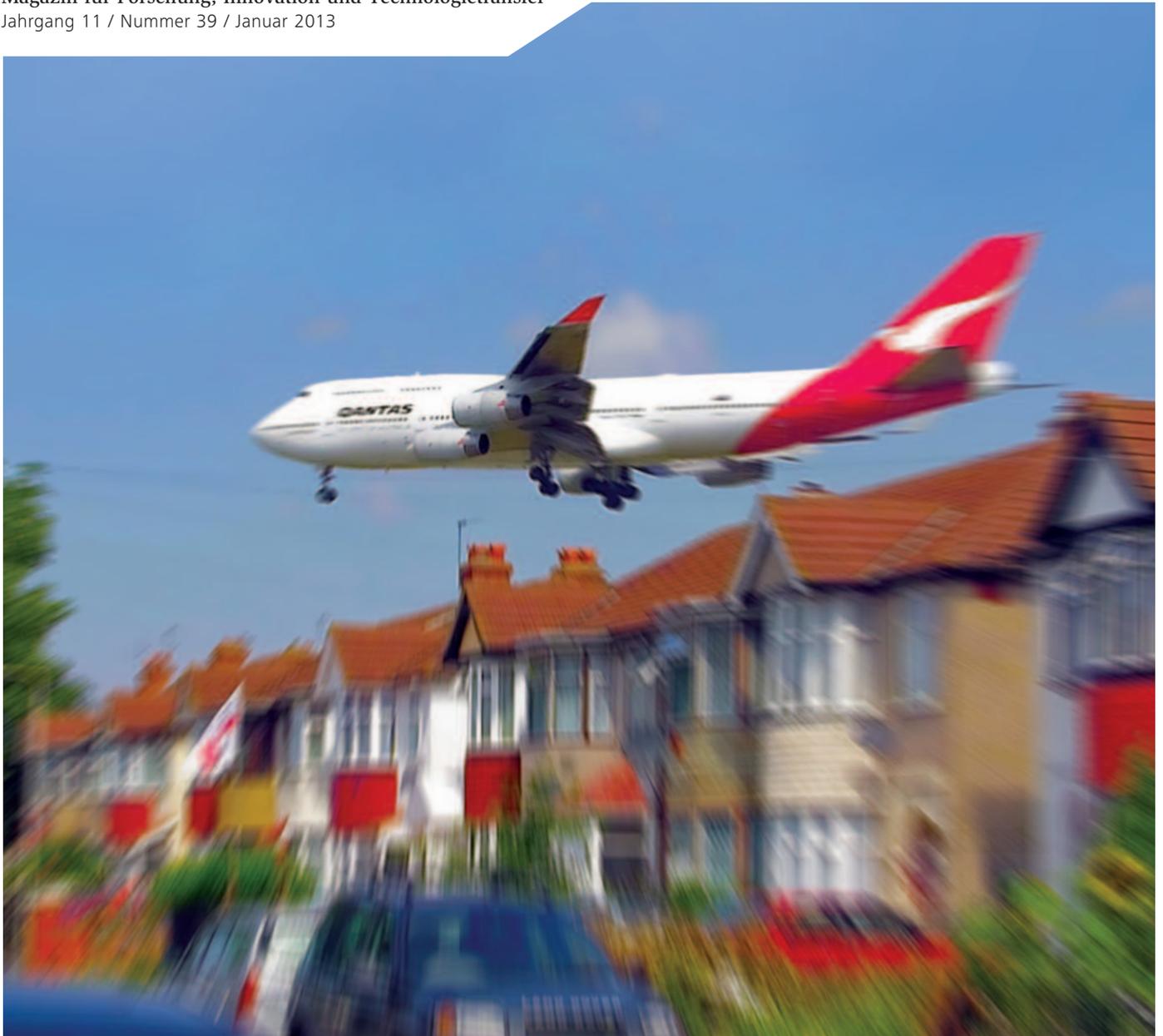


Neu!

Erhältlich im
App Store

Empa **News**

Magazin für Forschung, Innovation und Technologietransfer
Jahrgang 11 / Nummer 39 / Januar 2013



Schall und Rauch

EMPA 
Materials Science & Technology

Saures aus der
Aircondition 04

Das simulierte
Windkraftwerk 12

Abenteuer
Nanokristalle 16

Keineswegs nur Schall und Rauch

Obwohl wir auch diese zwei an der Empa erforschen. Genauer gesagt: Lärm und Luftschadstoffe beziehungsweise deren Quellen und wie sie zu vermeiden oder zu verringern sind. Beides Probleme, die je länger je wichtiger werden. Denn: Verdichtetes Bauen, Mischnutzung von ganzen Stadtquartieren und eine immer dichtere Besiedlung lassen den (störenden) Lärmpegel zumindest in den urbanen Zentren hier zu Lande immer weiter steigen. Und Lärm nervt, ganz klar.

Um diesen wirksam einzudämmen, benötigen wir zunächst einmal verlässliche Daten darüber, wo wann wie viel Lärm anfällt. Hierfür nutzen Empa-Forschende unter anderem umfassende 3D-Computermodelle und -simulationen. Die resultierenden Lärmkarten zeigen dann, wo es in der Schweiz am lautesten ist (s. Seite 14), wo also wirklich Not am Mann ist.

Klar wird aber auch: Die (vom Lärm einmal abgesehen) attraktiven Schweizer Zentren wie Zürich und Genf sind keineswegs Oasen der Stille. Wo viele Menschen auf engem Raum zusammen leben und arbeiten, Verkehrsmittel nutzen, Häuser und Strassen bauen, da ist es manchmal einfach laut. Das wissen zum Beispiel auch der Leiter der

Akustik-Abteilung der Empa, der in einer von Fluglärm belasteten Gegend wohnt, und der Schreibende, der jahrelang an der Rosengartenstrasse gelebt hat, als diese noch Haupttransitachse durch Zürich war.

Neben Lärm beeinträchtigen aber auch Treibhausgase und andere Luftschadstoffe unsere Lebensqualität. Deren Ausbreitung in der Atmosphäre untersuchen Empa-Forschende mit hochsensiblen, selber entwickelten Messgeräten und Computermodellen. Damit kann man einerseits eruieren, wer wie viel «Dreck» ausstösst (zumindest auf regionaler Ebene innerhalb Europas); andererseits lassen sich die dafür entwickelten Technologien auch schon mal «zweckentfremden», etwa zur Detektion von lecken Spraydosen (s. Seite 08).

Unterm Strich haben all diese Forschungs- und Entwicklungsarbeiten ein gemeinsames Ziel: eine lebenswerte, nachhaltige Zukunft zu ermöglichen dank innovativen, Ressourcen schonenden Technologien und Materialien.

A propos – noch ein Hinweis in eigener Sache: Ressourcen in Form von Papier können auch Sie, wer te Leserinnen und Leser, in Zukunft sparen. Indem Sie nämlich die EmpaNews auf Ihrem iPad lesen – und erst noch etliche Multimedia-Features dazu bekommen. Probieren Sies; einfach im iTunes-Store nach «EmpaNews» suchen und (natürlich kostenlos) abonnieren. In Deutsch oder Englisch.

Viel Vergnügen beim Lesen.

Michael Hagmann
Leiter Kommunikation



Toxische Abbauprodukte
Das Auto-Kühlmittel R-1234yf
schädigt die Umwelt 04



Titelbild

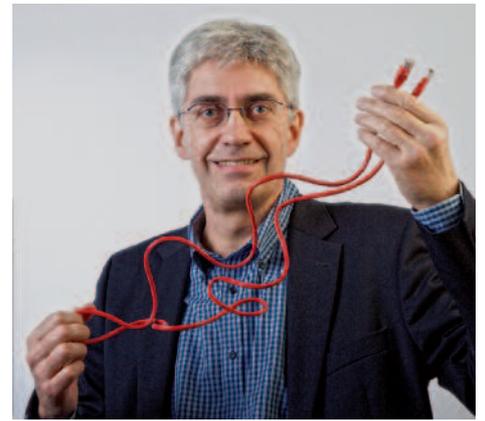
Boeing B747 der Fluglinie Qantas im Landeanflug (Bild: Wikimedia.org) – ein sehr drastisches Beispiel für die Probleme, die auftreten, wenn Verkehrswege nahe bei Wohngebieten liegen. Die Empa untersucht Lärmquellen und -ausbreitung und verfolgt die Wege von Schadstoffen in der Luft.



**Simulierte Geräusche
Windkraftanlagen hören,
bevor sie gebaut sind** 12



**Neuartige Chemie
Maksym Kovalenko erforscht
die Welt der Nanokristalle** 16



**Zürcher Konferenz «ICT4S»
Startschuss für eine
energieeffiziente Zukunft** 24

Impressum

Herausgeberin

Empa
Überlandstrasse 129
8600 Dübendorf
Schweiz
www.empa.ch

Redaktion & Gestaltung

Abteilung Kommunikation

Kontakt

Telefon +41 58 765 47 33
empanews@empa.ch
www.empanews.ch

Anzeigenmarketing

MetroComm AG
Ernst Niederer
Zürcherstrasse 170
9014 St.Gallen
Schweiz
Telefon +41 71 272 80 50
info@metrocomm.ch

Erscheint viermal jährlich



ISSN 1661-173X

Fokus: Schall und Rauch

04 Saures aus der Aircondition

Wie aus neu vorgeschriebenen Kühlmitteln für Autos ein Pflanzengift entsteht.

08 Der Spraydosen-Schnüffler

Undichte Spraydosen sind gefährlich. Ein Empa-Gerät erkennt sie blitzschnell – während der Produktion

12 Sein und Schein am Beispiel der Windturbine

Wie störend sind Windturbinen? Die Empa simuliert Lärm und Optik noch in der Planungsphase

14 Centerfold: Die Schweiz – kein stilles Land

Detaillierte Lärmkarten zeigen: Wer leidet wo?

Forschung und Entwicklung

16 Erfahrungen aus dem US-Forschungsbetrieb mit der hiesigen Kultur verknüpfen

Interview mit dem Nanokristall-Spezialisten und ERC-Preisträger Maksym Kovalenko

Wissens- und Technologietransfer

19 Ein Turbo für die Brennstoffzelle

Thermoelektrik verwandelt Abwärme in Strom

Wissenschaft im Dialog

24 IT-Startschuss für eine energiebewusste Welt

Eine Konferenz in Zürich zeigt, wie Kommunikationstechnik den Energieverbrauch steuern kann

Saures aus der Aircondition

Das neue Kältemittel für Autoklimaanlagen, R-1234yf, ist nicht nur brandgefährlich – es zerfällt in der Atmosphäre auch noch zu Trifluoressigsäure, einem sehr langlebigen Pflanzengift. Die Empa hat ausgerechnet, wie viel der Substanz wo herunterkommt.

TEXT: Rainer Klose / BILDER: Empa





Atmosphärenforscher Stephan Henne prüft den Regensammler auf dem Empa-Gelände. In den Proben sind auch Spuren von Trifluoressigsäure nachweisbar – ein Gift, das aus Autoklimaanlagen stammt. Eine systematische Überwachung dieses Stoffs sei wünschenswert, meint Henne.

Bringt uns das neue Kältemittel Vorteile oder Nachteile? Am Ende ist es diese Frage, die gestellt werden muss, bevor sich Fahrzeughersteller dazu entschliessen, das Kältemittel R-1234yf in Autoklimaanlagen einzufüllen. Denn von dort «entkommt» das Mittel irgendwann wieder. Alle Klimaanlagen haben irgendwo undichte Stellen – und so wird die globale Fahrzeugflotte allmählich beträchtliche Menge des Stoffes in der Umwelt verteilen.

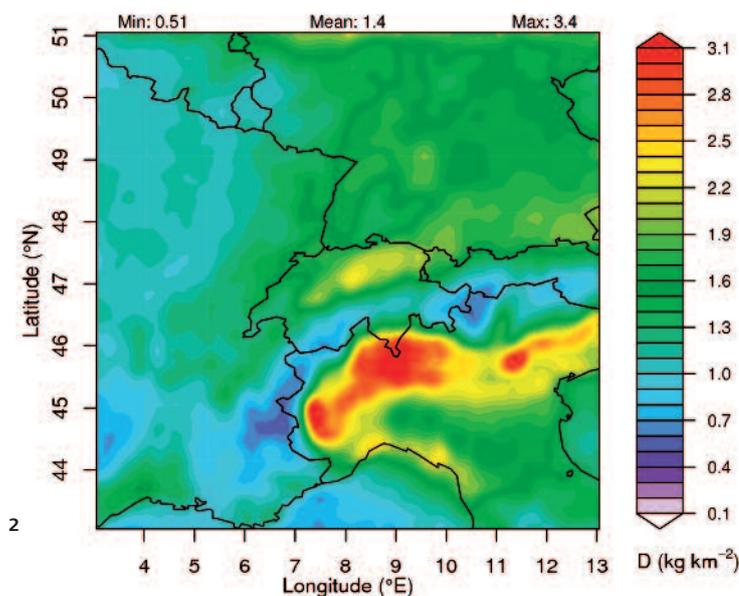
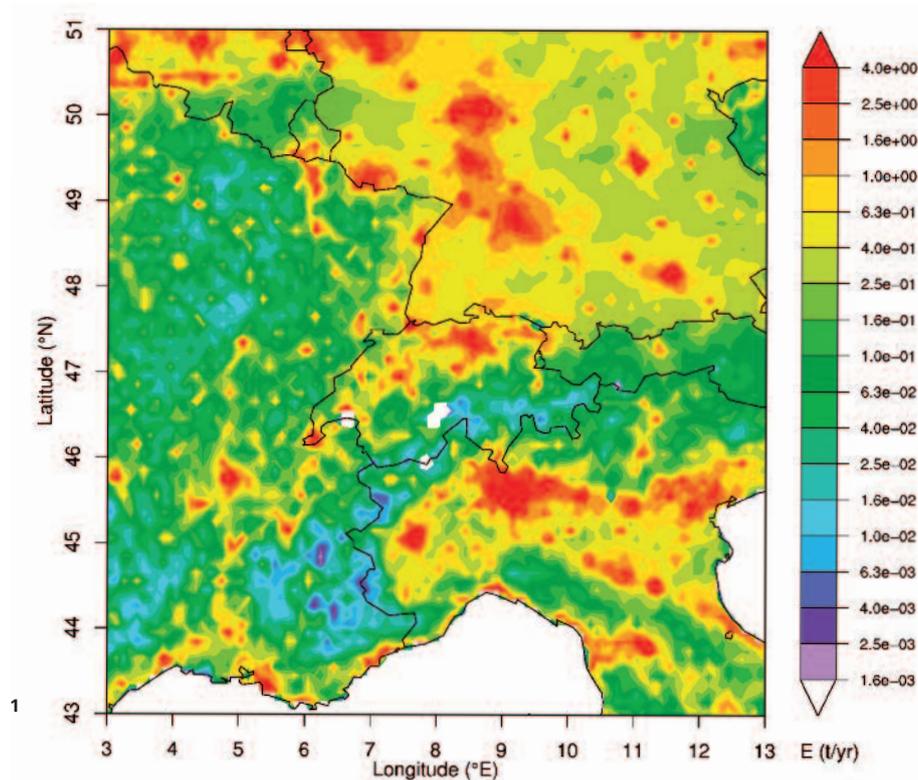
Eine giftige Säure

Besonders geheimnisvoll ist der Stoff nicht, um den es geht. Bei dem Kühlmittel mit dem Namen R-1234yf handelt es sich um Tetrafluorpropen, ein einfaches Molekül aus Wasserstoff, Kohlenstoff und Fluor; chemische Formel $H_2C=CF-CF_3$. Sein Vorteil: Ist es aus der Klimaanlage entwichen, zerfällt es an der Luft relativ rasch – innerhalb von zehn Tagen. Im Gegensatz zu seinem Vorgänger trägt es damit wesentlich weniger zum Treibhauseffekt bei und wird auch der Ozonschicht nicht gefährlich. Der Nachteil: Sein Zerfall führt zu Trifluoressigsäure (chemische Formel CF_3-COOH), einem ungeheuer stabilen Molekül, das in der Natur nicht abgebaut wird. Die Säure reichert sich praktisch unendlich lang im Wasser und in Lebewesen an. Zudem ist sie für Pflanzen giftig, insbesondere für einige Algenarten.

Was bisher geschah

Nun stellt sich die Frage: Wer will diesen Stoff überhaupt einführen und warum? Ein kurzer Rückblick soll das beleuchten: Mitte der 1980er-Jahre wurde über der Antarktis ein Loch in der Ozonschicht entdeckt, als Verursacher wurden so genannte FCKW (Flurchlorkohlenwasserstoffe) ausgemacht. Bereits im September 1987 einigte sich die Weltgemeinschaft im Montreal-Protokoll, die Produktion solcher Stoffe zu verbieten. Fast 200 Staaten unterzeichneten den Vertrag.

Als Ersatzmittel für die verbotenen FCKW wurden Fluorkohlenwasserstoffe (HFKW) eingeführt – wie zum Beispiel das bisher in Autoklimaanlagen verwendete R134a (Tetrafluorethan). Es hat keinen schädlichen Einfluss auf die Ozonschicht – aber ein bedrohlich grosses Potenzial als Treibhausgas. Sein GWP-Wert («Global



Das Klimaanlage-Kühlmittel R-1234yf wird ab 2013 für neue Autos Pflicht.

1
Grosse Karte: Die Empa-Simulation zeigt, wo besonders viel des Stoffs in die Atmosphäre entweichen wird: Die Ballungsräume Stuttgart, Zürich, Genf und Mailand sind deutlich zu sehen.

2
Kleine Karte: R-1234yf zerfällt an der Luft zu Trifluoressigsäure, einem unzerstörbaren Pflanzengift. Es fällt im Regen auf die Erde zurück. Besonders Norditalien und das Tessin sind betroffen. Dort fallen jährlich bis zu drei Kilogramm pro Quadratkilometer.

Warming Potential») liegt bei 1430 – es verursacht also einen 1430-mal grösseren Treibhauseffekt als die gleiche Menge Kohlendioxid, CO_2 . Bald griff die EU ein und verbot den Stoff zur Nutzung in Autoklimaanlagen. Dieses Verbot tritt nach längeren Verzögerungen am 31. Dezember 2012 in Kraft. Ab dann wird kein neuer Fahrzeugtyp mit diesem Kältemittel mehr in der EU zugelassen.

Die Autoindustrie suchte und fand den nächsten Ersatz: R-1234yf – das bereits erwähnte Tetrafluorpropan. Kein Schaden für die Ozonschicht, kaum Treibhauseffekt ($\text{GWP} = 4$) – doch leider nicht ganz harmlos. Denn im Extremfall ist Tetrafluorpropan brennbar: Direkt auf einen heissen Auspuffkrümmer gesprüht, kann es sich entzünden. In diesem Fall wird giftiger und ätzender Fluorwasserstoff, HF, frei, was zu Protesten von Feuerwehrverbänden und Automobilclubs geführt hat. Bisher hat nur die Daimler AG von einer Einführung Abstand genommen. Alle anderen Fahrzeughersteller halten weiter an R-1234yf fest.

Die Empa kommt ins Spiel

Nun stellt sich die Frage: Wie umweltschädlich ist ein Stoff, der bald aus Millionen Autoklimaanlagen entweichen könnte und sich danach praktisch vollständig in Trifluoressigsäure umwandelt? Wo geht es in die Luft, wo kommt die Säure im Regen wieder runter? Wird die Umwelt geschädigt? Stephan Henne und Stefan Reimann, zwei Atmosphärenforscher an der Empa, machten sich an die Berechnung.

Vom alten Kühlmittel R-134a gelangt es aus Europa bislang etwa 25 000 Tonnen pro Jahr in die Atmosphäre. Die Atmosphärenforscher berechneten, dass vom neuen Ersatzkühlmittel R-1234yf bis 2020 pro Jahr zwischen 11 000 und 19 000 Tonnen in die Atmosphäre entweichen werden, Verbesserungen in Dichtigkeit und Effi-

zienz der Klimaanlage und Zuwachs der Fahrzeugflotte mitberücksichtigt. Daraus entsteht die gleiche Menge Trifluoressigsäure – also auch bis zu 19000 Tonnen, die während des Jahres in Europa wieder ausgewaschen werden.

Die Atmosphärenforscher starteten zwei verschiedene Berechnungsprogramme auf dem Hochleistungsrechner der Empa: Flexpart, ein so genanntes Lagrange-Modell, das auch schon bei der Berechnung der Vulkanaschewolke der Eyjafjällajökull-Eruption zum Einsatz kam. In dem Modell werden die Emissionen von R-1234yf einzelnen Luftpaketen zugewiesen, diese bewegen sich dann durch die Modellatmosphäre. Die Empa erweiterte das Modell durch eine vereinfachte Chemie, die die Umwandlung des Stoffes in Trifluoressigsäure und deren Auswaschung mit dem Regen beschreibt. Als zweites Modell kam das Atmosphärenchemiemodell der Universität Bristol, CRI-STOCHEM, zum Einsatz. Hier ist die Atmosphärenchemie detaillierter simuliert, dafür wird der Transport der Moleküle mit einem etwas größeren Modell berechnet. Beide Simulationsprogramme berechneten Konzentrationen des Schadstoffs in der Luft und im Regen über ein ganzes Jahr hinweg, um auch saisonale Unterschiede erkennen zu können.

Mehr Trifluoressigsäure im Süden der Alpen

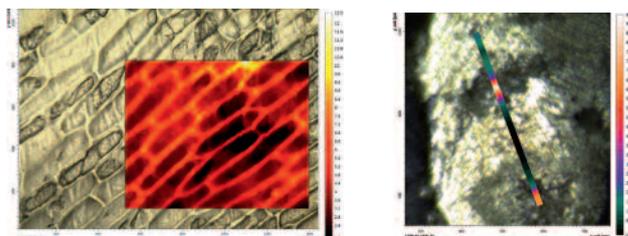
Das Ergebnis ist auf den farbigen Karten (links) zu sehen: Das Kühlmittel R-1234yf gerät vor allem dort in die Luft, wo viele Autos fahren – und parkieren. Die Grossräume Zürich, Stuttgart, Genf und Mailand sind in der Simulation deutlich zu erkennen. Die übers Jahr hinweg abgerechneten Mengen an Trifluoressigsäure sind südlich der Alpen, über Norditalien bis ins Tessin am grössten. Die höchsten Konzentrationen im Regenwasser treten jedoch dort auf, wo es etwas seltener regnet und sich Trifluoressigsäure zuerst in der Luft anreichern kann. Das ist im Windschatten der Alpen, westlich von Turin der Fall, ebenso an der Ostküste Italiens, im Südwesten Tschechiens und in einigen Gebieten Nordafrikas.

Wie gefährlich sind nun die zu erwartenden Konzentrationen? Zur Panik bestehe kein Anlass, meint Stephan Henne. Die Konzentrationen an Trifluoressigsäure in Oberflächengewässern seien zwar heute schon messbar und würden durch die Einführung von R-1234yf weiter steigen. Doch liegt die Konzentration noch um ein Hundertfaches niedriger als die Schädigungsgrenze der empfindlichsten Süsswasseralggen. Genaue Daten über den bisherigen Verlauf gibt es allerdings nicht. «Wir sollten bald damit beginnen, die Konzentration von Trifluoressigsäure im Regenwasser, in Bächen, Seen und Meeren systematisch zu beobachten», empfiehlt der Atmosphärenforscher.

Und wir sollten darüber nachdenken, welche Vorteile oder Nachteile uns das neue Kühlmittel bringt. Denn eine wirksame und billige Alternative stünde schon lange zur Verfügung – nämlich CO₂. Das Gas, das in grossen Mengen zum Auspuff rauskommt, lässt sich auch als Kältemittel nutzen. Die Klimaanlage muss dafür lediglich etwas grösser und stärker sein. Warum die Autohersteller diese überschaubare technische Weiterentwicklung nicht in Angriff nehmen, bleibt aus Sicht von Atmosphärenforschern ein Rätsel. //



- Eigenständiges FT-IR-Mikroskop mit Voll-Automatisierung
- Höchster Komfort in der Bedienung
- Motorisierter ATR-Kristall mit integrierter Druckkontrolle
- Messungen in ATR, Transmission und Reflexion komplett automatisiert
- Hohe Qualität der visuellen und IR-spektroskopischen Ergebnisse



Weitere Informationen finden Sie unter:
www.brukeroptics.de • www.lumos-ir.de

Tel: (+41) (44) 825 9818
 E-Mail: optics@bruker.ch

Innovation with Integrity

FT-IR

Spraydosen haben's in sich. Um Haarlack, Farbe oder Rasierschaum zu versprühen, steckt oft ein hochexplosives Propan-Butan-Gemisch als Treibgas im Druckbehälter. Damit sich beim Transport oder bei Kunden keine Unfälle ereignen, wird jede einzelne Spraydose während des Herstellungsprozesses im Wasserbad peinlich genau auf undichte Stellen untersucht. Aufsteigende Blasen zeigen an, welche Dosen die Fabrik nicht verlassen dürfen. Dieser Prozess ist jedoch langwierig und verbraucht viel Energie: Das Wasser muss auf 50 Grad Celsius geheizt und nach den Tests gereinigt, die Spraydosen anschliessend wieder getrocknet werden. Wilco im aargauischen Wohlen, Spezialist für Lecktestmaschinen, suchte nach einer neuen, wirtschaftlich konkurrenzfähigen Technologie, die das Propan-Butan-Gemisch, das in Spraydosen als Treibgas verwendet wird, in Sekundenbruchteilen detektieren kann. Die Zielvorgabe: Die neue Einrichtung soll die Lecks



1

Der Spraydosen-Schnüffler

Mit Quantenkaskadenlasern werden auf dem Jungfraujoch kleinste Spuren von Luftschadstoffen detektiert. Diese Technologie eignet sich auch für den industriellen Einsatz. Etwa um Treibgase, die aus defekten Spraydosen austreten, in Sekundenbruchteilen nachzuweisen. Die Empa hat mit der Firma Wilco ein Analysegerät entwickelt, mit dem verhindert werden kann, dass lecke Spraydosen die Fabrik verlassen.

TEXT: Martina Peter / BILDER: Empa



nicht nur deutlich schneller aufspüren, sondern auch kompakter sein als das traditionelle Wasserbad und mindestens 500 Spraydosen pro Minute kontrollieren können.

«Für die Empa war dieses Projekt sehr spannend», sagt Lukas Emmenegger, Leiter der Abteilung Luftfremdstoffe/Umwelttechnik. «Es war aber auch eine geradezu perfekte Gelegenheit zu beweisen, dass sich unsere Gasanalytik mit Quantenkaskadenlasern, mit der wir seit einigen Jahren auf dem Jungfrauoch erfolgreich CO₂ detektieren und seine Isotopensignatur entschlüsseln, auch Gewinn bringend in der Industrie einsetzen lässt.»

Quantenkaskadenlaser im Industrie-Einsatz

Während es auf dem Jungfrauoch galt, die verschiedenen Isotope sehr genau zu unterscheiden, musste der neue Spraydosen-Detektor «bloss» Spuren von Propan und Butan erkennen. Dies allerdings blitzschnell und hochempfindlich. Das neue Gerät mit einem Halbleiterlaser im mittleren Infrarotbereich sollte austretende Gase im ppm-Bereich – also ein Teilchen Treibgas in einer Million Luftmoleküle – innerhalb von einer Zehntelsekunde detektieren, und das erst noch günstiger als die heute gängigen Messgeräte, lauteten die Vorgaben des Industriepartners.

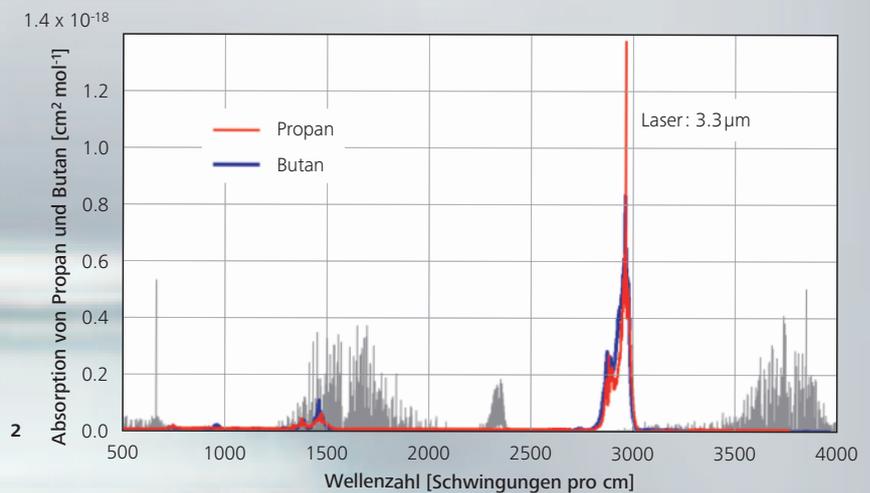
Unterstützt durch den Nationalen Forschungsschwerpunkt «Quantenphotonik» bauten die Empa und Wilco eine Versuchsanlage, welche die ursprünglichen Erwartungen bei weitem übertrifft. Ihr Herzstück ist ein neuartiger Fabry-Pérot-Quantenkaskadenlaser, der erst im März 2012 an der ETH Zürich entwickelt worden war. Im Gegensatz zu Laserdioden, wie sie zum Beispiel in der Telekommunikation verwendet werden, produziert der Quantenkaskadenlaser Licht mit einer Wellenlänge von drei Mikrometern: Dieses eignet sich hervorragend für die Detektion von Propan und Butan.

Die zu messenden Gasproben werden abgesaugt und in einer Messzelle von einem pulsierenden Laserstrahl «beschossen». Sind bestimmte Moleküle, in diesem Fall Propan oder Butan, vorhanden, absorbieren diese das Laserlicht. Dies erkennt der Detektor. Das System gibt innerhalb von weniger als einer Zehntelsekunde den Befehl, die lecke Dose auszuschneiden.

Erfolgreicher Demonstrator

«Die Versuche haben wunderbar geklappt, der Demonstrator funktioniert», freut sich Empa-Projektleiterin Jana Jagerska. Das Gerät schaffte es sogar, anstatt 500 bis zu 900 Dosen pro Minute zu kontrollieren. Und der «Schnüffler» benötigt ausserdem nur einen Bruchteil der Energie verglichen mit der Wasserbadmethode. Ein weiteres Plus: Mit dem «Wilcomat» lassen sich nicht nur Spuren von Propan und Butan erkennen, sondern auch viele andere organische Substanzen in kleinsten Mengen, etwa Arzneistoffe oder Lösungsmittel.

Bereits hat Wilco das ultraschnelle Analysegerät zum Patent angemeldet, ein erstes Komplettsystem ist im Bau. Ein Prototyp wurde diesen Sommer an der weltweit grössten Ausstellung für chemische Technik, Umweltschutz und Biotechnologie, der Achema, in Frankfurt am Main präsentiert. Heino Prinz, Leiter Forschung und Entwicklung der Wilco AG, schätzt die Zusammenarbeit mit der Empa. Die komplexen Fragestellungen seien dank ausgezeichnetem Know-how und modernsten Techniken professionell angegangen worden. «Mit dem Wilcomat AE/GD1, der aus dieser Zusammenarbeit entstanden ist, haben wir nun ein Produkt, das es uns ermöglicht, Sicherheitsanforderungen und die zugehörigen Prüfungen um den gesamten Aerosoldosen-Prozess zu erfüllen», sagt Prinz. //



1

Bauteile des Spraydosen-Schnüfflers werden auf einer Messe präsentiert. Inzwischen ist das erste der Geräte bereits im Einsatz.

2

Absorptionsspektrum von Propan und Butan, wenn die Gase im Laserlicht von drei Mikrometer Wellenlänge «gesehen» werden. Auf diesem Prinzip beruht das Verfahren.

«Fluglärm kommt von oben – wie eine kalte Dusche»

Die Akustik-Experten der Empa kümmern sich seit 50 Jahren um Lärmbekämpfung in der Schweiz. Inzwischen vor allem mittels Computermodellierung: So sind Fachleute in der Lage, für jeden gewünschten Punkt im Land den Lärm per Simulationsrechnung vorherzusagen. Die Methoden hat die Empa entwickelt.

TEXT: Rainer Klose / BILDER: Wikimedia.org



Kurt Eggenschwiler, Leiter der Empa-Abteilung «Akustik», ist alles andere als ein trockener Zahlensammler. Seine Arbeit hat mit dem menschlichen Bedürfnis nach Ruhe zu tun – und mit dem Lärm, der diese stört. Da spielt Psychologie eine Rolle, bisweilen auch Philosophie. Die EmpaNews wollte von ihm wissen, woran sein Team derzeit forscht. Doch Eggenschwiler beginnt das Gespräch lieber mit einer Frage: «Was ist eigentlich Lärm?». Und beantwortet sie gleich selbst: «Lärm ist unerwünschter Schall.»

Ein Land wie die Schweiz, mit dünn besiedelten Bergregionen und knapp acht Millionen Einwohnern, die sich im Flachland drängeln, hat naturgemäss ein Lärmproblem. Verkehrsadern durchziehen die Siedlungsgebiete, dazu kommen zivile und militärische Flugplätze. Dauerstreit ist programmiert. Genau in diesem Spannungsfeld arbeitet Eggenschwiler mit seinen Leuten. Längst haben ausgefeilte Simulationsrechnungen die früher üblichen Lärmmessungen ersetzt. Die Lärmkarte des Landes (s. Seiten 12 und 13) wird nicht mehr auf Basis einzelner Messpunkte erstellt, sondern am Computer errechnet. Die Methoden dafür stammen grösstenteils von der Empa.

Komplizierte Fälle löst die Empa

«Die meisten Lärmberechnungen für Strassen- und Bahnlärm», sagt Eggenschwiler, «erledigen heutzutage Ingenieurbüros.» Die an der Empa entwickelten Berechnungsmodelle sonROAD (für Strassenlärm), sonRAIL (für Eisenbahnlärm) und sonARMS (für Schiesslärm) bilden die Grundlage für die Schweizer Lärmdatenbank sonBASE, die beim Bundesamt für Umwelt (BAFU) geführt wird.

Bei der Empa landen «nur» die besonderen Fälle: Wie viel Lärm machen nachts abgestellte Bahnwagen? Wie ist die Geräuschemission von Kirchenglocken zu beurteilen? Wie viel schlimmer ist ein nachts landendes Flugzeug im Vergleich zum Tag? «Um diese Fragen zu beantworten, müssen wir den Lärm nicht nur messen, sondern in Zusammenarbeit mit Psychologen auch beurteilen», sagt der Empa-Forscher. Bei der Abwägung, wo wie viel Lärm entstehen darf, spielt eine wichtige Rolle, wie viele Menschen davon betroffen sind. Und dabei kommt man zu bemerkenswerten Ergebnissen: «Wir haben ja eine grosse Zahl deutscher Einwanderer hier. Wussten Sie, dass vom Fluglärm auf Schweizer Gebiet mehr Deutsche betroffen sind als in Deutschland?» Er lächelt.

Doch bevor es politisch wird, erläutert Eggenschwiler lieber, was der Unterschied zwischen Fluglärm und Strassenlärm ist. Flugs skizziert er eine Strasse aufs Papier, daneben Häuser in der ersten, zweiten und dritten Reihe. «Hier wohnt der Arbeiter.» Er zeigt auf die Hauswand direkt am Strassenrand. «Wenn er befördert wird, zieht er nach hinten, weg vom Strassenlärm.» Der Kugelschreiber zeigt auf die zweite Reihe, dann auf die dritte. «Und dort hinten, am Waldrand, wohnt sein Chef.» Das Problem nun sei, dass Fluglärm auf den sozialen Aufstieg keine Rücksicht nehme. «Das trifft alle. Plötzlich und von oben. Wie eine kalte Dusche», sagt Eggenschwiler. Die Leute, die am Waldrand wohnen und getroffen werden, wehren sich. Und dann hat die Politik ein Problem.

Einzelne Flüge im Rechner addiert

Zum Glück lässt sich die Fluglärmbelastung heute – dank leistungsfähiger Grossrechner – recht genau bestimmen. Dies tut die Empa mit dem Fluglärmprogramm FLULA. Eggenschwiler und seine Kollegen erhalten vom Flughafen Zürich jährlich die An- und Abflugdaten und simulieren jeden Flug einzeln im Empa-Hochleistungsrechner Ipazia. Auch Topografie und Bevölkerungsdichte werden berücksichtigt. Noch vor zwanzig Jahren wäre solch ein Aufwand unmöglich gewesen. Am Ende destillieren die Forscher aus der detaillierten Rechnung eine einzige Zahl heraus: «Wie hoch ist die Zahl der Belästigten? Wie viele Menschen werden nachts aus dem Schlaf gerissen?» Also die Grundlage für den Zürcher Fluglärmindex (ZFI).

Beim Strassen- und Eisenbahnlärm wird die Berechnung noch detaillierter durchgeführt. Auch der Einfluss des Wetters auf die Schallausbreitung wird simuliert. Bei Inversionswetterlage ist es lärmiger, und auch die Windrichtung spielt eine Rolle. Selbst Hinderniswirkungen und Reflexionen stecken in der Berechnung. Schirmt ein Gebäude den Eisenbahnlärm ab? Dämpft ein Wald? Oder wird der Schall an einer Hauswand reflektiert und verstärkt?

Das Fluglärmrechnungsverfahren soll ebenfalls weiter verfeinert werden, mit dem Ziel, auch lärmarme An- und Abflugverfahren zu simulieren. Den Auftrag hat das Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL) der Empa kürzlich erteilt. //

«Musik wird oft nicht schön gefunden, weil sie stets mit Geräusch verbunden.»

(Wilhelm Busch, «Dideldum», 1874)

Was tun, wenn Lärm stört?



Neben der Arbeit an den Berechnungsmethoden tritt die Empa hie und da auch als neutraler Gutachter auf. Aber für die allermeisten Streitfragen verweist Kurt Eggenschwiler an die kompetenten Lärmschutzfachstellen der Kantone, der Städte und des Bundes. Unter dem Link www.laerm.ch sind alle wichtigen Telefonnummern zu finden. Eine interaktive Lärmkarte der Schweiz, bei der man bis zur Quartierstrasse hineinzoomen kann, gibt es unter map.bafu.admin.ch

Schein und Sein – am

Wie sähe eine Windturbine am Ortsrand aus – und vor allem: Was würde man von ihr hören? Empa-Forscher entwickeln Computermodelle, die den charakteristischen Sound einer Windturbine an ihrem geplanten Standort simulieren. Um die optische Simulation kümmert sich die ETH Zürich.

TEXT: Rainer Klose / BILDER: Empa

Guten Abend. Willkommen zur Lärmvorhersage.» Mit diesen Worten kann Kurt Heutschi in ein paar Monaten seine Zuhörer begrüßen, wenn sein Forschungsprojekt abgeschlossen sein wird. Heutschi arbeitet gewissermassen an einer Grenzüberschreitung: Die Zunft der Akustik-Spezialisten konnte bisher die Lärmbelastung für jeden Ort in der Schweiz exakt berechnen (s. Seite 10) – nun wollen die Spezialisten selber Lärm erzeugen. Etwa den synthetischen Lärm einer Windturbine, die noch gar nicht existiert.

Ziel des Projekts namens VisAsim (Visual-acoustic simulation for landscape impact assessment of wind farms), das gemeinsam von der ETH Zürich und der Empa bearbeitet wird, ist eine naturgetreue Simulation des sicht- und hörbaren Eindrucks einer Windturbine. Auf einer Leinwand wird das sich drehende Windrad gezeigt, selbst die Grashalme auf der Wiese bewegen sich in der Simulation. Dazu hört der Beobachter aus einer Heimkino-Surround-Sound-Anlage die Arbeitsgeräusche des Windkraftwerks. So soll es Gemeinderäten und Investoren, aber auch Bürgerinitiativen und Umweltschützern möglich sein, ein Windkraftwerk einzuschätzen, noch bevor es genehmigt wird. Empa-Forscher Heutschi betreut den akustischen Teil, die optische Simulation entwickelt die Forschungsgruppe PLUS (Planung von Landschaft und



Beispiel der Windturbine

Urbanen Systemen) der ETH Zürich. Das Projekt, gefördert vom Schweizerischen Nationalfonds, begann 2011 und läuft bis 2014. Ein erster Simulationsfilm ist bereits auf Youtube (youtu.be/1tsHPnb5PzE) und zeigt eine animierte Landschaft mit Windturbinen. Als Basis diente die Software CryEngine3 des deutschen Computerspieleherstellers Crytek. So hilft die Game-Industrie am Ende der Wissenschaft.

Für Kurt Heutschi und seinen Kollegen Reto Pieren war die Sache dagegen etwas schwieriger: Synthesizer für Maschinengeräusche gibt es bislang nicht. Sie mussten alles von Grund auf selber bauen. Zunächst generieren sie das Emissionssignal, abhängig von Turbinentyp und Windgeschwindigkeit. Dann wird der Standort des Zuhörers gewählt und die Ausbreitung des Schalls simuliert. Steht die Windturbine auf einem Hügel oder in einer Ebene? Dämpft ein Waldstreifen das Geräusch, oder wird es von einem Hausdach abgeschirmt? Schliesslich werden verschiedene Wetterbedingungen hinzugerechnet. Ein stiller Abend? Ein Morgen mit dichtem Bodennebel? Oder eine starke Bise, die das Geräusch direkt auf den Zuhörer zutreibt?

Doch damit nicht genug: Die Störung durch Lärm hängt auch von den Hintergrundgeräuschen ab. «Bei Starkwind stört eine Windturbine gar nicht so sehr», sagt Heutschi. «Da rauscht der Busch, da pfeift das Hauseck. Es gibt genügend Lärm drumherum.» Bei mittleren Windgeschwindigkeiten ist die Störung hingegen besonders gross. Gerade da muss die Simulation besonders exakt sein. Im Moment arbeitet das Empa-Team an der Simulation von Waldrändern. Heutschi: «Wir unterscheiden zwischen Nadel- und Laubwald – natürlich auch zwischen Sommer und Winter.» Die Simulation teilt den Waldrand in jeweils 30 Meter lange Abschnitte und simuliert das Rauschen als Punktquelle – damit die Berechnung einfach bleibt.

Zum Schluss wird die Geräuschmischung genau auf den Standpunkt des Beobachters abgestimmt und durch eine Surround-Anlage mit fünf Lautsprechern wiedergegeben. Die Beobachtergruppe sieht die Windturbine vor sich auf der Leinwand und hört die einzelnen Lärmkomponenten genau aus den Richtungen, aus denen sie auch in der Realität kommen.

Noch steht das «Windturbinen-Heimkino» in der Empa. Bald aber zieht die Simulationsanlage an die ETH Zürich um. Dort sollen Probanden die Simulation mit echten Aufnahmen vergleichen. Dieses Feedback verpasst der Methode dann den Feinschliff. //



Oben: Akustikspezialist Kurt Heutschi führt einer Gruppe von Testpersonen die optische und akustische Simulation einer Windturbine vor. Nun geht es ums Feintuning: Klingt alles wie echt? Grosses Bild links: Windkraftanlagen inmitten einer Hafenanlage in Göteborg.



Video:
Simulationsfilm des
Projekts VisAsim

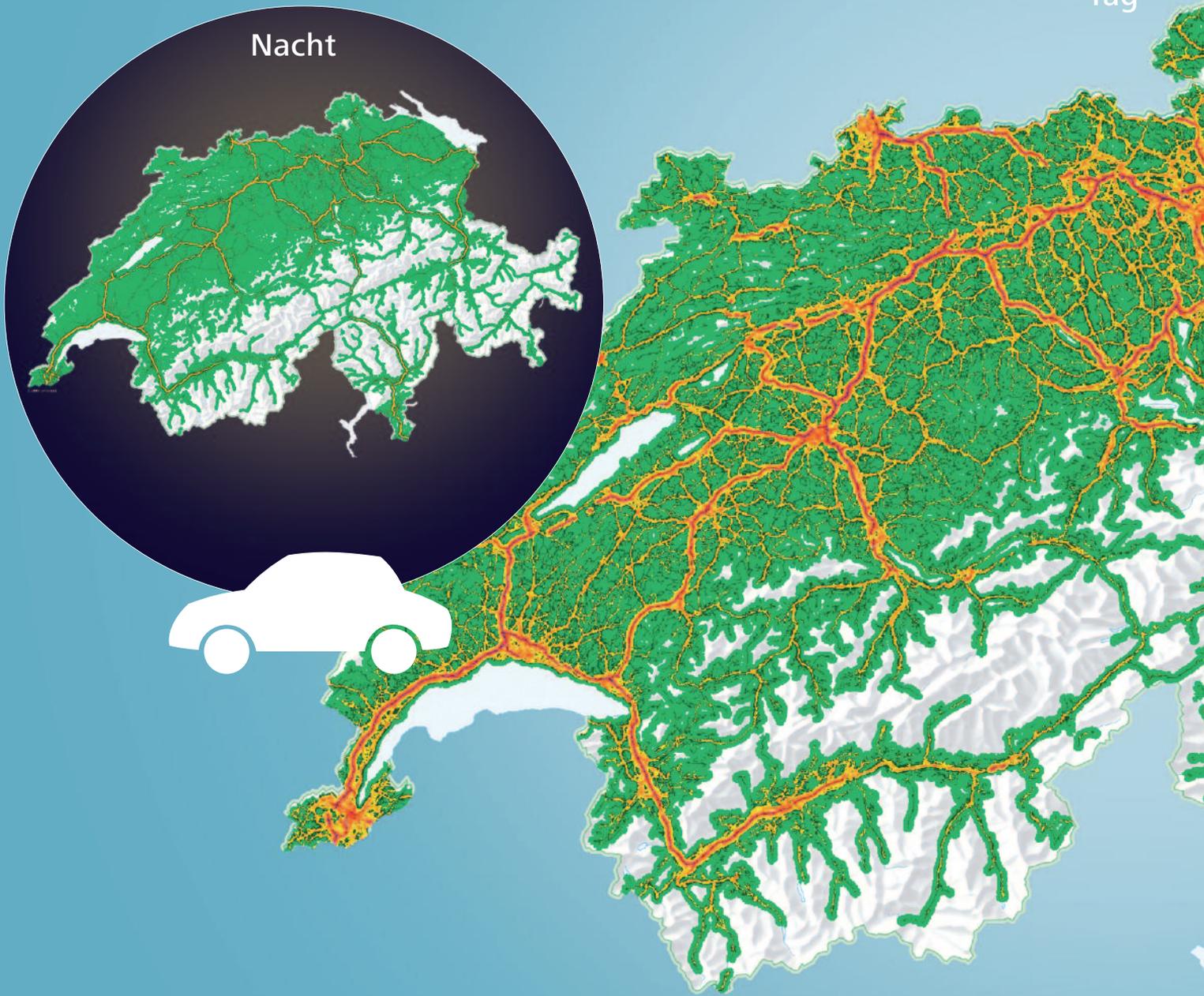
Ein erster Simulationsfilm zeigt eine animierte Landschaft mit Windturbinen. Als Basis diente die Software CryEngine3 des Computerspieleherstellers Crytek.

youtu.be/1tsHPnb5PzE

Für Smartphone-Benutzer: Bildcode scannen
(etwa mit der App «Scanlife»)

Tag

Nacht



Die Schweiz – kein stilles Land

Wie Blutgefässe im menschlichen Körper ziehen sich Kantonsstrassen und Autobahnen durch die Schweiz und versorgen die Landesteile mit Menschen und Material. Die grosse Karte zeigt die Lärmbelastung durch Strassenverkehr tagsüber – von 06 Uhr bis 22 Uhr, die kleine Karte zeigt die nächtliche Belastung von 22 Uhr bis 06 Uhr. Tagsüber sind die Autobahnen deutlich zu sehen, ausserdem rauscht und braust es in den Grossräumen Zürich, Basel, Bern und Genf. Nachts wird es auch im dicht besiedelten Mittelland stiller – die Belastung liegt zwischen 40 und 45 dB.

Das Fluglärmproblem betrifft nur kleine Teile des Landes, diese jedoch umso heftiger. Von 22 bis 06 Uhr sind nur noch die Flughäfen Zürich, Basel und Genf aktiv. Die Karte zeigt die veränderten Anflugrouten zum Flughafen Zürich in der Nacht (Stand: 2008).

Quelle: «Lärmbelastung in der Schweiz. Ergebnisse des nationalen Lärmmonitorings SonBase. 2009». Pdf-Download unter www.bafu.admin.ch/laerm/



**Immissionen
in Dezibel (dB)**

- ≥ 75
- 70 – 74.9
- 65 – 69.9
- 60 – 64.9
- 55 – 59.9
- 50 – 54.9
- 45 – 49.9
- 40 – 44.9
- < 40

Tag: 6 – 22 Uhr
Nacht: 22 – 6 Uhr

Zum Vergleich

- Blätterrauschen: 25 – 30 dB
- Ruhige Wohnung: 35 – 45 dB
- Normale Unterhaltung: 50 dB
- Häufiges Erwachen in der Nacht: ab 60 dB



Website:
**Wie laut ist es in Ihrem
Quartier? Zoombare Lärmkarte
des Bundesamts für Umwelt**

map.bafu.admin.ch

Für Smartphone-Benutzer: Bildcode scannen (etwa mit der App «Scanlife»)



«Ich will meine Erfahrungen a mit der Schweizer Forschung



us dem US-Forschungsbetrieb kultur verknüpfen.»

Der Chemiker und Nanokristall-Spezialist Maksym Kovalenko baut an der Empa gerade seine Arbeitsgruppe auf. Mit der EmpaNews sprach er über seine Rückkehr nach Europa nach einigen Jahren in den USA, das künftige Innenleben von Lithium-Ionen-Batterien – und über einen Begrüssungsmarathon.

INTERVIEW: Rainer Klose / BILDER: Empa

Ich habe mir Ihren Lebenslauf angeschaut: Sie stammen aus der Ukraine, haben in Linz doktoriert und in Berkeley und Chicago geforscht. Was hat Sie in die Schweiz gelockt?

Naja, um ehrlich zu sein: Wenn man fünf Kriterien aufstellt, um zu bestimmen, wo man forschen und leben will – dann ist nach meiner Beurteilung die Schweiz der einzige Ort, den man in jeder Disziplin auf den Podiumsplätzen sieht. Ich hatte auch Angebote aus den USA und aus Deutschland, aber wenn man die Orte miteinander vergleicht, dann sieht man schnell: Die Schweiz hat einfach keinerlei Nachteile. In den USA hatte ich zum Beispiel ein paar Angebote von Universitäten von vergleichbarem Rang, aber ich fand, die Lebensqualität dort ist niedriger. Ausserdem bin ich ja dank meines Promotionsstudiums in Österreich mit der europäischen Art zu forschen gut vertraut. Ich glaube, dass ich bei meinen freien Forschungsvorhaben die besten Erfahrungen aus beiden Kontinenten zusammenführen kann.

Wie meinen Sie das? Ist Forschung denn nicht überall auf der Welt gleich?

In der Schweiz und in Deutschland kann man als Wissenschaftler eine längerfristige Strategie verfolgen als in den USA. Dort ist man vor allem an schnellen Erfolgen interessiert – und man tendiert manchmal dazu, die eigenen Ergebnisse zu sehr hochzujubeln, also «überzuverkaufen». Es gibt viel Showbusiness dort.

Woran liegt das?

An der Herkunft der Forschungsmittel. Um an Gelder zu kommen, muss man dort ständig beweisen, wie einzigartig das ist, was man macht – obwohl das mitunter gar nicht zutrifft. Hier in Europa kann man sehr viel ehrlicher sein. Es geht wirklich sehr dynamisch zu in den USA, das will ich nicht bestreiten. Aber genau darum hat man es mit strategischer Forschung dort schwerer.

Die Themen, an denen Sie forschen, sind eher Themen aus der Grundlagenforschung – Sachen, die nicht in den nächsten zehn Jahren in unser Alltagsleben Einzug halten werden.

Wir verfolgen beide Aspekte. Wir machen einerseits aus purer Neugier Untersuchungen, um grundlegende Prozesse zu verstehen; aber wir werden auf jeden Fall auch an Dingen forschen, die für die Industrie interessant sind, beispielsweise Lithium-Ionen-Batterien.



ERC-Grant für Nanokristalle

Maksym Kovalenko (30), Professor für Anorganische Chemie der ETH und Forschungsgruppenleiter an der Empa erhielt im Herbst einen der begehrten «ERC Starting Grants» des europäischen Forschungsrats. Mit den Fördermitteln in Höhe von 1.8 Millionen Franken kann er nun seine Arbeitsgruppe aufbauen.

Kovalenko, geboren in der Ukraine, spezialisierte sich bereits im Studium auf Nanotechnologie, promovierte in Linz und arbeitete als Postdoktorand an der «University of Chicago», bevor er 2011 an die Empa und die ETH kam. Kovalenko forscht an so genannten Nanokristallen. Diese besitzen zwar einzigartige Eigenschaften, um diese aber nutzen zu können, muss es gelingen, die Nanokristalle in andere nanokristalline Festkörper zu integrieren.

>>

Das ist ein sehr interessantes und wichtiges Thema. Ein Thema übrigens, auf dem ich bislang noch nicht gearbeitet habe. Hier kommt das strategische Element rein, von dem ich gesprochen habe.

Wie bewegt man sich auf einem völlig neuen Gebiet. Klappt das so einfach?

Oh ja! Bei unseren ersten Untersuchungen stellte sich heraus, dass einige Methoden, die wir zur Herstellung anderer Materialien entwickelt hatten, perfekt geeignet sind für den Einsatz an Li-Ionen-Batterien. Wir konnten also auf sehr effiziente Weise an unsere Erfahrungen in anderen Gebieten anknüpfen.

Was genau sind das für Methoden? Können Sie uns das erklären?

Es sind Methoden, mit denen man sehr kleine und dennoch gleichförmige Nanokristalle herstellen kann. Ein Grossteil der Batterieforschung von heute dreht sich um den Einsatz sehr feiner Partikel und immer komplexere Mischungen von diesen.

Wie gross sind diese Nanokristalle und was ist so interessant an ihnen?

Diese Nanokristallite können die Grösse von Molekülen haben, also nur einige wenige Nanometer, bis hin zu 100 Nanometern. Am interessantesten sind solche, die kleiner als 20 Nanometer sind. Da wird die Oberfläche im Vergleich zum Volumen enorm gross – und es treten Oberflächen- und Quanteneffekte im Material auf; wir sprechen von «quantum dots» – Quantenpunkten. Unsere Forschung beschäftigt sich besonders mit der Chemie, die an Oberflächen abläuft. Da gibt es alle Arten von Interaktionen: Es gibt Schichten, die den Kristallit schützend einhüllen wie eine Haut, es gibt andere Schichten, die die Reaktion fördern und vorantreiben. Das ist sehr wichtig, aber oft auch schwer zu verstehen.

Das hört sich wie eine völlig neue Art von Chemie an. Ganz anders als das, was man man mir vor 25 Jahren beigebracht hat. Ist die Chemie des 20. Jahrhunderts überholt?

Diese Nanokristallite kennt man durchaus schon seit Jahrzehnten. Man sprach damals noch von kolloidalen Dispersionen oder Systemen. Doch heute gibt es neue Werkzeuge, um diese Stoffe genauer unter die Lupe zu nehmen. Damals war man gewissermassen blind – und konnte viele Eigenschaften dieser Nanokristallite noch gar nicht erkennen. Die Chemiker sind nicht

nur schlauer geworden, sie können heute auch besser sehen. Nun lässt sich erklären, wie makroskopische Eigenschaften eines Materials aus dessen Nanostruktur stammen.

Aus was bestehen diese Nanokristallite, an denen Sie forschen?

Wir arbeiten einerseits mit Halbleitermaterialien wie Galliumarsenid, andererseits zum Beispiel mit Zinn – einem sehr billigen und in grossen Mengen verfügbaren Metall. Es steckt ja als Beschichtung in jede Konservendose. Aber es steckt eben auch in Li-Ionen-Batterien und könnte dort in Zukunft eine wichtige Rolle spielen.

Wie gross ist ihr Team im Moment und wie wird es sich einfügen in die Forschungsstrukturen der Empa?

Meine Gruppe besteht im Moment aus drei Doktoranden und drei Postdocs. Nächstes Jahr werden wir die Arbeitsgruppe auf insgesamt zehn bis zwölf Forscher aufstocken. Schon jetzt arbeite ich mit einigen anderen Abteilungen eng zusammen – etwas mit der Elektronenmikroskopie. Und gemeinsam mit Ayodhya Tiwari, der an flexiblen Solarzellen forscht, sind auch schon die ersten Projekte angedacht. Damit werden wir 2013 starten.

Wie teilen Sie ihr Team zwischen den Forschungsstandorten Empa und ETH Zürich auf? Und wie teilen Sie sich selbst auf?

Von der Laborarbeit her ist die Sache klar: Gefährliche chemische Experimente oder spezielle Charakterisierungen wie NMR-Spektroskopie führen wir an der ETH durch. Viele andere Synthesen, Analysen und Tests werden wir an der Empa machen. Für mich wird es die Aufgabe sein, im nächsten Jahr an beiden Standorten heimisch zu werden. Ich will an jedem Platz wirklich dazu gehören und nicht nur zu Gast sein. Um mich wissenschaftlich zu vernetzen, möchte ich bald so viele meiner Kollegen kennen lernen wie möglich. Gar nicht so leicht – ich habe das einmal durchgezählt. Die Chemie-Fakultät der ETH ist etwa so gross wie die Empa. Dort gibt es 50 Chemieprofessoren. Hier an der Empa gibt es etwa 50 Gruppenleiter. Für mich sind das gute Chancen, an beiden Standorten wertvolle Ideen auszubrüten.

Aber das gibt zu tun.

Stimmt. Selbst wenn ich jeden dritten Tag einen neuen Kollegen treffe, also zwei Begrüssungsgespräche pro Woche führe, dann werde ich das ganze kommende Jahr damit beschäftigt sein. (lacht) //

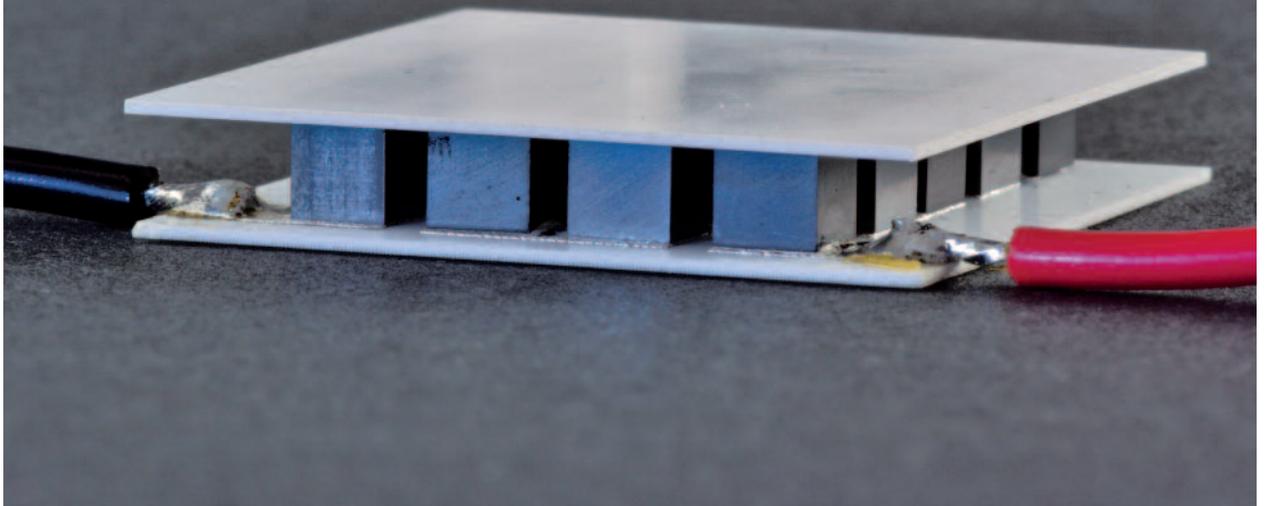
«Chemiker sind schlauer geworden, und sie können heute besser sehen als früher – zum Beispiel Oberflächen- und Quanteneffekte im Material. Sehr spannend!»



Ein Turbo für die Brennstoffzelle

Auch Abwärme einer Brennstoffzelle lässt sich in Strom verwandeln. Im Projekt HITTEC entwickeln Forschende der Empa in strategischer Partnerschaft mit der Hexis AG einen thermoelektrischen Konverter, der Brennstoffzellensysteme effizienter macht: Bis zu 10 Prozent Extraleistung sollen sie dadurch liefern. Dafür müssen allerdings geeignete Materialien entwickelt werden, die den unterschiedlichsten Anforderungen genügen müssen.

TEXT: Martina Peter / BILDER, GRAFIK: Empa



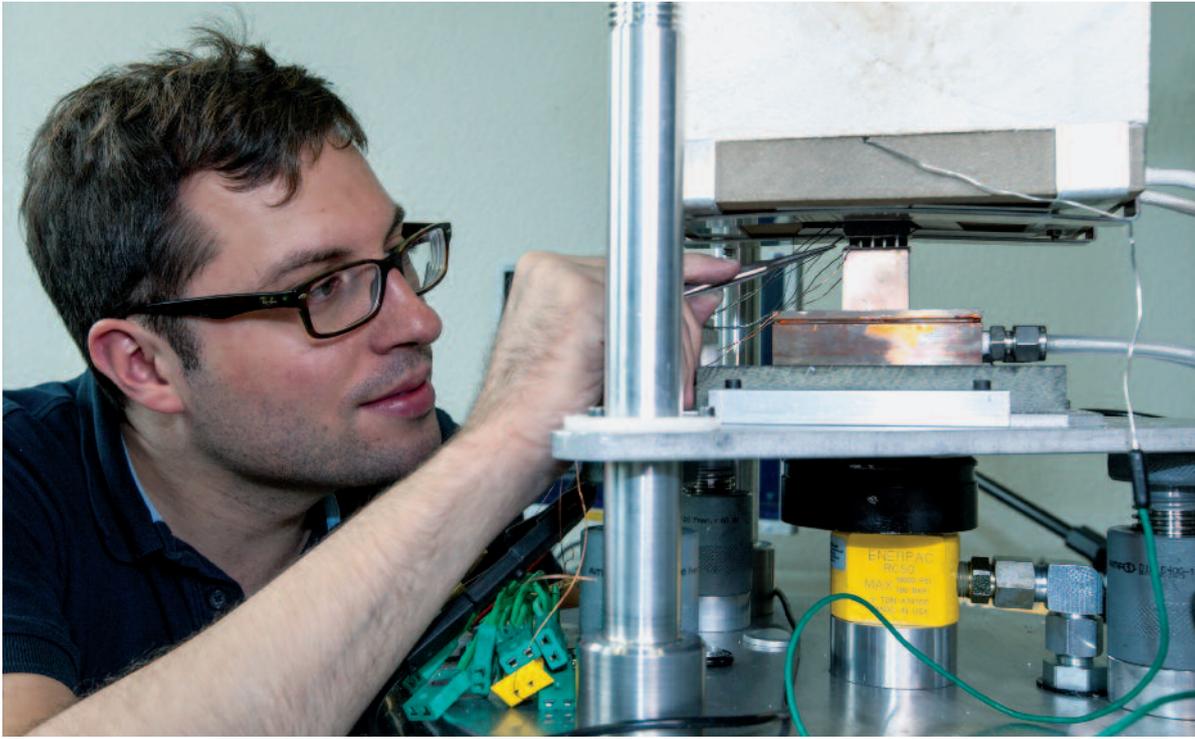
Wandelt eine Festoxid-Brennstoffzelle (Solid Oxide Fuel Cell, SOFC) chemisch gebundene Energie in elektrischen Strom um, entstehen Temperaturen bis zu 900 Grad Celsius. Diese Abwärme wird derzeit lediglich zur Warmwasserbereitung eingesetzt. Andre Heel, Chemie-Ingenieur und Forschungs-koordinator der strategischen Partnerschaft zwischen Empa und Hexis AG, hat anderes im Sinn: Mit thermoelektrischen Converttern möchte er aus (Ab-)Wärme wertvollen Strom gewinnen. «Dies erhöht nicht nur den Wirkungsgrad des Brennstoffzellensystems», so Heel. «Hocheffiziente Energiewandlungstechnologien helfen darüber hinaus am effektivsten, unsere fossilen und erneuerbaren Ressourcen einzusparen.»

Unter Heels Leitung hat die Empa diesen Sommer mit Hexis das vierjährige Projekt HITTEC gestartet. Es widmet sich der Weiterentwicklung und Optimierung

von Materialien für thermoelektrische Konverter (Thermo Electric Converters, TECs). In einem nächsten Schritt sollen die neuen Materialien dann in SOFCs integriert werden.

Thermoelektrische Konverter für hohe Temperaturen

TECs sind bereits im Handel erhältlich. Wie Heftpflaster werden sie auf wärmeabstrahlende Wände von Motoren oder Öfen «geklebt». Die Module setzen sich aus einem p- und einem n-dotierten Halbleitermaterial zusammen. Liegen innerhalb eines Materials unterschiedliche Temperaturen vor, entsteht eine Spannung. Auf atomarer Ebene heisst das: Die frei beweglichen Elektronen bewegen sich auf der warmen Seite mehr als auf der kalten, sie besitzen dort eine höhere Energie. Da jedes System den energetisch günstigsten Zustand anstrebt, bewegen sich die Elektronen deshalb von der warmen zur

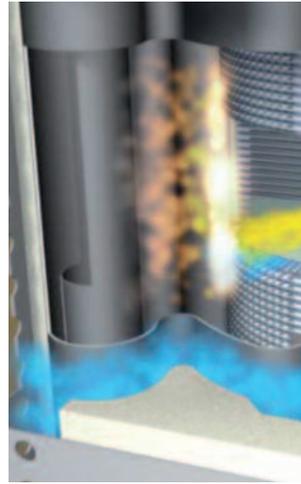


1

1
Philipp Thiel bringt einen Prototypen des HITTEC-Thermokonverters am Prüfstand an.

2
Das Innenleben einer Hochtemperatur-Brennstoffzelle. Die Abwärme solcher SOFCs sollen die Thermokonverter in Strom umwandeln.

2



kalten Seite. Die daraus entstehende «Wanderung» der Elektronen kann zur Stromproduktion genutzt werden.

Doch bei 300 Grad Celsius ist für gängige TEC-Module heute Schluss. Konvertermaterialien, die den rund 600 Grad höheren Temperaturen von SOFCs trotzen, gibt es nicht. Noch nicht. Neue Hochtemperatur-Thermoelektrika (High Temperature Thermoelectric Converter, HITTEC) müssten jedoch mehr als nur temperaturresistent sein: «Sie müssen sogar einige widersprüchliche Eigenschaften vereinen», erklärt Heel. So müssen sie etwa elektrisch leitfähig sein wie Metalle und über hohe thermoelektrische Kräfte wie Halbleiter verfügen und dürfen dabei – wie Isolatoren – nur wenig Wärme leiten.

Deshalb geht es in der theoretischen Vorarbeit darum, möglichst gute Kompromisse in den Materialeigenschaften zu finden. Nur diejenigen Materialien kommen in die engere Auswahl, deren Zusammensetzung auf eine hohe Effizienz hindeutet.

Als ideale Kandidaten gelten perowskitartige Metalloxide (siehe Kästchen 1). Im Team von Anke Weidenkaff, Leiterin der Empa-Abteilung «Festkörperchemie und -katalyse» sowie Professorin für Chemie und Biochemie an der Universität Bern, setzt man auf diese, weil sie chemisch und thermisch stabil und ungiftig sind und in grösseren Mengen günstig produziert werden können. Dazu sind sie leitfähig und zeigen gute thermoelektrische Eigenschaften: «Diese Oxide sind an Luft extrem stabil, darum eignen sie sich selbst für Anwendungen bei Temperaturen bis 1000 Grad Celsius», erklärt Weidenkaff.

Projekt «HITTEC»

Das Projekt «HITTEC» (Integration of high temperature thermoelectric converter for electricity generation in a solid oxide fuel cell system)

Partner

- Empa, Laboratory of Solid State Chemistry & Catalysis (SSC)
- EPF Lausanne, Laboratory of Physics of Complex Matter
- Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften (ZHAW), Institute of Computational Physics (ICP)
- ETH Zürich, Institute for Theoretical Physics (ITP)
- Centre National de la Recherche Scientifique, Laboratoire de Cristallographie et Science des Matériaux (CRISMAT)
- Hexis AG

Förderer

- Kompetenzzentrum des ETH-Bereichs für Energie und Mobilität (CEEM)
- Bundesamt für Energie (BFE)

Verband

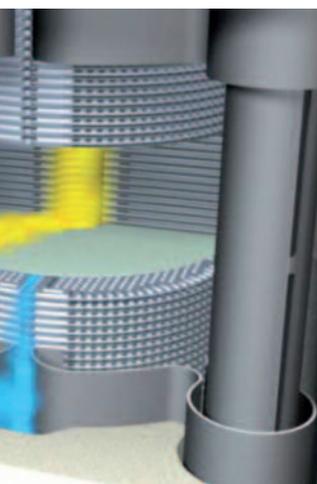
Die Schweizerische Thermoelektrische Gesellschaft hat ihren Geschäftssitz an der Empa. Die Vereinsmitglieder werden regelmässig über Entwicklungen, Weiterbildungen und Projekte auf dem Gebiet der Thermoelektrik informiert und zu Anlässen eingeladen. <http://thermoelectric.ch>

Video:
**Thermoelektrischer
 Konverter**



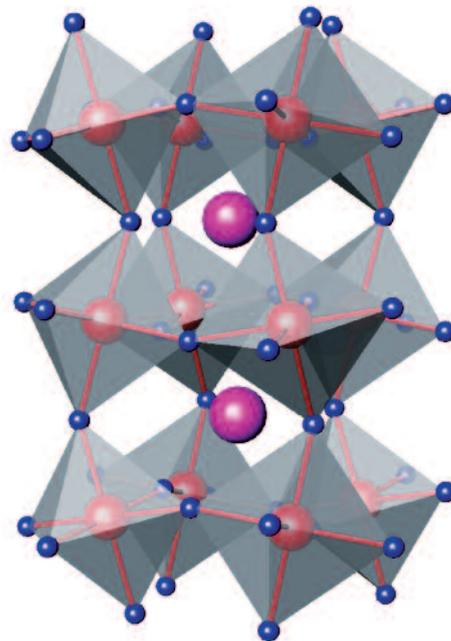
youtu.be/wj2BNbTn5jU

Für Smartphone-Benutzer: Bildcode scannen
 (etwa mit der App «Scanlife»)



Stichwort: Perowskit

Perowskitartige Metalloxide sind Substanzen mit der chemischen Summenformel ABO_3 – wobei A und B für Übergangsmetalle stehen, O ist Sauerstoff. Aufgrund ihrer hohen Temperatur-, Druck- und Oxidationsstabilität sind sie vielseitig einsetzbar und ökologisch unbedenklich. In einem natürlich vorkommenden Perowskit ist zum Beispiel A Calcium und B Titan. Dank ihrer flexiblen und dennoch stabilen Kristallstruktur kann die chemische Zusammensetzung der Perowskite stark variieren. Durch den gezielten Austausch der Metallionen, aber auch des Sauerstoffs, können die physikalischen Eigenschaften der Materialien – also ihr magnetisches Verhalten, ihre elektrische und thermische Leitfähigkeit, die Farbe und vieles mehr – optimiert werden. Ziel ist, preiswerte und umweltfreundliche Elemente zu nehmen und neue Materialien für unterschiedliche Anwendungen zu synthetisieren. Neben dem Einsatz als Thermoelektrika und in Brennstoffzellen eignen sich Perowskite etwa für wieder aufladbare Batterien in Elektrofahrzeugen und für Abgaskatalysatoren.



Die konkrete Arbeit im Labor

Einer ihrer Chemie-Doktoranden, Philipp Thiel, befasst sich gegenwärtig mit den Materialaspekten der Metalloxide, wälzt Literatur, beschäftigt sich mit den Theorien und sucht nach Materialzusammensetzungen, mit denen die erforderlichen Eigenschaften erreicht werden können. In Vorarbeiten hatte Weidenkaffs Team Verbindungen aus Calcium-Manganat, das mit Wolfram substituiert wurde, als besonders erfolgversprechend identifiziert. Aus Nanopartikeln synthetisiert, presst und sintert Thiel nun Perowskite in möglichst reiner Form. Pulverproben und gepresste runde Scheiben charakterisiert er mit unterschiedlichsten Methoden in den Empa-Labors; er überprüft die Wärmeleitfähigkeit mit Differenzialkalorimetrie, bestimmt die elektrische Leitfähigkeit und untersucht in der Laser-Flash-Absorptionsmaschine ihre Temperaturleitfähigkeit.

Unterstützt wird er von der Physikerin Gesine Saucke, die sich in ihrer Promotionsarbeit ebenfalls mit der Entwicklung von hochtemperaturstabilen TECs befasst. Sie arbeitet in einem vom Bundesamt für Energie (BFE) mitfinanzierten Projekt. In diesem soll die Abwärme von Giesserei-Schmelzöfen des Industriepartners VonRoll Casting genutzt werden.

Eigens für die Hochtemperatur-TEC hat die Empa eine neuartige Messanlage entwickelt. Darin werden die HITTEC-Module extrem hohen Temperaturen ausgesetzt. So ist schnell zu sehen, wo es Knackpunkte gibt. «Für die Lötstellen, die das neu entwickelte Material mit den Stromdrähten verbinden, müssen wir uns allerdings etwas einfallen lassen», sagt Thiel. Übliche Lote schmelzen nämlich bei diesen Temperaturen.

In die Brennstoffzelle eingebaute thermische Konverter

Die Materialforscher sehen in ihrer Vision für die Zukunft noch anderes vor: «Wir kleben unsere Konverter nicht einfach auf die Brennstoffzelle drauf», erklärt Weidenkaff. Die Empa-Forscherinnen und -Forscher wollen vielmehr Brennstoffzelle und Thermokonverter vereinen und daraus ein einzigartiges neues System bauen. «Eine verrückte Idee», wie Anke Weidenkaff selbst zugeht, denn ihre Idee macht das Projekt noch komplizierter. Der Thermokonverter soll direkt an einer der Elektroden angebracht werden, dort, wo die chemische Reaktion der Brennstoffzelle stattfindet. Eine Chance sieht Weidenkaff in der Verwandtschaft der Materialien: Beim Leitersystem aus Hochtemperaturkeramiken in der SOFC handelt es sich um ähnliche Materialien wie die perowskitartigen Metalloxide für die HITTECs.

Dafür braucht es ein vielfältiges Know-how, das die Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften (ZHAW), die EPF Lausanne und die ETH Zürich beisteuern. Diese Forschungspartner kümmern sich um Design von Modulen und Materialien und geben vor, wie sich die Materialien in der SOFC am besten unterbringen lassen. Daraus wird man gemeinsam mit Hexis Prototypen bauen. Nach Einschätzung von HITTEC-Projektleiter Heel könnten SOFC-Systeme mit dem Einsatz von Convertern bis zu 10 Prozent Extraleistung erbringen. //

Keep cool – auch bei teurem Strom

Die Zentrale von IBM Schweiz in Altstetten verfügt über ein raffiniertes Klimatisierungssystem. Die Informatikstudentin Sutharshini Rasathurai untersuchte in Zusammenarbeit mit IBM und der Empa, wie diese Anlage kostengünstiger arbeiten kann. Das Werkzeug dazu heisst Smart Grid Demand Shaping – ein intelligentes Stromnetz, das seinen Bedarf auf das aktuelle Angebot und den Strompreis abstimmt.

TEXT: Marco Peter / GRAFIK: Empa / BILD: IBM

Betritt man den Hauptsitz von IBM Schweiz in Altstetten, findet man sich in einer grossen Eingangshalle wieder. Laut und lange hallen die eigenen Schritte auf dem Steinfussboden, während das Auge vergebens nach Unregelmässigkeiten im Meer rechtwinkliger Formen sucht. Die Halle steht mit ihren einfachen, monolithischen Strukturen exemplarisch für das ganze Gebäude und lässt erahnen, dass es hier um etwas Grosses geht. Auf bis zu 13 Etagen sind 1250 Arbeitsplätze verteilt.

Ein ausgeklügeltes Klimasystem

So gross wie das Gebäude ist auch die Herausforderung, ein angenehmes Arbeitsklima für Menschen und ein brauchbares für Maschinen zu schaffen. Kern des Klimasystems von IBM sind drei Kühlaggregate («Chiller» genannt), die zwei 13 000 Liter fassende Speicher mit 11 bis 12 Grad kaltem Wasser füllen und sie dadurch einem Akku gleich mit Kälte aufladen. Über ein geschlossenes Leitungsnetz wird das kalte Wasser in die Büros, Serverräume und zur Ventilation geführt, wo es die Luft abkühlt. Erwärmt kehrt das Wasser zu den Chillern zurück. Kühlen diese das Wasser wieder ab, entsteht Abwärme. Diese wird in Warmwassertanks bei rund 38 Grad Celsius gespeichert und zur Beheizung genutzt. Zwei Gasboiler können zusätzlich Wärme erzeugen.

Wenn im Gebäude ein Wärmeaustausch nötig wird, weil beispielsweise die Temperatur eines Raumes korrigiert werden muss, prüft das Klimasystem, ob es den Austausch mit gespeicherter Energie aus den Wärme- oder Kältetanks ausführen kann. Ist das nicht möglich, schalten sich je nach Bedarf automatisch Kühlaggregate oder Gasboiler ein. Das passiert auch dann, wenn die Kaltwasserspeicher unter den Minimalstand von 75 Prozent fallen. Bemerkenswert: Im Sommer ist der Stromverbrauch doppelt so hoch wie im Winter.

Informatikstudentin optimiert das System

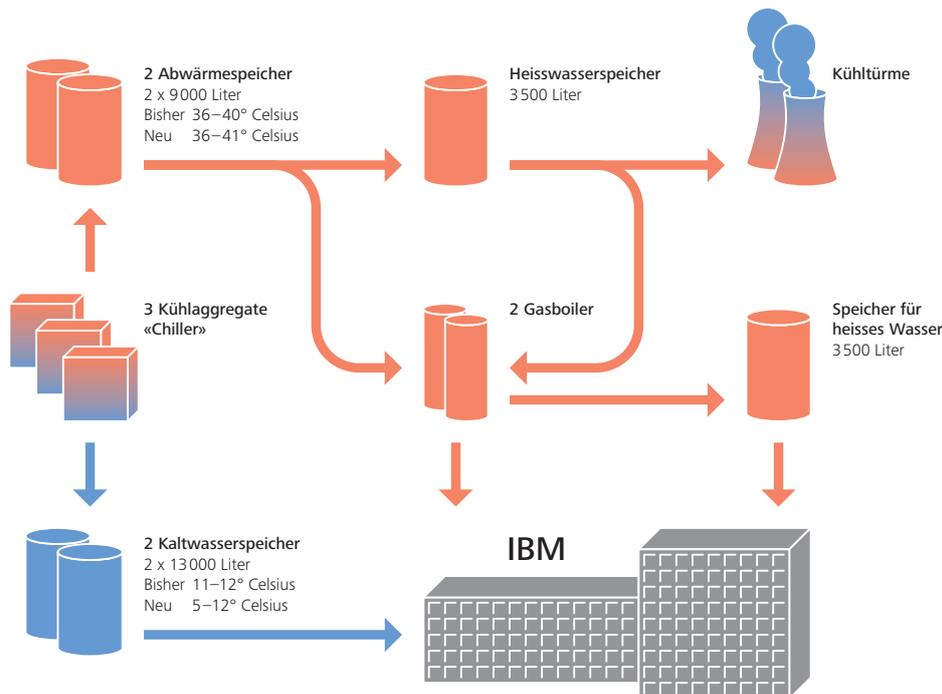
Die grössten Stromverbraucher, die drei Kühlaggregate, schalten sich jederzeit automatisch ein, egal, ob der Strom in diesem Moment teuer (Tagestarif) oder günstig ist (Nachtstarif). Der IBM-SmartGrid-Forscher Dieter Gantenbein erkannte das Problem und empfahl es als Thema einer Diplomarbeit. Die IBM-Schweiz-Werkstudentin Sutharshini Rasathurai von der Universität Zürich machte sich ans Werk. Die Einspar-Idee: Wenn die Chiller nur eingeschaltet würden, wenn der Strompreis tief ist, könnten die Betriebskosten gesenkt werden. Sie untersuchte in ihrer Masterarbeit, wie diese Idee in die Realität umgesetzt werden könnte. Betreut wurde sie von Lo-

renz Hilty, Professor für Informatik und Nachhaltigkeit an der Universität Zürich, der an der Empa im Bereich Technologie und Gesellschaft forscht.

Natürlich konnte Rasathurai nicht einfach in den Technikraum in Altstetten einmarschieren, an den Reglern herum-drehen und beobachten, was passiert. Sie baute das gesamte Klimatisierungssystem im Computer nach und hatte so die Möglichkeit, ihre Änderungen zu simulieren und die Effekte zu beobachten. «Wenn die Kühlaggregate nur noch zu Nachtstromtarifen laufen sollen, muss die Nachfrage während des Tages aus den Speichern gedeckt werden können. Dazu reichen sie zurzeit allerdings nicht aus», sagt die Studentin.

Kaltwasserreserve deckt den Kühlungsbedarf

Also senkte sie in einem ersten Szenario die Temperatur in den Kaltwasserspeichern auf 5 bis 12 statt wie bisher nur 11 bis 12 Grad Celsius; dadurch wurde der Gehalt an speicherbarer Energie in den Tanks 7-mal grösser. Sollte das gespeicherte Kaltwasser trotzdem nicht ausreichen, würden die Aggregate unabhängig vom Strompreis zugeschaltet. Um diesen Fall möglichst zu vermeiden, setzte die Studentin den Mindestladestand der Kaltwassertanks neu auf



Klimasystem in der IBM-Zentrale: Ohne Umbaumaassnahmen ein Viertel weniger Energieverbrauch.
Rechts: IBM Schweiz Hauptsitz in Altstetten, ZH.

95 Prozent und erhöhte zudem die Leistung, mit der die Speicher in den Sommermonaten gefüllt werden. Mit diesen Änderungen zehrt die Klimaanlage nun während der Arbeitszeit von ihren Reserven; sobald die Energiewerke Zürich Energie zum Nachtarif anbieten, springen die Chiller an und kühlen die Kaltwasserreserven wieder ab – der Akku ist wieder 100 Prozent geladen. Mit diesen Anpassungen liessen sich die Kosten laut Computermodell im Winter um 10 und im Sommer um 17 Prozent senken.

Grössere Einsparung dank dynamischer Strompreise

Elektrische Energie wird, wie Öl oder Stahl, an einem Markt gehandelt. Im Stundenrhythmus verändern sich die Preise je nach Angebot und Nachfrage. Zu diesen Grosshandelspreisen haben Endverbraucher allerdings keinen Zugang. Rasathurai entwarf ein zweites Szenario, in dem sie anahm, der Strom würde zu ebendiesen dynamischen Preisen an IBM als Endverbraucher verkauft und das System würde diese Preise von der European Energy Exchange AG in Leipzig bis zu 34 Stunden im Voraus erhalten. In dieser Simulation vergleichen die Chiller den aktuellen Strompreis immer zuerst mit jenen der kommenden Stunden, bevor sie sich einschalten. Ist der günstigste

Zeitpunkt ermittelt, verschieben sie den Ladeprozess. Mit einem dynamischen Preissystem wären im Sommer Einsparungen von bis zu 31 Prozent möglich.

Nicht nur billiger, sondern auch effizienter

Die Überraschung war gross, als die Simulation neben der Kostenersparnis noch etwas anderes aufzeigte. Die neue Anlage arbeitet nämlich nicht nur mit günstigerem Strom, sondern sie verbraucht auch rund ein Viertel weniger davon. «Denn mit dem verbesserten Entleer- und Füllrhythmus der Speicher müssen Kühlaggregate und Gasboiler seltener dazugeschaltet werden», sagt Hilty. Und wenn doch, produzieren sie punktgenau die Energiemenge, die nötig ist.

Die Arbeit hat aufgezeigt, welche Sparpotenziale ohne jegliche Baumaassnahmen und nur durch SmartGrid Demand Shaping in Klimasystemen genutzt werden könnten. Hilty schreibt das Thema für eine Fortsetzungsarbeit aus, denn: «Wenn wir die Abwärmeflüsse noch genauer analysieren und die Vorausberechnung der Strompreise verfeinern, liegt noch mehr drin», ist er überzeugt. Im Moment ist dies noch Theorie, doch schon in einigen Jahren könnte die neue Technologie in Haustechnikanlagen eingesetzt werden. //



IT-Startschuss für eine energiebewusstere Welt

Lorenz Hilty, Empa-Forscher und Professor für Informatik an der Universität Zürich, skizziert seine Vision eines intelligent gesteuerten Energieverbrauchs. Die von ihm organisierte Konferenz «ICT for Sustainability» (ICT4S) soll im Februar in Zürich als Startschuss dienen.

INTERVIEW: Rainer Klose / BILDER: Empa

Herr Hilty, Sie bereiten gerade die ICT4S-Konferenz vor – die erste ihrer Art. Braucht man wirklich eine weitere Nachhaltigkeitskonferenz unter all den Nachhaltigkeitskonferenzen, die es bereits gibt?

Die Digitalisierung verändert die Gesellschaft seit mindestens 20 Jahren extrem schnell. Das Bewusstsein dafür, dass man dieses Veränderungspotenzial auch nutzen könnte, um eine nachhaltige Entwicklung zu beschleunigen, ist jedoch noch nicht vorhanden. Können wir zum Beispiel mit Hilfe der Informations- und Kommunikationstechnik – auf Englisch abgekürzt ICT – die Energiewende schaffen? Die Grundthese hinter dieser Konferenz ist: Es geschieht nicht von allein. Der Fortschritt in der Kommunikationstechnik führt die Gesellschaft nicht automatisch in eine nachhaltige Zukunft. Es ist aber möglich, ihn hierfür zu nutzen.

Bis jetzt laufen die Debatten also noch unverbunden nebeneinander her – einerseits die Debatte um den technologischen Fortschritt in der ICT, andererseits die Nachhaltigkeitsdebatte?

Gänzlich isoliert sind sie nicht mehr. Es gibt seit vier Jahren die Diskussion um «Green IT», man hat gemerkt, dass IT etwas mit Umweltschutz und Energiefragen zu tun hat. Wir wollen das Thema nun ausweiten auf die generelle Frage: Können wir durch smartere Prozesse, durch intelligente Steuerung und Regelung unser tägliches Leben ressourcensparender und nachhaltiger ausrichten?





Hinter dem Begriff «Green IT» steckt also mehr?

Ich hatte dieses Schlagwort bisher nur mit Halbleitertechnik verbunden, die weniger umweltschädlich ist.

Damit hat es angefangen. Dabei ging es auch schon um interessante Fragen – etwa: Wie viel Strom verbraucht das Internet? Oder: Wie können wir unsere gesamte Bürokommunikation stromsparender machen? Dann aber hat die IT-Branche gemerkt: Wir sprechen hier über rund 2 Prozent des weltweiten Energieverbrauchs. Wer etwas erreichen will, muss darüber nachdenken, wie man auch die anderen 98% des Energieverbrauchs reduzieren kann – also etwa intelligenter heizen oder den Verkehr optimieren. Wir müssen Strukturen schaffen, die das Zusammenspiel von Informationsverarbeitung, Mobilität und Versorgung mit Gütern und Energie ganzheitlich neu lösen können.

Bisher war ja zum Beispiel der Stromverbrauch nur kurzfristig regelbar: Sobald eine Last entsteht, dreht im Kraftwerk jemand an einem Rad und erhöht die Leistung. Wie kann das anders gehen? Wie soll man den Verbrauch voraussagen?

Man kann auf beiden Seiten drehen und etwa «Demand Shaping» machen. Dabei konstruiere ich ein Gerät so, dass es selber entscheiden kann: Ich brauche die Energie nicht sofort, sondern kann auch später ans Netz gehen. Damit vermeide ich Lastspitzen und verbrauche erst dann Strom, wenn er weniger knapp ist. Die Koordination solcher Geräte kann man mit einem Marktmechanismus verknüpfen, der Energie teuer macht, wenn sie knapp ist, dynamische Stromtarife also. Vorbedingung ist jedoch, dass man Knappheitssignale im System verfügbar macht, also neue Informationsflüsse einführt. So etwas nennt sich dann «Smart Grid».

Wie kann ein «Smart Grid» beim Energiesparen helfen?

Die Bedeutung dieses Ansatzes kommt erst jetzt wirklich zum Tragen, weil wir in Zukunft sehr viel mehr erneuerbare Energiequellen nutzen wollen. Von diesen Quellen ist nur die Wasserkraft gut regelbar – sie ist in der Schweiz aber weitgehend ausgereizt. Solar- und Windenergie sind dagegen schlecht regelbar, die muss ich «ernten», wenn sie anfallen. Das heisst, ich habe in Zukunft auf der Angebotsseite der Energie grössere Schwankungen als bisher. Das Koordinationsproblem zwischen Angebot und Nachfrage wird sich dadurch massiv verschärfen. Hier muss – und kann – die IT helfen. Das System, das wir in Zukunft brauchen, muss im Voraus abschätzen, wo Energieangebot und -nachfrage entsteht, damit man die Energieflüsse auch managen kann.



Zur Person

Lorenz Hilty ist Mitarbeiter der Abteilung «Technologie und Gesellschaft» an der Empa und Professor für Informatik und Nachhaltigkeit an der wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät der Universität Zürich. Mit seiner Arbeitsgruppe entwickelt er Informatik-Anwendungen, die zu einer nachhaltigen Entwicklung beitragen. Auch der gesellschaftliche Diskurs über neue Technologien gehört zu seinem Forschungsgebiet.



Gibt es schon Verbote dieser Entwicklung?

Ja, gerade in der IT. Rechenzentren verbrauchen ja immer mehr Strom. Durch das Cloud-Computing kann ich die Rechenlast verschieben, wenn an einer Stelle der Welt die Energie knapp wird. Informationen sind heute leichter um die Welt zu transportieren als Energie. So kann ich eine Berechnungsaufgabe von Europa etwa nach Alaska oder nach Australien verschieben, wenn dort gerade Energie aus erneuerbaren Quellen verfügbar ist. Der Kunde merkt davon nichts.

Aber in der Welt bewegen sich ja nicht nur Daten, sondern auch Menschen und Material. Ist es auch möglich, den physischen Transport mit Hilfe von IT besser zu organisieren?

Ja, auch dafür gibt es IT-basierte Konzepte. Man könnte etwa ein kleines Gerät bei sich tragen – das kann ein Smartphone sein –, das mich identifiziert und mit dem ich Mobilitätsdienstleistungen in Anspruch nehmen kann. Ich kann in ein Taxi steigen oder in die Bahn, ich kann mir ein Car-Sharing-Auto leihen oder ein Fahrrad. Und all diese Mobilitätsgänge, die ich völlig frei kombiniere, haben ihren Preis. Dieser Preis kann wiederum von der momentanen Auslastung abhängen – im Stau zahle ich für die Strassennutzung mehr, in der Rush-Hour kostet die S-Bahn mehr, und das letzte verfügbare Leih-Fahrrad wird teurer sein. Jeder, der es sich zeitlich leisten kann, fährt dann also nicht zu Stosszeiten. Auch in so einem System – eine Art «Smart Grid» für den Personenverkehr – brauche ich ein Knappheitssignal, das im System weitergemeldet wird. Ich brauche Fähigkeiten aus dem ICT-Bereich. Billige und leistungsfähige Technik, die solche Aufgaben lösen kann, gibt es sogar heute schon.

In dieser Zukunft werden Menschen mit geringem Einkommen, etwa arme Pensionäre, ihre Aktivitäten auf Randstunden und in die Nacht verlegen müssen.

Da stellt sich die Frage: Will die Gesellschaft das?

Es geht bei unserer Konferenz ICT4S auch um Fragen der Wünschbarkeit. Wir haben Sozialwissenschaftler eingeladen, etwa aus Schweden, die sich mit «Smart Cities» beschäftigen und

in einer Gegend südlich von Stockholm Pilotversuche durchführen. Dabei hat man zum Beispiel schon bemerkt, dass jeder noch so schöne Plan regelmässig von der technischen Entwicklung überholt wird. Das heisst: Die staatliche Planung solcher Strukturen ist viel langsamer als der technische Fortschritt. Wir müssen «Smart Cities» daher als dynamisches System anlegen. Eine «Smart City» muss sich selber ständig neu erfinden, wenn sie wirklich effizient funktionieren soll.

Eine solche High-Speed-Entwicklung verlangt vielleicht nach einer anderen Regierungsform. Kann man das noch mit unseren demokratischen Strukturen und all ihren Einsprachemöglichkeiten leisten?

Ja, das könnte heissen, dass die Governance-Strukturen dann anders sein müssen, indem sie etwa mehr Selbstorganisation zulassen. Wir haben Beiträge in der Konferenz, die auch dies beschreiben.

Das klingt nicht gerade nach einem Spaziergang. Rechnen Sie mit politischem Widerstand?

Den gibt es bereits. Nehmen Sie das Beispiel «Smart Grid». Schon wer so etwas durchzusetzen versucht, stösst auf Widerstand in der Strombranche. Da werden zum Teil alte Monopole verteidigt. Es ist sozial und ökonomisch äusserst komplex. Der einzige Weg, hier weiterzukommen, sind meines Erachtens Pilotversuche und Fallstudien. Wir können diese neue Welt nur im «Trial-and-Error»-Verfahren erlernen. Wir müssen also Regionen auswählen, in denen wir etwas wagen können – etwa ein «Smart Grid» aufzubauen oder eine «Smart City» zu entwerfen. Selbst wenn das für die Modellregion noch nicht den erwarteten Vorteil bringt, so sammeln wir damit doch Erfahrungen. Und wir können eine Kultur um diese Strukturen herum entwickeln.

Wie kann ich die Bevölkerung davon überzeugen mitzuziehen?

Für diese Aufgabe eignet sich die Idee des «persuasive computing» – das sind Systeme, die die Leute davon überzeugen, sich zum Beispiel energiesparend zu verhalten. Es würde zum Beispiel



helfen, wenn man Ökobilanzen in Echtzeit auf dem Handy berechnen könnte. Ist es nun besser, eine Zeitung auf Papier zu lesen oder digital auf dem iPad? In Zürich gibt es bereits eine Startup-Firma, die Kochrezepte zum Download im Internet anbietet und eine umfassende Ökobilanz dazu berechnet. Das ist ein Anfang. Denn ich kann das Verhalten der Menschen nur beeinflussen, wenn ich ihnen in Echtzeit Informationen anbiete, ohne sie zu bevormunden. Je zeitnäher, desto besser. Das ist eine Erkenntnis aus der Psychologie.

Bei der ICT4S-Konferenz geht es also um einen Startschuss für diese Art Forschung. Welche Leute werde ich treffen, wenn ich an die Konferenz gehe? Was steht auf dem Programm?

Wir haben zum einen die klassischen Green-IT-Themen; die dürfen wir über all den Visionen ja nicht vergessen. Da geht es um die Frage: Wie können wir den Energiebedarf von Rechenzentren reduzieren, wie können wir Elektroschrott vermeiden? Dann haben wir Sessions zum Thema «Smart Cities» und «Smart Buildings». Dabei geht es zunächst ums enge Wohnumfeld: Wir diskutieren über Häuser, die bemerken, wenn ihre Bewohner nicht zu Hause sind, und ihren Energieverbrauch entsprechend regeln. In einer anderen Session geht es um Ressourcenmanagement – zum Beispiel um smartes Wassermanagement. Aus gutem Grund ist unsere Konferenz jedoch sehr interdisziplinär angelegt, es sind eben auch Geistes- und Sozialwissenschaftler vertreten. Denn es wäre naiv zu glauben, dass man allein durch technische Massnahmen der Nachhaltigkeit näher kommt. Es ist nie das technische System allein, das etwas bewirkt. Es sind immer die Menschen, die es nutzen. //

Die Konferenz

Die Konferenz: Vom 14. bis 16. Februar 2013 findet an der ETH Zürich die erste internationale Konferenz «ICT for sustainability» (ICT4S) statt. Es geht um eine bessere Steuerung des Energie- und Ressourcenverbrauchs durch intelligente IT-Systeme und um eine bessere Nutzung erneuerbarer Energieträger sowie um die Frage, ob man Güter durch Dienstleistungen ersetzen kann. 42 Vortragende aus 27 Ländern und fünf Kontinenten entwerfen die IT-Nutzung der Zukunft und diskutieren ihre Auswirkungen. Zum Auftakt am 13. Februar gibt es eine Reihe öffentlicher Vorträge, z.B. einen Crash-Kurs in «Green IT».

Öffentlicher Workshop: Am Samstag, 16. Februar, organisierten das Schweizer Bundesamt für Kommunikation (BAKOM) und das Bundesamt für Raumentwicklung (ARE) an der ETH Zürich einen öffentlichen Workshop. Wie kann man in der Schweiz neue Brücken schlagen zwischen der sich entwickelnden Informationsgesellschaft und der erwünschten Nachhaltigkeit? Der Eintritt ist frei. Anmeldung über www.ict4s.org

Zürich Greenhackathon: Im Vorfeld der Konferenz, am Dienstag, 12. Februar 2013, findet der «Zürich Greenhackathon» statt. Den Teilnehmern bleiben 24 Stunden Zeit, um Software für einen der Nachhaltigkeit dienlichen Zweck zu programmieren. Anmeldung und Info unter zurich.greenhackathon.com

Wenn man Ökobilanzen in Echtzeit auf dem Handy abrufen könnte, würde das das Energiebewusstsein deutlich schärfen, sagt Lorenz Hilty. Auf diese Weise liessen sich schnell ökologische Entscheide treffen: Soll ich das Fussballspiel am Plasmafernseher schauen oder mit dem Auto hinfahren? Ist der Download eines Spielfilms in HD so energieintensiv wie Haare föhnen?



Das
interaktive
Simulations-
erlebnis!

EmpaNews auf dem iPad



Veranstaltungen

January 22 – 24, 2013

Growth of Thin Films and Nanostructures
The materials science of small things
Empa, Dübendorf

February 14 – 16, 2013

ICT for sustainability
The challenge of making it real (ICT4S Conference)
ETH, Zürich

28. Februar 2013

CO₂-arme Treibstoffe der Zukunft
Technology Briefing
Empa, Dübendorf

5. März 2013

Materialbearbeitung mit Laser
Kurs für Firmenchefs, Produktionsleiterinnen, Ingenieure
Empa, Dübendorf

6. März 2013

Löten
Kurs für Interessierte aus Praxis und Produktion
Empa, Dübendorf

7. März 2013

Elektrochemische Charakterisierung und Korrosion
Kurs für Techniker, Studierende und Ingenieure
Empa, Dübendorf

Details und weitere Veranstaltungen unter
www.empa-akademie.ch

Ihr Zugang zur Empa:



portal@empa.ch
Telefon +41 58 765 44 44
www.empa.ch/portal