Natur und Wissenschaft

Der siebte Anlauf

Gehirnscanner statt Kuhställe: Europa wird zur Forschungsunion

Vielleicht sind es Idealisten, die anstreben, daß die Europäische Union von morgen 51 Milliarden Euro jährlich für die Forschung ausgibt und nur noch fünf Milliarden Euro für Agrarbeihilfen. Doch es gibt sie, und im Umkreis des schönen, baumbestandenen Square de Meeûs im Brüsseler Zentrum, wo die Fachleute der EU-Kommission für Wissenschaft und Innovation arbeiten, findet man solche Menschen gehäuft. Vielleicht handelt es sich bei ihnen zugleich um die größten Realisten. Denn der vielzitierte Zukunftswettbewerb der 459 Millionen EU-Bürger mit Amerika und Asien um Wirtschaftskraft, Lebensqualität und junge Akademiker wird nicht auf Äckern geführt, sondern in Schulen und Hochschulen, in Laboratorien. In Amerika verfolgt man die Entwicklung aufmerksam: "Kein europäisches Land kann die kritische Masse an Geld und Genie aufbringen, von der Amerika lebt", sagt Richard Brown vom Massachusetts Institute of Technology (MIT), "doch wenn sich die Europäer zusammentun, wird es spannend."

Genau das beschreibt das Ziel des "Europäischen Forschungsraums": Nachdem die Währungsunion den Geldfluß vereinfacht hat, soll eine Forschungsunion Wissensfluß und Technologieentwicklung beschleunigen. Obwohl die Grenzbäume verschwunden sind, gilt es noch viele Hindernisse zu beseitigen, die Forscher von Zusammenarbeit und von Umzügen zwischen EU-Ländern abhalten. Hier sind so alltägliche Fragen wie übertragbare Sozialversicherungsansprüche wichtig. Die Regierungen können ihrerseits ungeahnte Kräfte freisetzen, wenn sie ihre nationalen Forschungsausgaben von heute zwei auf drei Prozent des Bruttosozialprodukts steigern und zudem ihre Förderprogramme gesamteuropäisch abstimmen und ausschreiben. Gekrönt wird das Ganze von gemeinschaftlichen Forschungsinstitutionen etwa in Raumfahrt oder Teilchenphysik sowie von einer expandierenden gemeinschaftlichen Forschungsförderung, die in Brüssel koordiniert wird. Daß Innovationskommissar Verheugen nun vorgeschlagen hat, ein "European Institute of Technology" als Erwiderung auf das MIT zu schaffen, spiegelt gewachsenes Selbstbewußtsein.

In einem neuen "Forschungsrahmenprogramm", dem siebten seit 1984, wird nun für die Zeit von 2007 bis 2012/13 die Verwandlung der Agrarunion in eine Innovationsgemeinschaft vorgezeichnet. Noch redet niemand öffentlich davon, die Budgetsummen für Landwirtschaft und Forschung einfach auszutauschen. Das würde noch immer mächtige Beharrungskräfte wecken. Als Test für die fünfundzwanzig Regierungschefs wird zunächst eine Verdoppelung der gemeinschaftlichen Forschungsausgaben auf zehn Milliarden Euro jährlich vorgeschlagen. Anfang April werden der aus der Slowakei stammende Forschungs- tigen.

kommissar Potocnik und Kommissar Ver-

heugen Details des Programms enthüllen. Die erste Neuerung betrifft Inhalte. Ein Schwerpunkt soll auf der Sicherheitsforschung liegen, wie sie in Amerika mit riesigem Aufwand betrieben wird. Von einer Milliarde Euro Investitionen jährlich ist die Rede. Auch das Gesicht der Gesundheitsforschung wird sich verändern. Einerseits soll die Systembiologie, also die Integration allen Wissens in Modellen ganzer Zellen, Gewebe und Organe, stark gefördert werden, andererseits alles, was die Umsetzung medizinischen Wissens in klinische - und damit wirtschaftsrelevante - Praxis erleichtert. Große Offenheit herrscht in Brüssel dafür, das therapeutische Klonen zu fördern, doch will man die Entscheidung den Mitgliedstaaten überlassen.

Die zweite Veränderung betrifft die Art der Projekte, die Geld aus Brüssel erhalten. Mußten alle Projekte bislang auf vage Weise "anwendungsnah" sein, soll nun differenziert werden. Über ein European Research Council würde erstmals die reine Grundlagenforschung gefördert (siehe Interview). Als Gegenpol sollen aus den zwanzig "Technologieplattformen" wenige zu "Europäischen Technologie-Initiativen" ausgebaut werden und glasklar von den Interessen der beteiligten Unternehmen geleitet sein, etwa beim Einstieg in die Wasserstoffwirtschaft.

Die grundsätzliche Veränderung besteht darin, daß Wissenschaftspolitik nicht mehr isoliert betrieben wird, sondern Politik und Gesellschaft insgesamt durchwirkt. Die Regionalpolitiker werden ermuntert, statt immer neuer Umgehungsstraßen aus den sogenannten "Strukturmitteln" künftig auch Universitätsgebäude und Gehirnscanner zu bezahlen. Die Innenpolitiker sind angehalten, ein Wissenschaftlervisum zu schaffen und damit den freien Zuzug der internationalen Talente samt Familien zu erleichtern. Die Wirtschaftspolitiker werden bearbeitet, forschungsintensiven Unternehmen Steuervorteile zu gewähren. Allen Europäern soll mit großem Werbeaufwand und mittels einer "Charta der Wissenschaft" vermittelt werden, daß Forscher jeder Art hohe Anerkennung verdienen.

Bei allen hehren Zielen und Visionen weiß man am Square de Meeûs aber, daß letztlich doch Geld entscheidet. Deutschland, Frankreich und Großbritannien weigern sich derzeit, höhere Beträge nach Brüssel zu überweisen, aber gleichzeitig wollen sie auch die Agrarbeihilfen nicht kürzen. Um einen Offenbarungseid zu erzwingen, konzipiert die Kommission das Forschungsprogramm so, daß es nicht gleichmäßig schrumpfen kann. Wenn, dann müssen die Regierungschefs ambitionierte Projekte wie das Research Council oder eine Nanotechnologie-Initiative komplett streichen und dies vor ihren jungen Wählern rechtfer-

Ein Gespräch mit Erwin Neher

Wir brauchen den Freiraum

Der Biophysiker wirbt für den Europäischen Wissenschaftsrat

Er hatte schon Unterschriften bei anderen Nobelpreisträgern gesammelt, wurde gleich mehrfach in der Brüsseler Forschungskommission vorstellig und hat in den vergangenen Monaten auch sonst keine Gelegenheit ausgelassen, für eine Idee zu werben, die den wenig verheißungsvollen Namen "European Research Council", kurz ERC, trägt. "Es ist ein Neuanfang", sagt Erwin Neher, der Nobelpreisträger vom Göttinger Max-Planck-Institut für biophysikalische Chemie. Ein lapidarer Begriff für ein Projekt, das einen Epochenwandel in der europäischen Forschungspolitik bedeuten könnte. Zum erstenmal würde die Grundlagenforschung mit all ihren Besonderheiten und nach ih-



Politik favorisiert immer die Anwendungsforschung und will bestimmen, in welche Richtung geforscht wird, wenn sie schon das Geld dafür gibt.

ren eigenen Kriterien - Exzellenz und Unabhängigkeit - fester Bestandteil der Brüsseler Forschungsförderung. Der ERC soll dafür als der dann zuständige Europäische Wissenschaftsrat im siebten Rahmenprogramm installiert werden. Zehn bis zwanzig Prozent der Mittel, so die Vorstellung, sollen der Grundlagenforschung ge-

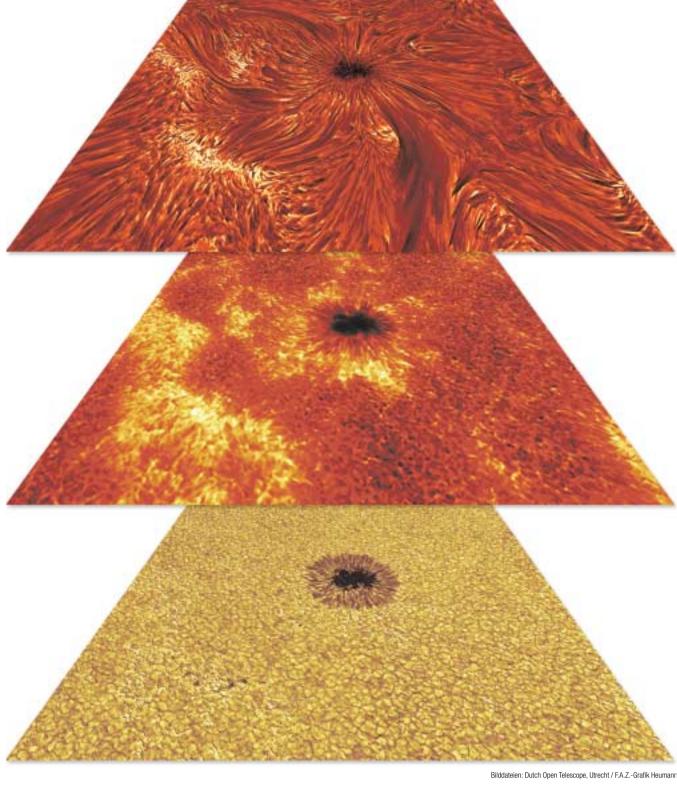
Mit der Berufung von Neher in ein fünfköpfiges Nominierungskomitee für den neuen Wissenschaftsrat scheinen die Dinge jetzt ihren Lauf zu nehmen. Das Nominierungskomitee soll eine Liste mit Namen für das "Governing council" des Wissenschaftsrats aufstellen. Dieses Gremium hat etwa dieselbe Funktion wie der Senat der Deutschen Forschungsgemeinschaft. Er umfaßt rund zwanzig Personen. Ob mit dem neuen Gremium die Unabhängigkeit der Wissenschaften garantiert und die Einflußnahme der Kommission wie der Politik ausgeschlossen seien? "Die Maßgabe ist allein Exzellenz und Autonomie. Ich glaube, daß das die Kommission schon verinnerlicht hat. Natürlich gibt es viele Leute in diesem Apparat, die vom ERC über haupt nicht viel halten, die so weitermachen wollen wie bisher. Aber die Spitze. der Kommissar, der Generaldirektor und mehrere Direktoren, steht voll dahinter."

Mit dem Wissenschaftsrat werde vieles anders. "Das Problem für uns Grundlagenforscher ist, daß die ganzen Instrumente, mit denen Brüssel das Geld verwaltet und ausgibt, auf problem- und produktorientierte Forschung zugeschnitten sind. Zum Beispiel wird in den Anträgen gefordert, die nötigen Arbeitsschritte vorzuplanen. In der Grundlagenforschung kann aber schon eine einzige Publikation den Arbeitsplan komplett umwerfen." Deshalb müßten im ERC andere Kriterien gelten.

Daß Neher und weitere Forscher sich mit der von Brüssel vorgeschlagenen Einrichtung einer "Executive agency" anfreunden könnten, die die administrativen Aufgaben neben dem Senat übernimmt, hat andere wie Bundesforschungsministerin Bulmahn doch stark irritiert. "Natürlich könnte man auch unabhängigere Konstrukte bilden, etwa nach Paragraph 171 der EU-Verträge, und die könnten an anderen Orten als Brüssel angesiedelt sein", sagt Neher. "Zum jetzigen Zeitpunkt eine Standortdiskussion zu beginnen könnte aber die ERC-Entscheidung wieder um Jahre verzögern.

Am Ende bestimme der Senat nach den Spielregeln der autonomen Wissenschaft. Und wenn das Europäische Parlament eigene Vorstellungen hat? "Es kann schon sein, daß das Parlament sagt, einen Blankoscheck stellen wir nicht aus, daß der ERC zwar nicht primär anwendungsbezogen agieren wird, daß bestimmte Forschungsgebiete wie Biowissenschaften oder Nanotechnik aber prioritär zu berücksichtigen sind. Damit könnte ich noch

Wie viele Wissenschaftler sehe er, "daß wir noch erhebliche Überzeugungsarbeit leisten müssen, denn Politik favorisiert immer die Anwendungsforschung und will bestimmen, in welche Richtung geforscht wird, wenn sie schon das Geld dafür gibt. Das akzeptiere ich, wenn es um die 80 Prozent der Forschungsgelder des üblichen Rahmenprogramms geht. Worauf wir als Wissenschaftler aber bestehen müssen, ist, daß es einen gewissen Freiraum gibt, der nicht einer so streng vorgegebenen Thematik gewidmet ist – gewissermaßen als Nährboden und Dünger für die Innovationen, die mittel- und langfristig kommen JOACHIM MÜLLER-JUNG



Die dritte Dimension der Sonne

Die Gasausbrüche am Rande der Sonne, die sich mit speziellen Filtern beobachten lassen, zählen zu den besonders eindrucksvollen Schauspielen der Astronomie. Sie gestatten Einblicke in die dritte Dimension der solaren Vorgänge – die Abhängigkeit der Geschehnisse von der Höhe über der sogenannten Photosphäre, also der Oberfläche der optisch sichtbaren Sonne. Aber nicht nur am Sonnenrand läßt sich die "Atmosphäre" unseres Zentralgestirns gleichsam ausloten. Mit dem Dutch Open Telescope, einem modernen, von der Universität Utrecht auf der kanarischen Insel La Palma betriebenen Sonnenteleskop, werden seit geraumer Zeit regelmäßig mehrere Schichten der solaren Atmosphäre gleichzeitig erkundet.

Das Verfahren beruht darauf, daß in verschiedenen Höhen unterschiedliche Molekülsorten dominieren, von denen jede ihre Strahlung in für sie charakterischen Zonen des Spektrums aussendet. Die hier abgebildeten Fotos mit einem Sonnenfleck in der Mitte, der so groß wie die Erde war, wurden Ende September vergangenen Jahres aufgenommen. Das untere entstand bei einer Wellenlänge von 430,5 Nanometern. Die entsprechende Spektrallinie wird von Kohlenwasserstoff-Molekülen erzeugt. Das Bild zeigt die Oberfläche der Photosphäre, die von sogenannten Granulen geprägt ist. Das sind kissenförmige Regionen, die durch Konvektion entstehen - das heißt dadurch, daß heiße Gase auf- und kühlere Gase absteigen. Zwischen den Granulen befinden sich kleine, hell erscheinende magnetische Elemente.

Das mittlere Bild, das in der von einfach ionisierten Kalzium-Atomen erzeugten Spektrallinie bei 396,8 Nanometern aufgenommen wurde, zeigt einen Bereich der unteren Chromosphäre, der sich einige hundert Kilometer darüber befindet. Das Muster ähnelt jenem in der Photosphäre, aber die Helligkeitsstufen sind vertauscht: Über den hellen Granulen erscheint die Chromosphäre dunkel und über den Zwischenräumen hell. Die Unterschiede lassen sich durch verschiedene Konvektionsverhältnisse erklären. Im übrigen tauchen auf dem Bild faserförmige Gebilde - Fibrillen - auf, deren Verlauf von Magnetfeldern vorgegeben

Einige tausend Kilometer höher, in der oberen Chromosphäre (oberes Bild bei 656.3 Nanometern im Licht der neutralen Wasserstoff-Atome), haben die den Magnetfeldern folgenden Fibrillen die Oberhand gewonnen. Viele der Magnetfeldlinien, aber keineswegs alle, haben ihren Ursprung in der Region des markanten Son-

Einsicht in die Absicht

Spiegelneuronen lassen uns begreifen, was andere im Sinn haben / Von Stefanie Schramm

Zu verstehen, was andere tun, ist eine der Voraussetzungen für soziales Verhalten. Wie aber gelingt es uns, das Handeln unserer Mitmenschen ohne langes Nachdenken zu erfassen? Eine aufsehenerregende Antwort fanden die beiden Neurologen Vittorio Gallese und Giacomo Rizzolatti von der Universität in Parma vor etwa zehn Jahren: Bestimmte Nervenzellen im Gehirn sind nicht nur aktiv, wenn wir selbst etwas tun, sondern auch, wenn wir sehen, daß andere das gleiche tun. Diese Spiegelneuronen eröffnen uns einen direkten Zugang zum Handeln anderer. Nun hat eine Forschergruppe um Marco Iacoboni von der University of California in Los Angeles, zu der auch die beiden Entdecker der Nachahmerzellen gehörten, eine weitere Funktion der Spiegelneuronen aufgedeckt: Sie geben offenbar nicht nur Aufschluß über das Was, sondern auch über das Warum einer Aktion – und damit über die Absicht des Handelnden.

> Spiegelneuronen tun so, als ob, und bauen damit eine Brücke zwischen den anderen und uns selbst.

Angefangen hatte alles zu Beginn der neunziger Jahre mit einem Zufall: Gallese wollte eigentlich nur herausfinden, was im Hirn eines Affen geschieht, wenn dieser nach einer Erdnuß greift. Dazu zapfte der Forscher einzelne Nervenzellen im Gehirn eines Makaken mit Elektroden an. Zu seiner Überraschung reagierten bestimmte Neuronen nicht nur, wenn der Affe seine Hand nach der Nuß ausstreckte, sondern

auch, wenn der Wissenschaftler dies tat. Daraufhin versuchten mehrere Forschergruppen, solche Spiegelneuronen auch im Gehirn des Menschen aufzuspüren. Fündig wurden sie unter anderem im prämotorischen Kortex, der Bewegungen steuert. Auch im Broca-Zentrum, das für das Sprechen wichtig ist, wurden imitationsbegabte Nervenzellen nachgewiesen. Darüber hinaus fand eine Arbeitsgruppe um Bruno Wicker vom Institut de Neurosciences Physiologiques et Cognitives in Marseille Hinweise darauf, daß Spiegelneuronen auch beim Verstehen der Gefühle anderer eine Rolle spielen. Diese Nachahmerzellen befinden sich im insularen Kortex, wo Emotionen verarbeitet werden. Dieselbe Hirnregion scheint auch dafür verantwortlich zu sein, wenn wir mit anderen mitfühlen, die Schmerzen haben. Das berichteten Tania Singer und ihre Kollegen vom University College of London vor einiger Zeit in der Fachzeitschrift "Science" (Bd. 303, S.

Spiegelneuronen bringen uns also allem Anschein nach nicht nur die Aktionen, sondern auch die Emotionen anderer nahe, indem sie diese simulieren. Sie tun so, als ob, und bauen damit eine Brücke zwischen den anderen und uns selbst. Gleichzeitig schaffen sie eine Verbindung zwischen Beobachten und Handeln und damit wahrscheinlich die Voraussetzung für Imitation und Lernen. Da sich die Nachmacherzellen auch im Broca-Zentrum befinden, vermuten einige Forscher, daß sie darüber hinaus für die Entwicklung der Sprache grundlegend waren – ja, vielleicht für die Kultur überhaupt. Freilich fehlen bislang Forschungsergebnisse, die diese Spekulationen stützen.

Beim Enträtseln des Spiegelneuronensystems sind nun Marco Iacoboni und seine Kollegen einen wichtigen Schritt vorangekommen. Ihren Untersuchungen zufolge helfen uns die imitationsfreudigen Nervenzellen auch dabei, zu verstehen, was andere mit ihrem Tun bezwecken. Das berichten die Forscher in der aktuellen Online-Ausgabe der Zeitschrift "Public Library of Science Biology". Bisher hatte man angenommen, daß Wahrnehmen und Interpretieren einer Handlung auf zwei völlig getrennten Mechanismen beruhen.

Warum jemand etwas tut, erschließt sich oft daraus, in welchem Zusammenhang er es tut. Die Wissenschaftler testeten deshalb, ob die Spiegelneuronen unterschiedlich reagieren, wenn eine Handlung in einen Kontext eingebunden ist oder nicht. Dazu führten die Forscher ihren Probanden drei Filmsequenzen vor, während sie die Hirnaktivität der Versuchspersonen mit einem Kernspintomographen maßen. Im ersten Videoclip war ein Teeservice zu sehen – einmal ordentlich bereitgestellt vor der Teepause und einmal danach mit Kekskrümeln und einem umgestoßenen Milchkännchen. Der zweite Kurzfilm zeigte, wie

Sie geben offenbar nicht nur Aufschluß über das Was, sondern auch über das Warum einer Aktion – und damit über die Absicht des Handelnden.

eine Hand vor einem neutralen Hintergrund nach einer Teetasse greift. Die dritte Sequenz schließlich fügte Kontext und Handlung zusammen: In der einen Variante sah es so aus, als griffe die Person zur Tasse, um zu trinken; in der anderen schien es, als wolle sie die Tasse nach der Teepause wegräumen. Die Handbewegung war dabei jedoch genau die gleiche.

Während des dritten Films, der auf die Absicht hinter der Handlung zielte, stieg bei den Probanden die Aktivität im unteren Stirnhirn - dort, wo Spiegelneuronen sitzen. Interessanterweise nahm die Hirntätigkeit bei der Trink-Version wesentlich stärker zu als bei der Aufräum-Variante. Die Wissenschaftler schlossen daraus, daß zusätzlich zu den klassischen Spiegelneuronen Nervenzellen aktiv waren, die Handlungen kodieren, welche auf den Griff zur Tasse folgen könnten – also zum Beispiel "Trinken" oder "Aufräumen".

Fortsetzung auf der folgenden Seite

Sportsgeist

Höher, schneller, weiter - das sind Schlagworte, die man gewöhnlich von Olympischen Spielen oder Weltmeisterschaften kennt. Die Jagd nach Rekorden scheint nun ebenfalls einige Forschungszweige zu erfassen – selbst wenn es nur darum geht, eine immer noch größere Primzahl mit noch mehr Stellen zu finden. Gepaart mit dem olympischen Gedanken ziehen solche Vorhaben immer mehr Menschen in ihren Bann. Meistens nachts zapfen die Wissenschaftler übers Internet die Heimcomputer weiter Teile der Bevölkerung an, vorausgesetzt, man hat zugestimmt. Am populärsten dürfte neben dem Primzahlprojekt die Suche nach Botschaften von Außerirdischen sein. Die Rechner von mehr als fünf Millionen Nutzern durchforsten derzeit die Daten von Radioteleskopen nach markanten Signalen - eine clevere Idee, Laien einzuspannen, hat man doch als Alienjäger wenig Chancen auf staatliche Forschungsgelder. Wer es seriöser haben möchte, kann auch bei der Kometensuche sowie der Modellierung des Klimas und dreidimensionaler Moleküle oder seit kurzem bei der Fahndung nach Gravitationswellen einsteigen. Zu gewinnen gibt es sogar manchmal auch etwas, wenn auch nur selten jemand in den Genuß kommen dürfte. Denn zu gering sind die Aussichten, daß der Heim-PC tatsächlich fündig wird. Aber dabeisein ist eben alles. Da klage noch jemand, die Wissenschaftler lebten im Elfenbeinturm. Soviel Bürgernähe gab es noch nie.

Deutscher Augenchirurg findet die größte Primzahl

Die größte derzeit bekannte Primzahl lautet $2^{25\,964\,951}-1$ und hat $7\,816\,230$ Stellen. Der Rekordhalter, der jetzt von Martin Nowak, einem Augenchirugen und Hobbymathematiker, in Michelfeld bei Stuttgart gefunden wurde, gehört zu den Mersenne-Primzahlen. Diese sind nach dem französischen Mönch Marin Mersenne benannt und können in der Form 2 p- 1 geschrieben werden. Dabei ist p ebenfalls eine Primzahl, also eine ganze positive Zahl, die nur durch eins und sich selbst teilbar ist. Da die Vermutung, es gebe unendlich viele Mersenne-Primzahlen, noch niemand beweisen konnte, versucht man mit dem Gimps-Projekt ("Great Internet Mersenne Prime Search"), das die Rechenleistung von privaten Computern nutzt, möglichst viele solcher Zahlen zu finden. Nowak, der erstmals 1999 in dieser Zeitung von der Initiative las, hat nun die zweiundvierzigste Mersenne-Primzahl gefunden. Eine Belohnung von 50 000 Dollar wartet auf denjenigen, der als erster eine Primzahl mit zehn Millionen Stellen aufspürt.

Erstes privates Raumschiff kommt ins Museum

Das erste private Raumschiff, Spaceship One, wird in Kürze einen Ehrenplatz im Smithsonian's National Air and Space Museum in Washington erhalten. Es soll dort neben dem Flugzeug, mit dem die Gebrüder Wright im Jahr 1903 erste motorisierte Flugversuche unternahmen, und der Kommandokapsel von Apollo 11 ausgestellt werden. Diese Kapsel ("Columbia") hat 1969 die ersten Menschen, die den Mond betreten ha-

Natur und Wissenschaft

Weitere Berichte auf der zweiten Seite des Feuilletons

ben, zu unserem Erdtrabanten gebracht. Spaceship One ist von Burt Rutan entworfen und bei dessen Firma Scaled Composites gebaut worden. Das Raumschiff hat am 21. Juni vergangenen Jahres mit dem Testpiloten Mike Melvill an Bord erstmals eine Flughöhe von hundert Kilometern erreicht. Diese Höhe wird als Grenze zum Weltraum definiert. Bald darauf stieg es innerhalb von zwei Wochen zweimal – am 29. September, abermals mit Melvill, und am 4. Oktober mit Brian Binnie - zu dieser Grenze auf. Damit waren die Voraussetzungen für den ersten privaten Weltraumflug erfüllt, für den ein mit zehn Millionen Dollar dotierter Preis, der Ansari-X-Preis, ausgeschrieben worden war. Binnie hat eine Flughöhe von 111 996 Metern erzielt und damit einen inoffiziellen Höhenrekord (107 960 Meter) übertroffen, den Joseph Walker im August 1963 mit dem Raketenflugzeug X-15 aufgestellt hatte. F.A.Z.

Frantfurter Allgemeine

Natur und Wissenschaft

Stickoxyde und Ozon als "Scharfmacher" für Proteine in der Luft N2

Geisteswissenschaften

Kreative Praxis gegen Szientismus – Das Erbe von Castoriadis