

QUANTENSPRUNG

Gute Lehre muss sich lohnen

Den Studenten und ihren meist zahlenden Eltern werden Studiengebühren mit der Zusage schmackhaft gemacht, die Lehre werde so verbessert. Natürlich sind 80 oder gar 100 Studenten pro Professor im internationalen Vergleich mit den besten Universitäten nicht tragbar. Selbst an unseren Schulen gelten mehr als 30 Schüler pro Lehrer als inakzeptabel. Wenn also in Oxford, Berkeley, Harvard oder Stanford acht bis zehn Studenten auf jeden Lehrenden kommen und wenn man sich mit denen vergleichen will, müssten zehnmal mehr Professoren eingestellt werden. 500 Euro pro Student und Semester reichen da längst nicht. Es ist sowieso nur ein symbolischer Beitrag, der für die meisten Studiengänge nur fünf bis zehn Prozent der Kosten deckt. Daher betragen die Gebühren an den besten Universitäten 30 000 bis 40 000 Dollar.

AXEL MEYER

Professor für Evolutionsbiologie, Konstanz



Aber wie sieht es aus mit der Lehre im Lande? Pro Professor gibt es nicht nur zu viele Studenten. Per Gesetz werden auch acht bis neun Stunden pro Woche Kontakt mit Studenten im Unterricht verlangt. Dies bedeutet etwa zwei bis drei Kurse pro Semester. Dies entspricht den „teaching colleges“ oder drittclassigen Unis in den USA, wo nicht geforscht wird. An den besten Universitäten Amerikas unterrichten Professoren maximal einen Kurs und ein Seminar pro Jahr. In medizinisch ausgerichteten Fakultäten meist sogar nur 15 Stunden Vorlesung im Jahr und nicht acht bis neun pro Woche. Tutoren übernehmen dort einen Teil der Lehre. Auch gibt es in jenen Systemen Lecturer, die vor allem unterrichten, und Professoren, die oft gar keine Vorlesungen halten, sondern nur Seminare für Doktoranden.

Bei so vielen Lehrverpflichtungen in Deutschland ist es kein Wunder, dass manche Kollegen den Studenten 20 Jahre alte Folien präsentieren oder aus ihren Büchern vorlesen. Da können sich die Studenten die Teilnahme fast sparen, denn die Fachschaften haben längst Skripte, nach denen sich bequem zu Hause lernen lässt. Professoren sind auch nur Menschen, die sich nicht nur durch Liebe zum Fach motivieren, sondern auch gelobt und belohnt werden möchten. Das ist im gleichmachenden Beamtenbesoldungssystem nicht vorgesehen. Die Lehre-Drückeberger sind die Cleveren, denn wer gut lehrt, wird eher zu noch mehr Lehre verdonnert und wird noch weniger Zeit zum Forschen haben. Die Reputation steigt aber fast nur durch Forschung. Niemand fragt, wie man unterrichtet.

Verbesserte Lehre hat aber noch eine andere Bedingung: Auch wenn der begnadete Lehrer sein Bestes tut, solange die Lernenden nicht selbst motiviert sind, wird der Erfolg begrenzt sein. Studenten, die keine Bücher kaufen, nicht zu Vorlesungen gehen und sich nicht vorbereiten, sondern nur passiv konsumieren, kriegen, was sie verdienen. wissenschaft@handelsblatt.com

Die fliegenden Augen der Forschung

Beobachtungssatelliten werden immer wichtiger für die Geowissenschaften. Auch die Medizin kann von ihnen profitieren.

MARCUS ANHÄUSER | DÜSSELDORF

Vor 50 Jahren, im Oktober 1957, schickte eine kleine 84 Kilo schwere Aluminiumhohlkugel mit dem Namen „Sputnik 1“ ein gleichmäßig piepsendes Funksignal zur Erde. Damit begann das Satellitenzeitalter, in dem die Menschen den eigenen Planeten von außen inspizieren.

Inzwischen umkreisen rund 800 Begleiter die Erde in Höhen zwischen 80 und rund 36 000 Kilometern. 400 Satelliten fliegen im amerikanischen Auftrag, etwa 90 im russischen, 35 stammen aus China. Die europäische Esa hat nur 13 Beobachter im Orbit. Zwei Drittel der Erdumkreiser dienen der Telekommunikation. Nur fünf Prozent sind Erdbeobachtungssatelliten im Dienste vor allem der Wissenschaft. Weitere fünf Prozent liefern meteorologische Daten zur Wettervorhersage.

In der klassischen Erdbeobachtung hielt sich die Esa bisher zurück: „Wir haben zurzeit nur zwei aktive Erdbeobachtungssatelliten im All, Envisat und ERS-2“, sagt Reiner Kresken vom European Space Operations Centre (ESOC) in Darmstadt. Doch das wird sich ändern: Bis 2012 plant die Esa mit dem Living-Planet-Programm sechs Missionen – wenn alles gut geht. Es begann 2005 mit einem Desaster. „CryoSat“, der die Eispanzer von Grönland und der Antarktis vermessen sollte, versank nach Versagen der russischen Trägerrakete im Nordpolarmeere.

Erdbeobachtungssatelliten wie CryoSat sind die verlängerte Augen, Ohren und Fühler der Forschung. Sie messen nicht nur die Dicke des Eises in den Polarregionen oder registrieren abgelöste Eisberge (und protokollieren so das Schmelzen der Polkappen). Sie beobachten auch jeden Vulkanbruch oder Ölteppich im unzugänglichsten Winkel der Erde, messen die Luftqualität über den Metropolen, protokollieren die Zerstörung des Regenwaldes oder die Ausbreitung der Wüsten.

Fotografieren reicht nicht

Dabei geht es selten um einfaches Fotografieren. Bilder, wie Laien sie von Google-Earth kennen, liefern für die Waldvermessung zu wenig. „Selbst tiefer fliegende Satelliten als Meteosat haben nur eine Auflösung von maximal einigen Metern pro Bildpunkt“, sagt Kreskens Kollege Holger Krag. Mit den Fotos lasse sich eine Vegetationsfläche zwar geometrisch eingrenzen und ausmessen, aber es bleibe unklar, wie dicht die Fläche bewachsen ist.

Bei Analysen der Rodung des brasilianischen Regenwaldes hatte sich



So hätte er fliegen sollen: Der 2005 abgestürzte Erdbeobachtungssatellit CryoSat der Esa auf einer Zeichnung. Sein Ersatz ist bereits bewilligt.

gezeigt, dass die rein geometrischen Vermessungen zwar die Fronten der Rodung erkennen ließen. Aber wenn, was oft passiert, einzelne Bäume aus der Mitte des Urwaldes gefällt werden, ging den Forschern das durch die Lappen. Krag: „Das ist visuell aus dem Orbit einfach nicht erkennbar.“ Die Lösung: anstatt das gesamte Lichtspektrum zu nutzen, Beschränkung auf das Wesentliche.

Die Forscher registrieren die reflektierte Sonnenstrahlung nur im sichtbaren Rotbereich des Spektrums, in dem die Pflanzen Energie für die Photosynthese aufnehmen. Diese vergleichen sie mit der reflektierten Energie im nahen Infrarot, dem Spektralbereich, der nicht der Photosynthese dient. Die Differenz zeigt, in welchem Maße Photosynthese stattfindet, also wie dicht der Bewuchs ist.

Diese Vegetationsdaten helfen auch der Medizin. Epidemiologen nutzen sie zusammen mit anderen Parametern wie Temperatur, Feuchtigkeit, Windrichtung, wenn die betreffenden Krankheitserreger von Zwischenwirten (etwa Mücken) übertragen werden. Entwickelt sich die Umwelt zu Gunsten der Plagegeister, könnte eine Epidemie bevorstehen. So werden Ausbrüche von Malaria, Schlafkrankheit oder des West-Nil-Virus beobachtet.

Auch die scheinbar eintönige Oberfläche der Meere vermittelt neue Erkenntnisse. Satelliten können bis auf weniger als zehn Zentimeter genau die durchschnittliche Meereshöhe bestimmen – die alles andere als konstant ist. „Sie variiert etwa mit der Temperatur oder den Strömungsverhältnissen“, sagt Gerold Siedler vom Kieler Leibniz-Institut für Meereswissenschaften (Ifm-Geomar). Er stopfte mit Radar-Satellitendaten die Lücken der direkten Strömungsmessungen von Schiffen, Driftbojen und verankerten Messgeräten im Indischen Ozean – und entdeckte

eine gewaltige Strömung, die bislang völlig unbekannt war: Die „Meereswalze“ erstreckt sich in West-Ost-Richtung zwischen Madagaskar und Australien. Bisher nahm man an, dass für die subtropischen Regionen auf dem globalen Wassermassen-Förderband die Transporte in Süd-Nord-Richtung entscheidend sind. „Ihre

Stärke entspricht etwa einem Fünftel des für das europäische Klima so wichtigen Golfstroms“, sagt Siedler. Die entdeckte Strömung ist Teil des Transportsystems durch alle Ozeane, das das Weltklima entscheidend beeinflusst.

Um solche globalen Phänomene besser zu verstehen, wurde im Februar 2005 beim dritten Erdbeobachtungsgipfel in Brüssel die Group on Earth Observation (GEO) gegründet, der 66 Staaten, die Europäische Kommission und über 40 Organisationen angehören. Das Ziel ist der Aufbau des Global Earth Observation System of Systems (GEOSS). Dies soll alle verfügbaren Erdbeobachtungseinheiten zu einem erdumspannenden Netz verbinden. „In der Erdbeobachtung gibt es anders als im Bereich hochauflösender Aufnahmen keinen Verdrängungswettbewerb“, sagt Kresken. Gerade Esa und Nasa arbeiteten Hand

in Hand: „Der Orbit des europäischen Wettersatelliten Metop-A zum Beispiel wurde so gewählt, dass er optimal mit seinem amerikanischen Gegenstück von der National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) zusammenarbeiten kann“, sagt Kresken.

Dennoch sehen einige Wissenschaftler die Erdbeobachtung vor einer Krise – während die Nasa den Flug zum Mars plant. Die amerikanische Nationale Akademie der Wissenschaften (NAS) veröffentlichte vergangene Woche einen „Hilferuf“: Immer mehr Satelliten hätten ihre Altersgrenze überschritten. Bis 2010 würden 40 Prozent der Erdbeobachter ausgemustert. Statt drohender Budgetkürzungen solle die Nasa neue Satellitenprogramme starten. Würden einige der Satelliten nicht rechtzeitig ersetzt, drohten Datenlücken in wichtigen Zeitreihen. El Niño- und Hurrikan-Vorhersagen würden sich verschlechtern. Der Klimawandel ließe sich nicht mehr angemessen verfolgen.



Text weiterleiten: Mail an forward@handelsblatt.com Betreff: Satelliten (Leerzeichen) 9 (Leerzeichen) Mailadresse des Empfängers

Seit 50 Jahren – Satelliten im Orbit

Was ist das?

Ein Satellit (lateinisch: satelles = Leibwächter) ist ein kleinerer Begleiter eines größeren Objekts. In der Raumfahrt bezeichnet man damit einen künstlichen Flugkörper, der einen Planeten oder einen Mond umrundet. Bei fremden Planeten spricht man auch von Sonden.



zu einem kommerziellen Geschäft entwickelt. Diese sind geostationär, das heißt, sie bewegen sich mit einer Winkelgeschwindigkeit von einer Erdumrundung pro Tag, um immer über derselben Stelle zu bleiben.

Sputnikschok

Den ersten Satelliten „Sputnik 1“ (Bild) schickte 1957 die Sowjetunion ins All. Diese Fähigkeit schockierte die westliche Welt. Im

Nachfolger „Sputnik 2“ umkreiste das erste Lebewesen die Erde und starb den Hitzetod: die Hündin Laika.

Raumstationen
Bemannte Satelliten heißen Raumstationen. Auch hier leistete Russland mit „Saljut 7“ (1982-86) und „Mir“ (1986-2001) Pionierarbeit. Die Internationale Raumstation ISS wird seit 1998 aufgebaut.

Satelliten-Geschäft
Seit den 60er-Jahren haben sich Fernmelde- und Rundfunksatelliten

Das Rad ist neu erfunden

Physiker können ein molekulares Nano-Rad kontrolliert über eine Fläche rollen

DÜSSELDORF. Physikern ist es gelungen, ein Nano-Rad aus einem einzigen Molekül über eine Kupferoberfläche zu rollen. Das Rad hat einen Durchmesser von nur 0,8 Nanometer (100 000-mal weniger als der Durchmesser eines Haares). Mit den neuen Erkenntnissen könne man die molekularen Bewegungen präzise kontrollieren und neue komplexe Nano-Maschinen entwerfen, berichten die Forscher der Freien Universität Berlin und des CNRS (Centre National de la Recherche Scientifique) in Toulouse unter Leitung von Leonhard Grill in der Zeitschrift „Nature Nanotechnology“.

Dass sich durch Manipulation mit einem Rastertunnelmikroskop einzelne Atome und Moleküle auf der Oberfläche „springend“ fortbewegen lassen, war schon bekannt. Es wurde

aber bisher kein „Roller“ eines molekularen Rades beobachtet, obwohl dies eine fundamentale Bewegungsart in der makroskopischen Welt ist.

Um das Rad zu rollen, bewegen die Forscher die dünne Spitze eines Rastertunnelmikroskops, deren äußerstes Ende im Idealfall aus einem einzigen Atom besteht, im Abstand von wenigen Atomdurchmessern über ein Rad-Molekül. Die Temperatur beträgt ungefähr minus 248 Grad Celsius, um die thermische Bewegung der Moleküle zu verhindern. Eine elektrische Spannung zwischen der Spitze und der Probe bewirkt einen quantenmechanischen Tunnelstrom, der den Wissenschaftlern das direkte Auslesen der molekularen Bewegung ermöglicht. Das Stromsignal zeigte bei den Experimenten einen „Fingerabdruck“ der Rollbewegung.

Durch einen Vergleich der Manipulation auf verschiedenen Oberflächen und in unterschiedlichen Richtungen merkten die Forscher, dass die Fortbewegungsart des Nano-Rades von der Oberflächenstruktur abhängt: Für das Rollen ist demnach eine leicht gewellte Oberfläche nötig.

Die auf der Oberfläche zurückgelegten Wege beim Rollen oder Springen sind dabei fundamental unterschiedlich: Während die Moleküle beim Rollen in ihrer Wegstrecke stark eingeschränkt sind, ist dies beim Springen nicht der Fall. Denn beim Rollen wird die Spitze des Mikroskops über das Molekül hinweg bewegt und steht daher nach einer einzigen Drehung des Rades schon hinter dem Molekül, anders als beim Springen, das durch „Schieben“ mit der Spitze ausgelöst wird. *jk*

UNSERE THEMEN	
MO	ÖKONOMIE
DI	ESSAY
MI	GEISTESWISSENSCHAFTEN
DO	NATURWISSENSCHAFTEN
FR	LITERATUR

Spermien helfen sich gegenseitig

DÜSSELDORF. Spermien von Mäusen oder Ratten können miteinander gegen die Spermien eines anderen Tieres zusammenarbeiten. Obwohl bei jeder Ejakulation einige Millionen Spermien freigesetzt werden, bahnt sich normalerweise jedes seinen eigenen Weg zur Eizelle. Dennoch könnte es unter bestimmten Umständen vorteilhaft sein, miteinander zu kooperieren. Das ist vor allem wahrscheinlich, wenn das Weibchen – wie bei Nagern üblich – wechselnde Geschlechtspartner hat, also „promisk“ ist.

Neue Untersuchungen unter Leitung von Simone Immler an der Universität von Sheffield in Großbritannien zeigen, dass bei promiskiten Ratten und Mäusen, wo der Wettbewerb besonders groß ist, die Spermien eines Männchens zusammenarbeiten, um die eines anderen aus dem Feld zu schlagen. Die Studie ist in der Online-Zeitschrift „PLOS One“ veröffentlicht.

Diese Zusammenarbeit sei nur möglich auf Grund des hochspezialisierten Aufbaus der Ratten- und Mäusespermien. Nagetiere haben Spermien mit hakenförmigem Kopf, der es ihnen erlaubt, sich zu einer Gruppe zusammenzuschließen. Diese bis zu 100 Spermien kommen gemeinsam im „Rennen“ um die Eizelle schneller und kraftvoller vorwärts als einzelne.

„Bisher dachte man, dass die Spermien nicht nur gegen fremde Rivalen, sondern auch gegeneinander konkurrieren. Unsere Untersuchungen zeigen, dass, wenn der Druck von rivalisierenden Männchen hoch ist, individuelle Spermien miteinander kooperieren, um sicherzustellen, dass zumindest eines der eigenen erfolgreich die Eizelle erreicht“, sagte Immler. *jk*

N24.de

SIEMENS STEIGT, BASF FÄLLT.
BASF STEIGT, TELEKOM FÄLLT.
TELEKOM STEIGT, E.ON FÄLLT.

UND DER DAX KENNT NUR EINE RICHTUNG.

Wirtschaft sehen.

