

QUANTENSPRUNG

Exzellenz – „Lost in Translation“

Wir sind nicht nur Papst, sondern auch Elite, zumindest drei Universitäten wurden dazu erklärt. Bisher schaffte es zwar keine deutsche Uni unter die weltweit 50 besten, aber neues Geld soll das nun ändern. Die letzten bis zu sieben Plätze in den Rängen offizieller Exzellenz werden anhand von bis zum April zu formulierenden Anträgen im Oktober unter acht verbliebenen Unis vergeben.

Auch wenn der ganze Ansatz eines von oben orchestrierten Wettbewerbs unter Deutschlands Universitäten zu hinterfragen ist, so ging zumindest doch ein gesunder Ruck durch die Behörden der höheren Ausbildung. Die Initiative hat auch die öffentliche Aufmerksamkeit auf die notorische Unterfinanzierung der Universitäten gelenkt und, was vielleicht noch positiver ist, dazu geführt, dass sich Kollegen austauschen müssen, um gemeinsame Anträge für Graduate Schools und Exzellenzcluster zu schreiben.

AXEL MEYER

Professor für Evolutionsbiologie, Konstanz



Ja, auch hier werden neu-englische Begriffe verlangt („excellence“). Schließlich setzen sich Auswahlgremien der Exzellenzinitiative auch aus Mitgliedern zusammen, die die deutsche Sprache nicht beherrschen. Deshalb sind (fast) alle Anträge im Rahmen dieser Initiative auch auf Englisch verfasst. Gut so! Exzellenz ist eben per definitionem international.

Die Anträge für Graduate Schools und Exzellenzcluster wurden von Wissenschaftlern geschrieben, die der internationalen Wissenschaftssprache mehr oder weniger mächtig sind. Allerdings wurden die wichtigen Anträge der „dritten Säule“ – für Zukunftskonzepte der Universitäten – meist im stillen Kämmerlein der Rektorate geschrieben. Und da sieht es mit den Englischkenntnissen leider meist düftiger aus als bei den forschungsaktiven Kollegen. Denn bekanntlich zählen für die Karriere in der universitären Selbstverwaltung manchmal weder erstklassige Wissenschaft noch Englischkenntnisse. Also wollten sich die Rektorate nicht von Professoren in die Karten schauen oder gar beraten lassen. Das hätte möglicherweise der Autorität schaden können.

So sind in den Zukunftskonzepten der Rektorate lustige Formulierungen zu finden, die nur entfernt etwas mit Englisch zu tun haben. Offensichtlich wurden die meisten Konzepte auf Deutsch geschrieben und dann von meist wohl wenig forschungserfahrenen Übersetzern ins Englische übertragen. So wurde der „Forschungsschwerpunkt“ als „research center of gravity“ übersetzt, „Drittmitglied“ als „third party funds“ und – bitte festhalten – „Geisteswissenschaften“ als „ghost sciences“. Kein Witz! Ich habe mir dies nicht ausgedacht. Es ist eher traurig als lustig, wie weit einige Rektorate vermeintlicher Eliteunis von der Realität internationaler Wissenschaft entfernt sind. Die ist nun mal englisch.

wissenschaft@handelsblatt.com

Die Jagd nach dem Feldrekord

In Dresden steht der leistungsfähigste Magnet der Welt. Er soll verborgene Eigenschaften von Materialien aufspüren.

BERND MÜLLER | DÜSSELDORF

Was ist mehr wert: ein serbischer Dinar oder die gute alte Deutsche Mark? Zieht man den Taschenrechner zurate, ist der Fall klar: Die harte Mark wäre etwa das Vierzigfache wert – wenn es sie noch gäbe. Physiker sehen das möglicherweise anders – sie vergleichen eher die beiden Wissenschaftler, die auf die Geldscheine gedruckt sind: Carl Friedrich Gauß, dessen Konterfei den Zehnmarschein zierte, und Nikola Tesla, der nachdenklich von der 100-Dinar-Note blickt. Beide gaben der magnetischen Flussdichte ihren Namen, doch der aus Kroatien stammende Tesla hat sich durchgesetzt. Der fixe „Wechselkurs“ der Physiker beträgt 10 000 Gauß für einen Tesla. Müsste man das Erdmagnetfeld in Dinar bezahlen, käme man ziemlich billig weg: Seine Feldstärke beträgt nur 50 millionstel Tesla.

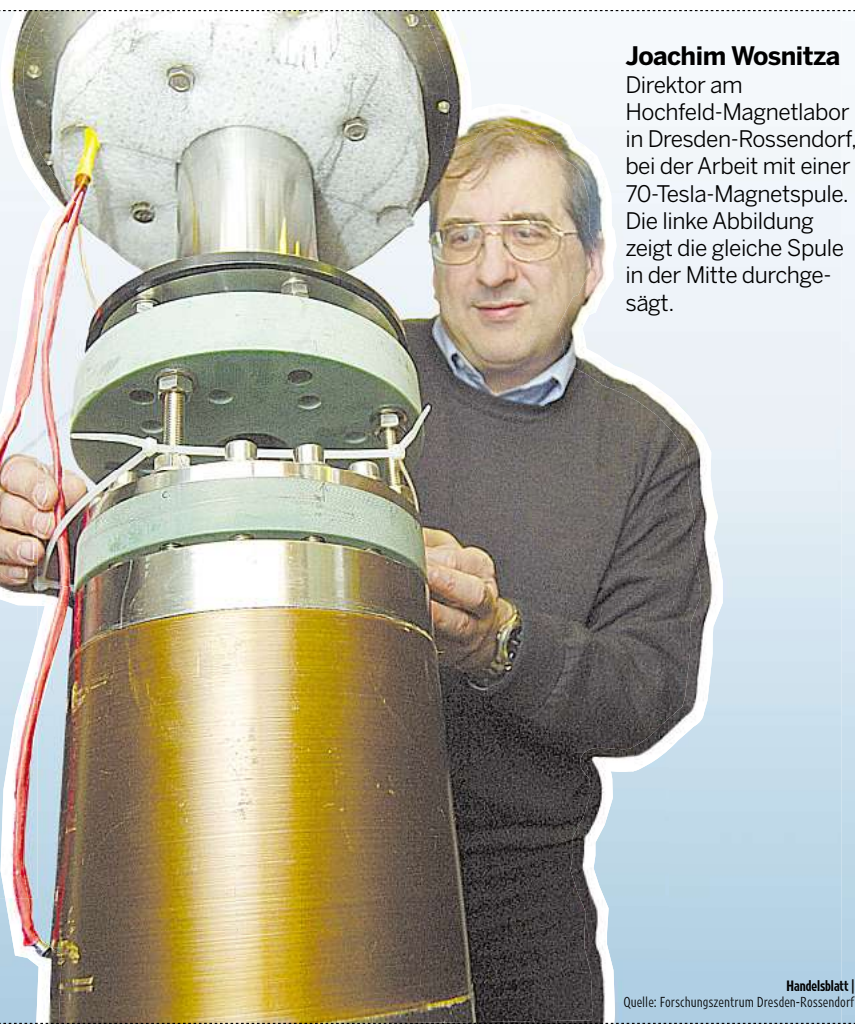
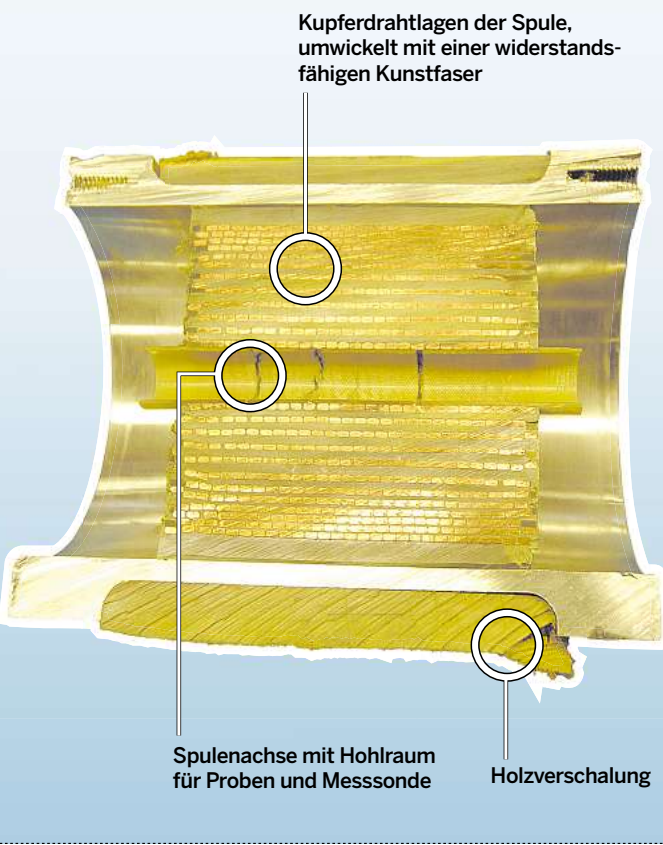
Gar nicht billig war der Magnet, der Ende 2006 am Forschungszentrum Rossendorf in Dresden in Betrieb ging: Rund 24 Millionen Euro kostete das Hochfeld-Magnetlabor, das in den letzten vier Jahren errichtet wurde. Das ehrgeizige Ziel der Betreiber dieses Labors: den stärksten gepulsten und zerstörungsfreien Magneten der Welt bauen. Der soll möglichst noch in diesem Jahr die 100-Tesla-Grenze durchbrechen und damit den Rekordhalter am Los Alamos National Laboratory vom Thron stoßen, der derzeit 88 Tesla schafft. Die Amerikaner arbeiten an diesem Ziel bereits seit 15 Jahren, jetzt scheint es, als könnten die Deutschen bald vorbeiziehen. Eilig hat es Joachim Wosniza, der Direktor des Dresdner Labors, dennoch nicht: „Wir steigern langsam.“

Vorsicht ist auch angebracht, denn schon bei den zuletzt erreichten 71 Tesla – das entspricht dem Tausendfachen eines Kühlschrankmagneten – barst eine Kupferspule unter den enormen Kräften des Feldes. Die Herstellung einer neuen Spule ist nicht besonders schwierig, aber mit bis zu 40 000 Euro auch nicht gerade billig.

Um das Feld von 100 Tesla zu schaffen, benötigen die Physiker zwei Magnete. Der innere, der in einem schneidglasgroßen Hohlraum die Probe und Messsonde enthält, bringt 60 Tesla, der äußere noch mal 40 Tesla. In der innersten Lage des insgesamt eine Tonne schweren Zylinders entsteht eine Belastung, die dem 40 000fachen des Atmosphärendrucks entspricht. Weil Kupfer

Magnetspule

Längs der Spulenachse durchgesägte Hochfeld-Magnetspule. So können Designfehler entdeckt und bei neuen Spulen korrigiert werden.



Joachim Wosniza Direktor am Hochfeld-Magnetlabor in Dresden-Rossendorf, bei der Arbeit mit einer 70-Tesla-Magnetspule. Die linke Abbildung zeigt die gleiche Spule in der Mitte durchgesägt.

schon bei 2 500 Atmosphären reißt, sind die Drahtlagen der Spulen mit einer widerstandsfähigen Kunstfaser umwickelt. Zur Sicherheit hängt der Magnet in einer Grube. Während des Betriebs ist der Aufenthalt in der Nähe verboten, alle magnetischen Gegenstände befinden sich außer Reichweite.

Drückt die Mannschaft dann den Einschaltknopf, geht alles blitzschnell. Nur eine Hundertstelsekunde schießt ein Stromstoß von mehreren 10 000 Ampere durch armdicke Kabel zu fingerdicken Kupferwindungen und erwärmt den mit flüssigem Stickstoff auf mi-

nus 196 Grad Celsius gekühlten Magneten auf Raumtemperatur. Dabei können kurzzeitig bis zu fünf Gigawatt umgesetzt werden, die Leistung von fünf großen Kraftwerken. Aber keine Sorge, in Sachsen gehen deswegen nicht die Lichter aus. Denn eine Halle voller Kondensatoren sammelt vor der Messung 90 Sekunden lang Energie aus dem Stromnetz, um sie auf einen Schlag in den Magneten zu speisen – so wie der Fotoblitzen einer kleineren Batterie einen grellen Licht-

blitz erzeugen kann. Die Stromkosten sind deshalb verblüffend gering: Etwa einen Euro zahlt das Labor pro Messung an den Energieversorger. Mehr als der sportliche Wettbewerb mit den amerikanischen Kollegen treibt Wosniza und seine Mitarbeiter die wissenschaftliche Neugier zu immer höheren Magnetfeldern. Einige Rätsel ihrer Zunft wollen die Physiker lösen: Wie reagiert Materie auf hohe Magnetfelder? Das wird mit optischen Methoden untersucht. Dazu wurde in einem Nachbargebäude ein Laser aufgebaut, der intensives infrarotes Licht erzeugt und in Kombination mit dem Rekordmagneten einzigartig auf der Welt ist.

Anwendungen in der Auto-Industrie

Besonderes Interesse gilt den Supraleitern, die bei tiefen Temperaturen elektrischen Strom verlustfrei transportieren und deshalb unter anderem für die starken Magnete in Kernspintomografen zur Diagnose von Krankheiten eingesetzt werden. In Rossendorf dienen die Supraleiter aber nicht der Erzeugung des Magnetfeldes, sondern sie sind vielmehr selbst Gegenstand der Forschung. Bekannt ist, dass die Supraleitung in einem starken Magnetfeld zusammen-

bricht. Doch die Physiker gehen davon aus, dass dieser Zustand nicht einfach dem entspricht, der bei Raumtemperatur herrscht.

Mysteriös sind vor allem nichtmetallische Supraleiter aus organischen Molekülen. Schon 1964 sagte Peter Fulde, Direktor des Max-Planck-Instituts für Physik komplexer Systeme in Dresden, voraus, dass in solchen Stoffen bei hohen Feldern Inseln ohne Supraleitung entstehen. Das Geheimnis, warum der Strom dennoch weiter verlustfrei fließt, wollen die Dresdner nun lösen. Die Physiker sind optimistisch, dass bei hohen Magnetfeldstärken noch weitere Entdeckungen auf sie warten.

Für die brachialen Kräfte, denen Metalle in einem Magneten ausgesetzt sind, interessiert sich auch die Industrie. Ein gepulstes Magnetfeld erzeugt im Metall so genannte Wirbelströme, die es wie einen Muskel zusammenzucken lassen. Steckt man zum Beispiel einen Kupferstab in ein Aluminiumrohr, presst der Magnet das Rohr so zusammen, dass sich beide Materialien verbinden – ohne Schweißen. Auch andere Kombinationen sind möglich, etwa ein Kunststoffstab in einem Kupferrohr. Mit Hilfe dieser Technik hat BMW be-

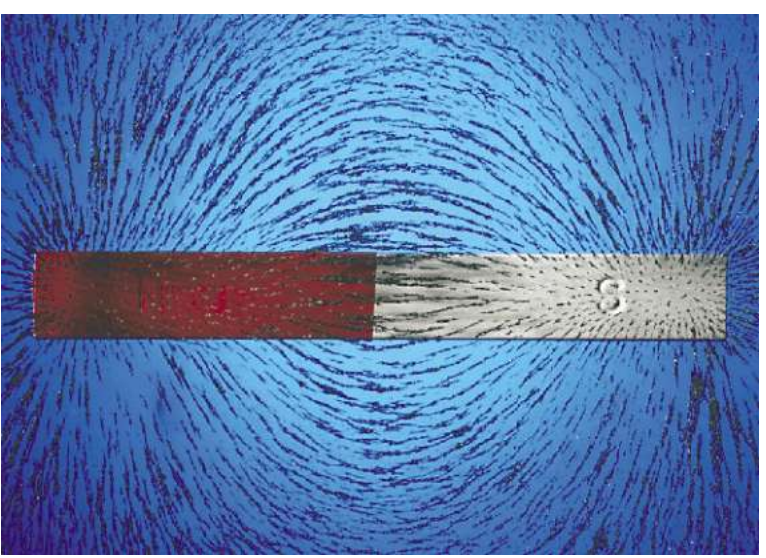
reits einen besonders leichten und dennoch robusten Querlenker für ein Sondermodell der M3-Reihe hergestellt. Ein mittelständisches Unternehmen in Bayern will jetzt in Kooperation mit dem Forschungszentrum Rossendorf den Bau von Magneten für die Industrieproduktion weiterentwickeln.

Was kommt jenseits von 100 Tesla? „Für gepulste, zerstörungsfreie Magnete dürfte das die Obergrenze sein“, vermutet Joachim Wosniza, auch weil Messzeiten deutlich unter einer Hundertstelsekunde nicht sinnvoll sind. Zum Vergleich: Den Weltrekord für statische Magnetfelder, die über Stunden konstant bleiben, halten amerikanische Kollegen in Tallahassee mit 45 Tesla. Geht es allein um die Jagd nach Rekorden und nicht darum, die teure Apparatur oder eine wertvolle Probe heil durch die Messung zu bringen, sind auch höhere Felder mit 300 Tesla möglich. Für die Atomwaffenindustrie in Sarov (Russland) war auch das zu wenig. Sie baut Magnete mit nur einer Kupferwindung und einer Sprengladung drum herum. Durch den Druck der Explosion wurden die Magnetfelder auf unfassbare 2800 Tesla zusammengepresst.

Nicht zu verwechseln – Flussdichte und Feldstärke eines magnetischen Feldes

Magnetische Flussdichte

Die magnetische Flussdichte wird durch die Kraftwirkung auf bewegte elektrische Ladungen definiert, steht also für die „Stärke“ des magnetischen Flusses, welcher durch ein bestimmtes Flächenelement hindurchtritt. Sie ist ein Vektor, also eine nach den Feldlinien (siehe Bild) des Magneten räumlich gerichtete Größe. Tesla (T) ist die Einheit für die magnetische Flussdichte, früher auch als Induktion bezeichnet. Sie wird seit 1960 nach dem serbischen Physiker und Erfinder Nikola Tesla (1856-1943, Bild) benannt. Das Erdmagnetfeld entspricht nur 0,00005 Tesla, Spulen mit Eisenkern, wie sie in der Industrie verwendet werden, erreichen etwa 2 Tesla. Eine veraltete Einheit für die magnetische



Fotos: mauritius images, PR (Wiegand)

Flussdichte ist Gauß mit dem Einheitenzeichen G, benannt nach dem Mathematiker und Naturforscher Friedrich Gauß (1777-1855). Die Einheit wird in der Technik noch immer häufig verwendet (1 T=10 000 G).

Magnetische Feldstärke

Will man ein magnetisches Feld nicht im leeren Raum, sondern mit Bezug auf das magnetisch durchflossene Material beschreiben, benötigt man die Größe der magnetischen Feldstärke (auch magnetische Erregung genannt) im Inneren einer stromdurchflossenen Spule. Sie ist abhängig von der Stärke des Stroms, der Zahl der Windungen der Spule und der Länge der Spulenachse (Stromstärke mal Windungszahl, geteilt durch Länge der

Spulenachse). Je mehr Windungen und je stärker der durchfließende Strom, desto stärker also das Magnetfeld. Entsprechend ist die Einheit der Feldstärke Ampere (Einheit der Stromstärke) pro Meter (A/m). Die magnetische Feldstärke ist ebenso wie die Flussdichte ein Vektor des magnetischen Feldes, also eine nach den Feldlinien gerichtete Größe.

Magnetische Permeabilität

Das Verhältnis der magnetischen Flussdichte zur magnetischen Feldstärke heißt Permeabilität. Man kann also auch umgekehrt sagen: Die magnetische Permeabilität (auch magnetische Leitfähigkeit) bestimmt demnach die Durchlässigkeit von Materie für magnetische Felder.

Dinosaurier-Sterben berührte Säuger nur wenig

Die Ausbreitung und Entwicklung der Säugetier-Arten erreichte erst viel später ihren Höhepunkt

DÜSSELDORF. Das Aussterben der Dinosaurier – vermutlich durch einen Asteroiden-Einschlag am Ende der Kreidezeit vor etwa 65 Millionen Jahren – hatte nur geringe Auswirkungen auf die Evolution und Diversifizierung der modernen Säugetiere. Eine Reihe von Artikeln in der Zeitschrift „Nature“ stellen die bisher von den meisten Paläontologen vertretene These in Frage, wonach damals direkt nach dem Verschwinden der Dinosaurier die Säugetiere die Gelegenheit nutzten, sich zahlenmäßig auszubreiten und schnell in die vielen verschiedenen Arten zu entwickeln, die wir heute kennen.

Olaf Bininda-Emonds von der Friedrich-Schiller-Universität Jena und Kollegen in den USA und Großbritannien stellen nun eine andere Deutung vor: Säugetiere brauchten in Wirklichkeit ziemlich lange, bis

sie ihre heutige Form erreichten. Die Forschergruppe nutzte eine große Sammlung molekularer Daten, um einen „Superstammbaum“ der Säugetiere zu erstellen, eine Phylogenie (Artenentwicklung) fast aller modernen Säugetiere – 99 Prozent der 4 500 heute existierenden Arten.

Es scheint, so die Autoren, eine anfängliche Adaptive Radiation vor 93 Millionen Jahren – also noch inmitten von Dinosauriern – stattgefunden zu haben. Darunter versteht man die Auffächerung wenig spezialisierter Arten bei Herausbildung spezifischer Anpassungen an die vorhandenen Umweltverhältnisse in viele stärker spezialisierte Arten und damit verbunden die Ausnutzung unterschiedlicher, vorher nicht besetzter ökologischer Nischen. 40 Entwicklungslinien moderner Säugetiere lassen sich bis dahin zurückverfolgen.

Die Forscher fanden heraus, dass die Diversifizierung, also die Ausfächerung in neue Arten, unmittelbar nach dem Aussterben der Dinosaurier keinen Höhepunkt erreichte – wie bislang vermutet. Es gab nur eine kleine Zunahme der Säugetier-Artenbildung. Die meisten davon allerdings starben wieder aus, ohne Nachfahren in der heutigen Tierwelt zu hinterlassen.

Die zweite große Radiation fand viel später, lange nach dem Aussterben der Dinosaurier statt, nämlich vor etwa 35 Millionen Jahren. Die Autoren machen darauf aufmerksam, dass die erste Auffächerung mit einigen anderen interessanten Ereignissen der Erdgeschichte zusammenfällt, wie etwa dem Aufkommen der blühenden Pflanzen (Angiospermae) als möglicher Nahrungsgrundlage und einer generellen Abküh-

lung. „Nun, da wir den kompletten Stammbaum haben, können wir untersuchen, welche ökologischen Charakteristika mit dem Aufschwung zusammenfallen“, sagt John Gittleman von der Universität von Georgia in Atlanta. Es bestehe aber nicht notwendigerweise ein Zusammenhang.

Die Motivation der internationalen Forschergruppe war aber weniger die Widerlegung der Dinosaurier-Hypothese als vielmehr die Verhinderung des Aussterbens von Arten in der Zukunft. Die Forscher arbeiten derzeit an einem Modell zur Vorhersage des Aussterbens von Arten basierend auf Faktoren wie Körpergröße, Fortpflanzungsmustern und Ansprüchen an den Lebensraum. Sie hoffen, eine Schutz-Strategie entwickeln zu können, die den Nutzen für die am meisten gefährdeten Arten maximiert.

Warum es nicht nur schöne Menschen gibt

Forscher erklären ein oft zitiertes Paradox der Evolutionstheorie

DÜSSELDORF. Forscher glauben, ein altes evolutionsbiologisches Rätsel gelöst zu haben: Mit dem so genannten Lek-Paradox – wenn „gute“ Erbanlagen (Gene) in der ganzen Bevölkerung (Population) verteilt sind, warum sind Individuen dennoch so unterschiedlich – argumentieren Kreationisten oft gegen die Evolutionstheorie.

Das Problem ist Folgendes: Wenn Weibchen die attraktivsten Männchen auswählen, müssten sich die für jene Attraktivität zuständigen Gene eigentlich sehr schnell in einer Population ausbreiten. Die Folge wäre, dass die Männchen gleichmäßig attraktiv würden, bis irgendwann keine sexuelle Auswahl mehr möglich wäre.

„Wir haben herausgefunden, dass die sexuelle Auswahl die genetischen Unterschiede befördern kann, obwohl man das Gegenteil erwarten würde“, schreiben Marion Petrie und Gilbert Roberts von der Newcastle-Universität in der Zeitschrift „Heredity“. Da Mutationen überall im Genom stattfinden können, so Petrie, betreffen sie auch das „Flickzeug“ in der DNA jeder Zelle. Also haben manche Individuen weniger effiziente Flickzeug und folglich eine größere Variation, da Defekte unrepariert bleiben.

Obwohl nicht reparierte DNA generell schädlich ist – indem sie zum Verfall von Gewebe oder Krebs führt –, kann sie in einigen Teilen der DNA nützlich sein. Es ist bekannt, dass eine größere Variation in den Ab-

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

CO₂ beeinflusst schon lange die Temperatur

DÜSSELDORF. Der Zusammenhang zwischen dem Kohlendioxid (CO₂) und der Temperatur in der Atmosphäre ist möglicherweise eine stabile Eigenschaft des Klimasystems. Und dieser Zusammenhang besteht konstant seit einigen hundert Millionen Jahren, wie eine Modellstudie in der Zeitschrift „Nature“ nahe legt.

Um das Klima der Vergangenheit zu interpretieren und die Veränderungen in der Zukunft vorherzusagen, ist es wichtig, die Reaktion der weltweiten Temperatur auf Veränderungen der atmosphärischen Kohlendioxid-Konzentrationen zu verstehen. Aber die meisten Schätzungen dieser „Klima-Sensitivität“ – gemessen als der Temperaturanstieg in Grad Celsius als Resultat einer Verdopplung der CO₂-Konzentration – beruhen auf kurzfristigen Klima-Aufzeichnungen. „Die meisten Schätzungen basieren auf Daten über den Klimawandel entweder in den letzten paar Dekaden oder einige tausend Jahre zurückreichend, als Kohlendioxid-Konzentrationen und weltweite Temperaturen ähnlich wie heute oder niedriger waren. Daher unterschätzen solche Berechnungen tendenziell das Ausmaß großer Klimawandel-Ereignisse und sind eventuell nicht anwendbar für den Klimawandel unter wärmeren Bedingungen in der Zukunft“, schreiben Dana L. Royer von der Wesleyan-Universität in Middletown, USA, und Kollegen.

Um dieses Problem zu umgehen, modellierten sie die CO₂-Konzentrationen in den vergangenen 420 Millionen Jahren und verglichen ihre Simulationen mit so genannten Proxy-Daten, also natürlichen Klima-Archiven wie Baumringen, Eiskernen, Korallen, See- oder Ozean-sedimenten oder Pollen, aus denen das Klima der Vergangenheit rekonstruiert wird. Dadurch konnten sie die Klimasensitivität für lange Zeiträume schätzen, auch für erdgeschichtliche Phasen, die noch deutlich wärmer waren als die Gegenwart. Ihre Ergebnisse sind weitgehend übereinstimmend mit Schätzungen, die auf kurzfristigeren Klimadaten beruhen, und zeigen, dass die Klimasensitivität über die gesamte Periode über 1,5 Grad Celsius lag.

„Unsere Schätzungen zeigen, dass ein schwacher Strahlungsantrieb durch CO₂ höchst unwahrscheinlich ist in Zeiträumen von vielen Millionen Jahren“, schreiben die Autoren. Als Strahlungsantrieb (Radiative Forcing) bezeichnet man die Änderung des globalen Mittelers der Strahlungsbilanz der Erde. Er ist somit ein Maß für die Störung des Gleichgewichts zwischen einstrahlender Solarenergie und an den Weltraum abgegebener langwelliger Strahlung. Das Treibhausgas CO₂ ist ein positiver Strahlungsantrieb, da er die Abstrahlung verringert, und zwar ein besonders starker, wie Royer und Kollegen bestätigen.

jk