

QUANTENSPRUNG

Talent statt Geschlecht und Ethnie

Nun werden die Erzieherinnen also mehr Geld bekommen. Schön für sie. Ihr Beruf ist wichtig – auch wenn die im Fernsehen belagerten gesundheitsgefährdenden Umstände des Auf-Kinderstühlen-Sitzens lächerlich sind. Die älteren Kindergärtnerinnen werden noch nach dem 2005 abgeschafften BAT-Tarif bezahlt und die, die danach eingestellt wurden, nur nach dem niedrigeren TV-L-Tarif.

Der TV-L-Tarif bedeutete eine Gehaltskürzung für alle Angestellten im öffentlichen Dienst, also auch an den Universitäten. Angesichts der internationalen Konkurrenz schadet es dem Land, nicht mehr die besten Forscher anlocken zu können, weil die Gehälter peinlich niedrig sind, gerade im Vergleich zur Schweiz, den skandinavischen Ländern oder den USA. Wir brauchen endlich einen höheren wissenschaftlichen Tarif! Kindergärtnerinnen ließen sich international auch mit niedrigeren Gehältern rekrutieren. Wissenschaftler nicht. Die können in besser bezahlende Länder gehen.

Aber ich wollte eigentlich über Frauen und Ethnie schreiben. Mir fällt auf, dass es niemanden zu kümmern scheint, dass im Kindergarten offenbar nur Frauen arbeiten. Die Nachrichten berichten vom Streik der Erzieherinnen. Nicht dem der Erzieherinnen und Erzieher.



AXEL MEYER

Professor für Evolutionsbiologie in Konstanz

Das Thema der unterrepräsentierten Frauen in der Wissenschaft erhitzt dagegen die Gemüter immer wieder. Niemand klagt über die fast völlig fehlenden männlichen Kindergärtner oder Grundschullehrer. Zumindest gibt es keine „Männerbeauftragten“, die dafür sorgen, dass Männer bevorzugt gegenüber Frauen als Kindergärtner eingestellt werden. Es scheint mir, dass der Mangel der Frauen an den Universitäten – ich bin übrigens selbstverständlich auch für mehr Frauen an den Universitäten, solange sie gleich oder besser qualifiziert sind als Männer – eher ein gesellschaftliches als ein institutionelles Problem der Universitäten ist. Ein Land, das Mütter, die bald nach der Geburt wieder arbeiten wollen, immer noch „Rabenmütter“ nennt, kann nicht erwarten, dass Frauen auch beruflich Vollzeit arbeiten sollen.

Die USA sind da weiter. Gender-Gleichstellung ist dort schon weit weniger ein Thema als Rasse, wie die Auffassung um die Verhaftung des farbigen Harvard-Professors Henry Louis Gates und die Berufung der Latina Sonia Sotomayor an das höchste Gericht der USA zeigt. Dass sie eine Frau ist, interessiert weniger, als dass sie nicht „weiß“ ist. Deutschland verschenkt viel intellektuelles Potenzial, wenn nicht mehr Frauen in akademischen Berufen arbeiten, aber eben auch, wenn nicht mehr Menschen mit „Migrationshintergrund“ studieren. Das muss sich ändern. Zum Wohle des Landes brauchen wir alle Talente, egal welchen Geschlechts oder welcher Hautfarbe.

wissenschaft@handelsblatt.com

Die Protein-Propheten

Bestimmte Eiweiße in Blut und Urin können Krankheiten verraten. Bei Ärzten bleibt die neue Diagnosemethode umstritten.

NIKE HEINEN | DÜSSELDORF

Man stelle sich vor, in einem Haufen Quarzsand nach einem kleinen Diamant splitter zu graben. Aussichtslos? Proteom-Forscher betreiben ein vergleichbares Geschäft. Sie suchen nach seltenen Proteinen in Körperflüssigkeiten, um mit ihnen vorherzusagen, was einem Menschen blüht – zum Beispiel ein entstehendes Krebsgeschwür.

Einer dieser Protein-Propheten ist Helmut Meyer, Leiter des Medizinischen Proteom-Centers an der Universität Bochum. Zusammen mit Pathologen der Universitäten Kiel und Tübingen hat er ein Verfahren entwickelt, das es erleichtern soll, die wenigen Proteinkandidaten im Blut zu finden, die für spätere Diagnoseverfahren relevant sind. Sein Kniff: Er sucht zunächst nicht im Blut, auch wenn dieses später einmal als Medium für den Routinenachweis vorgesehen ist. Stattdessen durchforstet er das von der fraglichen Krankheit betroffene Gewebe. „Wir brauchen dazu genau 1000 Zellen der relevanten Sorte“, sagt Meyer. „Sie werden unter dem Mikroskop aus einem hauchdünnen Gewebeschnitt präpariert, mit Hilfe einer Mikronadel kann man die passenden Zellen einzeln herauslösen.“ 1000 Zellen enthalten nur ein Tausendstel Gramm Rohprotein, aber in einer hochspezifischen Mischung. „Wir markieren die Proteine mit einem Fluoreszenzfarbstoff, trennen sie der Größe nach und sehen so, welche Varianten bei kranken Zellen zu- oder abgenommen haben.“

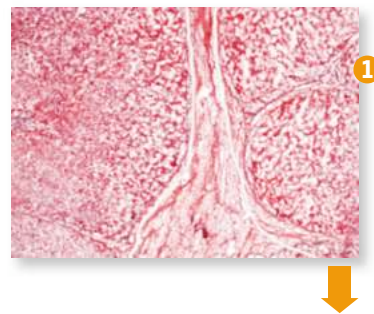
Dann werden die Proteinkandidaten identifiziert, um die dazu passenden Antikörper des Immunsystems suchen zu können. Diese Biomoleküle sind darauf spezialisiert, in Proteinen ihre Gegenstücke zu finden – ideale Helfer auch für Bluttests. „Es gibt derzeit keine Technik, die Proteine in so feinen Konzentrationen aufspüren kann wie der passende Antikörper“, sagt Meyer.

Mögliche Anwendungen für künftige Protein-Diagnosen sind zahlreich: Forscher in Bochum untersuchen Rückenmarksflüssigkeit, um daraus Parameter für beginnende neurodegenerative Erkrankungen wie Alzheimer zu identifizieren. Am Max-Planck-Institut für Molekulare Medizin in Münster sucht man nach Alterungs-Proteinen, die die Lebenserwartung abzuschätzen. Freiburger Forscher versuchen, beginnende Arterienverkalkung nachzuweisen.

Besonders erfolgversprechend erscheinen die Tests zur Früherkennung von Organversagen, denn dabei schlagen spezifische Proteine förm-

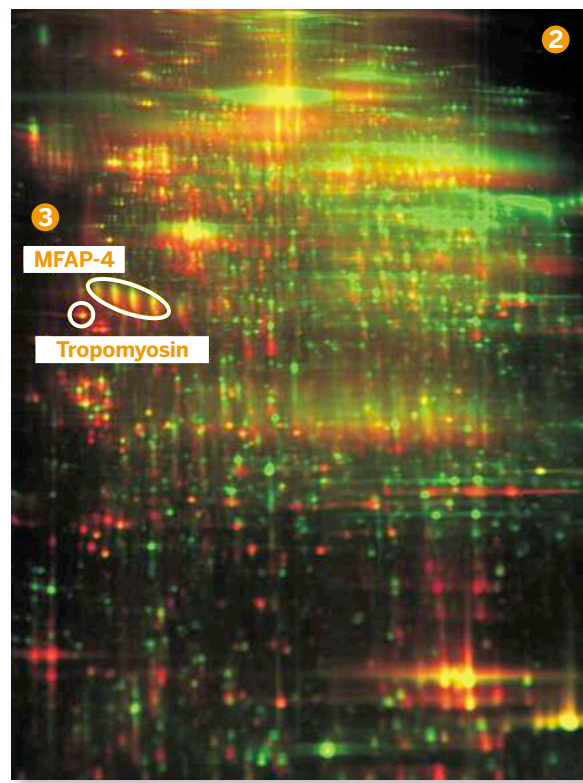
Biomarker für Leberzirrhose

So fanden Bochumer Forscher die Proteine zum Nachweis von Leberzirrhose



Kranke Leber

1.) Von sieben Patienten mit Leberzirrhose wurden aus Leberproben kranke und gesunde Zellverbände isoliert.

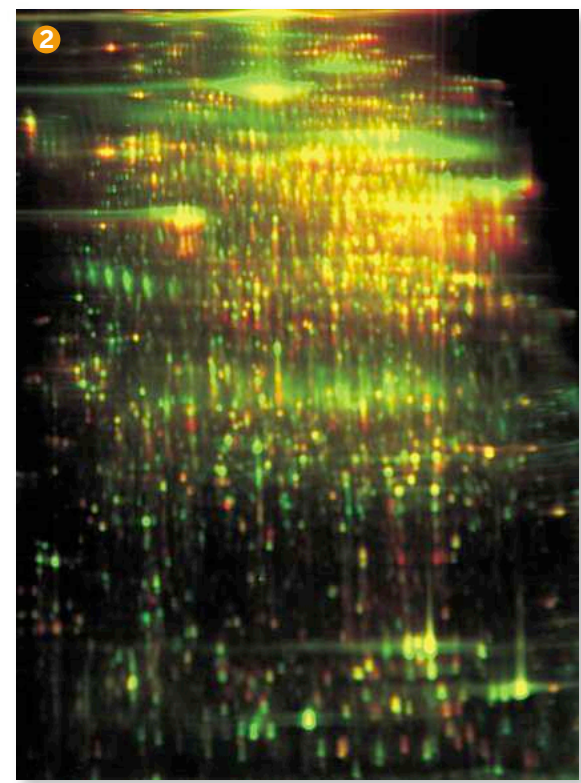


2.) Aus diesen Zellen erstellen die Forscher zweidimensionale Proteom-Profile mit Hilfe der Gel-Elektrophorese. Dabei werden die verschiedenen Proteine getrennt, indem sie durch ein Gel wandern, das unter Einfluss eines elektrischen Feldes liegt. Durch Vergleich konnten die Forscher Proteine identifizieren, deren Konzentration in kranken Zellen bei allen sieben Patienten erhöht war.

3.) Als besonders erfolgversprechende Biomarker-Kandidaten erwiesen sich die Proteine Tropomyosin und MFAP-4. In Analysen des Blutes von Leberzirrhose-Patienten waren diese sehr viel häufiger als bei gesunden Kontrollproben.



Gesunde Leber



Handelsblatt | Quelle: Ruhr-Universität Bochum

lich Alarm. Meyers Arbeitsgruppe arbeitet an einem Nachweis für Leberzirrhose. „Das kann man bislang nur durch einen operativen Eingriff machen, indem man ein Stückchen Gewebe herauschneidet und das unter dem Mikroskop untersucht“, sagt er. „Wir haben herausgefunden, dass es eine ganze Reihe von Proteinen gibt, die auf die krankhafte Veränderung der Leber hinweisen, alles Proteine aus dem Faserstoffwechsel der glatten Muskulatur.“

Damit könnte man möglichen Hepatitis-C-Patienten die Gewebeentnahme (Biopsie) ersparen, oder bei Alkoholikern regelmäßig den Zustand der Leber kontrollieren. Wenn proteomische Diagnosen sich bewähren sollten, dann wäre das ein großer medizinischer Fortschritt.

Aber es steht noch in den Sternen, ob solche Methoden jemals ange-

wandt werden. Bis dahin wären noch einige teure Tests notwendig: „Bislang haben wir die Proteine nur identifiziert, das allein hat schon rund eine Million Euro gekostet“, sagt Meyer. Die nächsten Schritte bis zur Zulassung wären die Validierung an 100 bis 2000 Probanden (Kosten: 2 bis 4 Millionen Euro) und eine Mega-Studie mit 10 000 bis 100 000 Probanden in Zusammenarbeit mit unabhängigen klinischen Laboratorien (5 bis 6 Millionen Euro).

Ob Proteom-Analysen dann auch in der Praxis akzeptiert würden, ist eine andere Frage. Denn unter Medizinern herrscht über die Sicherheit der Proteomik ein erbitterter geführter Streit, in dem es wohl nicht nur um wissenschaftliche Fragen geht. Die neue Diagnose-Methode erzeugt schließlich einen fatalen Interessenkonflikt: „Gute Proteintests nehmen

den Ärzten, die mit Biopsien Geld verdienen, Arbeit weg“, klagt Meyer. Als Opfer dieser Interessen sieht sich Harald Mischak, Gründer einer Firma für Proteinanalysen in Hannover: „Ich nehme den Urologen ihre Honorare weg, deswegen attackieren sie mich.“ Unter Biochemikern, wie etwa bei Meyer, genießt Mischak einen soliden Ruf. Er versucht, aus dem Urin Markerproteine nachzuweisen, nach Meyers Ansicht „methodisch absolut sauber“. Mischaks Liste wissenschaftlicher Publikationen ist lang.

Deutsche Urologen sind dennoch nicht gut zu sprechen auf ihn: „Geldmacherei“ und „Scharlatanerie“ sind noch die freundlichsten Worte, die die führende Chefarzte für seine Arbeit finden. Anlass der Aufregung sind Testkits für Prostatakarzinom und Blasenkrebs, die Mischaks Firma Diaprot 2006 auf den Markt brachte. Die Prozedur ist so einfach wie ein Schwangerschaftstest: Zu Hause in ein Röhrchen pinkeln und die Probe dann in Mischaks Labor schicken. Er verspricht einen Krebsnachweis mit 90-prozentiger Sicherheit – nicht einmal Biopsien sind so sicher, weil die Probenentnahme zufällig an krankem Gewebe vorbeiziehen kann.

Doch vergangenes Jahr machten Urologen der Universität Münster die Probe aufs Exempel – sie schickten Mischak Urinproben von 18 Patienten, die eine Biopsie erhalten hatten. Dabei fielen nach ihren Angaben 62 Prozent der Analysen durch. Entweder weil Patienten, die in der Biopsie unverdächtig waren, positiv getestet wurden oder weil Karzinompatienten einen unauffälligen Befund bekamen. Seitdem streiten sich die Akteure um die richtigen Ergebnisse.

Mischaks Antwort auf die Vor-

würfe war eine größere Studie mit über 500 Patienten. Der Ärzteschaft reicht das nicht. „Wir brauchen eine unabhängige Untersuchung und viel größere Patientenzahlen“, sagt etwa Stefan Müller, Chef der Urologie am Universitätsklinikum Bonn. „Zum Vergleich: Der klassische Krebsmarker PSA wurde gerade über sieben Jahre lang an Kohorten von 100 000 oder 200 000 Patienten validiert.“

Wissenschaftliches Geduldsspiel

„Proteintests bis zur Marktreife zu entwickeln ist ein wissenschaftliches Geduldsspiel“, sagt Meyer. Besonders zeitintensiv ist es, die Grenze auszuloten, an der die Veränderung einer Proteinmenge nicht mehr nur ein individueller Unterschied ist, sondern eindeutig die Spur einer beginnenden Erkrankung. Vierfache Konzentrationsunterschiede sind völlig normal, bei Krebspatienten aber sind sie manchmal 40-fach verändert.

Meyer klagt, dass seine Zunft diese Herausforderung zu oft mit einem Mangel an wissenschaftlicher Moral quittiere. „Da wird gelogen und getrickelt, nur damit in kurzer Zeit ein Ergebnis dasteht.“ Besonders beliebt sei das Spielen mit dem sogenannten Poolen: „Sie schützen einfach alle Proben zusammen und behaupten, so würden sich die individuellen Unterschiede herausrechnen. Ein bisschen so wie Kinder, die ihre bunte Knete so lange mischen, bis nur noch ein bräunlicher Klumpen da ist.“ Er fordert wissenschaftliche Gütekriterien für Proteindiagnostikforschung, die ganz objektiv saubere von unsauberen Studien trennt. „Solche Qualitätsstandards sind längst überfällig. Solange wir die nicht haben, sind wir eben auch leicht angreifbar.“

Das Proteom – der Eiweißcocktail des Körpers

Proteinensemble

Unter Proteom versteht man alle Proteine (umgangssprachlich auch „Eiweiße“), die sich zu einem bestimmten Zeitpunkt in einer Zelle (oder in einer Körperflüssigkeit) befinden. Der Begriff ist analog gebildet zum Genom, das die Gesamtheit aller Gene einer Zelle oder eines Lebewesens beschreibt. Während die genetische Konstitution, also das Erbgut, im Wesentlichen ein Leben lang dieselbe bleibt, ist das Proteom ein hochdynamisches Ensemble, das sich stark verändern kann. Pro-

teine, große, aus Aminosäuren zusammengesetzte organische Moleküle, sind die chemischen Bausteine aller Lebewesen.

Aufgaben

Die Aufgaben der Proteine im Körper sind vielfältig. Bei allen Vorgängen in lebenden Zellen sind Proteine beteiligt. Sie katalysieren die Umwandlung anderer Biomoleküle und transportieren solche Reaktionsprodukte, sie fangen Moleküle an der Außenseite der Zelle ein oder transportieren Stoffe im Zellinneren, sie bilden Gerüststrukturen und hüllen die Zellen in eine schützende Bindegewebsschicht.

Proteinvorlagen

Die Gene im Erbgut sind die Vorlagen (sie „codieren“) für bis zu einer Million unterschiedlicher Proteine. Jedes Gen auf der DNA codiert für etwa 1000 verschiedene Proteine, jedes mit einer ganz speziellen Aufgabe. groben Schätzungen zufolge gibt es beim Menschen etwa eine Million Proteine, von denen bislang erst ein Bruchteil bekannt ist.

Gesundheitsindikator

Je nach Tageszeit, Lebensphase und Krankheiten verändert sich auch die Zusammensetzung des Proteoms in den verschiedenen Zellen. Theoretisch bildet sich zwar auch die winzigste Veränderung im Körper in dieser Proteingemeinschaft ab. In der Praxis sind die Proteome verschiedener individueller Organismen aber so unterschiedlich, dass Proteom-Forscher viel Erfahrung und viele Probanden brauchen, um die Standard-Mengen entscheidender Proteine wirklich repräsentativ zu definieren.

Der erste Weltstar der modernen Architektur

Der Martin-Gropius-Bau in Berlin präsentiert das Gesamtkunstwerk von Le Corbusier

MARTIN ROOS | BERLIN

An ihm scheiden sich noch immer die Geister: Charles-Edouard Jeanneret-Gris alias Le Corbusier (1887-1965). Der Zeichner, Filmemacher, Designer und vor allem Architekt wird bis heute gefeiert und gehasst. Seine Bauten stehen über die Welt zerstreut: die Wallfahrtskirche Notre Dame du Haut im ostfranzösischen Hautecomme, das Nationalmuseum für westliche Kunst in Tokio, das Centre Le Corbusier in Zürich oder das Museum von Ahmabad in Indien.

Im Berliner Martin-Gropius-Bau ist bis zum 5. Oktober die Ausstellung „Le Corbusier – Kunst und Architektur“ zu sehen, eine Gesamtübersicht des Mannes, dessen Formensprache auch 40 Jahre nach seinem Tod in Entwürfen der heutigen Star-

Design- und -Architekten noch erkennbar ist: bei Rem Koolhaas etwa oder dem Duo Herzog & de Meuron. Nicht nur sein Werk, seine Person selbst ist noch immer der Inbegriff der modernen Architektur. Mit seiner Selbstinzenierung – Fliege und schwarzer Hornbrille – erfand er den modernen Star-Architekten.

Die Ausstellung zeigt Le Corbusiers Begeisterung für die moderne, durchgeplante Großstadt, für neue Technologien und Medien. Die Rekonstruktion des Modells vom „Plan Voisin“ (1925) für ein neues Paris aus Hochhäusern und breiten Schnellstraßen und von ihm selbst in Arcachon und Rio de Janeiro gedrehte Filme sind die Höhepunkte der Schau. Sie vermitteln die Aura der Pionierzeit der ästhetischen Moderne, ihren Willen zum radikalen Bruch mit dem Überlieferten.

380 Exponate, darunter Gemälde, Skulpturen, zahlreiche Originalmöbel, -zeichnungen und -pläne sowie Erstaussagen von Le Corbusiers Büchern sind zu sehen. Außerdem zahlreiche Exponate von Zeitgenossen, die ihn beeinflussten. Große Namen der Kunst des 20. Jahrhunderts haben sich im Martin-Gropius-Bau um Le Corbusier versammelt: Originalmöbel von Charlotte Perriand und Jean Prouvé, Gemälde von Robert Delaunay, Fernand Léger, Georges Braque, André Bauchant.

Die Ausstellung führt vor Augen, wie wichtig Deutschland und Berlin für die künstlerische Entwicklung Le Corbusiers waren. Bisher war das wenig bekannt. Le Corbusier, der in Genf aufwuchs und seit seinem Umzug 1917 nach Paris vor allem sein romantisches Erbe betonte, hatte selbst die Tatsache heruntergespielt, dass

seine Laufbahn in Berlin begann. Hier arbeitete er im Winter 1910/11 im Büro von Peter Behrens.

Schon ein Jahr zuvor hatte er während einer Studienreise zum Kennenlernen des Werkbunds die Stadt ausgiebig besucht. Auch architektonische Spuren hinterließ er in der Stadt. Wichtigster Zeuge ist das von ihm entworfene Corbusierhaus (umgangssprachlich Wohnmaschine) – ein Hochhaus im Westend des Bezirks Charlottenburg-Wilmersdorf. Das als „Wohninheit, Typ Berlin“ bezeichnete Gebäude wurde für die Internationale Bauausstellung 1957 in der Nähe des Olympiastadions gebaut.

Le Corbusier betrachtete Wohngebäude nicht als Kompositionen für individuelles Leben, sondern definierte sie als Maschinen. Wie ein Auto eine Maschine zum Fahren ist



Foto: Imago

Radikaler Bruch mit dem Gewohnten: Le Corbusiers Wohninheit „Typ Berlin“.

und ein Flugzeug eine Maschine zum Fliegen, ist für ihn ein Haus eine Maschine zum Wohnen, eine Hülle für Möbel. Wie für ihn eine „zeitgenössische Stadt“ in erster Linie verkehrsgerecht und zweckmäßig sein sollte, so sollten auch Haus und Wohnung rein funktionale Räume sein.

Durch diese in Beton gegossene Standardisierung leistete er, wie

seine Kritiker ihm vorwerfen, einer Ästhetik der Kälte Vorschub. Le Corbusier ist auch ein ideologischer Vater der Betonvorstädte. Was dem Architekten damals als Fortschritt erschien, ist längst zum Inbegriff der Tristesse geworden. Weitaus eleganter und zeitloser als Le Corbusiers Gebäude sind ohnehin seine Typenmöbel.

Brennstoffe aus dem tiefen Erdinneren

FERDINAND KNAUSS | DÜSSELDORF

Möglicherweise entstehen tief in der Erde, mehr als 50 Kilometer unter der Oberfläche, Kohlenwasserstoffe, also chemische Verbindungen, die den fossilen Brennstoffen entsprechen. Das legen Modellversuche amerikanischer Geologen nahe.

Das Öl und Erdgas, das heute das Rückgrat der Energieversorgung von Privathaushalten, Verkehr und Industrie ist, stammt von früher lebendigen Organismen (daher „fossile“ Brennstoffe), die nach ihrem Tod von schweren Schichten der Erdkruste zusammengedrückt und erhitzt wurden. Aber möglicherweise gibt es, wie jetzt Experimente nahelegen, noch eine weitere Entstehungsquelle.

Geologen debattieren seit einigen Jahren, ob ein Teil dieser Kohlenwasserstoffe (Hydrocarbone) auch tiefer im Erdinneren ohne organisches Material entstanden sein könnte. Nun haben Wissenschaftler zum ersten Mal herausgefunden, dass Ethan und schwere Kohlenwasserstoffe unter den Druck- und Temperaturbedingungen im oberen Erdmantel – der Erdschicht unter der Kruste und am oberen Ende des Erdkerns – tatsächlich synthetisiert werden können. Möglicherweise beliefern diese unorganischen, unterirdischen Entstehungsquellen über tiefe Spalten auch die abbaubaren Erdölvorräte in viel höheren Schichten.

Die Versuche wurden von Forschern des Geophysikalischen Labors der Carnegie Institution und Kollegen in Schweden und Russland durchgeführt und in der Fachzeitschrift „Nature Geoscience“ (Online-Ausgabe) veröffentlicht. Methan (CH₄) ist der Hauptbestandteil von Erdgas, Ethan (C₂H₆) ist ein Ausgangsmaterial in der petrochemischen Industrie.

Mit Hilfe einer Hochdruckzelle aus Diamant (Diamond Anvil Cell) und einem Laser als Hitzequelle konnten die Forscher eine kleine Menge Methan einem gegenüber der Atmosphäre auf Meereshöhe 20 000-fach erhöhten Druck und Temperaturen zwischen 700 und 1230 Grad Celsius aussetzen. Das entspricht in etwa den Bedingungen 65 bis 150 Kilometer unter der Erdoberfläche.

Dabei reagierte das Methan und wurde zu Ethan, Propan, Butan, molekularem Wasserstoff und Graphit. Umgekehrt reagierte Ethan unter den gleichen Bedingungen chemisch zu Methan. Diese chemischen Reaktionen legen nahe, dass in diesen Tiefen der Erde schwere Kohlenwasserstoffe existieren könnten. Die Umkehrbarkeit der chemischen Reaktionen zeigt, dass die Synthese von Kohlenwasserstoffen thermodynamisch bestimmt ist, also durch Druck und Temperatur, und kein organisches Material benötigt.

Die Forscher schließen die Möglichkeit aus, dass bei den Versuchen unbeabsichtigt Katalysatoren am Werke waren, die die Reaktionen auslösten. Allerdings könnten im Gemisch des Erdmantels durchaus andere Substanzen die Prozesse als Katalysator beeinflussen.

„Wir waren neugierig geworden durch vorangegangene Experimente und theoretische Vorhersagen“, berichtet Alexander Goncharov von der Carnegie Institution, einer der Koautoren der Studie. In diesen bisherigen Versuchen konnten die aus dem Methan unter Druck entstandenen Moleküle nicht identifiziert werden. Eine verbesserte Laser-Heizung habe nun Versuche mit größeren Gasmenigen und eindeutigen Resultaten erlaubt.

„Nun muss die Synthese und Stabilität der hier erforschten Komponenten und anderer schwerer Kohlenwasserstoffe unter allen Bedingungen des Erdmantels untersucht werden“, fordert Wladimir Kutscherov, Koautor der Studie und Professor an der Lomonossow-Akademie in Moskau. Es sei vor allem wichtig zu erfahren, in welchem Maße der gebundene Kohlenstoff seine Wanderung nach oben in die Öl- und Gaslagerstätten der Erdkruste überstehe (ohne zum Beispiel zu CO₂ zu oxidieren). In der Öl- und Gasförderung Russlands dürfte das Interesse an diesen Fragen nicht gering sein.

UNSERE THEMEN

MO ÖKONOMIE: VWL

DI ESSAY

MI ÖKONOMIE: BWL & FINANCE

DO NATUR UND GEIST

FR LITERATUR