfahrzeugen entfernt der Brustkorb, während es den Ohren gut geht.

Ein friedliches Dorf. Weniger als einen Kilometer nördlich – zwischen der Strasse nach Gimel und dem Wald entlang des Flüsschens Aubonne – begrüßen einige Pferde auf einem ehemaligen Bauernhof den Besucher in aller Ruhe. Die Schüsse vom Waffenplatz stören sie in keiner Weise. Dies bestätigt auch ihr Besitzer, der sich weniger über die militärischen Schiessanlagen als vielmehr über die vierrädrigen Quads aufregt, die am Wochenende über das Gebiet herfallen. Ähnlich reagiert auch der Dorfmetzger auf die Frage nach möglichen Immissionen durch den nahen Waffenplatz. «Heute haben sie doch gar nicht geschossen?», meint er zu seinem Mitarbeiter. Doch nicht alle Anwohnenden nehmen den Schiesslärm so gelassen hin. Vielmehr gibt es auch Betroffene, die sich dadurch gestört fühlen.

Das Umweltschutzgesetz (USG) und die Lärmschutz-Verordnung (LSV) von 1986 schreiben den Schutz der Bevölkerung vor schädlichen oder lästigen Lärmimmissionen vor. Für den Lärm von militärischen Waffen-, Schiess- und Übungsplätzen stützte man sich bisher auf eine Empfehlung aus dem Jahr 1994, die provisorische Richtwerte für neue und alte Anlagen festlegt. Inzwischen hat die Eidgenössische Kommission für Lärmbekämpfung (EKLK) die er-

forderlichen Grundlagen zur Festlegung verbindlicher Belastungsgrenzwerte erarbeitet. Sie orientierte sich dabei an den wissenschaftlichen Erkenntnissen einer kürzlich durchgeführten Studie der Eidgenössischen technischen Hochschule Zürich (ETHZ) und der Eidgenössischen Materialprüfungs- und Forschungsanstalt (Empa) im Umfeld der acht militärischen Schiessplätze Bière (VD), Thun (BE), Wangen an der Aare (BE), Gehren-Erlinsbach (AG), Krähtal-Riniken (AG), Walenstadt (SG), Herisau-Gossau (AR/SG) und Chur (GR). Die entsprechenden Änderungen der LSV sind nun per August 2010 in Kraft getreten.

Neue Grenzwerte. Die neue Regelung zur Lärmexposition der Bevölkerung durch militärische Schiessanlagen erfolgte in vier Schritten. 2007 wurde mit einer Umfrage bei rund tausend Anwohnern in der Nähe eines Waffenplatzes der Grad der Belästigung eruiert. Gleichzeitig erhoben Fachleute von ETHZ und Empa anhand von Armeedaten alle im Lauf des Jahres stattfindenden Schiessaktivitäten. Danach ermittelten sie für jede befragte Person das Total der daraus entstehenden akustischen Energie. «Die erhöhte Störwirkung durch Lärmimmissionen während der Nachtstunden und übers Wochenende wird mit einem Malus berücksichtigt», erklärt Hans Bögli, Chef der Sektion Luftfahrt, Militär und Gesundheit bei der BAFU-Abteilung Lärmbekämpfung. Auf die

Dauerbeschuss für die Ohren der Anwohnenden: Allein auf dem Waffenplatz Bière (VD) werden pro Jahr rund eine Million kleinkalibrige Patronen und 10 000 Schüsse mit grosskalibriger Munition abgefeuert.

Bild: Zentrum elektronische Medien (ZEM)



Festlegung von spezifischen Belastungsgrenzwerten für die Nacht hat man verzichtet, weil der Schiessbetrieb auf militärischen Anlagen in dieser Zeit kaum von Bedeutung ist.

In einem weiteren Schritt erfolgte die Ermittlung einer Belastungs-Wirkungskurve. Dazu galt es, den Zusammenhang zwischen Belästigungsgrad und Anzahl Dezibel (dB) zu eruieren, das heisst zwischen Umfrageergebnissen und den ge-

«Die erhöhte Störf Wirkung durch Lärmimmissionen während der Nachtstunden und übers Wochenende wird mit einem Malus berücksichtigt.»

Hans Bögli, BAFU

messenen akustischen Belastungen. Und schliesslich legte man anhand dieser Kurve die neuen Grenzwerte für die vier verschiedenen Nutzungszonen Erholung (I), Wohnen (II), Wohnen, Gewerbe und Landwirtschaft (III) sowie Industrie (IV) fest. Grundsätzlich gehen die Behörden davon aus, dass der Belastungsgrenzwert für die Wohnzone II im Bereich anzusetzen ist, wo sich bis zu 25 Prozent der Bevölkerung stark belästigt fühlen. Im Vergleich zu dieser Limite wird der Wert für Erholungszonen I um 5 dB tiefer und für die Zonen III und IV um 5 dB – respektive um 10 dB – höher angesetzt.

Folgen vor Ort. Welche Auswirkungen haben die neuen Regelungen auf die gemäss Schätzungen rund 20 000 Personen, welche militärischem Schiesslärm über den Grenzwerten ausgesetzt sind? «Als Erstes sollte die Sanierung der verschiedenen Militärplätze – durch Betriebsoptimierungen oder den Bau von Schutzwänden – den Lärm an der Quelle oder auf seinem Ausbreitungsweg vermindern helfen», sagt Hans Bögli. «Genügt dies nicht, sind Schallschutzfenster für die am meisten exponierten Gebäude vorzusehen.»

Mit dem Schiesssimulator verfügt der Waffenplatz Bière über einen zusätzlichen Vorteil für die Lärmreduktion. Alexandre Beau, Kommandant des Artillerieausbildungszentrums und Oberst im Generalstab, ist stolz darauf. «Die Schiessausbildung findet zu über 50 Prozent im Simulator statt.» Vom leicht erhöhten Cockpit aus lässt sich der Einsatz von sechs Panzerhaubitzen mit je sechs Mann Besatzung trainieren. Sie sind wie für den Ernstfall ausgerüstet und werden von den Piloten durch ein dreidimensionales Gelände gesteuert. Solche Übungen sind nicht nur geräuschlos, sondern sie reduzieren auch Kosten, Unfallrisiken und die Luftverschmutzung. «Eigentlich fehlt nur der Geruch von Schiesspulver», meint Alexandre Beau dazu.

Anna Hohler

www.umwelt-schweiz.ch/magazin2010-3-12



KONTAKT
Hans Bögli
Chef der Sektion Luftfahrt,
Militär und Gesundheit
Abteilung Lärmbekämpfung, BAFU
031 322 92 49
noise@bafu.admin.ch

Gekrönte Bestleistungen für die Umwelt

Umweltpreise rücken die Ausgezeichneten und ihre Projekte ins öffentliche Rampenlicht. Damit bringen sie Anerkennung und fördern die berufliche Laufbahn der Preisträger. Zudem motivieren sie andere, ebenfalls Bestleistungen für die Umwelt zu erbringen.

Wer einen Umweltpreis gewinnen will, muss innovativ sein. Als Lohn für kreative Projekte im Dienst der Umwelt winken öffentliche Anerkennung und teilweise beträchtliche Geldsummen. Ausgezeichnet werden zum Beispiel neue technische Verfahren, die es erlauben, Produkte mit weniger Material und Energie herzustellen. Forschende sind herausgefordert, neue Lösungen für Umweltprobleme zu finden. Und junge Unternehmen mit kreativen Geschäftsideen erhalten als Preis eine umfassende Beratung für einen erfolgreichen Markteintritt.

Eine in den Preisausschreibungen ebenfalls häufig genannte Anforderung ist die Nachhaltigkeit. So erhalten zum Beispiel Firmen Anerkennung und Motivation, wenn sie bei der Unternehmensführung ökologische, soziale und wirtschaftliche Ziele in Einklang bringen. Belohnt werden zudem Impulse für den klassischen Natur- und Landschaftsschutz, wobei die Auszeichnungen hier weniger auf nationaler als vielmehr auf lokaler und regionaler Ebene erfolgen.

Preis setzt Messlatte. Eine der höchsten Preissummen offeriert mit 50 000 Franken der «Umweltpreis der Schweiz», bei dem seit 1997 auch das BAFU als Sponsor mitwirkt. Nach einem mehrjährigen Unterbruch hat die verantwortliche Stiftung Pro Aqua – Pro Vita diese Auszeichnung letztmals im Januar 2010 wieder verliehen. «Der Preis bietet eine spezielle Gelegenheit, um jeweils eine

bestimmte Umweltthematik und konkrete Lösungen zur Entschärfung von Umweltproblemen ins Licht zu rücken», sagt Daniel Zürcher, der beim BAFU für die Technologieförderung zuständig ist. Dabei erfahre innovatives unternehmerisches Handeln eine besondere Wert-

technik den Businessplan-Wettbewerb in Liechtenstein und konnten mit dieser Unterstützung die Spin-off-Firma Fil-tecta in Schaan gründen.

Als weiteren Effekt der Würdigung durch Dritte erwähnt Rainer Bunge die nachhaltige Stärkung des Teamgeis-

In wirtschaftlich schwierigen Zeiten trägt der Ruf einer solchen Auszeichnung dazu bei, eine umweltbewusste Kundschaft an die Firma zu binden.

schätzung. Die Wirkung halte lange an, und die Ausgezeichneten würden auch Jahre nach der Preisvergabe noch darauf verweisen und von einer einmaligen Erfahrung sprechen.

Dies bestätigt Rainer Bunge, Leiter des Instituts für Umwelt- und Verfahrenstechnik UMTEC an der Hochschule Rapperswil (SG). Sein Team erhielt die Auszeichnung 2005 für die Entwicklung eines Abgasfilters, mit dem sich der Stickoxidausstoss von Dieselmotoren stark senken lässt. Der für die Technikbranche zentrale Preis bringe grosses Renommee und habe dem Team sehr geholfen, obwohl die direkte Wirkung nicht genau abzuschätzen sei. Man dürfe aber davon ausgehen, dass sich eine solche Auszeichnung bei Finanzgesuchen positiv auf die Beurteilung auswirke. 2007 gewannen zwei UMTEC-Absolventen mit ihrer Idee für ein Unternehmen zur Vermarktung der Filter-

tes: «Man misst sich an dieser Leistung und fühlt sich verantwortlich, auch in Zukunft spezielle Leistungen zu erbringen.» Zudem wirke die Auszeichnung auch für nachfolgende Ingenieure, die neue Teams bilden, als Ansporn. Die Preissumme sei zudem als eine Art «Spielgeld» sehr nützlich, denn «damit lassen sich Vorversuche zur Verifikation von Ideen finanzieren, die später mit der Industrie weiterverfolgt werden können.»

Preis nützt dem Geschäft. Grossen Nutzen attestiert auch Erwin Oberhänsli seinem Umweltpreis, den er 2008 von der Umwelt-Stiftung erhielt. Als Geschäftsleitungsmitglied der Druckerei Feldegg AG in Zollikerberg (ZH) wurde er für die Pionierleistungen dieses Unternehmens im Umweltschutz geehrt. Am Anfang stand einfach die Freude über die Anerkennung. Dann folgten Medienberichte

Ausgewählte Umweltpreise in der Schweiz

Energieeffizienz

Im Inland gibt es eine breite Palette an Umweltauszeichnungen. Innovative Energiekonzepte werden ebenso prämiert wie die Erhaltung traditioneller Kulturlandschaften.

Bilder: AURA; BAFU/Ch. Koch, J. Heinemann



und Einladungen für Vorträge. Mit dem Renommee dieses Preises liess sich das Image als umweltschonender Betrieb festigen. «Dies schafft Glaubwürdigkeit und Vertrauen bei meiner Kundschaft und gibt ihr die Sicherheit, dass ich es ernst meine und nicht «Greenwashing» betreibe.» In wirtschaftlich schwierigen Zeiten trage der Ruf einer solchen Auszeichnung dazu bei, eine umweltbewusste Kundschaft an die Firma zu binden. Das Preisgeld von 5000 Franken investierte er in ein Projekt zur Entwicklung einer christlichen Vermittlungsorganisation für Klimaschutzzertifikate.

2008 gewann die Chemikerin und Nachwuchsforscherin Martine Poffet mit ihrer Doktorarbeit den Umweltforschungspreis der Universität Fribourg. In dieser Arbeit entwickelte sie Lösungen, um die Selbstentzündung von getrocknetem Klärschlammgranulat in den Lagersilos zu vermeiden. Die Publizität rund um die Preisverleihung erachtet sie als Vorteil für ihre Karriere. So konnte sie etwa ihre Kenntnisse bereits in Asien einbringen. Martine Poffet freut sich aber vor allem über die inhaltliche Wirkung des Preises: Hier wurde angewandte interdisziplinäre Forschung, wie sie die Umweltwissenschaft darstellt, gewürdigt. Über den Preis liess sich zudem thematisieren, wie bedeutsam das Recycling von Klärschlamm ist.

Beatrix Mühlethaler

www.umwelt-schweiz.ch/magazin2010-3-13

Prix Watt d'Or

Die jährlichen Auszeichnungen in fünf Kategorien für Bestleistungen im Energiebereich sehen keine Preissumme vor. Ziele sind die öffentliche Anerkennung und Motivation zur Nachahmung in den Bereichen Energieeffizienz und erneuerbare Energien.

> Bundesamt für Energie; www.wattdor.ch

Schweizer Solarpreis

Begünstigte der alljährlich in drei Kategorien erteilten Auszeichnungen ohne Preisgeld sind Eigentümer, Planer und Ersteller von Bauten und Anlagen, die erneuerbare Energien nutzen, sowie deren Förderer. Ziel ist die Steigerung der Energieeffizienz und Produktion erneuerbarer Energien in Solar-, Holz- und Biomasseanlagen.

> Solaragentur; www.solaragentur.ch

Natur- und Landschaftsschutz



Elisabeth und Oscar Beugger-Preis

Der mit 50 000 Franken dotierte und alle zwei Jahre vergebene Preis anerkennt ausserordentliche Bemühungen Privater und von öffentlichen Institutionen.

> E. + O. Beugger-Stiftung; www.pronatura.ch

Binding-Preis

Jährlich stehen 80 000 Franken für einen Hauptpreis, der an Einzelpersonen vergeben wird, und drei Anerkennungs-gaben zugunsten von Gruppen, Fachstellen sowie Organisationen zur Verfügung. Ausgezeichnet wird die Förderung der Auseinandersetzung mit Natur- und Umweltproblemen in der Öffentlichkeit.

> Binding Stiftung; www.binding.li

Hermann Walder-Preis: Die jährliche Auszeichnung in Höhe von 50 000 Franken anerkennt das harmonische Zusammenwirken von Naturschutz, Forst- und Landwirtschaft. Prämiert werden Waldeigentümer, Bauern, Gemeinden, Private und Gruppen aus der Nordwestschweiz.

> Hermann und Elisabeth Walder-Bachmann Stiftung; c/o Christoph Merian Stiftung; www.merianstiftung.ch

Prix Bio

Der etwa alle zwei Jahre ausgeschriebene und mit 10 000 Franken dotierte Preis zeichnet ausserordentliche Leistungen von Personen für die Entwicklung der Bio- und Naturgärten oder des biologischen Landbaus aus.

> Bioterra; www.prixbio.ch

Umweltforschung



H&W Forschungspreis

Der mit 5000 Franken dotierte und jährlich vergebene Preis will praktische, direkt umsetzbare Forschung im Bereich des Natur- und Landschaftsschutzes fördern. Beurteilt werden insbesondere Diplom- und Doktorarbeiten von jungen Forschenden.

> Hintermann und Weber AG;
www.hintermannweber.ch

Umweltforschungspreis der Universität Bern

Für die Förderung im Bereich der Umweltwissenschaften steht alle zwei Jahre ein Preisgeld von 15000 Franken bereit. Angesprochen sind speziell Nachwuchsforschende aller Disziplinen an der Universität Bern, die Umweltprobleme und deren Lösung untersuchen.

> Universität Bern; www.forschung.unibe.ch >
Forschungspreise

Umweltforschungspreis der Universität Freiburg

Die Auszeichnung von 10000 Franken wird zweijährlich vergeben. Sie kommt Nachwuchsforschenden sämtlicher Disziplinen an der Universität Freiburg zugute, welche Umweltprobleme und Lösungen dafür erforschen.

> Universität Freiburg;
www.unifr.ch/environment/de/umweltpreis

Umweltschutz und nachhaltige Entwicklung



Prix Evenir

Begünstigte dieses mit jährlich 50000 Franken dotierten Preises sind Einzelpersonen und klar definierte Personengruppen. Sie sollen im Sinn einer nachhaltigen Entwicklung Anregungen zu ökologisch tragfähigen, sozial gerechten und wirtschaftlich effizienten Denk- und Handlungsweisen geben.

> Erdölvereinigung; www.erdoel-vereinigung.ch

Prix NATURE

Die jährlich in verschiedenen Kategorien verliehene Auszeichnung verspricht zwar kein Geld, aber unter anderem beratende Unterstützung und mediale Aufmerksamkeit. Als Begünstigte kommen Organisationen, Unternehmen und Personen in Frage, die aktiv zur Nachhaltigkeit beitragen und die Schweizer Gesellschaft zu entsprechenden Denk- und Handlungsweisen motivieren.

> www.natur.ch > GALA > Prix NATURE

Umweltpreis der Schweiz

Für den Hauptpreis stehen alle zwei bis drei Jahre 50000 Franken zur Verfügung. Zusätzlich erfolgt eine Unternehmerauszeichnung ohne Preissumme. Unterstützung erhalten Private, Firmen, die öffentliche Hand und Organisationen, welche innovative, ressourcenschonende Technologien, Verfahren und Produkte erfinden und umsetzen.

> Stiftung Pro Aqua – Pro Vita;
www.umweltpreis.ch

Umweltpreis der Albert Koechlin Stiftung (aks)

Für die Förderung besonderer Leistungen in den Bereichen nachhaltige Entwicklung, Vernetzung und Kommunikation setzt die aks jährlich eine Preissumme von 10000 bis 40000 Franken aus. Zugelassen sind Projekte von Personen aus den Kantonen LU, NW, OW, SZ und UR.

> Albert Koechlin Stiftung; www.aks-stiftung.ch

Umweltpreis der Umwelt-Stiftung

Spezielle Leistungen für den Umweltschutz werden in mehreren Preiskategorien mit 5000 bis 10000 Franken pro Jahr gefördert.

> Umwelt-Stiftung; www.umwelt-stiftung.ch

Unternehmen



Gebäudetechnik-Award

Mit dem Preis von jährlich 10 000 Franken zeichnen die Fachorganisationen der Branche nachhaltige Konzepte für die Gebäudetechnik aus. Damit wollen sie das Innovationspotenzial und die Kompetenz ihres Sektors demonstrieren. Angesprochen sind Bauherrschaften, Planungsteams und Lieferanten von Technikkomponenten.

> www.gebaeudetechnikaward.ch

Green IT Innovation Award

Für den jährlich in drei Kategorien ausgeschriebenen Start-up-Award gibt es kein Preisgeld, sondern einen Beratungsgutschein. Die Agentur Orbit sowie Öbu – Netzwerk für nachhaltiges Wirtschaften – und WWF wollen so die Innovation, Forschung, Entwicklung und Anwendung von grünen Informationstechnologien durch in der Schweiz ansässige Firmen und Privatpersonen fördern.

> www.green-it-award.ch

Nachhaltigkeitspreis ZKB

Die Zürcher Kantonalbank (ZKB) vergibt jährlich insgesamt 150 000 Franken für vier Preise zur Förderung der Nachhaltigkeit durch KMU-Betriebe mit bis zu 250 Angestellten. Ziele sind die höhere Anerkennung und die Motivation zur Nachahmung.

> www.zkb.ch/nachhaltigkeitspreis

PRIDE

Begünstigte des mit 5000 Franken dotierten und alle zwei Jahre vergebenen Preises sind Firmen im Kanton Neuenburg. Zweck ist die Förderung und Anerkennung erstklassiger Leistungen für eine nachhaltige Entwicklung im Rahmen der unternehmerischen Tätigkeit.

> Association ecoparc; www.ecoparc.ch

R.I.O. Award

Die zweijährlich erteilte Auszeichnung von 20 000 Euro kommt Unternehmen im deutschsprachigen Raum mit einer vorbildlichen Material- und Energieeffizienz zugute. Damit sollen Innovationen zur Reduktion des Ressourcenverbrauchs und zu einer raschen Verminderung des Kohlendioxid-ausstosses gefördert werden.

> R.I.O. Impuls (Luzern) + Aachener Stiftung

Kathy Beys; www.rio-innovation.de

Prämierte Bestleistungen für die Umwelt mit zum Teil internationaler Ausstrahlungskraft: Klimaforschung an der Universität Bern und Hohlkörpermodule aus rezykliertem Kunststoff. Für diese Innovation, welche den Betonverbrauch beim Bau von Decken reduziert, hat die Firma Cobiax 2010 den Umweltpreis der Schweiz erhalten. Der Neubau des Berufsbildungszentrums Baden (AG) ist mit dem Gebäudetechnik-Award ausgezeichnet worden.

Bilder: NFS Klima; MCH Messe Schweiz (Basel); Gebäudetechnik-Award, Burkard Meyer



KONTAKT
Daniel Zürcher
Chef der Sektion Innovation
BAFU
031 322 93 51
daniel.zuercher@bafu.admin.ch

Zeitige Warnungen sparen Millionen

Zeit ist Geld – dies gilt auch bei der Bewältigung von schwerwiegenden Naturereignissen:

Die Schäden lassen sich deutlich vermindern, wenn Krisenstäbe und Betroffene rechtzeitig gewarnt werden. In diese Richtung zielt das Projekt des Bundes zur Optimierung von Warnung und Alarmierung bei Naturgefahren (OWARNA).

Geladen mit feuchtwarmer Mittelmeersluft zog im August 2005 ein kräftiges Tief vom Golf von Genua her um die Ostalpen herum an den Alpennordrand, wo es sich in sintflutartigen Regenfällen entleerte. Zahlreiche Messstationen für Niederschläge und Pegelstände von Fliessgewässern verzeichneten neue Rekordwerte. Bäche und Seen traten über die Ufer, Hänge kamen ins Rutschen. Das Unwetter hinterliess in weiten Teilen der Schweiz eine Spur der Verwüstung.

Arg betroffen war damals das Berner Mattequartier. Nachdem Unmengen von Schwemmholz den Lauf der Aare versperren hatten, strömte der Fluss durch die Gassen. Manche Häuser standen 2 Meter tief im Wasser. Die Schäden beliefen sich auf über 50 Millionen Franken. Eine nachträgliche Analyse ergab, dass mit einer besseren Information der Einsatzleitzentralen sowie einer früheren Alarmierung ein Grossteil davon vermeidbar gewesen wäre.

Lehren aus dem Katastrophenjahr 2005. In der Folge ergriff die Stadt Bern eine Reihe von vorsorglichen Massnahmen. Sie richtete Interventionsplätze ein, wo sie das Schwemmholz mit Kränen rasch aus dem Wasser holen kann, bevor es den Durchfluss verstopft. Vor den Häusern baute man Verankerungen ein, an denen sich bei Bedarf Dammbalken aus Aluminium montieren lassen. Auch das Alarmierungskonzept wurde überarbeitet. Dank zusätzlicher Messstationen und besserer Wasserabflussprognosen kann die Leitzentrale der Berufsfeuerwehr inzwischen einigermassen präzise abschätzen, wie sich der Aarepegel in

Bern in den nächsten zwei Stunden entwickeln wird.

Die Bewährungsprobe kam schon nach zwei Jahren. Im August 2007 erreichte der Pegelstand der Aare erneut Höchstwerte. Doch diesmal blieben die Schäden gering. Das Schwemmholz konnte rechtzeitig entfernt werden, und mithilfe von mobil einsetzbaren, wassergefüllten Schlauchsperrern – sogenannten Beaver-Dämmen – gelang es, die Aare am Ausufern zu hindern. Wo trotzdem Wasser eindrang, halfen die direkt vor den Häusern montierten Aluminiumplatten.

Vor dem Wasser kommt ein SMS. Wenn das Flussbett der Aare voll ist, steigt in der Matte auch das Niveau des Grundwas-

lyse der Unwetter von 2005. Gemäss Schätzungen von Fachleuten wäre die damalige Gesamtschadenssumme von 3 Milliarden Franken bei einer rechtzeitigen Alarmierung aller Betroffenen um rund eine halbe Milliarde niedriger ausgefallen. So erlitten etwa 6000 parkierte Autos Totalschaden, von denen viele heil geblieben wären, wenn ihre Besitzer sie nach einer rechtzeitigen Warnung in Sicherheit gebracht hätten, bevor das verheerende Wasser kam.

Bereits eine Woche nach der Unwetterkatastrophe lancierte der Bundesrat das Projekt Optimierung der Warnung und Alarmierung bei Naturgefahren (OWARNA). Das Bundesamt für Bevölkerungsschutz (BABS) erhielt den Auftrag, in Zusammenarbeit mit der Nationa-

Schwerwiegende Naturereignisse sollen künftig um 20 Prozent geringere Schäden verursachen, als dies ohne Optimierungen der Fall wäre.

sers an, sodass dieses gelegentlich in Keller eindringt. Besteht diese Gefahr, vibrieren mittlerweile die Mobiltelefone der Mattenbewohnerinnen und -bewohner, die den SMS-Warndienst «Mikado» abonniert haben. «Anstieg der Aare macht Eindringen von Grundwasser möglich. Keller kontrollieren, eventuell räumen», steht in der Textnachricht. Auch dieser Dienst trug im Sommer 2007 dazu bei, Schäden zu verhindern.

Dass eine zeitige Warnung vor Naturgefahren Gold wert ist, bestätigte auch die gesamtschweizerische Ereignisana-

lyse der Unwetter von 2005. Gemäss Schätzungen von Fachleuten wäre die damalige Gesamtschadenssumme von 3 Milliarden Franken bei einer rechtzeitigen Alarmierung aller Betroffenen um rund eine halbe Milliarde niedriger ausgefallen. So erlitten etwa 6000 parkierte Autos Totalschaden, von denen viele heil geblieben wären, wenn ihre Besitzer sie nach einer rechtzeitigen Warnung in Sicherheit gebracht hätten, bevor das verheerende Wasser kam.

20 Prozent weniger Schäden als Ziel. 2007 lag der OWARNA-Schlussbericht vor. Darauf aufbauend beschloss die Schweizer Regierung ein Bündel von Massnahmen mit dem Ziel, dass schwerwiegende Naturereignisse künftig um 20 Prozent geringere Schäden verursachen sollen,

Im August 2005 floss die Hochwasser führende Aare meterhoch durch die Strassen des flussnahen Mattequartiers am Rand der Berner Altstadt. Zwei Jahre später verhinderte eine Reihe von vorsorglich getroffenen Schutzmassnahmen eine Wiederholung der Überschwemmungskatastrophe. Unter anderem halfen direkt vor den Häusern montierte Dammbalken aus Aluminium, das eindringende Wasser abzuwehren.

Bilder von oben nach unten: AWA, Bern; Simone Hunziker, BAFU; Christian Schuler, Bern (2)

2005

als dies ohne Optimierungen der Fall wäre. Dies will der Bundesrat im Wesentlichen durch folgende Massnahmen sicherstellen:

- Verbesserte Modelle und eine erweiterte Datenbasis sollen zeitlich und räumlich genauere Wetter- und Abflussprognosen liefern.
- Die Systeme zur Alarmierung und Information der Bevölkerung sollen über unabhängige, doppelt angelegte Netze mit Notstromversorgung verfügen.
- In Notfallsituationen müssen alle einschlägigen Fachstellen rund um die Uhr ansprechbar sein. Dies betrifft die Abteilungen Hydrologie und Gefahrenprävention beim BAFU, MeteoSchweiz, das Institut für Schnee- und Lawinenforschung (SLF) sowie den Schweizerischen Erdbebedienst (SED).
- Neu soll die zu einem gesamtschweizerischen Melde- und Lagezentrum ausgebauten Nationale Alarmzentrale (NAZ) des BABS auch bei Naturereignissen die Gesamtlage erfassen, alle Partner vernetzen und dringende Meldungen rasch und sicher verbreiten.

Gemeinsame Informationsplattform (GIN). Um die Zusammenarbeit und den Informationsfluss zwischen den verschiedenen Fachstellen zu verbessern, hatte man schon zuvor begonnen, im Internet die Gemeinsame Informationsplattform (GIN) einzurichten. Hier finden Einsatzkräfte und Behörden die erforderlichen Fachinformationen zur Bewältigung von Naturereignissen.



2007



Die 2007 beschlossenen Massnahmen sind inzwischen teilweise umgesetzt. Damit liessen sich bei der Warnung und Alarmierung, aber auch bei der Gefahrenprävention erhebliche Fortschritte erzielen. Letzteres zeigte sich beispielsweise im April 2009, als im Berggebiet noch sehr viel Schnee lag. Die Situation weckte Erinnerungen an den Mai 1999 – damals hatte die Schneeschmelze nach dem Lawinenwinter zusammen mit intensiven Niederschlägen im Mittelland zu Überschwemmungen geführt. Aufgrund einer gemeinsamen Lagebeurteilung durch BAFU, SLF sowie MeteoSchweiz beschlossen deshalb das BAFU und die betroffenen Kantone, die Pegelstände von Bieler-, Neuenburger- und Murtensee durch eine entsprechende Regulierung beim Wehr Port (BE) am Ausfluss der Aare aus dem Bielersee tief zu halten. Dies sollte die Speicherkapazität der drei Jurarandseen erhöhen und damit Hochwasserschäden am Unterlauf der Aare vorbeugen.

Das befürchtete Szenario trat dann glücklicherweise nicht ein, und nach der Entwarnung gegen Ende April liess man die Seen wieder auf den für diese Jahreszeit üblichen Wasserstand ansteigen. Dennoch erwies sich die Übung in einem gewissen Sinn als Bewährungsprobe für die im Rahmen des Projekts OWARNA eingeleiteten Massnahmen. «Es war wichtig, die organisatorisch-planerischen Vorkehrungen für eine effiziente Zusammenarbeit der beteiligten Fachstellen bereits vorgängig zu treffen», sagt Gian Reto Bezzola, Chef der Sektion Risikomanagement beim

BAFU. Ad hoc wäre dies kaum möglich gewesen: «Nur wenn in ruhigen Zeiten ohne Probleme die nötigen Strukturen aufgebaut werden und die Abläufe geregelt sind, ist gewährleistet, dass im Ereignisfall auch alles klappt.»

Gut investiertes Geld. Noch sind indessen nicht alle vom Bundesrat beschlossenen Massnahmen umgesetzt, und sie werden sich mit den bereitgestellten Mitteln auch nicht vollständig realisieren lassen. Ein 2010 eingereichter OWARNA-Folgebericht beziffert die für die Umsetzung des Projekts erforderlichen Bundesgelder auf jährlich 13 bis 17 Millionen Franken. Weitere 40 bis 50 Millionen Franken pro Jahr müssten die Kantone aufwenden.

Auf Bundesebene besteht der grösste Handlungsbedarf im Bereich der Vorhersage von Hochwasserereignissen, die hierzulande 70 Prozent aller Schäden durch häufig auftretende Naturgefahren ausmachen. Damit das BAFU die hydrologische Prognose verbessern kann, ist eine permanente Beurteilung und Überwachung der Gewässer erforderlich. Zudem muss das Amt die bis jetzt auf das Rhein-Einzugsgebiet begrenzten Vorhersagen künftig auf die gesamte Landesfläche ausdehnen. Als zentral erachtet die Regierung auch eine frühzeitige, rasche und zielgruppengerechte Information der Medien sowie der Bevölkerung bei kritischen Wetterlagen. Im Interesse einer besseren Ereignisvorsorge hat die Bundeskanzlei im Internet ausserdem das Präventionsportal www.ch.ch/gefahren eingerichtet.

Gemäss der 2003 publizierte KATARISK-Studie des BABS richten Rutschungen, Hochwasser, Gewitter, Stürme und Lawinen in der Schweiz Schäden im Umfang von durchschnittlich 1,2 Milliarden Franken pro Jahr an. Weil die regionalen Klimaszenarien für den Alpenraum darauf hindeuten, dass Starkniederschläge mit den steigenden Temperaturen eher zunehmen werden, ist künftig mit tendenziell höheren Schadensummen zu rechnen. Sofern es gelingen sollte, die Schäden durch Naturereignisse mit entsprechenden Gegenmassnahmen tatsächlich um 20 Prozent zu reduzieren, wären die erforderlichen Gelder für eine bessere Warnung und Alarmierung sehr gewinnbringend investiert.

Hansjakob Baumgartner

www.umwelt-schweiz.ch/magazin2010-3-14



KONTAKT
Josef Hess
Geschäftsstelle Lenkungsausschuss
Intervention Naturgefahren
c/o Abteilung Gefahrenprävention, BAFU
031 322 19 47
josef.hess@bafu.admin.ch

Gewässerschutz trotz Nutzungsdruck

Klimaveränderung, Marktöffnung und Gesellschaftswandel erhöhen den Druck auf die Gewässer. Mit dem Nationalen Forschungsprogramm NFP 61 können Wissenschaftler und Fachleute aus der Praxis zu langfristig tragbaren Lösungen beitragen, meint Ueli Bundi im Interview mit *umwelt*. Der frühere Direktor des Wasserforschungsinstituts Eawag ist Leitungsmitglied des NFP 61.

umwelt: Das Nationale Forschungsprogramm NFP 61 soll Wege zur nachhaltigen Wassernutzung weisen. Ist denn die bisherige Gewässerpolitik nicht nachhaltig?

Ueli Bundi: Historisch hat sich die Wasserwirtschaft in Sektoren entwickelt. Nacheinander entstanden die Gesetze zum Wasserbau, zur Wasserkraftnutzung und zuletzt zum Gewässerschutz. Die Verantwortlichen setzten die Aufgaben in ihrem jeweiligen Sektor um, ohne die anderen Bereiche besonders zu berücksichtigen, was nicht nachhaltig ist. 1975 verankerte der Gesetzgeber dann einen umfassenderen Wasserwirtschaftsartikel. Und in den 1990er-Jahren sorgte er für eine Verbindung zwischen Wasserbau und Gewässerschutz. In der Praxis versuchte man, die gegenseitigen Wechselwirkungen vermehrt zu berücksichtigen. Aber die Trennwirkung der Sektoren ist immer noch gross. Heute stehen wir vor der Herausforderung, die übergreifenden Ansätze weiter zu stärken und alle Synergien zu nutzen.

Die Projekte des NFP 61 befassen sich mit der Frage, was der Klimawandel für die Wasserwirtschaft bedeutet. Waren die Erfahrungen im heissen und trockenen Sommer 2003 der Auslöser dafür?

Vereinzelt regten Wissenschaftler bereits in den 1980er-Jahren an, sich bezüglich Wasser mit dem Klimawandel zu befassen, was aber nicht geschah. Das Jahr 2003 setzte dann ein starkes Zeichen. Man wurde hellhörig und wandte sich nun vermehrt diesem Thema zu. Allerdings laufen auch andere Entwicklungen, welche auf die Was-



Ueli Bundi hat bis zu seiner Pensionierung über 35 Jahre für das Wasserforschungsinstitut Eawag gearbeitet, dessen Ausrichtung er ab 1990 als Mitglied der Direktion und später als Direktor wesentlich mitprägte. Er gilt als Pionier eines ganzheitlichen Gewässerschutzes und engagiert sich als Brückenbauer zwischen Forschung und Praxis weiterhin für ein nachhaltiges Management der Gewässer. So ist er über seine Pensionierung hinaus für verschiedene Organisationen und Vorhaben – wie etwa das Netzwerk Wasser-Agenda 21 – sowie als Leitungsmitglied des NFP 61 tätig.

Bild: Beatrix Mühlethaler

serressourcen einwirken und die zu berücksichtigen sind, nämlich Marktöffnung, Globalisierung und Wertewandel. So gab beispielsweise die Verknappung der nicht erneuerbaren Energien der Wasserkraft wieder Auftrieb. Die Schweiz erkannte, dass die entsprechende Stromproduktion im europäischen Markt eine sehr wichtige Rolle spielen kann. Zusammen mit der Anforderung, den Kohlendioxidausstoss zu senken,

bewirkt dies, dass die Wasserkraft jetzt wieder intensiver gefördert wird. Allein für Kleinwasserkraftwerke gibt es mehr als 400 Projekte.

Weshalb gibt es denn im NFP 61 kein Forschungsprojekt, das der Frage nachgeht, wo und wie Kleinwasserkraftwerke möglich sind, ohne die Bäche zu schädigen?

Dieser Frage geht die Wasser-Agenda 21 nach, eine gemeinsame Plattform der

NFP 61: Lösungen für Wasserprobleme

Auch im Wasserschloss Schweiz lassen sich nicht mehr alle Ansprüche, die an Gewässer und Wasserversorgung gestellt werden, jederzeit befriedigen. Der Klimawandel wird die Nutzungskonflikte verstärken, wie die Trockenheit im Jahr 2003 gezeigt hat. Die Landwirtschaft musste damals Kulturen vertrocknen lassen, weil der niedrige Wasserstand von Bächen keine ausreichende Bewässerung mehr erlaubte. Gegen 100 000 Fische fielen den prekären Verhältnissen zum Opfer. Diese Krise wurde entschärft, da die folgenden Sommer wieder genügend Niederschläge brachten. Gemäss Klimaprognosen lässt die globale Erwärmung etwa ab 2050 aber keinen solch glimpflichen Ausgang mehr erwarten.

Auch gesellschaftliche Entwicklungen führen zu vermehrten Nutzungskonflikten. Dies dürfte zum Beispiel der Fall sein, wenn die Wirtschaft unsere Gewässer noch intensiver für die Wasserkraft nutzt, vermehrt Wasser für Kühlzwecke einsetzt, Kulturen häufiger bewässert und Skipisten öfter beschneien will. Deshalb stellt sich die Frage, wie sich die durch den Klimawandel noch akzentuierten Konflikte in Zukunft lösen lassen. Um mögliche Engpässe zu erkennen und zu entschärfen, sind neue Strategien erforderlich. Verbunden damit sollten die natürlichen Funktionen des Wasserkreislaufs und der Gewässer nicht geschwächt, sondern dauerhaft gestärkt werden.

Praxisnahe Erkenntnisse zu solchen Fragen verspricht das Anfang 2010 gestartete Nationale Forschungsprogramm NFP 61 «Nachhaltige Wassernutzung», das ursprünglich auf eine Initiative des BAFU zurückgeht. Es umfasst 16 Projekte mit einem breiten Spektrum an Themen und konzentriert sich auf wichtige Fragestellungen, mit denen sich das Amt seit Jahren beschäftigt. Im Fokus stehen einerseits hydrologische Themen wie der Gletscherückgang mit seinen Auswirkungen auf Wasserkraftnutzung und Tourismus, der Einfluss des Klimawandels auf das Grund- und Trinkwasser oder die Gefahr von Hochwasser und Trockenheit. Andererseits interessiert, wie ein gut funktionierendes Wassermanagement organisiert sein muss: Wie lassen sich Wasserressourcen in guter Qualität sichern und die Infrastrukturen stärken? Wie verbessern sich Planungsprozesse? Wie arbeiten die verschiedensten Sektoren optimal zusammen? Akteure aus der Praxis sollen bei allen Forschungsprojekten eng mitwirken, damit konkrete Lösungsvorschläge resultieren, die sich auch umsetzen lassen.

wichtigsten Wasserakteure. Sie bezeichnet und quantifiziert Nutzungs- und Schutzaspekte und stellt Entscheidungskriterien zur Verfügung. Die Kantone Bern und Uri haben dafür gute Vorarbeit geleistet.

Einen starken Interessenkonflikt gibt es bei der Bewässerung von landwirtschaftlichen Kulturen. Das zeigte sich im Trockensommer 2003, als die Gewässer zu wenig Wasser führten. Welchen Weg könnte die Forschung hier weisen?

Es ist streng geregelt, wie viel Wasser man den Gewässern für das Bewässern von Kulturen entnehmen darf. Wenn die Sommer trockener werden und der Nutzungsdruck zunimmt, muss sich die Landwirtschaft umorientieren, denn es gibt effizientere Bewässerungsmethoden als die heute übliche Beregnung. So ist die Tröpfchenbewässerung über Schläuche am Boden sparsamer. Ferner wird die Landwirtschaft

«Früher wurden die Konflikte zwischen Schutz und Nutzung viel härter ausgetragen. Heute versucht man, Lösungen zu finden, die beidem gerecht werden.»

Ueli Bundi, NFP 61

vermehrt auf Kulturen umstellen müssen, die Trockenheit gut vertragen. Es gilt noch zu erforschen, welche Pflanzensysteme sich hierzulande dafür eignen. Die Erfahrungen aus anderen Gebieten lassen sich nämlich nicht einfach auf die Schweiz übertragen.

Ein Forschungsprojekt befasst sich damit, alte Bewässerungsgräben wieder in Betrieb zu nehmen. Ist das in diesem Zusammenhang zu sehen?

Im Zentrum steht hier die Frage, wie sich alte Bewässerungssysteme – wie im Wallis und Unterengadin – retten und wieder

nutzen lassen. Diese Wassergräben haben allerdings nicht nur eine Bewässerungsfunktion, sondern entlang ihres Laufs auch eine ökologische Wirkung. Sie sind oft mit einer naturnahen Landwirtschaft verbunden und auch touristisch interessant. Es geht in diesem Projekt deshalb um eine umfassende Sicht der Zusammenhänge zwischen Landnutzung, ökologischem Wert und Tourismus. Dabei möchten die Forschenden auch untersuchen, wie sich moderne Bewässerungssysteme in diese Sichtweise bezüglich Ökologie und Tourismus integrieren lassen.

Der Tourismus erzeugt in Wintersportorten problematische Verbrauchsspitzen. Verschärfen sich diese mit dem Klimawandel?

Das ist vorläufig ein vom Klima unabhängiges Problem. Es gilt, mit dem unterschiedlichen Kapazitätsbedarf fertigzuwerden. Beispielsweise stellen die Belastungsschwankungen hohe Ansprüche an die Abwasserreinigungsanlagen. Die Betreiber haben aber gelernt, damit umzugehen. Lokal und regional können auch Schneekanonen mit ihrem hohen Wasserbedarf problematisch sein. Je nach Gegebenheiten beeinträchtigen sie die Gewässer oder treten in Konkurrenz zur Trinkwasserversorgung.

Die Forschungsbeschriebe des NFP 61 zeigen viele Probleme auf und lassen noch grösseren Druck auf die Gewässer erwarten. Wo bleiben da die Chancen einer nachhaltigen Wasserwirtschaft?

Früher wurden die Konflikte zwischen Schutz und Nutzung viel härter ausgetragen. Heute versucht man, Lösungen zu finden, die beidem gerecht werden. Es gibt bestimmt auch Gebiete, die man ganz schützen und nicht für die Stromproduktion nutzen wird. Anderswo hingegen kommt es zu einer intensiveren

Nutzung. Die Aufgabe besteht darin, unterschiedliche Interessen auszugleichen. Dies setzt voraus, dass Nutzer und Schützer diesen Ausgleich auch suchen. Das NFP 61 schafft dafür wertvolle Grundlagen.

Beim Restwasser ist der Ausgleich aber noch nicht erreicht.

Das Ganze ist kein Schmusespiel. Die wirtschaftlichen Interessen einerseits und die naturschützerischen Anliegen andererseits sind sehr konfliktträchtige Positionen. Beide Seiten wollen mehr. Auch in Zukunft wird es bei Projekten immer wieder Auseinandersetzungen geben.

Im Hitzesommer 2003 starben viele Fische wegen erhöhter Wassertemperaturen. Was kommt da noch auf uns zu?

Die Gewässer sind heute etwa 2 Grad wärmer als vor hundert Jahren. Ende der 1980er-Jahre gab es plötzlich einen Wärmesprung, der vermutlich der Klimaerwärmung zuzuschreiben ist. Der Temperaturanstieg hat aber noch verschiedene andere Ursachen. Neben Abwassereinleitungen sind es die baulichen Veränderungen: Wir haben Bäche begradigt, Schatten spendende Ufergehölze beseitigt und das Abflussregime durch Wasserkraftnutzung verändert. Wenn sich das Wasser weiter erwärmt, wird es für empfindliche Organismen vermehrt zu warm sein.

Also sind die Gewässer wieder naturnaher zu gestalten?

Ja, da kommen verschiedene Vorteile zusammen: Ein renaturierter Bach ist wieder ein besserer Lebensraum für Organismen, er ist ästhetischer, hat eine bessere Erholungsfunktion für Menschen und bietet erst noch mehr Schutz vor Hochwasser. Er verfügt auch über

eine bessere Selbstreinigungskraft und ist kühler. Das sind Synergien, derer man sich früher nicht so bewusst war.

Besteht demnach ein Zwang, den Gewässerfunktionen besser Rechnung zu tragen, weil wir uns sonst zu grosse Probleme einhandeln?

So ist es. Das wurde auch beim Hochwasserschutz erkannt. Ein unökologisches Vorgehen schafft mehr Schwierigkeiten, als es verhindert. Wir können nicht auf die Ökologie verzichten, weil dies langfristig nicht tragfähig wäre. Bei uns verbietet beispielsweise das Gesetz, Grundwasser stärker auszubeuten, als es sich erneuert. In Ländern, wo dies nicht gilt, kommt es früher oder später zu Problemen.

Wenn wir schon im Wasserschloss so sehr gefordert sind, wird es für andere Länder wohl noch schwieriger.

Länder, die heute bereits unter der Trockenheit leiden, werden in Zukunft noch mehr gestraft sein. Da fragt es sich schon, ob wir den grossen Forschungsaufwand nicht besser in Nordafrika betreiben sollten. Ich bin der Auffassung, wir sollen die Forschung hier machen, sind aber legitimiert und verpflichtet, die ärmeren Länder mit unseren Erkenntnissen zu unterstützen. Ferner haben wir auch eine Verantwortung gegenüber unseren Nachbarstaaten, ihnen die Gewässer sauber und mit einem guten Abflussregime zuzuführen.

Interview: Beatrix Mühlethaler

www.umwelt-schweiz.ch/magazin2010-3-15

KONTAKT
Hugo Aschwanden
Chef der Sektion
Gewässerbewirtschaftung, BAFU
031 324 76 70
hugo.aschwanden@bafu.admin.ch



Trompeten, Sternleber und bunte Birnen

Moose spielen global eine wichtige Rolle als Kohlendioxidsenke, wirken ausgleichend auf den Wasserhaushalt und gestalten Lebensräume. Mit einem Monitoringprojekt will das BAFU nun Wissenslücken bei bedrohten Moosarten schliessen, für die das Alpenland Schweiz eine besondere Verantwortung trägt.



Auf dem Boden neben einem renaturierten Altlauf im aargauischen Reusstal bestimmt die Biologin und Moospezialistin Heike Hofmann ein Buntes Birnmoos unter der Lupe. Im Auftrag des BAFU erfasst sie auch weitere bedrohte Moosarten.

Bild: Hansjakob Baumgartner

Knapp 40 Prozent auf der Roten Liste

Es gibt in der Schweiz mehr als tausend Moosarten, aber nur wenige Fachleute, die sie alle kennen. Zu ihnen gehört die Biologin Heike Hofmann von der Forschungsstelle für Umweltbeobachtung (FUB). Auf dem noch weitgehend nackten Boden der Naturschutzfläche «Giriz» im Reusstal bei Rottenschwil (AG) sucht sie das Gelände nach gefährdeten Moosarten ab. Ein Fundstück von der Grösse eines Zweifränklers kann sie unter der Lupe als Buntes Birnmoos (*Bryum versicolor*) identifizieren – ein Befund, der sich später im Labor bestätigt.

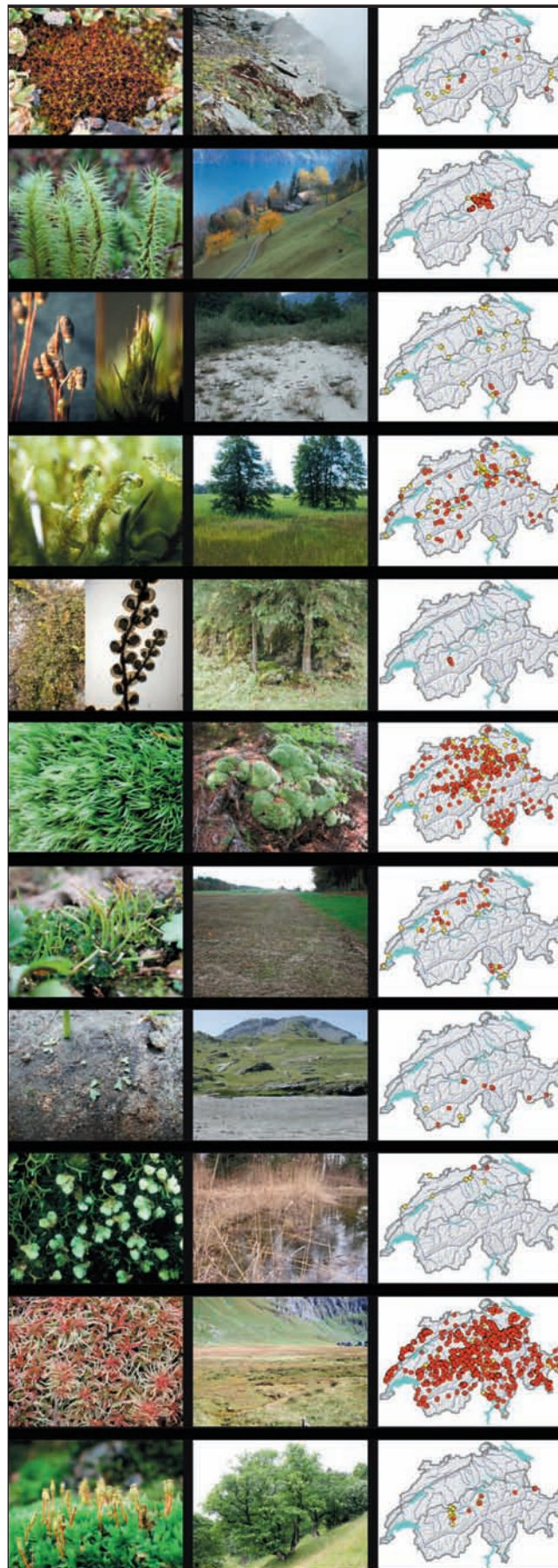
Die Feldarbeit erfolgt im Auftrag des BAFU, das 2007 – in Zusammenarbeit mit dem Nationalen Inventar der Schweizer Moosflora – ein Monitoringprojekt für

stark gefährdete Moosarten lanciert hat. Dabei stehen vorerst die drei Arten Buntes Birnmoos, Breidlers Sternlebermoos (*Riccia breidleri*) und Rudolfs Trompetenmoos (*Tayloria rudolphiana*) im Mittelpunkt, für deren Erhaltung die Schweiz als Alpenland eine besondere Verantwortung trägt. «Wir erhoffen uns von diesem Projekt präzise Angaben zur effektiven Gefährdung der drei Arten und ein besseres Verständnis ihrer ökologischen Ansprüche», sagt Stephan Lussi von der Sektion Arten und Biotope beim BAFU.

Zahlreiche Moose spielen aus ökologischer Sicht eine bedeutende Rolle. Insbesondere die Torfmoose der Gattung *Sphagnum* binden weltweit grosse Mengen

Die Ökologie unserer Moose ist viel weniger gut bekannt als diejenige der Blütenpflanzen. Immerhin existiert eine Rote Liste, welche 416 von insgesamt 1093 beurteilten Arten und Unterarten umfasst. Davon sind 119 Arten – das heisst umgerechnet 11 Prozent – entweder stark gefährdet oder vom Aussterben bedroht. Am höchsten ist der Anteil gefährdeter Arten bei den Moosen der Trockenrasen, Äcker und Pionierstandorte. Besser dran sind die Arten nasser Böden, was sich auf den erfolgreichen Flächenschutz der Moore zurückführen lässt.

Die geschützten Moose der Schweiz



● Funde vor 1960 ● Funde seit 1960

Standorte

Barbula asperifolia

Gattung Bärtchenmoose
Rote Liste: verletzlich

auf Gesteinsrohböden und Felsen, oft in Gipfelnähe;
Hochalpenmoos, nur mikroskopisch sicher bestimmbar

Breutelia chrysocoma

Goldschopfmoos
Rote Liste: nicht gefährdet

auf Erde in wechselfeuchten Magerrasen und extensiv
genutzten Weiden; besonders auf Flysch

Bryum versicolor

Buntes Birnmoos
Rote Liste: vom Aussterben bedroht

auf sandigen Schwemmböden von Flüssen und an
feuchten Stellen in Kiesgruben

Drepanocladus vernicosus

Glänzendes Sichelmoos
Rote Liste: potenziell gefährdet

in Gräben und Senken von neutralen bis basenreichen,
nährstoffarmen Flach- oder Zwischenmooren;
nur mikroskopisch sicher bestimmbar

Frullania parvistipula

Gattung Wassersack-Lebermoose
Rote Liste: vom Aussterben bedroht

an senkrechten Flächen von oberflächlich entkalkten
Kalkblöcken und an Bäumen in lockeren Mischwäldern;
nur mikroskopisch sicher bestimmbar

Leucobryum glaucum aggr.

Weissmoos, Ordenskissenmoos
Rote Liste: nicht gefährdet

auf sauren Böden in Wäldern, Zwergstrauchheiden
und an trockenen Stellen in Hochmooren

Phaeoceros laevis subsp. carolinianus

Gelb-Hornmoos
Rote Liste: stark gefährdet

auf lehmig-sandigen Böden in Stoppeläckern;
hauptsächlich im Herbst zu beobachten

Riccia breidlerii

Breidlers Sternlebermoos
Rote Liste: verletzlich

auf feuchten, basenreichen Sandböden, am Rand
alpiner Schmelzwassertümpel

Ricciocarpos natans

Schwimm-Lebermoos
Rote Liste: verletzlich

in stehenden und langsam fliessenden, beschatteten
Gewässern; selten auch auf feuchtem Lehm und
Laubstreu

Gattung Sphagnum

Torfmoose

an feuchten bis nassen, kalkarmen Standorten in
Hoch-, Flach- oder Übergangsmooren; einzelne
Arten auch in feuchten Wäldern

Tayloria rudolphiana

Rudolfs Trompetenmoos
Rote Liste: verletzlich

an ausladenden Ästen von alten Bergahornen
in luftfeuchten Lagen der montanen und subalpinen Stufe

Quelle: Forschungsstelle für Umweltbeobachtung, Rapperswil (SG) und Naturräumliches Inventar
der Schweizer Moosflora, Institut für Systematische Botanik der Universität Zürich

des Treibhausgases Kohlendioxid, speichern viel Wasser, wirken dadurch ausgleichend auf den Wasserhaushalt und treten zudem als Gestalter ihres Lebensraums auf. So verdanken etwa die Hochmoore ihre Existenz den Torfmoosen.

Nur noch wenige Fundorte. Im Reusstal ist das Bunte Birnmoos ein Relikt aus der Zeit, als das Fliessgewässer hier noch nicht kanalisiert war. Es wächst in Flussauen an periodisch überfluteten, sandigen oder kiesigen Stellen. Im «Giriz» waren diese Standortbedingungen während Jahrzehnten nicht mehr erfüllt, weil ein Damm die Fläche von der Reuss trennte. Zudem wurde das Land ackerbaulich genutzt, bis man 2005 im Rahmen eines Renaturierungsprojekts einen Altlauf wieder ausbaggerte. Im deponierten Aushub neben dem erneuerten Gewässer bildete das Moos, dessen Sporen jahrzehntelang in der Erde überdauert und auf ihre Chance gewartet hatten, prompt wieder Polster auf dem Rohboden.

Heike Hofmann notiert den genauen Ort und die Grösse der bedeckten Fläche auf dem Protokollblatt, taxiert die Vitalität der Population, macht Angaben zum Vegetationstyp und zum Substrat des Standorts. Sie vermerkt auch allfällige Gefährdungen und umschreibt die Situation des Bestandes im Vergleich zum Vorjahr in einigen Sätzen.

Das «Giriz» ist zurzeit der einzige Fundort des Bunten Birnmooses an der Reuss – und einer von bloss fünf in der ganzen Schweiz. Ansonsten kommt die Art nur noch in einem begrenzten Gebiet entlang der Maggia (TI), an der Rhone im Bereich des Pfynwaldes (VS),

an der Engelberger Aa (NW) und am Rhein bei Bad Ragaz (SG) vor.

Einst weit verbreitet. Viel zahlreicher sind die in Herbarien und Floren aus den ersten Jahrzehnten des 20. Jahrhunderts überlieferten Fundorte. Damals war das Bunte Birnmoos entlang aller grösseren Flüsse der Schweiz vertreten. Als Folge der Begradigungen und Kanalisierungen sind seither die meisten Vorkommen erloschen. Wenn dies auch mit den übrig gebliebenen geschieht, droht die Art weltweit auszusterben, denn ein erheblicher Teil der auf Europa beschränkten Gesamtpopulation findet sich in der Schweiz.

Ähnliches gilt für Breidlers Sternlebermoos (*Riccia breidlerii*), das an Ufern von alpinen Schmelzwassertümpeln mit wechselndem Wasserstand wächst. Auf den zeitweise trockenfallenden Sandböden bildet es zuweilen dichte, reine Bestände. Gefährdet ist auch Rudolphi's Trompetenmoos (*Tayloria rudolphiana*): Es gedeiht fast ausschliesslich auf alten Bergahornen in lichten, aber luftfeuchten Lagen der Nordalpen. Meist werden freistehende Bäume in Weiden oder an Wald- und Wegrändern besiedelt. Der Rückzug der Landwirtschaft aus den wenig ergiebigen Flächen des Berggebiets macht ihm zu schaffen: Werden Weiden nicht mehr bestossen, kehrt der Wald zurück, in dessen Schatten Rudolphi's Trompetenmoos verkümmert.

Die richtigen Schutzmassnahmen treffen. Im Rahmen des Monitorings wurden in einer ersten Runde die früheren Fundorte der Arten aufgesucht, die man aufgrund der alten Proben in den Her-

barien kennt. Gemäss diesen Abklärungen war das Sternlebermoos noch an 9 Orten zugegen, das Trompetenmoos an 13 und das Bunte Birnmoos zunächst nur an 3. Je 5 Vorkommen pro Art werden bis 2011 jährlich kontrolliert.

Gestützt auf diese Ergebnisse sollen dann die richtigen Schutzmassnahmen abgeleitet werden. Zudem gehe es im Hinblick auf weitere Projekte mit prioritären Arten auch darum, generelle Erfahrungen in Bezug auf deren Erhaltung zu sammeln, sagt Stephan Lussi. «Neben den Blütenpflanzen und Moosen gibt es auch bei Pilzen und Flechten wenig bekannte, aber gefährdete Arten, für die wir eine besondere Verantwortung tragen.»

Im Fall des Bunten Birnmooses hat das Programm noch einen zusätzlichen Aspekt. In den letzten Jahren sind zahlreiche Flussabschnitte renaturiert worden. Dadurch ist auch neuer potenzieller Lebensraum für die Pionierart entstanden. Wird sie dahin zurückkehren? In Zukunft wird man das Vorkommen und die Verbreitung des Bunten Birnmooses nicht zuletzt als Indikator für den Erfolg einer Renaturierung werten können.

Hansjakob Baumgartner

www.umwelt-schweiz.ch/magazin2010-3-16



KONTAKT
Stephan Lussi
Sektion Arten und Biotope
BAFU
031 324 49 94
stephan.lussi@bafu.admin.ch



Mit dem «Bodenlift» auf Reise

Ein neues interaktives Lehr- und Lernangebot für die Mittelstufe (3. bis 6. Klasse) widmet sich dem Thema Bodenökologie. Mit dem «Bodenlift» lassen sich die Schichten und Funktionen des Bodens erkunden und kennenlernen – stufengerecht und auf abwechslungsreiche Art. Die E-Learning-Applikation mit sieben Stationen thematisiert beispielsweise die Laubschicht auf dem Boden, die Pilze und Bakterien, die Bodentiere oder die verschiedenen Erdschichten. Ergänzt wird sie mit einem Leporello, der auf die Lehrinhalte abgestimmt ist und unter anderem Anleitung für Experimente zu den sieben Hauptthemen bietet. Dieser Faltprospekt kann als Klassensatz für CHF 1.50 pro Exemplar bestellt werden. Einzelexemplare sind kostenlos. Das elektronische Angebot steht gratis in deutscher und französischer Sprache zur Verfügung. Es entstand in Zusammenarbeit von BAFU und LerNetz AG, Bern.

> www.bodenreise.ch. Leporello bestellen bei: BBL, Vertrieb Bundespublikationen, 3003 Bern, 031 325 50 50, Bestellnummer: 810.400.046d, www.umwelt-schweiz.ch/ud-1025-d.



www.bodenreise.ch

Fit für die Umwelt in der Region Basel

Was passiert mit unserem Abfall? Wo wohnen Dachse? Wie überleben Pflanzen in der Wüste? Woher kommt der Strom? Wie gut ist die Basler Luft? Antworten auf diese und weitere spannende Fragen erhalten Lehrpersonen mit ihren Schülerinnen und Schülern, wenn sie die ausser-schulischen Lernangebote in der Region Basel zur Umweltbildung nutzen. Einen Überblick liefert ein neues Verzeichnis mit Adressen der Anbieter sowie Themen und Zielen der wichtigsten Angebote.

> <http://sdu.edubs.ch/> > Fächer > Übergreifende Bereiche: Bildung für nachhaltige Entwicklung > Umweltbildung (Anmeldung/Registrierung erforderlich)

Unterstützung für Schulprojekte

Konkret soll sie sein, die Umweltbildungsarbeit während der obligatorischen Schulzeit. Entsprechende Projekte sollen die Kompetenz der Kinder fördern, selbstbestimmt und verantwortungsbewusst die Zukunft von Umwelt und Gesellschaft mitzugestalten. Damit dieses Ziel nicht an fehlendem Geld scheitert, finden Lehrpersonen Unterstützung beim «Fonds für Schulprojekte in Umweltbildung» der Stiftung Umweltbildung Schweiz (SUB). Der Fonds hat sich zum Ziel gesetzt, diesen Lehrbereich als zentralen Bestandteil einer zukunftsfähigen Bildung in den Schulen zu verankern. Ins Leben gerufen wurde er ursprünglich vom BAFU.

> Informationen und Anträge: Stiftung Umweltbildung Schweiz (SUB), Hansruedi Gilgen, Bern, 031 370 17 70, hansruedi.gilgen@sub-fee.ch, www.umweltbildung.ch/schulprojekte

Kleine Forscher im Zoo

Wie soll die Tigeranlage gestaltet sein? Welche Berufe gibt es im Zoo? Wie viel Fleisch fressen die Tiere? Antworten gibt das Lehrmittel «ZOO verweilen, entdecken, geniessen». Es eignet sich für die Arbeit im Schulzimmer, hilft mit konkreten Ideen, den Zoobesuch vorzubereiten, und regt die Kinder an, genau zu beobachten und wie Forscher zu protokollieren.

> Preis: CHF 95.–, www.verlagzkm.ch

Bärenspuren

Auf dem neuen Bärenerlebnisweg in der Nähe des Museums Schmelzra in S-charl (GR) kann man auf den Spuren des Braunbären wandern. Neun interaktive Stationen liefern umfassende Informationen zum Braunbären und ergänzen die Bärenausstellung im Museum. Rund zwei Stunden dauert das Erlebnis.

> www.nationalpark.ch > Besuchen > Museum Schmelzra > Bärenerlebnisweg www.ursina.org

Jedem seine Klimawerkstatt

Das myclimate-Lehrlingsprojekt «Klimawerkstatt» verbindet Allgemeinbildung mit aktivem Klimaschutz: Im Rahmen des schweizweiten Wettbewerbs setzen Lernende eigene kleine Energieprojekte um. In den vier Kategorien Energie, Sensibilisierung, Innovation und Planung sind die Arbeiten unter www.klimawerkstatt.org einzusehen.

Zu Trockenmauern pilgern

Die Stiftung Umwelt-Einsatz Schweiz organisiert am 12. September 2010 eine Wanderung zu den höchsten Trockenmauern Europas: zu den über 20 Meter hohen Rebterrassen an der Cozette bei Sion (VS). Diese Mauern wurden vor mehr als 150 Jahren ohne eine Kelle Zement errichtet.

> Kosten: CHF 60.– inkl. fachlicher Leitung, Exkursionsdossier und Weindegustation mit Zvieri.

www.umwelteinsatz.ch > Trockenmauern > Baukurse > Spezialkurse und Exkursionen Trockenmauerbau 2010

Bundesgericht stoppt Abschuss von Graureihern

Geschützte Arten wie der Graureiher dürfen nur in Ausnahmefällen erlegt werden.

Im Januar 2007 erteilte das Amt für Wald, Wild und Fischerei des Kantons Freiburg drei einzelnen Fischzuchtbetreibern eine Abschusserlaubnis für Graureiher. Nach einer Beschwerde des Schweizerischen Vogelschutzes SVS/BirdLife Schweiz und von Pro Natura hob die Direktion der Institutionen und der Land- und Forstwirtschaft (ILFD) den Entscheid der Dienststelle auf. Allerdings nur ein bisschen: Eine Selbsthilfemassnahme sei ausgeschlossen, weil es sich beim Graureiher um eine geschützte Art handelt und weil nur Abschussmassnahmen in Ausnahmefällen angeordnet werden können. Die ILFD ersetzte die strittigen Bewilligungen durch an Bedingungen geknüpfte «Abschussanordnungen»: Einzig Reiher, die sich in der Nähe von Fischzuchtanlagen und am Boden aufhielten, dürften abgeschossen werden – und nur, wenn vorgängig Massnahmen zu ihrer Vertreibung ergriffen worden seien. Das Kantonsgericht lehnte die fällige Beschwerde von SVS/BirdLife Schweiz und Pro Natura ab mit der Präzisierung, dass die Fischzuchtbetreiber eine Vogelscheuche aufzustellen hätten.

Inzwischen gab das Bundesgericht dem SVS und Pro Natura Recht. Es verwies auf das Eidgenössische Jagdgesetz (JSG), wonach bei geschützten Arten nur in Ausnahmefällen und gezielt einzelne Individuen getötet werden dürfen, wenn sie erheblichen Schaden anrichten. Das BAFU hatte in einer Stellungnahme erwogen, dass eine Massnahme im Ausnahmefall nicht mehr als etwa 10 Prozent der reproduzierenden Population einer Art betreffen darf. Die drei Abschussbewilligungen führten im Kanton Freiburg aber zum Tod von insgesamt 126 Tieren, was den Richtwert von 10 Prozent des Bestandes (50 bis 70 Brutpaare im ganzen Kanton) bei Weitem überschreitet. Damit sei die Abschusserlaubnis keine Massnahme im Ausnahmefall im Sinne des JSG. Die Tatsache, dass eine geschützte Art nicht vom Aussterben bedroht ist, erlaubt es den Kantonen also nicht, unter dem Vorwand von aussergewöhnlichen Massnahmen den Abschuss einer unbegrenzten Zahl von Tieren zu bewilligen.

Roger Zufferey, Abteilung Recht, BAFU, Tel. 031 322 80 61, roger.zufferey@bafu.admin.ch;

Bundesgericht: Urteil Nr. BGE 2C_911/2008

Lärmarme Strassenbeläge innerorts



Jahresbericht 2009



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun Svizra

Bundesamt für Verkehr (BVF)
Bundesamt für Strassen (BASt)

> Ingenieurbiologische Bauweisen im naturnahen Wasserbau

Praxisratgeber



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun Svizra

Bundesamt für Umwelt (BfU)

Publikationen

> Mit dem Biber leben

Broschüre zur Verfügung der
Präsidien der Kantone und der Eidgenossenschaft



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun Svizra

Bundesamt für Umwelt (BfU)

> Rechtliche Aspekte der aktiven Umweltinformation

Unterstützung nationaler und internationaler
Praxisprojekte der Eidgenossenschaft (BfU)



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun Svizra

Bundesamt für Umwelt (BfU)

Umwelt allgemein

Umweltstatistik Schweiz in der Tasche 2010. Publikumsbroschüre. Hrsg. von Bundesamt für Statistik (BFS) und BAFU. 36 S.; D, F, I, E; kostenlos; Bezug: BFS, 2010 Neuchâtel, Tel. 032 713 60 60, Fax 032 713 60 61, order@bfs.admin.ch, www.environment-stat.admin.ch; Bestellnummer D: 521-1000.

Anhand von Kennzahlen, Grafiken und Kurztexten bietet die Broschüre einen schnellen Überblick über die aktuelle Lage der Umwelt.

Den abonnierten Exemplaren dieses Heftes liegt die Publikation bei.

Abfallwirtschaft

KVA-Rückstände in der Schweiz. Der Rohstoff mit Mehrwert. 230 S.; D; keine gedruckte Ausgabe; Download: www.umwelt-schweiz.ch/ud-1026-d.

Artenschutz

Mit dem Biber leben. Bestandesaufnahme 2008; Perspektiven für den Umgang mit dem Biber in der Schweiz. Hrsg. von BAFU und Schweizer Zentrum für die Kartographie der Fauna (SZKF/CSCF). 158 S.; D, F; CHF 25.-; Bestellnummer der gedruckten Ausgabe: 810.300.116d; Bezug und Download: www.umwelt-schweiz.ch/uw-1008-d.

Bildung

Plakatset «Das kluge Einkaufsquiz». Für Lehrkräfte, welche die Lehrmittel «Der kluge Einkaufswagen» und «Die Zukunft in der Tasche» im Unterricht verwenden; D; kostenlos, nur als Einzelexemplar bestellbar; Bestellnummer der gedruckten Ausgabe: 810.400.045d. Bezug und Download: www.umwelt-schweiz.ch/ud-1019-d.

Biodiversität

Postkartenset «Biodiversität». 5 Wechselbildkarten (Lenticularkarten) zu den Themen Alpen, Wald, Wasser, Weide und Fische, herausgegeben zum Internationalen Jahr der Biodiversität 2010. Format A6; dreisprachig D/F/I; CHF 6.-; Bestellnummer des Sets: 810.400.044. Bezug: www.umwelt-schweiz.ch/ud-1021.

Biodiversität ist Leben. Faltblatt zum Internationalen Jahr der Biodiversität 2010. 6 S.; D, F; kostenlos; Bestellnummer der gedruckten Ausgabe: 810.400.042d; Bezug und Download: www.umwelt-schweiz.ch/ud-1018-d.

Das Dossier «Biodiversität» des BAFU-Magazins umwelt 2/2010 ist auch als eigenständige Broschüre in Italienisch und Englisch erhältlich. 40 S.; I, E; kostenlos; Bezug und Download: www.ambiente-svizzera.ch/mag-1002-i bzw. www.environment-switzerland.ch/mag-1002-e.

Boden

www.bodenreise.ch. Faltprospekt (Leporello) zur gleichnamigen interaktiven Website. Hrsg. von BAFU und LerNetz AG. 8 S.; D, F; Einzelexemplare kostenlos, Klassensatz CHF 1.50 pro Ex.; Bestellnummer: 810.400.046d; Bezug und Download: www.umwelt-schweiz.ch/ud-1025-d. Siehe auch Seite 57 «Bodenlift».

Lärmbekämpfung

Lärmarme Strassenbeläge innerorts. Jahresbericht 2009. Hrsg. BAFU und Bundesamt für Strassen (ASTRA). 4 S.; D, F; keine gedruckte Ausgabe; Download: www.umwelt-schweiz.ch/ud-1022-d.

Naturgefahren

Ingenieurbilogische Bauweisen im naturnahen Wasserbau. Praxishilfe. Überarbeitete Ausgabe 2010. 59 S.; D, F; CHF 10.-; Bestellnummer der gedruckten Ausgabe: 810.300.115d; Bezug und Download: www.umwelt-schweiz.ch/uw-1004-d.

Typenliste Lawinenverbauungen. Stand April 2010. 8 S.; D; keine gedruckte Ausgabe; Download: www.umwelt-schweiz.ch/uv-1006-d.

Typenliste Ankermörtel. Stand April 2010. 4 S.; D; keine gedruckte Ausgabe; Download: www.umwelt-schweiz.ch/uv-1007-d.

Recht

Rechtliche Aspekte der aktiven Umweltinformation. Gutachten zuhnden des Bundesamtes für Umwelt (BAFU). 98 S.; D, F; keine gedruckte Ausgabe; Download: www.umwelt-schweiz.ch/uw-1003-d.

Wald

Kooperationen in der Schweizer Waldwirtschaft. Hrsg. von BAFU, Schweiz. Hochschule für Landwirtschaft (SHL) und Waldwirtschaft Schweiz (WVS). 20 S.; D, F, I; kostenlos; Bezug und Download: www.umwelt-schweiz.ch/ud-1023-d.

Wasser

Strassenabwasser-Behandlungsverfahren. Stand der Technik. Hrsg. von BAFU und Bundesamt für Strassen (ASTRA). 130 S.; D; keine gedruckte Ausgabe; Download: www.umwelt-schweiz.ch/ud-1024-d.

Herunterladen oder bestellen

Sämtliche BAFU-Publikationen sind elektronisch verfügbar und lassen sich als PDF kostenlos herunterladen unter www.umwelt-schweiz.ch/publikationen.

Einzelne Veröffentlichungen sind zudem in gedruckter Form erhältlich und können bestellt werden bei:

BBL, Vertrieb Bundespublikationen, CH-3003 Bern

Tel. +41 (0)31 325 50 50, Fax +41 (0)31 325 50 58

E-Mail: verkauf.zivil@bbl.admin.ch

www.bundespublikationen.admin.ch

www.umwelt-schweiz.ch/publikationen

Bitte jeweils Bestellnummer angeben. Eine Bestellkarte ist in diesem Magazin eingeklebt. Bei kostenpflichtigen Publikationen wird ein Versandkostenbeitrag erhoben.

Ein Newsletter oder RSS-Feed für alle Neuerscheinungen kann auf der BAFU-Website unter www.umwelt-schweiz.ch/newsletter abonniert werden.

Schlüssel zu den bibliografischen Angaben:

Titel. Untertitel. Herausgeber (wenn nicht BAFU). Seitenzahl; erhältliche Sprachen; Preis (sofern gedruckte Ausgabe); Bestellnummer (sofern gedruckte Ausgabe); Link für den Download.

Tipps

Auf zur Nussjagd!



Benoît Renevey, Pro Natura

Haselmäuse sind klein, scheu und hauptsächlich nachts in dichten Sträuchern unterwegs. Das macht es schwierig, sie zu beobachten. Aber da gibt es noch die Haselnüsse. Sie sind die Lieblingsspeise der Haselmaus. Um an den Kern zu gelangen, nagt sie mit ihren scharfen Zähnen die harte Nuss auf. Zurück bleibt nur die Schale mit den typischen Nagespuren. Pro Natura ruft noch bis Ende Oktober 2010 Schulklassen oder Jugend-Naturschutzgruppen zur Nussjagd auf. Sie sollen sich auf die Suche nach solchen Mausspuren machen, damit wir letztlich mehr über die Verbreitung der kleinen Nagetiere in der Schweiz erfahren.

> www.pronatura.ch > Nussjagd, 061 317 92 55, nussjagd@pronatura.ch

Die Sinne schärfen in der Nacht

Im Luzerner Gütschwald gibt es im September 2010 ein besonderes Angebot: Auf einem – nur durch kleine Leuchtstäbe markierten – Rundweg kann man in der Dunkelheit der Nacht seine Sinne schärfen. Möglich ist die Wanderung bei Neu- oder Vollmond. Wer Zeit hat, kann den Tag vor der Nachtwanderung auf dem Luzerner Klimaweg – dem längsten der Schweiz – verbringen.

> www.klimaweg.com

Umweltverträglich reisen

Der Wunsch nach mehr Nachhaltigkeit ist auch im Tourismus angekommen. Es geht dabei um Reisen, die umweltverträglich und gleichzeitig sozial verantwortlich sind. Trotzdem ist es nicht ganz so einfach, entsprechende Veranstalter und Informationen zu finden. «umwelt» hat einige Adressen zusammengetragen.

> www.vertraeglich-reisen.de; www.fairunterwegs.org; www.swissecotours.ch; www.arcatour.ch;

www.forumandersreisen.de; www.alpine-pearls.com

Umweltschützer im Schulzimmer

Ausgebildete Freiwillige der Umweltschutzorganisation Greenpeace besuchen Schulklassen. Zum Beispiel, um Anregungen zu einem Umweltthema zu geben, entsprechende Ideen zu entwickeln oder über die Arbeit von Greenpeace zu berichten. Der Besuch umfasst mindestens 4 Lektionen für maximal 25 Schülerinnen und Schüler und kostet CHF 250 für den ganzen oder CHF 150 für den halben Tag.

> Greenpeace, Zürich, 044 447 41 29, www.schulbesuch.ch

Gemüse im Abo

Das wöchentliche Gemüsepaket hat in der Schweiz eine über 30-jährige Tradition. Und es scheint sich auch in wirtschaftlich schwierigen Zeiten zu bewähren, denn es schiessen immer neue Angebote aus dem Boden. Neben Gemüse (z. B. www.terroir-fribourg.ch, www.dunkelhoelzli.ch, www.biobouquet.ch) können sich Familien oder Unternehmen auch Früchte (z. B.

www.freshbox.ch) oder Muesli (www.mymuesli.com) ins Haus liefern lassen. Unter www.landwirtschaft.ch finden sich zudem zahlreiche Angebote (ganze Schweiz) von Produkten, die direkt vom Bauernhof bezogen werden können.

> www.landwirtschaft.ch > Vom Hof

Der Naturerlebnis-Zug



zVg

Der «Lötschberger» der BLS verbindet Bern mit Brig und mit dem Simmental. Er ist aber mehr als ein Zug: Er steht für viele Ausflüge in die Natur, die sich mit dem öffentlichen Verkehr bewältigen lassen. Auf der unten stehenden Website gibt es alles auf einen Blick. Nach der Beantwortung der Fragen «Was? Wer? Wohin?» erhalten Touristinnen und Touristen zahlreiche Vorschläge für Ausflüge mit allen nötigen Informationen.

> www.loetschberger.ch

Die «Samen-Krieger»

Bis 2050 werden die Temperaturen voraussichtlich weltweit um mindestens 2 Grad steigen. Dieser Umstand führt zu erheblichen Einbussen bei der Nahrungsmittelproduktion. Gleichzeitig wird sich bis dahin der globale Nahrungsbedarf verdoppeln. Wie lässt sich dieser Nahrungsmittelengpass überwinden? Der Schweizer Dokumentarfilm «Seed Warriors» begibt sich auf Spurensuche: etwa beim Direktor der nationalen Genbank in Kenia, in der die Biodiversität seines Landes gesichert wird; oder bei der Mais-Expertin Marianne Bänziger, die nicht genverändertes Saatgut entwickelt,

das einen bis zu 30 Prozent höheren Ernteertrag liefert und der Dürre trotzen kann.

> Filmstart in Deutschweizer Kinos am 26. August 2010; www.seedwarriors.org (mit weiteren Informationen und einem Pflanzenzüchter-Spiel, in D und E)

Leih dir ein Fahrrad!

In der Schweiz gibt es viele Möglichkeiten, sich für Ferien oder Arbeit ein Fahrrad zu mieten: In Zusammenarbeit mit der SBB und Privatbahnen stellt www.rentabike.ch an über 100 Standorten rund 3500 Fahrräder aller Art zur Verfügung. Hinzu kommen an ausgewählten Verleihstationen 750 E-Bikes. Daneben gibt es das Mietsystem «Velopass»: Dabei können die Velos an Selbstbedienungsstationen rund um die Uhr und an sieben Tagen pro Woche ausgeliehen werden. Derzeit gibt es die Netze Lausanne-Morges, Riviera, Freiburg, Yverdon-les-Bains, Lugano-Paradiso, Oberwallis, Zentralwallis und Aigle-Monthey. Bald sollen weitere Netzwerke in der ganzen Schweiz entstehen.

> www.rentabike.ch, www.velopass.ch



zVg

Abholservice für Aludosen



zVg

Ab sofort gibt es in der Schweiz einen kostenlosen Abholservice für Aludosen. Dieser richtet sich in erster Linie an Betriebe, in denen sich überdurchschnittlich viele leere Dosen ansammeln, also Firmen, Kioske, Restaurants oder Schulen. Anders sieht es für Privathaushalte aus. Da ist es ökologisch immer noch sinnvoller, die gesammelten Aluverpackungen selber zur Sammelstelle zu bringen. Insgesamt unterstützen 87 Transportpartner schweizweit die neue Dienstleistung. Diese Dichte soll gewährleisten, dass das weitverzweigte Sammelstellennetz umweltgerecht und wirtschaftlich sinnvoll bedient werden kann.

> www.igora.ch > Aludosen-Entsorgung

Die Wildnis vor der Haustür

Die Ausstellung «Wildnis Bern – von Alpensegler bis Zimtrose» zeigt, wo die urbane Wildnis in der Stadt zu finden und wie sie zu bewahren ist. Dazu gehören 50 Beispiele von siedlungstypischen oder seltenen Tier- und Pflanzenarten der Stadt Bern. Informationen zu Lebens-

weise und Lebensräumen dieser Tiere und Pflanzen finden sich noch bis Ende September in der Berner Elfenau, im Tierpark Dählhölzli und im Rosengarten. Im Naturhistorischen Museum sind alle Tierarten als Präparate ausgestellt.

> www.bern.ch/wildnisbern

Von Bauern für Bauern



zVg

Viele Landwirtinnen und -wirte sowie Winzerinnen und Winzer setzen seit Jahren erfolgreich auf schonende Bodennutzung. Sie erwirtschaften so mit weniger Aufwand den gleichen Ertrag im Ackerbau. Im Rahmen des von bäuerlichen Verbänden, Beratungsstellen, Bund und Kantonen unterstützten Projekts «Von Bauern für Bauern» wurden 2006 die Geschichten von sechs solchen Bauern verfilmt und waren seither auf einer DVD erhältlich. Sie wurden nun mit drei neuen Filmen zu den Themen Futterbau, Direktsaat und Begrünung im Rebbau ergänzt. Die Filme sind neu auch alle französisch oder schweizerdeutsch gesprochen und französisch, deutsch und englisch untertitelt.

> Zu bestellen bei: Agridea, Lindau (ZH), 052 354 97 00, kontakt@agridea.ch, www.agridea-lindau.ch, Preis: CHF 30.–.

Impressum 3/2010 September 2010 / Das Magazin *umwelt* des BAFU erscheint viermal jährlich und kann kostenlos abonniert werden; ISSN 1424-7186. / **Herausgeber:** Bundesamt für Umwelt BAFU. Das BAFU ist ein Amt des Eidg. Departements für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK / **Projektoberleitung:** Bruno Oberle, Thomas Göttin / **Konzept, Redaktion, Produktion:** Georg Ledergerber (Gesamtleitung), Kathrin Schlup (Stellvertretung); Georg Karlaganis, Ernst Furrer, Andreas Weber, Beat Jordi (Koordination Dossier «Nanotechnologie»); Hansjakob Baumgartner, Luc Hutter (Webpublisher), Gregor Klaus, Cornélia Mühlberger de Preux, Lucienne Rey; Valérie Fries (Redaktionssekretariat) / **Externe journalistische Mitarbeit:** Urs Fitze, Anna Hohler, Kaspar Meuli, Beatrix Mühlethaler, Pieter Poldervaart, Peter Bader und Nicole Bärtschiger (Rubriken), Jacqueline Dougoud (Lektorat, Korrektur, Übersetzungen), Rolf Geiser (Übersetzung) / **Visuelle Umsetzung:** Atelier Ruth Schürmann, Luzern / **Redaktionsschluss:** 2. Juli 2010 / **Redaktionsadresse:** BAFU, Kommunikation, Redaktion *umwelt*, 3003 Bern, Tel. 031 323 03 34, Fax 031 322 70 54, magazin@bafu.admin.ch / **Sprachen:** Deutsch, Französisch; Italienisch in Auszügen ausschliesslich im Internet / **Online:** Der Inhalt des Magazins (ohne Rubriken) ist abrufbar unter www.umwelt-schweiz.ch/magazin / **Papier:** Cyclus Print, 100% Altpapier aus sortierten Druckerei- und Büroabfällen / **Auflage dieser Nummer:** 46 000 Expl. Deutsch, 17 500 Expl. Französisch / **Druck und Versand:** Swissprinters St. Gallen AG, 9001 St. Gallen, www.swissprinters.ch / **Gratisabonnemente, Nachbestellungen einzelner Nummern und Adressänderungen:** *umwelt*, Swissprinters St. Gallen AG, Leserservice, 9001 St. Gallen, Tel. 058 787 58 68, Fax 058 787 58 15, umweltabo@bafu.admin.ch, www.umwelt-schweiz.ch/magazin / **Copyright:** Nachdruck der Texte und Grafiken erwünscht mit Quellenangabe und Belegexemplar an die Redaktion.

Intern

Franz Perrez – neuer Umweltbotschafter der Schweiz

Seit 1. Juni 2010 ist Franz Perrez (links im Bild) neuer Chef der BAFU-Abteilung Internationales. Er übernimmt damit auch das Amt des Schweizer Umweltbotschafters und vertritt die Schweiz in allen wichtigen internationalen Verhandlungen im Umweltbereich. In dieser Funktion leitet er insbesondere auch die Schweizer Delegation bei den anspruchsvollen Klimaverhandlungen. Franz Perrez ist Nachfolger von Thomas Kolly, der ab September 2010 der Schweizer Botschaft in Guatemala vorsteht.

Der 43-jährige Franz Perrez ist Jurist mit grosser internationaler Erfahrung. Nach seinem Rechtsstudium in Bern und Paris war er in der Direktion für Völkerrecht des EDA tätig. Anschliessend spezialisierte er sich an der New York University School of Law in den Bereichen Völkerrecht und internationales Umwelt- und Wirtschaftsrecht. Danach arbeitete Perrez im WTO-Dienst des Staatssekretariats für Wirtschaft (Seco). 2001 wechselte er ins heutige BAFU, wo er bis zuletzt die Sektion Globales der Abteilung Internationales leitete.



Kostenlose Einzelnummern und Abonnemente sind zu bestellen bei: EDA, Informationsdienst, Bundeshaus West, 3003 Bern, Tel. 031 322 44 12, info@deza.admin.ch, www.deza.admin.ch

Ernährungssicherheit im Internationalen Jahr der Biodiversität

Obwohl viele Entwicklungsländer über genügend fruchtbares Land verfügen, sind sie nicht in der Lage, ihre Bevölkerung zu ernähren. Für das Dossier über Ernährungssicherheit ging «Eine Welt» – das Magazin der Direktion für Entwicklung und Zusammenarbeit (DEZA) – deshalb in Mosambik auf Reportage. Ein weiteres Thema der aktuellen Ausgabe 3/2010: Die Entwaldung und mögliche Massnahmen, um sie zu stoppen.

Bildredaktion «Nanotechnologie» als Diplomarbeit

Jeannette Bölle und Fabia Müller, Absolventinnen des Studiengangs Bildredaktion am MAZ – Die Schweizer Journalistenschule, Luzern, übernahmen im Rahmen ihrer Diplomarbeit die Bildredaktion des Dossiers «Nanotechnologie» dieser Ausgabe von *umwelt*. Die Redaktion bietet immer wieder Nachwuchskräften Gelegenheit, konkret bei einer Heftproduktion mitzuwirken. Interessierte melden sich beim Redaktionsleiter (siehe Impressum Seite 61).

Geoprotecta

2. Schweizer Fachmesse für integrales Risikomanagement von Naturgefahren und Klimafolgen
St.Gallen, 11.–13. November 2010
www.geoprotecta.ch

Gutschein

zum Bezug einer Tageskarte Erwachsene für
CHF 9.– statt CHF 18.– gegen Abgabe an der Kasse

Gutschein nur im Original gültig, nicht kumulierbar. Kann nicht für andere Ticketsorten an Zahlung genommen und nicht online eingelöst werden.

Umwelt 3/10



Vorsicht! Naturgefahren.

Vom 11. bis 13. November 2010 findet in St. Gallen die Geoprotecta statt, die Schweizer Fachmesse für integrales Risikomanagement von Naturgefahren. Das BAFU präsentiert gemeinsam mit weiteren Organisationen des LAINAT (Lenkungsausschuss Intervention Naturgefahren) Rolle und Aufgaben des Bundes im Umgang mit Naturgefahren. Besucherinnen und Besucher können sich über die Gemeinsame Informationsplattform Naturgefahren GIN, das Präventionsportal der Bundeskanzlei sowie über das Melde- und Lagezentrum MLZ informieren.

www.umwelt-schweiz.ch/naturgefahren

Die schiefergraue, bis zu 16 Millimeter lange Kellerassel hat unter ihrem Rückenpanzer 7 frei bewegliche Brustsegmente mit je einem Paar Laufbeinen, vorne 2 Orientierungsantennen und hinten eine Schwanzplatte mit Tastorganen.

Bild: fr.academic.ru



Kellerassen – wertvolle Entsorger

Sie leben versteckt unter dem Sonnenschirmsockel, sind in morschem Holz zu Hause, bevölkern den Komposthaufen und bewohnen feuchte Kellerräume: Kellerassen – ein lichtscheues Gesindel, das unsere Ekelgrenze auf die Probe stellt? Kellerassen richten im Haus in der Regel keine Schäden an – sofern sie nicht ihre Lieblingsspeise antreffen: faulendes Obst oder Gemüse. Und sie übertragen keine Krankheiten.

Dass die Kellerassel (*Porcellio scaber*), eine Krebsart, Licht und Trockenheit meidet, liegt daran, dass ihre Vorfahren noch im Wasser lebten. Wegen des dort herrschenden Konkurrenzdrucks passten sie sich im Laufe der Evolution an das terrestrische Leben an und wurden zu Landkrebse. Neben Kiemen bildeten sie Tracheenlungen aus, um genügend Sauerstoff aufnehmen zu können. Darum kann die Kellerassel auch an feuchten Standorten überleben, sei es im Waldboden oder im Kellergeschoss. Hier verlässt sie nur nachts und nur für kurze Zeit ihr Versteck. Droht Gefahr, rollt sie sich ein und stellt sich tot. Sie liebt zwar alles Feuchte, meidet aber Wasser, da sie nicht schwimmen kann. Im Boden bewohnt die Kellerassel den obersten Teil, die Streuschicht. Dabei spielt das gepanzerte

Tierchen im Naturhaushalt eine zentrale Rolle. Wie der Regenwurm gehört es in der Verwertungskette zu den Erstzersettern von Laub, Holz und Pilzen, denn die im Verdauungstrakt vorhandenen Bakterien ermöglichen der Kellerassel das Aufschliessen von Zellulose. Ihr Kot und die zerkleinerten Pflanzenteile werden dann von anderen Bodentieren als Nahrung weiterverwertet. So kann schliesslich Humus entstehen.

Woher kommen die Asselchen? Das Weibchen trägt die 25 bis 90 befruchteten Eier in einer flüssigkeitsgefüllten Blase an der Bauchunterseite während 40 bis 50 Tagen mit sich herum. Dann schlüpfen die Jungtiere aus. Sie häuten sich anschliessend rund 15-mal, bis sie die Endgrösse erreicht haben. Nach 3 Monaten sind sie geschlechtsreif und werden bis zu 2 Jahre alt.

Weltweit gibt es rund 2000 Asselarten, darunter die Riesenassel in der Tiefsee, die 27 cm lang wird. In der Schweiz sind neben der Kellerassel noch weitere 50 Arten nachgewiesen. Die ursprüngliche Heimat der Kellerassel ist der westeuropäisch-atlantische Raum. Der Mensch hat sie aber über die ganze Erde verbreitet.

Georg Ledergerber

www.umwelt-schweiz.ch/magazin2010-3-17

> Aktuell auf der BAFU-Website:
Internationales Jahr der Biodiversität 2010
www.umwelt-schweiz.ch/biodiversitaet2010