

Wissen & Multimedia

QUANTENPHYSIK
Wie Schweizer Geologen
das Erdinnere erforschen
SEITE 64

TELEKOMMUNIKATION
Weshalb Apple-Kunden
mehr Geld ausgeben
SEITE 72

14. OKTOBER 2012
SonntagsZeitung



Kleine Heiler Seite 65
Viren sollen künftig
Krebszellen finden – und
bekämpfen

Künstliche Hüfte Seite 67
Die Hersteller versprechen
mehr, als sie halten können

Findige Helfer Seite 70
So beantworten Google &
Co. unsere Suchanfragen

63

VON SIMONE KÜHN-BÜHLMANN

Die Szene hat etwas Surreales: Frauen und Männer sitzen in blühenden Apfelbäumen und betupfen Blüte um Blüte mit kleinen Pinseln, die sie zuvor in Plastikgefässe getaucht haben. Darin befindet sich Pollenpulver. Ein Experiment? Eine neue Zucht? Weit gefehlt: In der westchinesischen Provinz Liaoning gibt es wegen zu viel giftiger Spritzmittel keine Bienen mehr, weshalb dort die Menschen die Aufgabe der Bestäubung übernommen haben.

Die irritierenden Bilder sind in Markus Imhoofs neuestem Film «More Than Honey» zu sehen (Kinostart 25. Oktober 2012). Fünf Jahre dauerten die Dreharbeiten zum vielseitigen Bienenporträt, wofür der Schweizer Regisseur und Hobbyimker rund um die Welt reiste. Nebst China war er auch in den USA, wo jährlich Milliarden von Bienen auf Lastwagen von Monokultur zu Monokultur transportiert werden. Er schaute Imkern in Österreich über die Schulter, die fleissige und sanftmütige Bienenrassen züchten und die Königinnen per Post in die ganze Welt verschicken. Er hielt fest, wie reinrassige Schweizer Bienen, gegen alle fremden Einflüsse bewahrt, trotz allem an Inzuchtschwäche eingehen.

Milbenbefall macht die Bienen anfällig für Krankheiten

Die Honigbiene (*Apis mellifera*) zählt zu unseren wichtigsten Nutztieren, gleich nach Rind und Schwein. Das liegt nicht vorrangig am Honig. Ohne ihre Dienste beim Bestäuben von Blüten sähe es düster aus mit dem Erntertrag

Die höchste Bienendichte

In der Schweiz halten etwa 17 000 Imker rund 180 000 Bienenvölker. Mit durchschnittlich 4,5 Völkern pro km² gehört die Schweiz zu den Ländern mit der höchsten Bienendichte. Im Winter 2011/12 ging fast die Hälfte aller Völker ein, auch wegen der Varroa-Milbe. Eine Vernichtungsaktion, bei der flächendeckend 134 Imker auf 154 km² zeitlich koordiniert mit Ameisen- und Oxalsäure gegen den Parasit vorgehen, läuft derzeit als Pilotprojekt. Forscher von Agroscope Liebefeld-Posieux testen ausserdem verschiedene Pilze, die die Milbe abtöten sollen, und arbeiten an einer Art Antibabypille für *Varroa destructor*.



KEINEN STICH GEGEN DIE MILBE

Ohne menschliche Hilfe würde die Honigbiene die Angriffe des Parasiten nicht überleben – es gibt Ansätze, sie als Bestäuber zu ersetzen

zahlreicher Obst- und einiger Gemüsearten. Etwa zwei Drittel aller Nutzpflanzen werden hauptsächlich von Honigbienen bestäubt, schätzt die Ernährungs- und Landwirtschaftsorganisation der Vereinten Nationen (FAO). Der wirtschaftliche Wert ihrer Bestäubungsleistung wird weltweit auf 185 Milliarden Franken geschätzt.

Doch die Honigbienen schaffen es immer weniger, diese enorme Leistung zu vollbringen. Seit einigen Jahren sterben die Insekten in Massen, sowohl in Nordamerika als auch in Europa, Ägypten, Japan und China. Verluste von 20 Prozent und mehr sind für viele Imker keine Seltenheit mehr: Allein in der Schweiz ist im vergangenen Winter praktisch jedes zweite Bienenvolk eingegangen. Das entspricht in etwa 100 000 Völkern oder drei Milliarden Bienen.

Als Hauptgrund für das Bienensterben gilt Experten zufolge die Varroa-Milbe – zumindest in Deutschland und der Schweiz. Das in den 1980er-Jahren aus Asien eingeschleppte zwei Millimeter grosse Spinnentier krallt sich an der Biene fest, saugt ihr Blut aus und überträgt gleichzeitig gefährliche Krankheitserreger, gegen die sich die Bewohner vieler Bienenvölker nicht mehr wehren können. Pestizide, Mangelernährung und Transportstress, denen die Bienenvölker – vor allem in amerikanischen Monokulturen – während der Blütezeit ausgesetzt sind, machen die Tiere möglicherweise zusätzlich anfällig für Parasiten und Krankheiten.

Müssen wir bald Bestäuber für Obst und Gemüse spielen?

Tatsache ist: Keine Honigbiene in Nordamerika, Europa und China kann heute ohne chemische Hilfe durch den Menschen überleben. Antibiotika sind in der Schweiz verboten. Doch würde hier die Varroa-Milbe nicht mit gezielten Einsätzen von Ameisensäure und Oxalsäure bekämpft, gingen die Bienenvölker innerhalb von ein oder zwei Jahren ein. Die Immunabwehr unseres dritt wichtigsten Nutztiers schwächelt – wohl auch wegen der jahrhundertealten Bienenzucht, die Bienen eigneschaften wie Sanftmut, Fleiss und wenig Schwarmtrieb anstrebt und Widerstandsfähigkeit vernachlässigt.

Ist die Honigbiene noch zu retten? Oder müssen wir bald selber

FORTSETZUNG AUF SEITE 64

ANZEIGE



Rochester-Bern Executive MBA: renommiert, international & berufsbegleitend

Renommiertes Doppelabschluss

- Master of Business Administration (MBA) der University of Rochester
- Executive MBA (EMBA) der Universität Bern
- Renommiert im In- und Ausland

Internationale Ausrichtung

- Kooperation der Universitäten Rochester (NY, USA) und Bern
- Studienaufenthalte in den USA (6 Wochen) und China
- Top-Professoren aus 7 Ländern

Berufsbegleitendes Format

- Alle 2 Wochen am Freitag und Samstag Unterricht in Thun
- Unmittelbare Anwendbarkeit des Gelernten im Arbeitsumfeld
- Gesamtdauer: 18 Monate

Nächste Schritte

- Kontaktieren Sie uns für eine persönliche Beratung
- Treffen Sie uns an der QS World Tour in Zürich (23./24. Oktober)
- Info: www.executive-mba.ch

Weitere Informationen erhalten Sie auf www.executive-mba.ch, telefonisch unter 031 631 34 77 oder per E-Mail an info@executive-mba.ch.

Rochester-Bern

Executive Programs

University of Rochester

Universität Bern

MELDUNGEN

Grosser Stress bei Fukushima-Hunden

FUCHINOBE JAP Verglichen mit Hunden, die andernorts verlassen wurden, waren in Fukushima zurückgelassene Haustiere deutlich gestresster. Dies berichten japanische Forscher in «Scientific Reports». Auch zehn Wochen nach ihrer Rettung hatten die Fukushima-Hunde rund zwei- bis zehnmal so hohe Werte des Stresshormons Cortisol. Normalerweise gehe dies mit erhöhter Aggression einher. Die Fukushima-Hunde waren jedoch weniger aggressiv gegenüber fremden Menschen. Sie zeigten zudem weniger Trennungsangst und lernten schlechter.

Alleinerziehende Spinnen leben lang

SÃO PAULO BR Die Männchen brasilianischer Weberknechte (*Iporangaia pustulosa*) profitieren, wenn sie ihre Brut allein aufziehen. Wie Forscher in PLOS One berichten, nehmen solche Männchen zwar weniger Nahrung auf, weshalb sich ihr Körperzustand verschlechtert. Aber da sie weniger umherstreifen, werden die fürsorglichen Männchen seltener gefressen und leben daher länger als vagabundierende Exemplare. Auch können sie die Zahl der Nachkommen erhöhen, da Weibchen Spinnenmännchen, die bereits Nachwuchs haben, bevorzugen.

Klimaschädlicher Einkaufsweg

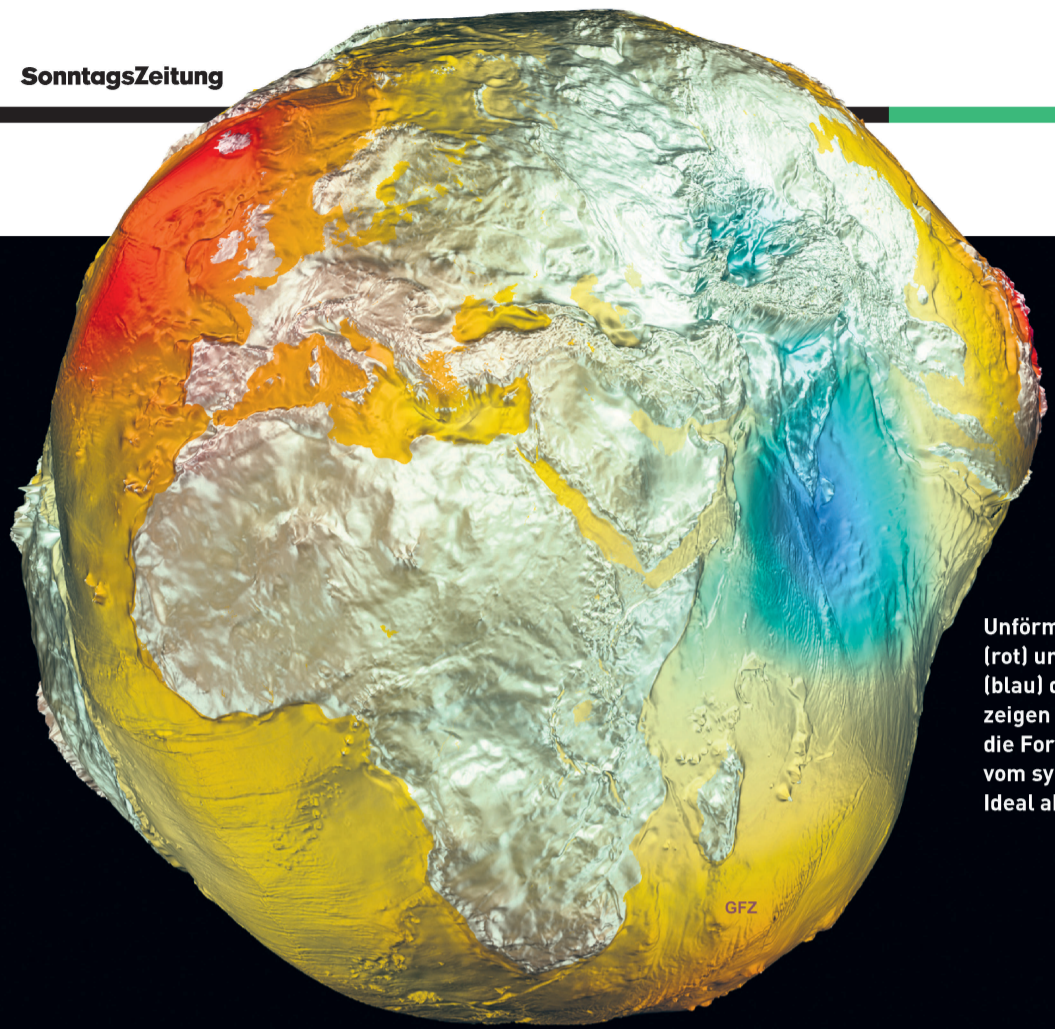
GIESSEN D Einkaufswege belasten das Klima mehr als bisher angenommen, berichten Forscher der Universität Giessen. Der CO₂-Fussabdruck der Einkaufswege beträgt demnach 280 Gramm CO₂ pro Kilogramm Einkaufsgut. Bisherige Berechnungen kamen auf 100 bis 140 Gramm. Je mehr Einkaufsweg mit dem PW zurückgelegt wird, desto grösser der Fussabdruck. Im Idealfall, schreiben die Forscher, sollten die Einkaufswege möglichst kurz und die Einkaufsmenge möglichst hoch sein.

Ohne Velohelm dreimal so viele Tote

TORONTO KA Wer ohne Helm Velo fährt, hat ein dreimal so hohes Risiko, bei einem Unfall tödliche Kopfverletzungen davonzutragen, als behelmte Fahrer. Das berichten Mediziner im «Canadian Medical Association Journal». Sie hatten 129 tödliche Velounfälle in der kanadischen Provinz Ontario untersucht, die sich zwischen Januar 2006 und Dezember 2010 ereigneten. Das Alter der Velofahrer reichte von 10 bis 83 Jahren, 86 Prozent davon waren Männer.



FOTO: DEUTSCHES GEODÄSIEFORSCHUNGSZENTRUM GFZ



Unförmig: Die Berge (rot) und Täler (blau) des Geoids zeigen überhöht, wo die Form der Erde vom symmetrischen Ideal abweicht

Atomuhrmessung macht die Erde zur Kartoffel

Gravitationsunterschiede geben Geologen Aufschluss über das Erdinnere

VON JOACHIM LAUKENMANN

Die Allianz von Quantenphysik und Einsteins Relativitätstheorien hat uns bereits ein weit verbreitetes Produkt beschert: das Satellitennavigationssystem GPS. Es funktioniert dank genauer Atomuhren (Quantenphysik) und deren Korrektur auf Basis der speziellen und allgemeinen Relativitätstheorie.

Nun hat ein Forscherteam mit Schweizer Beteiligung eine neue Anwendung von Quantenphysik und Relativitätstheorie vorgeschlagen: Die Erkundung des Erdinnern, etwa geologische Formationen wie Vulkane und tektonische Platten oder die Bewegung von Flüssigkeiten im Untergrund.

Die Methode basiert auf der Vermessung des sogenannten Geoids der Erde: Das ist die Fläche, auf der die Erdanziehung (Gravitationskraft) rund um den Globus dieselbe ist. Das Erdinnere weist an gewissen Stellen eine grössere Dichte auf, was mit einer stärkeren Gravitationskraft verbunden ist. Dieser Effekt tritt beispielsweise da auf, wo schwere

Erze in der Erdkruste liegen. Folglich hat das Geoid dort eine Delle, da die Fläche gleicher Schwerkraft tiefer in der Erde liegt. Ein weniger dichtes Erdinnere geht mit einer schwächeren Gravitationskraft einher, weshalb das Geoid an diesen Stellen einen Buckel aufweist. Somit gibt das Geoid einen Hinweis darauf, was in Erdinnern verborgen ist.

Uhren laufen langsamer, je stärker das Gravitationsfeld ist

Bisher liess sich das Geoid nur mithilfe von Satelliten, deren Umlaufbahn aufgrund der variablen Erdanziehungskraft leicht schwankt, oder mit Gravitationskraft-Messinstrumenten (Gravimetern) indirekt bestimmen. Über den Ozeanen klappt das ganz gut: Hier entspricht das Geoid der Meeresoberfläche. «Auf den Kontinenten ist es jedoch viel schwieriger, das Geoid zu bestimmen», sagt Co-Autor György Hetényi vom Schweizerischen Erdbebeninstitut an der ETH Zürich. Die indirekten Methoden seien über Land zu ungenau, um interessante geologische Formationen aufspüren zu können.

Besser geht das dank Einstein: Gemäss dessen allgemeiner Relativitätstheorie laufen Uhren langsamer, je stärker das Gravitationsfeld der Erde ist. Das bedeutet zum Beispiel, dass unsere Beine minimal langsamer altern als unser Kopf. Denn rund zwei Meter über der Erde ist das Gravitationsfeld schwächer, die Uhren laufen schneller. Tatsächlich ist es 2010 gelungen, bei Atomuhren eine Laufzeitdifferenz zu messen, von denen sich die eine nur 33 Zentimeter über der anderen befand. Spaziert man nun mit einer mobilen Atomuhr über die Erde und vergleicht deren Laufzeit mit einer stationären Atomuhr, so ist die Laufzeitdifferenz ein direktes Mass für das Geoid.

Der schwedische Geodät Arne Bjerhammar hatte diese Methode bereits 1986 vorgeschlagen. «Nun ist die Zeit reif, um sie anzuwenden», sagt Philippe Jetzer, Co-Autor vom Institut für Theoretische Physik (ITP) der Universität Zürich. Die besten Atomuhren sind heute nämlich so genau, dass sie innerhalb von 20 Milliarden Jahren nur um eine Sekunde falsch gehen würden. Damit lies-

se sich das Geoid auf rund einen Zentimeter genau bestimmen.

Diese Genauigkeit erreichen Atomuhren bisher aber nur im Labor. «Portable Atomuhren, um solche Präzisionsmessungen durchzuführen, sind aber in Reichweite», sagt Co-Autorin Ruxandra Bondarescu vom ITP. 2014 zum Beispiel soll eine kompakte Atomuhr hoher Präzision auf der Internationalen Raumstation installiert werden.

In ihrer Arbeit zeigen die Forscher nun, wie solche Messungen theoretisch funktionieren. Um etwa die Distanz zu einem unterirdischen Wasservorkommen zu bestimmen, braucht es demnach neben dem Geoid zusätzlich eine herkömmliche Messung der Gravitationskraft mit Gravimetern. «Die Kombination beider Messungen erlaubt eine viel bessere Lokalisation einer geologischen Struktur», sagt Hetényi.

Die Forscher sehen ihre Studie einerseits als «Anregung für Geophysiker, über mögliche Anwendungen nachzudenken», sagt Jetzer. «Zudem ist das ein Signal an Firmen, dass sich die Entwicklung portabler, hochpräziser Atomuhren lohnt.»

▶ FORTSETZUNG VON SEITE 63

Keinen Stich gegen die Milbe

auf die Apfelbäume klettern und Bestäuber spielen? Bienenspezialist Paul Schmid-Hempel von der ETH Zürich beruhigt: «Die Honigbiene stirbt so schnell nicht aus. Panik ist also nicht angebracht, Besorgnis sehr wohl.» Da ein grosser Teil unserer Nahrungsproduktion von diesen Bestäubern abhängen würde, müssten Honigbienen unbedingt auf bessere Resistenz gegenüber Krankheiten gezüchtet werden.

Ein Ziel, das Züchter und Wissenschaftler auf der ganzen Welt anpeilen. Unter dem Dach des Deutschen Imkerverbands läuft seit ein paar Jahren ein Projekt zur Züchtung leistungsfähiger Honigbienen mit grosser Wider-

standskraft gegen die Varroose. An der Universität Würzburg wurde ein spezieller Bienenflugraum geschaffen, der es den Forschern erlaubt, das Immunsystem der Honigbiene über das ganze Jahr hinweg zu untersuchen und besonders robuste Bienen zu identifizieren.

Blattschneiderbiene, Erdhummel und Wildbiene

Auch in Australien, wo das Bienensterben wegen der geografischen Lage und rigoroser Importvorschriften noch nicht angekommen ist, sucht man nach Wegen, um die Abwehrkräfte der Bienen zu verbessern. Dazu werden Wildformen mit Haustierköniginnen

gekreuzt und zur Beobachtung auf eine unbewohnte Insel gebracht.

Doch die Honigbiene ist nicht das einzige bestäubende Insekt auf der Welt. «Seit geraumer Zeit werden auch alternative Bestäuber untersucht und in grossem Masse produziert», sagt Schmid-Hempel. Wie zum Beispiel *Bombus terrestris*, die Dunkle Erdhummel, die heute bereits regelmässig zur Bestäubung von Erdbeeren, Tomaten und Stachelbeeren eingesetzt wird. Oder die Blattschneiderbiene *Megachile rotundata*, die eine hervorragende Bestäuberin der Luzerne, einem wichtigen Viehfutter, ist. Wie frühere Studien zeigten, können Wildbienen Nutzpflanzen ebenso gut bestäuben wie Honigbienen. Sie sind effizient, weniger

krankheitsanfällig und fliegen auch mal bei Regenwetter.

Einen Totalausfall der Honigbiene können die 585 in der Schweiz lebenden Wildbienenarten laut Jean-Daniel Charrière vom Bienenzentrum Agroscope Liebefeld-Posieux trotzdem nicht kompensieren. «Früh blühende Pflanzen wie etwa Kirsche, Apfel, Birne, Pfirsich oder Mandeln sind auf die Honigbiene angewiesen.» Honigbienen seien die einzigen Bienen, die als ganzes Volk überwintern und von März bis April bereits in grosser Zahl auf Nahrungssuche gingen. Die solitär lebenden oder – wie die Hummel – nur als Königinnen überwinternenden Wildbienen seien erst später im Jahr an der Bestäubung beteiligt.

Ideal wäre gemäss einer neuen Untersuchung die Zusammen-

arbeit verschiedener Insektengruppen. Forscher der Agroscope und der Universität Zürich fanden heraus, dass der Ernteertrag von Rettich dann am höchsten ist, wenn Honigbienen beim Bestäuben von sozialen Hummeln, Solitärbienen sowie Schwebfliegen zugleich unterstützt werden.

Die Killerbiene macht mehr Honig und wird nicht krank

Das Problem ist nur: Auch die Wildbienen sind mittlerweile gefährdet. Ihr Lebensraum schrumpft, die Pflanzenvielfalt nimmt ab. «Unter den Wildbienen gibt es zahlreiche Spezialisten», sagt Charrière. «Verschwindet eine Pflanze, verschwindet auch ihr Bestäuber.»

Kein Wunder, setzt Markus Imhoof seine Hoffnung auf eine

andere Kreatur als den Menschen. «Die sogenannte Killerbiene wird die Menschheit überleben», so der Regisseur im Interview mit der SonntagsZeitung (7. Oktober 2012). Die «Killerbiene» oder afrikanisierte Biene ist eine Kreuzung von europäischen und afrikanischen Bienen.

Seit Ende der 1950er-Jahre 26 Schwärme aus dem Versuchslabor eines Bienenforschers in São Paulo entwichen sind, machen sich die als schwierig und angriffslustig geltenden Insekten in Amerika breit. Heute gibt es dort etwa eine Milliarde wilder Kolonien. Manche US-Imker haben sich mit ihnen angefreundet. «Killerbienen» machen nicht nur mehr Honig als die domestizierte Honigbiene, sondern werden vor allem nicht krank.