

Turtschyn W.W.



WISSENSCHAFT UND TECHNIK

Туртсхын В. В.

Wissenschaft und Technik

ИВАН-ФРАНКИВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Иван Франкивский
код 02122288

ИВ ПНУС



739098

Iwano-Frankiwnsk
«Fakel»
2006

ББК 81.2 Нім.-923
Т 89

Turtschyn W. W. Wissenschaft und Technik. – Iwano-Frankiwsk: Fakel, 2006. — 168 S.

ISBN 966–8207–29–7

Dieses Lehrbuch wurde von dem Wissenschaftlichen Rat der Iwano-Frankiwsker nationalen technischen Universität für Erdöl und Erdgas (Protokoll Nr. 02/426 vom 1. 03. 2005) empfohlen.

Rezensenten: Prof. B. P. Pjatnytschko

Doz. S. P. Handsjuk



ISBN 966–8207–29–7

© Турчин В. В., 2006

Передмова

Навчально-методичний посібник містить загальнонаукові і технічні тексти для аналітичного читання, що побудовані на матеріалі оригінальної німецької літератури, частково адаптовані та змінені. Принцип підбору матеріалу був тематичним.

Він адресований студентам технічних вузів, а також аспірантам як для аудиторних занять, так і для самостійної роботи. Його можуть успішно використовувати студенти факультету іноземних мов та всі бажаючі удосконалити свої знання з німецької мови.

Посібник багатий за своїм змістом, у ньому викладено проблеми, які зацікавлять не тільки фахівця, але й будь-яку сучасну людину.

Він складається із 15 розділів. До кожного тексту подається лексика та звороти для запам'ятовування з тим, щоб студент міг якомога швидше здобути необхідну інформацію. Зауважимо, що тематичний словник до кожної теми включає поряд з науково-технічною термінологією спеціального спрямування, значну кількість загальнонаукової і технічної термінології, яка може бути корисною для студентів різних спеціальностей. Лексичні вправи служать для закріплення словникового вокабуляру.

Граматичні вправи спрямовані на закріплення пройденого теоретичного матеріалу і мають творчий характер. Звертається увага на лексикологічні вправи та на вироблення у студентів навичок перекладу.

У кожному розділі є вправи питального характеру, які сприяють розвитку навичок усного комунікативного мовлення, допомагають краще зрозуміти той чи інший текст, висловити свою думку до прочитаного, тому їх необхідно виконувати постійно після роботи над кожним текстом.

У граматичних вправах повторюється та закріплюється такий матеріал:

1. Часові форми дійсного способу.
2. Підрядні речення.
3. Пасив.
4. Дієприкметники.
5. Модальні дієслова.

У лексикологічних вправах закріплюється наступне:

1. Словотвір:
 - а) складні слова; б) деривати; в) конверсія.
2. Семантичний аналіз німецького словникового складу:
 - а) синонімія; б) антонімія.

Робота за цим посібником передбачає також попереднє вивчення відповідного вищезгаданого граматичного та лексикологічного матеріалу.

Підібрані тексти можуть бути використані при проведенні тематичних бесід, дискусій, конференцій.

Автор висловлює щирю подяку рецензентам посібника: доценту кафедри загального і порівняльного мовознавства Прикарпатського національного університету ім. В. Стефаника Гандзюку С. П. та директору гуманітарного інституту Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу, проф. П'ятничку Б. П. за цінні рекомендації.

Wissenschaft ist der beste Reichtum

Die Wissenschaft ist eine besondere Form des gesellschaftlichen Bewußtseins, sie widerspiegelt die Gesetzmäßigkeiten in Natur, Gesellschaft und im Denken. Als Produkt der Erkenntnistätigkeit ist die Wissenschaft ein sich ständig entwickelndes, durch die Praxis überprüftes System von Wissen, das in Gestalt von Begriffen, Aussagen, Hypothesen und Theorien fixiert wird.

Die Wissenschaft entstand als besonderer Bereich der gesellschaftlichen Arbeitsteilung. Sie durchdringt gegenwärtig alle Gehiete des Lebens, wobei sie sich stets spezialisiert.

Der wissenschaftlich-technische Fortschritt schließt sowohl die Vervollkommnung der Produktionsprozesse, als auch die Einführung der technischen Leistung ein. Die Technik ist die Gesamtheit aller Mittel zur Nutzung der wissenschaftlich erkannten Naturgesetze und Zusammenhänge.

Das Verhältnis des Menschen zur Technik findet eine wesentlich größere Beachtung als jemals zuvor in der Geschichte der Menschheit.

Wir leben heutzutage in der Zeit der großen Entdeckungen, wo das Atom dem Menschen dient. Rätselhaft und lockend ist unser Universum. Die Sonne ist das Zentralgestirn unseres Planetensystems - und doch nur eine von Abermilliarden Sonnen im Kosmos. Diese Sterne sind nicht gleichmäßig verteilt, sondern ballen sich zu Galaxien und größeren Strukturen. Die Distanzen zwischen den Sternen sind so gigantisch, dass Astronomen sie in Lichtjahren messen.

Insgesamt 100 Milliarden Sonnen, darunter unsere, bilden die Galaxie Milchstraße, eine Spirale mit einem Radius von etwa 50000 Lichtjahren.

Wie eine überdimensionale fliegende Untertasse treibt die Milchstraße durchs All. Dabei dreht sie sich unablässig. Unsere Sonne sitzt auf einem der äußeren Spiralarme, ihr Umlauf um das Zentrum dauert 230 Millionen Jahre.

In diesen Armen, so haben Astrophysiker herausgefunden, bilden sich immer wieder neue Sterne. Im Kernbereich hingegen siedeln überwiegend ältere Sonnen, die dort sehr dicht stehen. Im Zentrum selbst konnten Wissenschaftler ein Schwarzes Loch nachweisen - unsichtbar und materievereschlingend.

Zu Beginn des 20. Jahrhunderts glaubten Astronomen noch, dass wir mit unserem Sonnensystem in der Mitte stünden. Heute ist klar: wir haben einen Seitenplatz. Und die Milchstraße ist nur eine von vielen Milliarden Galaxien, zu denen sich alle Sterne des Weltraums arrangiert haben.

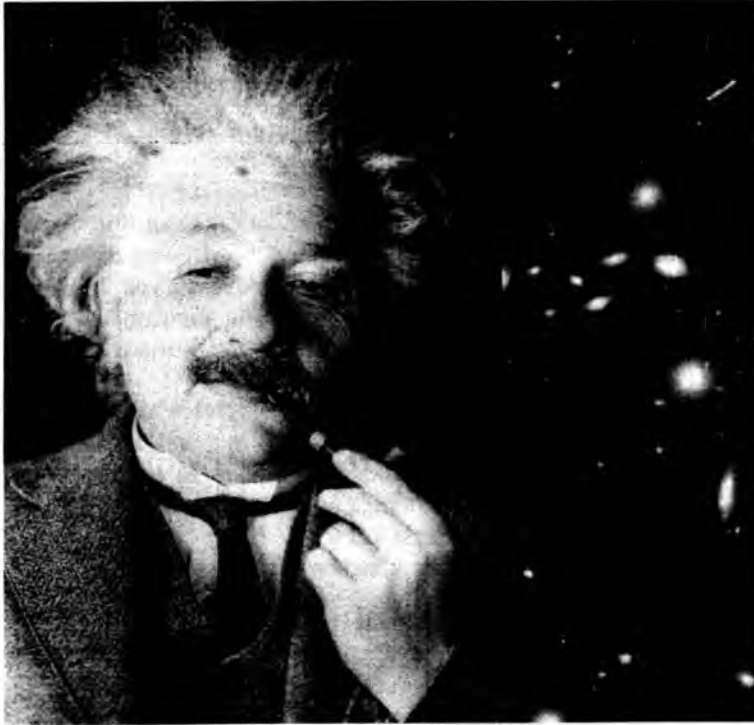
Um die Sonne drehen sich neun Planeten, zu denen als dritter von innen die Erde mit ihrem Mond gehört. Bereits die Dimensionen dieses Systems sind gigantisch - so hat Pluto einen maximalen Abstand von 7,4 Milliarden Kilometern zur Sonne; fast sieben Stunden ist ein Lichtstrahl zu unserem äußeren Planeten unterwegs. Doch das kosmische Karussell ist nur ein winziger Punkt im Universum.

Natürlich hat das Universum Einfluss auf das Geschick der Erde. Durch einen Stern namens Sonne und seine Wärme ist das Leben auf dem Planeten Erde überhaupt erst möglich geworden. Und nur dank der Sterne, der Brutstätten für alles, gibt es die Materie, aus der wir bestehen. Wir sind nichts als Sternenstaub. Das ist doch fantastisch.

Die Wissenschaft und Technik stehen in der organischen Verbindung und Wechselbeziehung. Heutzutage erleben wir die wissenschaftlich-technische Revolution in der Umwälzung der Struktur und Arbeitsweise der Wissenschaft. Das sind die Automatisierung mit der modernen Meß-, Steuerungs-, Regel- und Nachrichtentechnik, die Chemisierung und die Anwendung der Kernenergie usw.

Das Universum hat einen Anfang, aber kein Ende. Seit dem Urknall vor 13,5 Milliarden Jahre dehnt sich das All aus, gebiert dabei immer neue Feuerbälle, birgt rätselhafte Energien. Je mehr Forscher über den Kosmos herausfinden, desto mehr versetzen dessen Dynamik und Größe sie in Demut. Mit der modernen Technik, mit Hilfe von Satelliten und Sonden sind die Wissenschaftler tief ins All vorgedrungen.

Albert Einstein (1879-1955)



Der große Wissenschaftler Albert Einstein, der Schöpfer der allgemeinen Relativitätstheorie, gilt mit Recht als Vater der modernen Physik. Aber Einstein war nicht nur ein großer Denker, er war auch ein tätiger Humanist. Getreu seinen humanistischen Idealen, erhob er leidenschaftlich die Stimme, um gegen den Krieg und gegen die Anwendung der Atomwaffen zu protestieren.

Albert Einstein wurde am 14. März 1879 in Ulm geboren. Schon sehr früh, als Schüler des Münchener Gymnasiums befasste er sich mit materialistischen Werken (z. B. mit Büchners Werk „Kraft und Stoff“).

Im Jahre 1895 wurde Einstein in die Züricher Polytechnische Hochschule aufgenommen. Nach der Absolvierung der Hochschule in Zürich musste er im Berner Patentamt arbeiten. In diesem Amt als einfacher Angestellter täglich beschäftigt, erarbeitete er die Grundlagen der Relativitätstheorie, in der seine Weltanschauung zum Ausdruck kam.

Der berühmte Physiker Max Planck wurde auf Einstein aufmerksam und von ihm unterstützt, bekam Einstein endlich im Frühjahr 1911 eine Professur an der Prager Universität. Im Jahre 1914 kam Einstein, dem dringenden Wunsche Plancks folgend, nach Berlin, um hier seine wissenschaftlichen Arbeiten fortzusetzen. Während des ersten Weltkrieges gehörte Albert Einstein zu den wenigen deutschen Wissenschaftlern, die ihren Protest gegen den Krieg offen zum Ausdruck brachten.

Im Jahre 1933 musste Einstein, von den Hitler-Faschisten verfolgt, nach den USA emigrieren.

Die von Albert Einstein geschaffene relativistische Mechanik betrachtet solche Prozesse, die mit Lichtgeschwindigkeiten ablaufen. Der Kern der speziellen Relativitätstheorie ist die Erkenntnis, dass jede Masse zugleich mit einer bestimmten Energie verbunden ist, und umgekehrt, jede Energie zugleich Masse besitzt. Einstein kam auch zum Schluss, dass die Masse nicht unveränderlich ist, sondern bei sehr großen Geschwindigkeiten anwächst, weil eben die Bewegungsenergie auch Masse besitzt.

Im Jahre 1933 in den USA angekommen, fand Einstein dort keine geistige Heimat. Der große Gelehrte erlebte die fieberhafte Atomaufrüstung der USA. Und Einstein, seiner Verantwortung vor der Menschheit bewusst, warnte und protestierte. Von dem vernichtenden Charakter eines Atomkrieges überzeugt, widmete Einstein die letzten Jahre seines Lebens dem Kampf gegen die amerikanische Atomkriegspolitik.

Nichtsdestotrotz wurde sein Hauptverdienst die Relativitätstheorie. Sie ist eine der größten Leistungen der modernen Physik. Ihre Stärke liegt vor allem darin, dass sie aus engster Anlehnung an experimentelle Tatsachen entstanden ist. Die Tatsache, dass die Relativitätstheorie viele experimentelle Fakten erklären und sogar neue Tatsachen voraussagen konnte, die dann durch die Forschung bestätigt wurden, hat sie so groß gemacht.

Die Aufstellung der Relativitätstheorie fällt noch in seine Berner Zeit. Seine grundlegende Arbeit zur speziellen Relativitätstheorie ist 1905 in Bd. 17 der Annalen der Physik erschienen. 1916 erweiterte er sie zur allgemeinen Relativitätstheorie.

Die Relativitätstheorie entstand zu einer Zeit, als eine Krise in der klassischen Physik eingetreten war, war aber in ihrer ganzen Anlage so kühn, dass sie zwar von vielen Wissenschaftlern als geniale theoretische Leistung gewertet wurde, mit der man jedoch in der Praxis der damaligen Zeit noch nicht allzuviel anzufangen wusste. Sie hat aber in der Folgezeit bis in die jüngste Vergangenheit hinein auf den verschiedensten Gebieten der modernen Physik und Astronomie ihre Bestätigung gefunden.

Die kühne Behauptung dieser Theorie, wonach die Zeit für beschleunigte Systeme, die sich an der Grenze der Lichtgeschwindigkeit

bewegen, anders verläuft als für alle Prozesse, die hier auf der Erde bekannt sind.

In den riesigen technischen Beschleunigungsanlagen, wie sie z. B. dem kernphysikalischen Forschungszentrum in Dubna zur Verfügung stehen, fand sich die Bestätigung einer weiteren wissenschaftlichen Prognose, die die Relativitätstheorie enthält. Es geht dabei um die bewiesene Behauptung, dass die Masse, wenn sie stark beschleunigt wird, wächst. Die Relativitätstheorie postulierte, dass die Masse bei Erreichung der Lichtgeschwindigkeit (300 000 km/s) unendlich groß wird.

Die Entstehung der speziellen Relativitätstheorie fällt mit den verzweifelten Anstrengungen einer Reihe von Wissenschaftlern zusammen, den sogenannten Weltäther nachzuweisen. Da man zur damaligen Zeit den materiellen Charakter des Lichtes physikalisch noch nicht erkannt hatte, suchte man nach einem materiellen Träger für die Wellenbewegung des Lichtes. Heute wissen wir, dass das Licht selbst Materie ist, und deswegen ist es überflüssig, nach einem materiellen Träger für das Licht zu suchen.

Die Relativitätstheorie befasste sich auch mit der Geschwindigkeit des Lichtes. Man stellte fest, dass die Lichtgeschwindigkeit in jedem gleichförmig bewegten Bezugssystem nach allen Richtungen gleich groß ist.

In der Relativitätstheorie nimmt das Licht eine besondere Stellung ein, weil es zu allen Zeitmessungen und sogar zu Raummessungen benutzt werden kann.

Die Relativitätstheorie der Bewegung ist ein Gedanke, der der Theorie eigentlich ihren Namen gegeben hat. Die Relativitätstheorie behauptet, dass jede Bewegung relativ ist. Im Grunde genommen heißt das, dass man die Größe einer Bewegung nur messen kann, wenn man sie auf einen bestimmten Punkt bezieht, den man als ruhend annimmt.

Die allgemeine Relativitätstheorie, die auch unter dem Namen Gravitationstheorie bekannt ist, bildet den großartigen Abschluss der Epoche der sogenannten klassischen Physik; sie wurde gleichzeitig die Grundlage für moderne Physik des 20. Jahrhunderts.

Die zweite Leistung Einsteins liegt auf dem Gebiet der Quantentheorie. Schon 1905 verschärfte er die Plancksche Quantenhypothese zur Hypothese der Lichtquanten. Diese kühne Weiterführung der Planck'schen Gedanken, zunächst sehr skeptisch aufgenommen, ist inzwischen eine der wesentlichsten Grundlagen der modernen Atomphysik geworden. Ebenfalls schon 1905 gab Einstein eine Aufklärung der Brown'schen Bewegung und damit den abschließenden Beweis für die Richtigkeit der kinetischen Wärmetheorie. Der Gelehrte erhielt 1921 für seine quantentheoretischen Arbeiten den Nobelpreis für Physik.

Wortschatz zum Thema

der Wissenschaftler -s, =	- науковець
der Schöpfer -s, =	- творець
die Relativitätstheorie mit Recht	- теорія відносності
der Denker -s, =	- по праву
die Stimme -, -n	- мислитель
der Krieg -es, -e	- голос
die Anwendung -, -en	- війна
sich befassen	- застосування
der Angestellte -en, -en	- займагися
die Weltanschauung	- службовець
unterstützen	- світогляд
der Kern -s, -e	- підтримувати
die Erkenntnis -, -se	- ядро
warnen vor (Dat.)	- усвідомлення, пізнання
aus engster Anlehnung entstehen	- застерігати від
neue Tatsachen voraussagen	- виникати у тісному зв'язку
in ihrer ganzen Anlage	- передбачати нові факти
zur Verfügung stehen	- за своїм задумом
es geht dabei um	- бути в розпорядженні
eine besondere Stellung einnehmen	- при цьому мова йде про
den großartigen Abschluss bilden	- займати особливе місце
etw. bestätigen	- тут: геніально завершувати
die Leistung -, -en	- підтверджувати щось
werten	- успіх, досягнення
die Lichtgeschwindigkeit	- оцінювати
den Nobelpreis erhalten	- швидкість світла
einen Beitrag zu etw. (Dat.) leisten	- отримувати Нобелівську премію
etw. zum Ausdruck bringen	- вносити внесок у щось
	- висловити щось

Übung 1. Beantworten Sie die Fragen zum Text:

1. Wer ist A. Einstein? Wann und wo wurde er geboren?
2. Warum nennt man ihn den Schöpfer der allgemeinen Relativitätstheorie?
3. Ist er auch Vater der modernen Physik?
4. Wo studierte der Gelehrte und wo war er später tätig?

5. Wer von den berühmten Wissenschaftlern wurde auf Einstein aufmerksam?
6. Was zeugt davon, dass er ein Kriegsgegner war?
7. Warum musste A. Einstein emigrieren, als Hitler zur Macht kam?
8. Wann erschien sein Hauptwerk "Die Relativitätstheorie"?
9. Was postulierte er in seiner Relativitätstheorie?
10. Warum nimmt das Licht in der Relativitätstheorie eine besondere Stellung ein?
11. Hat die Lichtgeschwindigkeit im leeren Raum stets denselben Wert?
12. Kann die Geschwindigkeit eines bewegten Körpers die Lichtgeschwindigkeit erreichen?
13. Wie wird die Masse eines ruhenden Körpers genannt?
14. Wie wächst die Masse eines bewegten Körpers?
15. Warum bildet die allgemeine Relativitätstheorie den großartigen Abschluss der Epoche der sogenannten klassischen Physik?
16. Hat A. Einstein wirklich einen großen Beitrag zur Entdeckung der Atomenergie geleistet?

Übung 2. Bilden Sie Substantive mit Hilfe der Suffixe:

-ung, -heit, -keit:

wichtig, möglich, aufmerksam, notwendig, wirklich, geschwindig, schwierig, gründlich, beweglich, richtig, flüssig anwenden, bilden, prüfen, regieren, versammeln, forschen, leisten, behaupten, beschleunigen, verfügen, entstehen, stellen, bewegen, lösen, rechnen, sicher, gleich, mehr, Kind, wahr, frei, Mensch, klar.

Übung 3. Setzen Sie die Verben *wissen* oder *kennen* ein:

1. Sie ..., dass sie diesen Text übersetzen kann. 2. Er... das Gedicht von Heine «Die Weber» auswendig. 3. Ich nicht, wann er gekommen ist. 4. Alle Studenten den alten Lehrer und lieben ihn. 5. Die Oberlehrerin fragte uns, ob wir gut diese grammatischen Regeln 6. Der Wissenschaftler, wann er den Vortrag halten soll.

Übung 4. Übersetzen Sie ins Deutsche:

1. Як відомо, у теорії відносності світло займає особливе місце.
2. Згідно з теорією відносності, кожен рух є релятивним.
3. Теорія відносності, що відома як теорія гравітації, геніально завершує епоху так званої класичної фізики 20-го століття.
4. Слід зазначити, що теорія відносності з'явилася у час, коли у класичній фізиці виникала криза.
5. За своїм задумом, ця теорія є досить сміливим науковим відкриттям, а тому оцінена багатьма науковцями як геніальне теоретичне досягнення.
6. Пізніше вона знайшла своє практичне застосування у різних областях фізики та астрономії.
7. Необхідно сказати, що А. Айнштайн - видатний фізик-теоретик, один із засновників сучасної фізики.
8. За видатні заслуги в галузі теоретичної фізики його було нагороджено у 1921 році Нобелівською премією.

J. J. BERZELIUS (1779—1848)



Der schwedische Chemiker und große Forscher J. J. Berzelius hat, wie kein anderer, die Chemie in ihrem wichtigsten Teil ausgebaut und bereichert. Er betrachtete es als seine Lebensaufgabe die sorgfältigste Erforschung der chemischen Proportionen und somit den Ausbau der Atomlehre. Die Ursache zur Vereinigung der Grundstoffe nach bestimmten Proportionen sah Berzelius in der chemischen Polarität. Von dieser Annahme ausgehend

entwickelte er seine elektrochemische Theorie und als unmittelbare Folge dieser Theorie, sein dualistisches System. Die Zeichensprache von Berzelius muss als einer seiner allerwichtigsten Beiträge zur Entwicklung der Chemie angesehen werden. Man kann Berzelius als den Schöpfer unserer heutigen chemischen Formelsprache bezeichnen. Noch heute können wir diese chemische Sprache nicht entbehren, während seine dualistischen Ansichten über die Zusammensetzung chemischer Verbindungen sich nicht so lange erhalten haben. In den 50er Jahren des 19. Jahrhunderts wurden die dualistischen Vorstellungen von Berzelius von den unitaristischen verdrängt.



Jöns Jakob Berzelius wurde am 20. August 1779 in der kleinen schwedischen Stadt Wäversunda als Sohn eines Lehrers geboren und war bereits mit 9 Jahren Vollwaise. Da er mittellos war, musste er schon als Schüler, später auch als Student seinen Unterhalt durch Erteilung von Unterricht verdienen. Schon in den jungen Jahren interessierte er sich für Chemie und widmete sich dem Studium der Medizin und Chemie in Upsala. Sein Leben war voller Arbeit und Erfolge. Schon seine erste "Untersuchung der Einwirkung des galvanischen Stromes auf Salze" machte ihn bekannt. 1802 erhielt er eine Anstellung als Adjunkt der Medizin, Botanik und Pharmazie in Stockholm, mit 28 Jahren wurde er Professor. Seine theoretischen Vorlesungen belebte er durch Experimente. Obwohl sein Laboratorium unvollkommen eingerichtet war, führte er die exaktesten Versuche durch. Seine experimentellen Arbeiten haben alle Gebiete der Chemie bereichert. Mit 31 Jahren wurde Berzelius Präsident der

schwedischen Akademie der Wissenschaften. Die wissenschaftlichen Leistungen von Berzelius kurz zu schildern ist kaum möglich; doch einige von ihnen lohnt es sich genauer zu betrachten. Seine Arbeiten über bestimmten Proportionen machten Epoche in der Chemie. Der Gelehrte begann die ersten Versuche am Ende 1807. Die Schwierigkeiten, auf die Berzelius in seiner Arbeit über die bestimmten Proportionen stieß, waren so groß, dass er nahe daran war, die ganze Arbeit aufzugeben. Das schilderte er so: „Meine ersten Versuche auf diesem Wege verliefen nicht günstig.“



Ich hatte noch keine Erfahrung darüber, wie große Genauigkeit erforderlich war und eine größere Genauigkeit der Wägungsergebnisse zu erlangen war." Für seine Versuche nahm er die Verbindungen des Sauerstoffes. Schon durch die ersten Untersuchungen, die Berzelius im Jahre 1810 veröffentlichte, lieferte er wichtige Beweise für das Bestehen chemischer, insbesondere multipler Proportionen in den Sauerstoffverbindungen von Elementen. Er bewies, dass verschiedene Mengen eines Elements sich mit einer bestimmten Quantität eines anderen chemisch verbinden. Berzelius nahm ohne Bedenken Daltons Seite an und bezeichnete die Atomtheorie als „einen der größten Schritte, die die Chemie jemals zu ihrer Vervollkommenheit getan hat.“ Er stellte fest, dass die organischen Körper ebenfalls dem Gesetze der Multiplen Untertan sind. Die atomistische Theorie wurde der Leitstern für die ganze Wissenschaft.

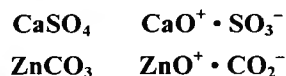
Als Resultat dieser Analysen der Zusammensetzung chemischer Verbindungen bestimmte Berzelius selbst die relativen Atomgewichte der Elemente sowie der zusammengesetzten Körper. In seinem Lehrbuch wurden 49 Grundstoffe als bekannt angeführt, deren Atomgewichte der Forscher bestimmt hatte. Er benutzte alle Entdeckungen, z. B. die Entdeckung der Isomorphie, um sofort die Atomgewichte von Elementen mit Hilfe isomorpher Verbindungen abzuleiten.

Berzelius stellte seine elektrochemische Theorie in ihren Grundzügen 1812 auf. Er war auf diesem Gebiet keineswegs ohne Vorgänger. Schon im Jahre 1806 erschien die elektrochemische Theorie von Davy, der erklärte, dass z.B. Kupfer und Schwefel, wenn sie isoliert sind, durch Berührung entgegengesetzt elektrisch geladen werden.

Aber keine andere elektrochemische Theorie aus jener Zeit hat eine so große Rolle in der Geschichte der Chemie gespielt, wie die Theorie von Berzelius. Der Gelehrte ging von der Grundannahme aus, dass die Atome der Körper an und für sich elektrisch geladen sind: die Grundeigenschaft der kleinsten Teilchen ist also elektrische Polarität; die Atome besitzen zwei entgegengesetzte Pole.

Diese Theorie unterscheidet sich von der von Davy dadurch, dass die elektrische Ladung in den Atomen als eine spezifische Eigenschaft derselben betrachtet wurde.

Wie für Grundstoffe, so nahm Berzelius auch für Verbindungen eine Polarität an. Die chemische Vereinigung von Elementen oder Verbindungen, z.B. Basen und Säuren, besteht nach Berzelius in der Anziehung der ungleichnamigen Pole kleinster Teilchen und in dem nachfolgenden Ausgleich der verschiedenen Elektrizitäten. Als Folgerung aus der elektrochemischen Theorie entwickelte er seine dualistische Lehre. Die Säuren, Basen und Salze betrachtete Berzelius als Verbindungen, die negative und positive Bestandteile haben, z.B.:



Diese elektrochemische Lehre war am Anfang des 19. Jahrhunderts vorherrschend, bis sie der Entdeckung vom Aufbau der Atome weichen musste.

Im Jahre 1813 hat Berzelius einen Vorschlag zur graphischen Bezeichnung der Grundstoffe und ihrer Verbindungen gemacht, im folgenden Jahr schuf er unsere chemische Zeichensprache und damit erwarb er sich das größte Verdienst. Auch in den vorigen Jahrhunderten wurden auf dem Gebiet der Zeichensprache viele Versuche gemacht. J. H. Hassenfratz versuchte Sauerstoff und Stickstoff durch gerade Linien, die Metalle durch Kreise zu bezeichnen.

Dalton bediente sich in seinem System des Kreises. Diese Kreise unterscheiden sich voneinander einerseits durch die eingezeichneten Buchstaben, andererseits durch die im Kreise angebrachten Punkte, Striche, Ringe, Sterne usw.

Berzelius war der erste, der die Notwendigkeit einsah, einen anderen Weg einzuschlagen. Er wollte der chemischen Zeichensprache eine

praktische Bedeutung geben. Er benutzte die einfachsten Hilfsmittel, die gewöhnliche Schrift, die Buchstaben und Ziffern. Nicht weniger glücklich war seine Idee, mit den Buchstaben nicht nur qualitativ die betreffenden Stoffe zu bezeichnen, sondern in diesen Symbolen die wichtigsten chemischen Konstanten anzugeben. Er berücksichtigte auch die Volumverhältnisse. Das chemische Zeichen drückt immer ein Volumen der Substanz aus. Ist es nötig, mehrere Volumenteile anzugeben, so geschieht es durch Ziffern. Die positiven Atome stehen immer links und die elektronegativen Atome rechts.

Berzelius wählte als Zeichen den Anfangsbuchstaben im lateinischen Namen eines jeden Grundstoffes. Hatten mehrere Elemente den gleichen Anfangsbuchstaben, fügte er noch einen zweiten Buchstaben hinzu:

<i>Oxygenium (Sauerstoff)</i>	<i>O</i>
<i>Nitrogenium (Stickstoff)</i>	<i>N</i>
<i>Hydrogenium (Wasserstoff)</i>	<i>H</i>
<i>Ferrum (Eisen)</i>	<i>Fe</i>
<i>Sulfur (Schwefel)</i>	<i>S usw.</i>

So werden durch Nebeneinanderstellung dieser Zeichen und Anfügen der Atomzahl die chemischen Verbindungen formuliert, z.B.: H₂O—Wasser (die tiefgestellten Zahlen bedeuten die Anzahl der Atome des betreffenden Elementes im Molekül).

<i>H₂SO₃</i>	— <i>schweflige Säure</i>
<i>NaCO₃</i>	— <i>kohlensaures Natron</i>

Die chemische Zeichensprache von Berzelius zeichnet sich durch Präzision, Klarheit und Übersichtlichkeit aus. Diese chemischen Symbole und die sich daraus ableitenden Formeln sind heute international. In allen Ländern, unabhängig von der eigenen Schrift, verwendet man diese Symbolik.

Sein Leben, ein Gelehrtenleben, war von Arbeit, Erfolgen und Ehrungen erfüllt. Am 7. August 1848 starb er kurz vor der Vollendung seines 69. Lebensjahres.

Wortschatz zum Thema:

bereichern mit (Dat .)	- збагачувати
sorgfältig	- ґрунтовний
etw. entbehren können	- могли обійтись без чого-небудь
die Ansichten	- погляди
die Zusammensetzung –en	- склад
unitaristisch od. unitarisch	- унітарний, унітаристський

verhängen	- витісняти
mittellos sein	- бути без засобів до існування
der Unterhalt –es	- прожиття
der Schöpfer -s, =	- творець
die Annahme -, -n	- гіпотеза, думка, засновок
veröffentlichen	- опубліковувати
die Grundeigenschaft -, -en	- основна властивість
die Folgerung -, -en	- висновок, заключення
schaffen (u, a)	- творити
durch Erteilung von Unterricht verdienen	- заробляти на прожиття, даючи уроки
die Säure -, -n	- кислота
das Salz -es, -e	- сіль
die Base -, -n	- тут: основа, базис
weichen (i, i)	- тут: уступити, поступитися
die Volumverhältnisse berücksichtigen	- брати до уваги об'ємні співвідношення
vorherrschend sein	- бути панівним
der Leitstern -(e)s, -e	- провідна зоря
die einfachsten Hilfsmittel benutzen	- використовувати найпростіші допоміжні засоби
der Pol -s, -e	- тут: катод (негативний); анод (позитивний)
die Vollwaise –n	- кругла сирота
der Adjunkt –en , -e	- ад'юнкт , помічник
exakt	- точний
der Versuch –es , -e	- експеримент
verlaufen (verlief, verlaufen)	- проходити
die Genauigkeit –en	- точність
der Sauerstoff –es	- кисень
der Beweis –es , -e	- доказ
einen anderen Weg schlagen	- вибрати іншу дорогу
das Kupfer –s	- мідь
sich zeichnen durch (Akk.)	- характеризуватися
der Schwefel –s	- сірка
geladen werden	- бути зарядженим
der Vorgänger –s , =	- попередник
der Stickstoff –es	- азот
die Präzision –en	- точність
die Übersichtlichkeit	- наглядність
sich unterscheiden von (Dat.)	- відрізнятися від

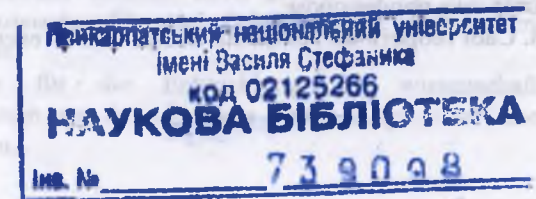
sich das größte Verdienst erwerben - добитися найбільшого визнання (заслуги)

Übung 1. Beantworten Sie die Fragen zum Text:

1. Wer ist J.J. Berzelius?
2. Auf welchem Gebiet der Wissenschaft war er tätig?
3. Aus welcher Familie stammte er?
4. Welches Leben hatte Berzelius gehabt?
5. Wofür interessierte er sich in den jungen Jahren?
6. Welche Untersuchung hat ihn bekannt gemacht?
7. In welchem Alter wurde er schon Professor?
8. Belebte er seine Vorlesungen durch Experimente?
9. Haben seine experimentellen Arbeiten alle Gebiete der Chemie bereichert?
10. Was hat er sorgfältig erforscht?
11. Worin sah Berzelius die Ursache zur Vereinigung der Grundstoffe?
12. Hatten seine wissenschaftlichen Arbeiten einen großen Wert für die damalige Zeit?
13. Worin bestand seine elektrochemische Theorie?
14. Kann man Berzelius als Schöpfer unserer chemischen Formelsprache bezeichnen? Wodurch ist das zu erklären?
15. Wurden die dualistischen Vorstellungen von Berzelius in den 50er Jahren des 19. Jahrhunderts von den unitaristischen verdrängt?
16. Gelang es ihm der chemischen Zeichensprache eine praktische Bedeutung zu geben?

Übung 2. Erklären Sie, wie diese Wörter gebildet sind; führen Sie Sätze mit diesen Wörtern an.

auslösen, die Spannung, die Entspannung, anzünden, der Kurzschluss, die Formelsprache, experimentieren, die Zeichensprache, die Elektrizität, die Spätzündung, verbohrt, vernagelt, die Polarität, die Quantität, die Polyfunktionalität.



Übung 3. Wählen Sie richtig die Verben unter dem Strich zu den angeführten Wortfügungen und übersetzen sie ins Ukrainische; bilden Sie Situationen mit diesen Wortfügungen anhand des gelesenen Textes:

eine Vorstellung von etw.;
j-n in Erstaunen;
zur Erkenntnis;
einen Versuch;
eine feste Anstellung;
eine Zuversicht auf j-n;
den Anstoß zu etw.;
j-n zu Ehren;
zur Verteilung;
in Umlauf;
einen Beitrag zu etw.;
in Verlegenheit

anstellen, haben, durchführen, setzen, kommen, geben, geraten, bringen, gelangen, leisten.

Übung 4. Übersetzen Sie ins Deutsche:

1. Видатний шведський хімік і дослідник Й.Й. Берцеліус зробив великий внесок у розбудову науки хімії.
2. Його заслуга полягає в тому, що він ґрунтовно дослідив і розвинув вчення про атом.
3. Виходячи із своєї гіпотези, він розвинув електрохімічну теорію та дуалістичну систему, як наслідок цієї теорії.
4. Берцеліуса по праву можна вважати творцем сучасної хімічної мови формул.
5. Наскільки нам відомо, вченй народився в сім'ї вчителів.
6. Ми дізналися, що у 9 років він залишився круглою сиротою.
7. Берцеліус був надто працелюбним, тому і не дивно, що у 28 років став уже професором.
8. Свої теоретичні лекції він підкріплював експериментами.

**D. I. MENDELEJEV
(1834—1907)**

In der Geschichte der Weltwissenschaft findet man wenig Gelehrte, deren Name mit so großen Entdeckungen verbunden ist wie der von Mendelejew. D.I. Mendelejew wurde am 8. Februar 1834 in Tobolsk in Sibirien geboren. Sein Vater absolvierte die Pädagogische Hochschule zu Petersburg und war seit 1827 Direktor des Tobolsker Gymnasiums. Die Mutter war eine sehr kluge und energische Frau, hatte entscheidenden Einfluss auf die Formierung des Charakters ihres jüngsten Sohnes.

Von Kindheit an lehrte Maria Dmytrijewna ihre Kinder die Arbeit lieben und achten, und Dmytri Iwanowytsch konnte sich kein anderes Leben vorstellen als ein Leben von Arbeit erfüllt. Für ihn war die Arbeit das, was das Leben froh und inhaltsreich macht.



D. I. Mendelejew war sehr begabt. Schon im Gymnasium interessierte er sich für Mathematik, Physik und Geographie. Im Jahre 1849 beendete Mendelejew das Gymnasium. Im Sommer 1849 siedelte die Familie zuerst nach Moskau und dann nach Petersburg über. Mit großer Mühe bezog Mendelejew das Pädagogische Hauptinstitut, die naturwissenschaftlich-mathematische Fakultät in Petersburg. Den größten Einfluss auf Mendelejew hatte Professor A. A. Woskressenski, ein hervorragender Chemiker und Pädagoge. D. I. Mendelejew, N. N. Beketow, N. N. Sokolow und viele andere russische Chemiker nannten ihren Lehrer A. A. Woskressenski „Großväterchen der russischen Chemie“. D.I. Mendelejew interessierte sich am meisten für Chemie.

Sehr fruchtbar für die Entwicklung der wissenschaftlichen Vorstellungen vom Atom war das 1804 von Dalton aufgestellte Gesetz der multiplen Proportionen.

Dieses Gesetz führte zur Anerkennung der Existenz unsichtbarer, partikulärer Stoffteilchen. Der nächste wichtige Schritt in der Entwicklung der Chemie waren die Arbeiten von Berzelius, einem der größten Chemiker vor Mendelejew.

Berzelius untersuchte die Wirkung des elektrischen Feldes auf die Lösungen verschiedener Stoffe und wies nach, dass das Atom elektrische Eigenschaften hat. Er beobachtete die Zerlegung der Stoffe durch elektrischen Strom und stellte den Satz auf, dass „jeder zusammengesetzte Körper, welches die Anzahl seiner Bestandteile auch sein mag, in zwei Teile, einen elektrisch positiven und einen negativen, zerlegt werden kann“.

Schon an der Hochschule begann Mendelejew im Bereich Chemie schöpferisch zu arbeiten. Er veröffentlichte seine ersten wissenschaftlichen Abhandlungen. Im Jahre 1855 absolvierte er glänzend — als Erster seines Jahrgangs— das Pädagogische Institut.

Nach Beendigung des Studiums begab sich Mendelejew nach Simferopol und später nach Odessa, wo er eine Lehrstelle am ersten Odessaer Gymnasium erhielt. Mit voller Tatkraft begann er in den Laboratorien und Bibliotheken der Universität an der Magisterdissertation zum Thema „Über die spezifischen Volumina“ zu arbeiten. Er beendete seine Magisterdissertation in ungewöhnlich kurzer Zeit (insgesamt einem Monat). Nach Verteidigung seiner Arbeit wurde er vom Senat der Universität Petersburg einstimmig zum Magister der Physik und Chemie promoviert. Er beschäftigte sich auch als erster mit der prinzipiell wichtigen Frage der Natur der Lösungen und auch mit den Gasen. 1859 wurde Mendelejew auf zwei Jahre nach Deutschland, und zwar nach Heidelberg geschickt, wo in jener Zeit so große Gelehrte wirkten wie Kirchhoff und Bunsen. Hier traf er auch einige junge russische Wissenschaftler, die damals noch wenig bekannt waren. Es waren die Chemiker Beketow und Sawitsch, der Chemiker und Komponist Borodin, der Physiologe Setschenow, der Arzt Botkin u. a. Im Herbst 1860 nahm Mendelejew aktiven Anteil an der Arbeit des ersten Internationalen Chemikerkongresses in Karlsruhe. Dieser Kongress, der erste Weltkongress der Chemiker spielte in der Geschichte der Chemie eine bedeutsame Rolle.

Im Februar 1861 kehrte Mendelejew nach Russland zurück und begann an der Petersburger Universität zu arbeiten. Er hielt Vorlesungen über organische Chemie und unterrichtete zugleich Chemie im Kadettenkorps, in der Ingenieurschule und an der Hochschule für Eisenbahnbau. Er verfasste in zwei Monaten sein Lehrbuch „Organische Chemie“. Das war der erste in Russland verfaßte Originallehrgang in organischer Chemie. Die neue Arbeit Mendelejews fand allgemeine Billigung. Mendelejews Arbeiten auf dem Gebiet der chemischen Technologie gaben ihm das Recht auf den

Professorentitel. 1864 bekam der junge Professor den Lehrstuhl für technologische Chemie am Petersburger Technologischen Institut. Im Jahre 1865 promovierte Mendelejew zum Doktor der Chemie. Seine Doktordissertation — „Über Verbindungen von Alkohol mit Wasser“ — war im gewissen Sinne eine Fortsetzung der Magisterdissertation „Über die spezifischen Volumina“.

Mendelejew war nicht nur ein großer Gelehrter, er war auch ein vorzüglicher Pädagoge. Mendelejews Vorlesungen waren inhaltsreich und interessant. Sie wurden von den Studenten aller Fakultäten besucht.

Im Jahre 1868 wurde auf Anregung Mendelejews die Russische Physikalisch-Chemische Gesellschaft gegründet. Die Geschichte der Russischen chemischen Gesellschaft war unlöslich mit der Entwicklung der russischen Chemie und chemischen Industrie verbunden. An der Arbeit der Gesellschaft beteiligten sich D. I. Mendelejew, A. S. Popow, N. N. Sinin, A. M. Butlerow, N. N. Beketow, N. A. Menschutkin, A. N. Bach, N. D. Selinski und andere prominente russische Gelehrte.

Das Hauptwerk von Mendelejew war aber sein Gesetz der Periodizität. D. I. Mendelejew verglich die Atomgewichte mit den Eigenschaften der Elemente, wobei er, wie er selber schrieb: „ähnliche Elemente und einander nahekommende Atomgewichte wählte.“ Er ordnete die damals bekannten 64 Elemente in ein einheitliches System nach wachsendem Atomgewicht. Bei der Analyse der erhaltenen Elementenfolge fand Mendelejew das Gesetz der Periodizität. Er formulierte seine geniale Entdeckung mit folgenden Worten: „Die Eigenschaften der Elemente, folglich auch die Eigenschaften der von ihnen gebildeten einfachen und zusammengesetzten Körper, stehen in periodischer Abhängigkeit (d. h. sie kehren regelmäßig wieder) von ihrem Atomgewicht.“

In der natürlichen Reihenfolge der Elemente, die nach wachsendem Atomgewicht angeordnet sind, kann man leicht sehen, dass die Elemente mit verwandten Eigenschaften jeweils um acht oder achtzehn Stellen voneinander entfernt wiederkehren.

Das von Mendelejew entdeckte periodische Gesetz gab die Möglichkeit, bekannte Tatsachen zu verallgemeinern, den Zusammenhang zwischen den Elementen festzustellen. Es ermöglichte, neue Elemente und ihre Eigenschaften vorauszusagen. Sein fundamentales Werk „Die Grundlagen der Chemie“ war der erste Versuch in der Welt, die chemischen Kenntnisse mit Hilfe des periodischen Gesetzes zu systematisieren.

„Die Grundlagen der Chemie“ wurden wiederholt in verschiedene Fremdsprachen übersetzt und sind weit über die Grenzen Russlands populär. Dieses Buch war für manche Generationen russischer und ausländischer Chemiker und Physiker ein Lehrbuch. Das Akademiemitglied S. I. Wawilow

schrieb: „In der Chemie war Mendelejew Physiker und umgekehrt, in der Physik interessierte er sich besonders (man kann wohl sogar sagen ausschließlich) für das chemische Problem.“

Mendelejew beschäftigte sich niemals mit der Wissenschaft um der Wissenschaft willen. Sogar in den abstraktesten, rein theoretischen Untersuchungen fand er wichtige Momente für die Praxis. Er interessierte sich für Probleme der verflüssigten Gase, für Ölgewinnung; er ist der Begründer der russischen Agrochemie. Er äußerte auch den Gedanken über die unterirdische Kohlenvergasung.

In seinen letzten Lebensjahren war Mendelejews Name mit der Entwicklung der Metrologie, der Maß- und Gewichtskunde in Russland eng verbunden. Seit 1892 leitete D. I. Mendelejew das Eichinstitut, das jetzt seinen Namen trägt. D.I. Mendelejew starb am 20. Januar 1907. Viele Menschen folgten dem Sarg des großen Gelehrten und erwiesen ihm die letzte Ehre. Das Wichtigste im Schaffen Mendelejews war die enge Verbindung seiner theoretischen Arbeiten mit der Praxis, mit dem Leben.

Wortschatz zum Text

die Entdeckung –en	- відкриття
sich vorstellen	- уявити собі
von Kindheit an	- з раннього дитинства
übersiedeln	- переселятися, переїжджати
multipel	- багаторазовий, багаточисельний
untersuchen	- досліджувати
die Anerkennung –en	- визнання, схвалення
die Existenz –en	- існування
die Zerlegung –en	- розкладання, розщеплення
der Bestandteil –es, –e	- складова частина
im Bereich arbeiten	- працювати в галузі (області)
sich begeben	- відправлятися
eine Lehrstelle erhalten	- отримати місце роботи вчителя
die Vorlesungen halten	- читати лекції
das Kadettenkorps =	- кадетський корпус
eine Billigung finden	- знайти схвалення
promovieren	- захищати (дисертацію)
das Gesetz der Periodizität	- закон періодичності
die Abhängigkeit –en	- залежність
die Reihenfolge –n	- послідовність, почерговість
verallgemeinern	- узагальнювати

voraussagen	- передбачати
verflüssigte Gase	- зріджені газы
die Ölgewinnung –en	- добування нафти
die unterirdische Kohlenvergasung	- підземне накопичення вугільного газу
der Begründer –s	- засновник
den Gedanken äußern	- висловлювати думку
dem Sarg folgen	- йти за труною
in periodischer Abhängigkeit stehen	- знаходитись в періодичному порядку
j-m die letzte Ehre erweisen	- віддати комусь останню шану
sterben (a, o)	- померати
verbinden (a, u)	- пов'язувати

Übung 1. Beantworten Sie folgende Fragen:

1. Wann und wo wurde D. I. Mendelejew geboren?
2. Aus welcher Familie stammte er?
3. Hatte die Mutter einen entscheidenden Einfluss auf die Formierung des Charakters ihres jüngsten Sohnes?
4. Wer hat den Kindern die Liebe zur Arbeit beigebracht?
5. Wie waren Mendelejews Interessen?
6. Wo studierte er, nachdem die Familie nach Petersburg übersiedelt war?
7. Hatte der Professor A. A. Woskressenski, ein hervorragender Chemiker und Pädagoge, einen großen Einfluss auf D. I. Mendelejew?
8. Begann Mendelejew schon an der Hochschule im Bereich Chemie schöpferisch zu arbeiten?
9. Wonach begab sich der Gelehrte nach der Beendigung des Studiums?
10. Hat er seine Magisterdissertation "Über die spezifischen Volumina" in ungewöhnlich kurzer Zeit geschrieben?
11. Wurde er vom Senat der Universität Petersburg einstimmig zum Magister der Physik und Chemie promoviert?
12. Wurde der Gelehrte im Jahre 1859 nach Deutschland (und zwar nach Heidelberg) geschickt?
13. Wie lange war er in Deutschland?
14. Welche russischen Wissenschaftler, die damals noch wenig bekannt waren, traf er in Heidelberg?
15. Seit wann war er an der Petersburger Universität tätig?

16. Wo hielt er seine Vorlesungen über organische Chemie noch?
17. Wie hieß sein erstes Buch ?
18. War dieses Buch der erste in Russland verfasste Originallehrgang in organischer Chemie?
19. Hat er wegen seiner Arbeiten auf dem Gebiet der chemischen Technologie den Professorentitel bekommen?
20. Wann bekam der junge Professor den Lehrstuhl für technologische Chemie am Petersburger Technologischen Institut?
21. Wie hieß seine Doktordissertation? Wann wurde er zum Doktor der Chemie?
22. War D.I. Mendelejew auch ein vorzüglicher Pädagoge?
23. Was für eine Gesellschaft wurde von ihm im Jahre 1868 gegründet?
24. Welche berühmten Wissenschaftler beteiligten sich an dieser Gesellschaft?
25. Ordnete er damals die bekannten 64 Elemente in ein einheitliches System nach wachsendem Atomgewicht?
26. Ermöglichte sein periodisches Gesetz neue Elemente und ihre Eigenschaften vorauszusagen?
27. War sein fundamentales Werk "Die Grundlagen der Chemie" der erste Versuch in der Welt, die chemischen Kenntnisse mit Hilfe des periodischen Gesetzes zu systematisieren ?
28. Wurde dieses Werk in verschiedene Fremdsprachen übersetzt?
29. Wie hat der berühmte Wissenschaftler S.I. Wawilow den Gelehrten eingeschätzt ?
30. Beschäftigte sich Mendelejew mit der Wissenschaft um der Wissenschaft willen ?
31. Ist er auch als Begründer der russischen Agrochemie bekannt?
32. War er auch auf dem Gebiet der Metrologie, der Maß- und Gewichtkunde tätig?
33. Leitete er seit 1892 auch das Eichinstitut?
34. Was waren seine wichtigsten Prinzipien?
35. Wann verschied der große Gelehrte?

Übung 2. Führen Sie Antonyme zu den fettgedruckten Wörtern an, zu welchen in den Klammern Substantive angeführt sind, vermeiden Sie die Wiederholung der Antonyme; bilden Sie Sätze mit ihnen:

klug (Gelehrte, Frau); **heldenhaft** (Geschichte, Entwicklung); **tief** (Fluss, Temperatur, Stimme); **hervorragend** (Chemiker, Pädagoge);

organisch (Chemie, Stoff); **einheitlich** (System, Konstruktion); **wichtig** (Moment, Frage); **begabt** (Junge, Sohn); **groß** (Problem, Untersuchung).

Übung 3. Prägen Sie sich die Bedeutungen der angegebenen Antonyme ein und bilden Sie verschiedene Situationen mit ihnen:

gelingen - misslingen; billigen - missbilligen; vertrauen - misstrauen; Erfolg - Misserfolg; verstehen - missverstehen; fesseln - entfesseln; bewässern - entwässern; verschärfen - entschärfen; verwirren - entwirren; Vorwort - Nachwort; Nachteil - Vorteil; Nachwelt - Vorwelt; Nachfeier - Vorfeier; organisch - anorganisch; typisch - atypisch; logisch - alogisch, unlogisch; Sein - Nichtsein; erfolglos - erfolgreich; inhaltslos - inhaltsreich; sorgenvoll - sorgenfrei; nützlich - nutzlos.

Übung 4. Führen Sie richtig Synonyme, die unter dem Strich sind, zu den folgenden Wörtern an; übersetzen sie ins Ukrainische:

die Beendigung, das Feuer, die Abhandlung, die Anregung, die Möglichkeit, der Versuch, der Zusammenhang, voraussagen, anordnen, erweisen, untersuchen.

die Darlegung, die Chance, die Flamme, das Experiment, der Brand, die Relation, der Bezug, der Abschluss, der Vorschlag, analysieren, durchforschen, zusammensetzen, gruppieren, prognostizieren, voraussehen, bezeigen, achten.

**A. M. Butlerow
(1828—1886)**

Das Hauptverdienst A.M. Butlerows liegt auf dem Gebiet der theoretischen organischen Chemie. A.M. Butlerow wurde am 6. September 1828 in Tschistopol (mittlere Wolga) als Sohn eines russischen Obersten außer Dienst geboren. Er begann im Jahre 1845 sein Hochschulstudium an der Universität Kasan, wo zu jener Zeit zwei hervorragende Chemiker, N.N.

Sinin und Karl Klaus dem jungen Butlerow eine ausgezeichnete Einführung in den chemischen Zweig der Wissenschaft gaben und sein Interesse auf das chemische Gebiet lenkten.



Im Jahre 1849 bestand der 21-jährige Butlerow sein Staatsexamen und wurde vom Rektor der Universität zur Vorbereitung auf die Dozentur vorgeschlagen. Zwei Jahre später legte er seine Magisterdissertation unter dem Titel „Über die Oxydation der organischen Verbindungen“ vor. Seine Doktordissertation promovierte Butlerow im Jahre 1851 in Moskau, kehrte nach Kasan zurück und wurde dort noch im gleichen Jahr außerordentlicher Professor. Im Jahre 1857 erhielt Butlerow die ordentliche Professur und ging auf Studienreisen ins Ausland. Er besuchte Deutschland und hörte dort die Vorlesungen von A. Kekule und anderer hervorragender Gelehrten.

Im Februar 1858 hielt Butlerow vor der Pariser Chemischen Gesellschaft einen Vortrag, in dem er zum ersten Mal den Ausdruck „die Struktur der Moleküle“ verwendete.

Im Mai 1861 unternahm A. M. Butlerow eine zweite Studienreise ins Ausland. In Deutschland nahm er an der Tagung der Deutschen Ärzte und Naturforscher in Speyer teil. Am 19. September 1861 hielt er vor der chemischen Sektion dieser Tagung seinen historischen Vortrag: „Einiges über die chemische Struktur der Körper“, in dem er die Grundzüge seiner Theorie der chemischen Struktur darlegte. Der Vortrag bestand aus folgenden wichtigsten Punkten:

1. Im ersten Teil seiner Ausführung schätzte Butlerow die theoretischen Auffassungen seiner Zeit auf dem Gebiet der organischen Chemie ein und betonte, dass die Entdeckung der Atomigkeit, d.h. der Wertigkeit, eine wichtige Bedeutung für die Entwicklung der Chemie hatte.

2. Dann legte Butlerow seine Lehre dar. Die Verteilung der Atome in den Molekülen bezeichnete man als „Konstitution“. Dem früher gebräuchlichen Begriff der Konstitution stellte Butlerow den Begriff der „chemischen Struktur“ entgegen. Er stellte fest, dass die Eigenschaften der Körper nicht nur von ihrer Zusammensetzung, d. h. von der Anzahl und der Art der Atome, sondern auch von der Art der gegenseitigen Beziehungen dieser Atome abhängig sind.

An Stelle einfacher Formeln stellte er Strukturformeln auf, wobei einem Körper nur eine einzige Strukturformel zukommt.

3. Die chemische Strukturlehre gab auch die Möglichkeit, die Strukturformeln der theoretisch möglichen Isomeren (d. h. die Verbindungen, welche bei der gleichen chemischen Zusammensetzung und bei gleichem Molekulargewicht verschiedene Eigenschaften haben) vorauszusagen.

Die Grundlagen der chemischen Strukturlehre wurden nach ihrer Veröffentlichung von einer Reihe der Chemiker anerkannt. Anders verhielt sich Kekule und seine Schule, sie nahmen eine ablehnende Stellung ein. Erst 1864 brachen Kekule und seine Schule endgültig mit der Typentheorie.

Als Butlerow nach Kasan zurückkehrte, beschäftigte er sich mit der Weiterentwicklung der organischen Chemie. In den Jahren 1864 bis 1866 erschien Butlerows „Lehrbuch der organischen Chemie“ in russischer und im Jahre 1868 in deutscher Sprache.

Im Jahre 1863 veröffentlichte er eine sehr interessante Arbeit „Über die verschiedenen Erklärungsweisen der Isomerie“. Dieser Artikel ist von allergrößter Bedeutung für die Entwicklung der chemischen Strukturlehre. Er enthält die Klärung eines der Probleme der organischen Chemie, nämlich der Isomerie (die sog. „Butlerowsche Klarlegung der Isomerie“). Butlerows Auffassung über die Isomerie und seine Schlussfolgerungen waren völlig richtig und wurden allgemein anerkannt. Nur auf der Grundlage der von Butlerow entwickelten Strukturlehre gelang es, die Strukturisomerie organischer Verbindungen erfolgreich zu lösen.

Im Jahre 1869 wurde Butlerow Professor der Chemie in St. Petersburg. Im Januar desselben Jahres fand in einem überfüllten Hörsaal seine erste Vorlesung statt. Die Persönlichkeit Butlerows, seine rednerische Begabung und geschickte Darlegungsart, all das imponierte nicht nur den Studenten, sondern auch den Professoren, die ebenfalls in großer Anzahl bei dieser Vorlesung anwesend waren. Kurz darauf begann Butlerow sein zukünftiges Laboratorium einzurichten. In diesem berühmten Laboratorium arbeiteten als seine Schüler mehrere weltbekannten Forscher, wie Konowalow D. P. und Faworski A. E. Neben den Vorlesungen an der Universität hielt Butlerow Vorlesungen in Chemie an den sogenannten Frauenhochschulkursen der medizinisch-chirurgischen Akademie. Außerdem nahm er regen Anteil an der

Tätigkeit der kurz vor seiner Übersiedlung nach St. Petersburg begründeten „Russischen Chemischen Gesellschaft“.

Die meisten experimentellen Forschungsarbeiten von Butlerow waren ähnlichen Fragen gewidmet, mit denen er sich an der Kasaner Universität beschäftigt hatte. In seiner wissenschaftlichen Arbeit über die chemische Struktur organischer Verbindungen beschrieb er die Herstellung des Isobutylens aus Isobutylalkohol und seine berühmte erstmalige Zuckersynthese.

A. M. Butlerow starb kurz nach seiner Emeritierung im Herbst 1886. Er war erst 58 Jahre alt, voller Kraft und Pläne. D. I. Mendelejew hat die Rolle Butlerows als den Begründer der chemischen Strukturlehre mit folgenden Worten beschrieben: „Bei Butlerow münden alle Entdeckungen in eine gemeinsame Idee, und diese hat Schule gemacht und gestattet es zu behaupten, dass sein Name in der Wissenschaft verankert bleibt. Diese Idee ist die sogenannte chemische Strukturlehre.“

Die Schaffung der chemischen Strukturlehre, deren Hauptmerkmal die Erkenntnis des tiefen Zusammenhangs zwischen der Struktur der Molekeln und ihren chemischen Eigenschaften ist, war von allergrößter Bedeutung für die Weiterentwicklung der organischen Chemie und organisch-chemischen Industrie.

Wortschatz zum Thema

das Hauptverdienst –es , -e	- головна заслуга
der Oberst –s , -en	- полковник
lenken	- спрямовувати
vorlegen	- подати, показати
vorschlagen (schlug vor , vorgeschlagen)	- пропонувати
auf die Studienreisen ins Ausland gehen	- відправитися у подорож на навчання за кордон
eine Reise unternehmen	- здійснювати подорож
die Tagung	- засідання
teilnehmen an (Dat.)	- брати участь
darlegen	- викладати, подавати
die Auffassung –en	- сприйняття, розуміння, точка зору
die Verteilung –en	- розподіл
gegenseitige Beziehungen	- обопільні (взаємні) відносини
das Molekulargewicht –es , -e	- молекулярна вага
die Eigenschaft –en	- властивість

die Veröffentlichung –en	- 1. опублікування; 2. публікація
die Isomerie	- ізомерія
der Hörsaal –es , -e	- лекційний зал, аудиторія
feststellen (stellte fest, festgestellt)	- встановлювати
die Formel -, -n	- формула
die Emeritierung -, -en	- вихід на пенсію
die Atomigkeit -, -en	- атомність, валентність
die Herstellung des Isobutylens aus Isobutylalkohol	- виготовлення ізобутилену із ізобутилового спирту
gestattet es zu behaupten	- дозволяє запевнити
verankern in (Dat.)	- тут: бути зафіксованим (занесеним)
bleiben (ie, ie)	- залишатися
stattfinden (fand statt, stattgefunden)	- відбуватися
die rednerischen Begabungen	- ораторські здібності
etw. einrichten	- обладнувати

Übung 1. Beantworten Sie folgende Fragen:

1. Worin besteht das Hauptverdienst von A. M. Butlerow?
2. Wann und wo wurde er geboren?
3. Wo studierte A. M. Butlerow?
4. Welche berühmten Chemiker waren an der Kasaner Universität zu jener Zeit tätig?
5. Gaben sie dem jungen Butlerow eine ausgezeichnete Einführung in den chemischen Zweig der Wissenschaft?
6. Wann beschloss Butlerow sein Studium?
7. Wann legte er seine Magisterdissertation vor?
8. Wann promovierte er mit seiner Doktordissertation?
9. Wann erhielt Butlerow die ordentliche Professur und ging zum ersten Mal auf Studienreisen ins Ausland?
10. Wer von den berühmten deutschen Wissenschaftlern hatte auf ihn einen positiven Einfluss ausgeübt?
11. Wann verwendete der Wissenschaftler zum ersten Mal den Ausdruck "Die Struktur der Moleküle"?
12. In welchem Jahr unternahm Butlerow eine zweite Studienreise ins Ausland?
13. Vor wem hielt er in Deutschland seinen historischen Vortrag "Einiges über die chemische Struktur der Körper"?
14. Was hat er in diesem Vortrag dargelegt?
15. Aus welchen wichtigsten Punkten bestand dieser Vortrag?

16. Wurden die Grundlagen der chemischen Strukturlehre nach ihrer Veröffentlichung von einer Reihe der Chemiker anerkannt?
17. Wie verhielt sich Kekule und seine Schule dazu?
18. Beschäftigte sich Butlerow mit der Weiterentwicklung der organischen Chemie?
19. Was für eine Arbeit von Butlerow erschien im Jahre 1863?
20. Warum war dieser Artikel von allergrößter Bedeutung für die Entwicklung der chemischen Strukturlehre?
21. Seit wann wurde Butlerow als Professor der Chemie in St. Petersburg tätig?
22. Hat der Gelehrte hier sein wissenschaftliches Laboratorium eingerichtet?
23. Nahm A.M. Butlerow auch einen aktiven Anteil an der begründeten "Russischen Chemischen Gesellschaft"?
24. Wie hat ihn D. I. Mendelejew eingeschätzt?
25. Was war das Hauptmerkmal seiner chemischen Strukturlehre?
26. In welchem Alter verschied der Wissenschaftler?

Übung 2. Bilden Sie aus den Fragmenten Sätze:

1. liegen, auf dem Gebiet der theoretisch organischen Chemie, das Hauptverdienst, der Gelehrte.
2. geboren werden, der Wissenschaftler A.M. Butlerow, in Tschistopol, als Sohn eines russischen Obersten, am 6. September 1828.
3. promovieren mit (Dat.), die Doktordissertation, der Gelehrte, im Jahre 1851, in Moskau.
4. einen Vortrag halten, vor der Pariser Chemischen Gesellschaft, im Februar 1858, A.M. Butlerow.
5. sich verhalten, Kekule und seine Schule, anders, eine ablehnende Stellung einnehmen, sie.
6. sich beschäftigen, mit der Weiterentwicklung der organischen Chemie, zurückkehren, nach Kasan, als, A.M. Butlerow.
7. veröffentlichen, der Wissenschaftler, im Jahre 1863, eine interessante Arbeit "Über die verschiedenen Erklärungsweisen der Isomerie".
8. enthalten, dieser Artikel, die Klärung eines der Probleme der organischen Chemie.
9. imponieren, Butlerows rednerische Begabung und geschickte Darlegungsart; nicht nur den Studenten, sondern auch den Professoren.
10. beginnen, einrichten, sein zukünftiges Laboratorium, A.M. Butlerow, in St. Petersburg.

11. der Wissenschaftler, schaffen, die chemische Strukturlehre.
12. diese Lehre, eine große Bedeutung haben, für die Weiterentwicklung der organischen Chemie und der organisch-chemischen Industrie.

Übung 3. Bilden Sie aus den folgenden Wortgruppen entsprechende Zusammensetzungen, gebrauchen Sie das Bindeelement s, wo es nötig ist; übersetzen sie ins Ukrainische:

- das Verdienst des Wissenschaftlers -
- die Lehre der Struktur -
- die Weise der Erklärung -
- die Formeln der Struktur -
- der Bau der Moleküle -
- die Art der Darlegung -
- die Struktur der Isomerie -
- die Verteilung der Atome -
- die Theorie von Typen -
- die Synthese des Zuckers -
- der Alkohol aus Isobutyl -
- die Entdeckung der Atomigkeit -

Übung 4. Übersetzen Sie ins Deutsche:

1. А.М. Бутлеров - видатний російський вчений, що плідно працював в області органічної хімії.
2. Як ми дізналися, основна заслуга цього вченого полягає в тому, що він обґрунтував теорію хімічної будови.
3. Згідно цієї теорії, властивості речовин визначаються порядком зв'язків атомів у молекулах і їх взаємним впливом.
4. А.М. Бутлеров пояснив також явище ізомерії.
5. Вченому вдалося отримати ізобутилен і відкрити реакцію його полімеризації.
6. А.М. Бутлеров двічі побував у Німеччині і мав змогу познайомитися з таким видатним німецьким вченим, хіміком-органіком, як А. Кекуле.
7. Як відомо, А. Кекуле запропонував у 1865 році циклічну формулу бензолу.

8. З 1869 року А.М. Бутлеров живе і працює в Петербурзі, обладнує власну лабораторію і проводить свої дослідження.

9. Разом тим він часто виступав зі своїми лекціями перед студентами та викладачами, а також приймав активну участь у "Російському хімічному товаристві".

W.W. Ostwald (1853—1932)

Wenn Sie das Lexikon für Wissenschaft und Technik aufschlagen und den Namen Ostwald finden, so können Sie dort lesen: Ostwald, Wilhelm 1853—1932, Professor in Riga und Leipzig, entdeckte 1888 das Verdünnungsgesetz, das die elektrolytische Dissoziation aus der Konzentration der Lösung ableitet. Er erforschte die chemische Reaktionsgeschwindigkeit und die Katalyse und stellte eine Farbenlehre auf. 1909 erhielt er den Nobelpreis für Chemie.

Sie können sich bereits vorstellen, dass W. Ostwald — einer der Begründer der physikalischen Chemie und ihr bedeutendster Organisator sich in seinem Leben sehr universell betätigt hat.

W. Ostwald wurde am 2. September 1853 in der Familie eines Böttchers in Riga geboren. Schon in seiner Kindheit interessierte er sich für Naturwissenschaften, Chemie (er hatte zu Hause eine kleine Laboratoriumsausstattung), Malerei. Später stellte der Forscher sogar fest, dass er seine große Lebensleistung, die Schaffung der messenden Farbenlehre, nicht hätte vollbringen können, wenn er sich nicht von Jugend an mit den Trägern der Farbe, den Farbstoffen, vertraut gemacht hätte.

In seiner Selbstbiographie „Lebenslinien“ schrieb er: „Überhaupt komme ich beim Überblick über den Inhalt meines Arbeitslebens zum Ergebnis, dass jede der mannigfaltigen Betätigungen und Liebhabereien meiner jungen Jahre, sich in der Folge nutzbringend, oft sogar als grundlegend für spätere Leistungen erwiesen hat...“

Im Jahre 1872 bezog er die Universität in Dorpat (Tartu) und die Chemie hielt ihn ganz gefangen.

Nach Beendigung der Universität hat W. Ostwald die Laufbahn als Forscher und Lehrer betreten. In seiner Kandidatenarbeit „Über die chemische Massenwirkung des Wassers“ beschäftigte er sich mit den Fragen der chemischen Verwandtschaft der Stoffe, der Geschwindigkeit des Verlaufs

chemischer Vorgänge. Nach der Magisterpromotion wurde er Assistent an der Universität und nach der Doktorpromotion — Privatdozent für Chemie.



Im Jahre 1881 wurde Ostwald als Professor für Chemie an das Polytechnikum in Riga berufen, wo er ordentlicher Professor der Chemie wurde. Seine Vorlesungen waren sehr beliebt, leicht verständlich und populär. Man konnte damals z. B. solch ein Gespräch zwischen zwei Studenten hören:

— Hast du schon den neuen Professor gehört?

— Nein, was ist? —

— Du musst ihn hören, da geht Chemie in den Kopf, wie mit der Schaufel.

1887 hat man ihm den Lehrstuhl für physikalische Chemie in Leipzig angeboten. Die zwei Jahrzehnte auf diesem Lehrstuhl bedeuteten den Höhepunkt seines Schaffens. Die wichtigsten Forschungsergebnisse von Ostwald fallen in die Leipziger Periode.

W. Ostwald hat als Forscher die Chemie auf zwei Gebieten bereichert: auf dem der Elektrochemie und dem der Kinetik, insbesondere der Katalyse. Noch 1884 lernte er den Namen Arrhenius kennen, und die Zusammenarbeit mit dem bahnbrechenden schwedischen Forscher führte zum großen Erfolg. Schon seine frühen Arbeiten (in Riga) haben eine wichtige Entdeckung demonstriert. Es ergab sich (1883), dass der Stärke der Säure ihre katalysierende Kraft auf Hydrolyse von Methylacetat und von Rohrzucker proportional ist, was an 23 Säuren bewiesen wurde. Der Stärke der Säure

erweist sich auch ihre elektrische Leitfähigkeit proportional. Die Wichtigkeit dieser Entdeckung hat damals niemand richtig anerkannt. Als wenige Jahre später die fundamentale Arbeit von Arrhenius erschien, in der er die Ionentheorie, die Lehre von den elektrisch geladenen Atomen und Molekülen, begründet, und wo die Gefrierpunktniedrigung der schwachen Elektrolyte mit ihrer Leitfähigkeit verbunden wird, klärte sich auf einmal alles auf. Jetzt konnte der leitende Gedanke Ostwalds entstehen, dass die Ionenkonzentrationen unabhängig von ihrer elektrischen Ladung genau so geregelt sein müssen, wie die Konzentrationen der Materie durch das Massenwirkungsgesetz geregelt werden. Diesen Gedanken weiter entwickelnd gelingt Ostwald seine wohl bedeutendste Entdeckung auf diesem Gebiet, die Aufstellung des nach ihm benannten Verdünnungsgesetzes, das die Beziehung für die Abhängigkeit der elektrolytischen Dissoziation von der Konzentration der Lösung ableitet.

Dieses Gesetz wurde an 242 Säuren geprüft. Von Jahr zu Jahr wächst die Zahl seiner Arbeiten zur Ionentheorie, in denen er neue Aussichten eröffnet. Das sind: „Über die Beziehungen der Zusammensetzung der Ionen und ihrer Wandergeschwindigkeit“, „Über die Farbe der Ionen“ usw.

Aber Ostwalds wahrhaft großes Werk und nach eigener Auffassung „seine selbständigste und erfolgreichste chemische Leistung“ sind seine Forschungsergebnisse über die Katalyse. Man versteht unter diesem Wort die Beschleunigung eines chemischen Prozesses durch sehr geringe Mengen einer Fremdschubstanz, die im Endprodukt nicht erscheint, sich aber bei der Reaktion auch nicht verbraucht.

W. Ostwald ist der erste, der diese Erscheinung klar erfasst und in ihrem eigentlichen Wesen erkannt hat. Er formulierte folgenderweise seinen Gedanken: „Katalyse ist die Beschleunigung eines langsam verlaufenden Vorgangs durch die Gegenwart eines fremden Stoffes.“ Die Katalyse hatte umwälzende Bedeutung für die Stickstoffindustrie, und Ostwald zusammen mit anderen Forschern hat das großtechnische Verfahren der Ammoniaksynthese und- Verbrennung entwickelt.

Die moderne Großproduktion von Kontaktschwefelsäure, von Salpetersäure, von Ammoniak, Alkohol, Essigsäure, also Grundstoffen der gesamten chemischen Industrie, ist ohne Katalyse und Katalysatoren nicht denkbar. Die Katalysatoren, die nur bestimmte Teilvorgänge beeinflussen und andere unberührt lassen, ermöglichen die Durchführung von zahlreichen stofflichen Prozessen, ohne die das gegenwärtige Leben kaum vorstellbar ist.

Als Anerkennung für seine Arbeiten über Katalyse sowie für seine dafür grundlegenden Untersuchungen über chemische Gleichgewichtsverhältnisse und Reaktionsgeschwindigkeit wurde ihm im Jahre 1909 der Nobelpreis verliehen.

Als hervorragender Experimentator hat Ostwald die meisten seiner Arbeiten teils selbst erfunden und eigenhändig erheblich verbessert. Sein Verdienst auf dem Gebiet der physikalischen Chemie ist auch sehr groß. Wenn sein Name mit van't Hoff und Arrhenius genannt wird, so liegt es daran, dass in meiner Person sich der organisatorische Faktor, welchen eine derart schnelle und weitreichende Gestaltung eines Wissensgebietes nicht stattfinden kann". W. Ostwald war ein Lehrer, und das Labor, das er in Leipzig leitete, war damals die physikalisch-chemischen Forschung. „Eine halbe Stunde gesprochen, gibt ein halbes Jahr Arbeit“, — so hat ein Fachkollege seine Ideenfülle.

W. Ostwald hat der physikalischen Chemie die Grundlagen gegeben, er hat zu ihrer Fortentwicklung beigetragen. In Ostwalds zahlreichen Lehrbüchern niedergelegt. Seine Originalität ist keine registrierende, sondern eine systematisierende, so dass er die Lehre von der chemischen Verwandtschaft auf der Thermodynamik.

Der Weiterentwicklung der Wissenschaft diente auch die „Zeitschrift für physikalische Chemie“, die Ostwald zusammen mit van't Hoff 1887 gründeten. Die redaktionelle Arbeit führte Ostwald zur Schaffung einer internationalen Organisation der chemischen Wissenschaften, die Ostwald führend mitgewirkt. Im Jahre 1911 wurde in Deutschland, Englands und Frankreichs die Gründung der „Internationalen Union der Chemischen Gesellschaften“ beschlossen, der allmählich zwanzig Staaten beitraten, und deren erster Präsident Ostwald war.

Am Ende seines Lebens schuf er eine neue Lehre der Farbenlehre hat einerseits viele Widersprüche hervorgebracht, aber das große Problem der Farbmessung in großen Zügen mit der Schaffung der Farbmessung.

W. Ostwald verschied am 4. April 1932. Er war ein bedeutender Chemiker und ein hervorragender Pädagoge.

Wortschatz zum Thema

die Gebieten be-	и	Gebieten be-
das Verdünnungsgesetz –es, -e	-	закон розрідження
der Nobelpreis –es, -e	-	нобелівська премія
der Böttcher –s, =	-	бондар
die Naturwissenschaft –en	-	природознавство
sich mit etw. vertraut machen	-	знайомитись з
die Betätigung –en	-	1. діяльність; 2. und von
sich erweisen (ie, ie)	-	виявлятися

die Universität beziehen
 die Verwandtschaft –en
 der Vorgang –es , -gänge
 die Promotion –en
 berufen werden zu (Dat.)
 der ordentliche Professor
 anbieten (bot an, angeboten)
 bereichern mit (Dat.)
 der Erfolg –es , -e
 die Entdeckung –en
 der Rohrzucker –s , =
 die Säure –n
 die Leitfähigkeit –en
 sich aufklären
 der leitende Gedanke
 die neuen Aussichten eröffnen
 die Laufbahn –en
 ein bahnbrechender Forscher
 eine umwälzende Bedeutung haben

die Stickstoffindustrie
 die Beschleunigung –en
 umwälzen

die Schwefelsäure
 die Salpetersäure
 die Gleichgewichtsverhältnisse
 die Untersuchung –en
 verleihen (verlieh, verliehen)
 sich ergeben
 das Verdienst auf dem Gebiet
 eine weitreichende Gestaltung
 die Ideenfülle
 beitragen zu (Dat.)
 niederlegen
 den Widerspruch hervorrufen

- поступати в університет
 - спорідненість (хімічна)
 - процес
 - захист дисертації
 - бути покликаним до чогось
 - почесний професор
 - пропонувати
 - збагачувати
 - успіх
 - відкриття
 - тростинний цукор
 - кислота
 - провідність
 - вияснятися
 - основна думка
 - викладати нові погляди
 - кар'єра
 - дослідник-новатор
 - мати заперечне (спростовне)
 значення
 - азотна промисловість
 - прискорення
 - здійснювати переворот
 (у суспільному житті)
 - сірчана кислота
 - селітрова кислота
 - співвідношення рівноваги
 - дослідження
 - нагороджувати (премією)
 - виявлятися
 - заслуга в області
 - широкі чіткі обриси
 - багатство ідей
 - сприяти чомусь
 - висловлювати писемно
 - викликати протиріччя

Übung 1. Beantworten Sie folgende Fragen zum Text:

1. Wer ist W. W. Ostwald ?

2. In welcher Familie wurde er geboren?
3. Welches Gesetz entdeckte er im Jahre 1888?
4. Hat sich W.W. Ostwald in seinem Leben als einer der Begründer der physikalischen Chemie sehr universell mit den wissenschaftlichen Problemen betätigt?
5. Wofür interessierte er sich von Kindheit an?
6. Hatte er zu Hause eine kleine Laboratoriumsausstattung?
7. Waren seine Interessen vielfältig?
8. Könnte er seine große Lebensleistung vollbringen, wenn er sich nicht von Jugend an mit den Farbstoffen vertraut gemacht hätte?
9. Wann bezog er die Universität in Dorpat (Tartu)?
10. Welche Laufbahn hat W. W. Ostwald nach der Beendigung der Universität betreten?
11. Welche Ansichten hat er in seiner Kandidatenarbeit dargelegt?
12. Wurde W. Ostwald 1881 als Professor für Chemie an das Polytechnikum in Riga berufen?
13. Waren seine Vorlesungen sehr beliebt?
14. Wie schätzten ihn die Studenten ein?
15. Hat man ihm 1887 den Lehrstuhl für physikalische Chemie in Leipzig angeboten?
16. Bedeuteten 2 Jahrzehnte auf diesem Lehrstuhl den Höhepunkt seines Schaffens?
17. Fielen die wichtigsten Forschungsergebnisse von Ostwald in die Leipziger Periode?
18. Hat W. Ostwald als Forscher die Chemie auf zwei Gebieten bereichert?
19. Welchen Wissenschaftler lernte er 1884 kennen ?
20. Führte die Zusammenarbeit mit dem bahnbrechenden schwedischen Forscher zum großen Erfolg?
21. Welche bedeutende Entdeckung hat er in dieser Zeitperiode gemacht?
22. Hat er viele wissenschaftliche Werke geschrieben, wo er seine neuen Aussichten darlegte ?
23. Welches Werk von Ostwald war wahrhaft groß nach seiner Auffassung?
24. War W. Ostwald der erste, der die Forschungsergebnisse über die Katalyse sehr klar erfasst und in ihrem eigentlichen Wesen erkannt hatte?
25. Hatte die Katalyse eine umwälzende Bedeutung für die Stickstoffindustrie?
26. Was hat W. Ostwald zusammen mit den anderen Forschern entwickelt?

27. Wäre die moderne Großproduktion von Kontaktschwefelsäure, von Salpetersäure, von Ammoniak, Alkohol, Essigsäure usw. ohne Katalyse und Katalysatoren denkbar?

28. Wofür wurde ihm der Nobelpreis 1909 verliehen?

29. Ist sein Verdienst auf dem Gebiet der Entwicklung der physikalischen Chemie sehr groß?

30. War das Labor, das er in Leipzig leitete, die zentrale Stätte der physikalisch-chemischen Forschung?

31. Hatte der Wissenschaftler zusammen mit van't Hoff 1887 die "Zeitschrift für physikalische Chemie" gegründet?

32. Wurde 1911 in Paris die "Assoziation der chemischen Gesellschaften" gegründet, deren erster Präsident W. Ostwald war?

33. Was für eine Lehre hat er am Ende seines Lebens geschaffen?

34. Hat diese Lehre viele neue Widersprüche hervorgerufen?

35. Wann verschied der Wissenschaftler?

Übung 2. Erklären Sie bitte, wie diese Wörter gebildet sind und ob diese Wörter Internationalismen sind; übersetzen sie ins Ukrainische:

die Technik, die Konzentration, die Chemie, die Universität, die Magisterpromotion, die Kinetik, der Dozent, der Aspirant, der Professor, die Hydrolyse, die Katalyse, die Synthese, der Experimentator, die Thermodynamik, die Assoziation, das Instrumentarium, die Materie, der Paragraph, die Arithmetik.

Übung 3. Übersetzen Sie diese Wortgruppen ins Deutsche; bilden Sie Sätze mit ihnen:

один із засновників фізичної хімії; отримувати Нобелівську премію; займатися проблемою хімічної спорідненості речовин; захищати магістерську дисертацію; бути запрошеним на посаду професора хімії в політехнічний університет у місто Ригу; збагачувати науку хімію завдяки електрохімії та кінетиці; співпраця зі шведським дослідником-новатором; заслуга в галузі розвитку фізичної хімії; мати спростовне значення для азотної промисловості; сприяти подальшому розвитку хімії.

Übung 4. Finden Sie in den angeführten Sätzen die Partizipien, unterscheiden Sie zwischen dem Partizip I und II; übersetzen Sie diese Sätze ins Ukrainische:

1. W.W. Ostwald war ein erfahrener Wissenschaftler.

2. Das Verdünnungsgesetz 1888 entdeckt, wurde W. Ostwald bald in ganz Europa populär.

3. Die Schaffung der messenden Farbenlehre würde der Wissenschaftler nicht vollbringen können, wenn er sich nicht von Jugend an mit den Trägern der Farbe vertraut gemacht hätte.

4. Den Gedanken weiter entwickelnd, dass die Ionenkonzentrationen unabhängig von ihrer elektrischen Ladung sein müssen, gelang es W. Ostwald die bedeutendste Entdeckung zu machen.

5. Den Nobelpreis 1909 bekommen, begann der Forscher noch intensiver zu arbeiten und hat der physikalischen Chemie die rechte Ordnung gegeben.

6. Seine Ordnungstätigkeit ist keine registrierende, sondern eine systematisierende.

Sand — das Öl der Zukunft

Der Kongress war fast zu Ende. Fünf Tage lang hatten sich im Mai 2000 Experten aus aller Welt im norwegischen Tromsø Vorträge über jüngste Entwicklungen bei der industriellen Anwendung von Silizium angehört. Nun stand die letzte Rede auf dem Programm: „Silizium und Kupferoxid bei der Silikonherstellung - eine gefährliche Mischung?“ Die Reihen der Zuhörer hatten sich schon gelichtet. Etliche Teilnehmer waren bereits aus dem einsam am Nordpolarkreis gelegenen Tagungshotel mit seinen ausgestopften Bären und plüschigen Sesseln abgereist. Von denen, die ausharrten, dösten einige nur noch vor sich hin.

Auch Norbert Auner, Professor für anorganische Chemie an der Universität Frankfurt, lehnte sich zunächst ganz gelassen in seinen Sessel zurück. Das Thema der Referentin Gudrun Tamme, Chemikerin beim bayerischen Wacker-Konzern, einem der beiden weltweit größten Siliziumverarbeiter, war vertrautes Terrain für ihn. Auner ist Experte für Silizium. Das ist der Stoff, aus dem Computerchips bestehen, das Element, aus dem Silikone gemacht werden. Der Tausendsassa unter den modernen

Werkstoffen vergrößert nicht nur Busen und dichtet Fugen im Badezimmer. Er findet sich heute in den unterschiedlichsten Produkten. In Farben, Textilien, in Kosmetika oder Kontaktlinsen. Der Hinweis auf eine möglicherweise gefährliche Mischung war für Auner zwar neu, aber Außergewöhnliches erwartete er nicht. Vielleicht hatten die Wacker-Chemiker Probleme mit einem bisher unbekanntem Reaktionsprodukt, das ihnen die Rohre verstopfte. Doch der Professor tippte daneben - dieser Vortrag sollte sein Leben verändern.



NEUE FLAMME
Ein Nebenprodukt der
Silikon-Herstellung
konnte sich als Treibstoff
von morgen erweisen



Die Kernkraft
steht vor dem Aus,
die Erdölzeit ist in
einigen Jahrzehnten
vorbei. Was dann?
Ein deutscher
Chemiker hat jetzt
eine sensationelle
Alternative entdeckt,
die als Energiequelle
nahezu unbegrenzt
zur Verfügung steht.

Die Wacker-Wissenschaftlerin berichtete von einem merkwürdigen Zwischenfall, der sich zwei Jahre zuvor am Stammsitz des Konzerns in Burghausen nahe dem Wallfahrtsort Altötting ereignet hatte. Es passierte bei der Herstellung von Silanen, dem Vorprodukt für die Silikonfertigung. Die entstehenden flüssigen Silane enthalten noch eine Menge feinsten Verunreinigungen etwa aus reinem Silizium sowie Kupferoxid. Die kleinen Partikel werden herausgefiltert und dann, wenn sich genügend angesammelt haben, für die Kupferrückgewinnung in einem Silo gelagert. So wurde das seit Jahren bei Wacker praktiziert, und es hatte nie Probleme gegeben.

An jenem 3. Mai 1998 allerdings heizte sich das Pulver aus Silizium und Kupferoxid plötzlich auf. Die Temperatur im Tank stieg von normaler Raumwärme auf 200 Grad und hielt sich dort hartnäckig. Die Techniker rätselten, was passiert sein mochte. Aber noch sahen sie keinen Anlass zum Eingreifen. Am nächsten Tag wurde wegen starker Nachfrage ein weiterer Reaktor zur Silanherstellung angefahren und der herausgefilterte Silizium- und Kupferoxidstaub im Speichertank zusätzlich zu der vom Vortag vorhandenen Menge gelagert. Damit war der Behälter erstmals mehr als zur Hälfte gefüllt. Die Messinstrumente zeigten immer noch 200 Grad Hitze an, die höchste Temperatur, die sie anzuzeigen vermochten. Als Techniker Thermometer mit einem größeren Messbereich anschließen, sprangen die Werte auf 400 Grad. Im Tank war es doppelt so heiß wie zunächst vermutet.

Die Wacker-Chemiker reagierten sofort. Die ganze Produktionslinie wurde gestoppt, der Speichersilo von außen mit Wasser gekühlt. Im brodelnden Inneren des Stahlbehälters konnte es nicht eingesetzt werden. Denn in dem Gemisch aus Silizium- und Kupferoxidpulver gab es Siliziumverbindungen, die mit Wasser heftig reagiert hätten. Deshalb bliesen die Chemiker mit Schläuchen Stickstoff in den Tank, ein Gas, das normalerweise überbordende chemische Reaktionen mit Sauerstoff erstickt. Deshalb der Name Stickstoff.

Doch in diesem Fall schien das Gas das Feuer nur noch mehr anzufachen. Durch Luken in der Spitze des Silos konnten die Chemiker im Inneren rotglühende Placken erkennen, die wie Lava brodelten. Sofort wurde die Stickstoffdusche abgedreht. Stattdessen pusteten die Techniker das Edelgas Argon in den Behälter. Die Temperatur begann endlich zu sinken.

Den Forschern heiß der Zwischenfall keine Ruhe. In Laborexperimenten fanden sie nach und nach heraus, dass in dem Lagertank eine Kettenreaktion abgelaufen war. Zuerst hatten Beimengungen von Chlormethan mit Siliziumpulver reagiert, ein Prozess, der Chemikern seit langem geläufig ist und bei dem Energie in Form von Wärme frei wird. Diese Hitze genügte, damit sich weiteres Silizium mit dem Kupferoxidstaub verband - auch das eine bekannte chemische "Verbrennung". Die Temperatur

im Speichertank war dadurch weiter angestiegen. Als dann der Stickstoff eingehlasen wurde, geschah allerdings, was bisher noch in keinem Lehrbuch beschrieben ist. Wie vorher mit dem Sauerstoff des Kupferoxids reagierte das Silizium auch mit Stickstoff. Um die 500 Grad hatten als Startwärme offenbar genügt. Danach aber war die Hitze explosionsartig angestiegen. In der Asche fand sich Siliziumnitrid, eine Stickstoffverbindung, die im Tank zu Klumpen zusammengesintert war. Silo-Bauteile aus Eisen waren weggeschmolzen. Berechnungen ergaben, dass die Temperaturen stellenweise auf bis zu 6000 Grad geklettert sein konnten.

Am Ende ihres Vortrags dankte die Wacker-Chemikerin und wünschte eine gute Heimreise. Professor Auner nahm das einsetzende Stimmengewirr der mehr als 300 Konferenzteilnehmer gar nicht mehr wahr. Er vergaß alles um sich herum - das Hotel mit seiner verblichenen Pracht, die grandiose Schneelandschaft vor dem Fenster. In seinem Kopf gab es nur noch einen Gedanken: Da war er endlich, der Beweis für eine chemische Reaktion, auf die er schon lange gesetzt hatte. Deren Existenz bedeutete für ihn nicht weniger als einen ganz neuen Ansatz zur Lösung der zukünftigen Energieprobleme der Menschheit. Autos könnten vielleicht schon übermorgen von Keramikmotoren oder Strahltriebwerken angetrieben werden, aus denen nicht Abgase quellen, sondern Sand.

Die derzeit steigenden Benzinpreise sind erste Anzeichen für den Anfang vom Ende für Erdöl, Kohle und Gas, chemisch alle Verbindungen des Kohlenstoffs. Dieses Element ist nicht besonders häufig auf unserem Planeten, Luft, Wasser und Erde enthalten weniger als 0,2 Prozent. Jeden Tag verbrauchen die Menschen heute mehr Erdöl, als sich in 1000 Jahren gebildet hat. Gleichgültig, ob es noch 40 Jahre reichen wird oder mehr als 100, wenn auch die Lagerstätten mit Ölsänden ausgebeutet werden - vom Ende des gerade begonnenen Jahrtausends aus gesehen wird das Zeitalter des Kohlenstoffs als Energielieferant nur eine kurze Episode in der Geschichte der Menschheit gewesen sein.

Wie Kohlenstoff „verbrennt“ auch Silizium zusammen mit Sauerstoff. Silizium aber gibt es - chemisch gebunden - in praktisch unbegrenzten Mengen auf dem Globus. Außer Sauerstoff ist es das häufigste Element der Erdkruste, denn es steckt in den meisten Sandkörnern. Eine Zivilisation, der es gelingt, das silbern glänzende Metall zu vertretbaren Kosten als Energieträger zu nutzen, wäre aller Sorgen um die Endlichkeit ihrer Ressourcen ledig. Die Menschen brauchten keine Angst mehr zu haben, dass eines Tages die Lichter ausgehen und Garagen in Pferdeställe umgebaut werden müssen.

Als Energieträger kann Silizium sogar mehr als Erdöl oder Kohle. Anders als Kohlenstoff verbrennt sich das Metall auch mit Stickstoff, dem mit Abstand größten Bestandteil der Luft. Bislang allerdings waren die Chemiker davon überzeugt, dass diese Reaktion erst bei extrem hohen Temperaturen unter Mithilfe eines Eisenkatalysators abläuft. Dabei müsste so viel Hitze in den Prozess investiert werden, dass die Gesamtreaktion für ein Energiekonzept unrentabel wäre.



**KREISLAUF EINES
KRAFTSTOFFS** *Silizium, aus
Sand gewonnen, ist ein bewährter
Werkstoff, zum Beispiel für
Computerchips. Als Nebenprodukt
bei der Herstellung entsteht
Tetramethylsilan (TMS). Die
entzündliche Flüssigkeit hat eine
Energiedichte wie Benzin.
Sie verbrennt zu Sand*

Auner mochte seit längerem nicht so recht daran glauben, dass es nur diesen Weg geben sollte. Im vergangenen Jahr begann er zu überlegen, ob sich mit einem Trick die Silizium-Stickstoff-Reaktion nicht auch bei niedrigeren Temperaturen zünden lässt. Kollegen, die er darauf ansprach, waren pessimistisch: „Dann such mal schön“.

An jenem Freitagnachmittag im Konferenzsaal des Hotels Rica war ihm sofort klar, dass er seine eigenen Experimente abrechnen konnte. Was sich bei Wacker ereignet hatte, war mehr als eine Produktionspanne. Darüber waren sich Auner und Richard Weidner, Forschungsleiter bei den Wacker-Silikonen, abends beim Bier schnell einig. Der Zwischenfall lieferte das

Rezept, Silizium und Stickstoff unter Freisetzung von Energie miteinander reagieren zu lassen — und zwar bei vergleichsweise „kühlen“ Temperaturen um die 500 Grad und nicht bei 1500 bis 2000, wie die Chemiker bisher annahmen. Als Zutaten würde pulverisiertes Silizium und wahrscheinlich gemahlenes Kupferoxid gebraucht.

Aus der Wüste in die Metropolen: Der Bodenschatz Sand liefert Treibstoff und Wärme



In der Natur gibt es kein reines Silizium. Es ist immer chemisch gebunden, meist mit Sauerstoff. Dieses Siliziumdioxid ist nichts anderes als gewöhnlicher Quarzsand und Quarzgestein, aus dem drei Viertel der Erdkruste bestehen. Der Grund für die Häufigkeit ist einfach: Kaum eine andere chemische Verbindung hält so stark zusammen wie das silberne Metall und der Sauerstoff. Es braucht deshalb viel Energie, um die beiden

Elemente wieder auseinander zu reißen. Die zur Trennung benötigte Power geht allerdings nicht verloren. Sie schlummert unsichtbar im Silizium. Das reine Metall wird zu einer Art Batterie mit einer ähnlichen Energiedichte wie Kohlenstoff: Ein Pfund Silizium ergibt etwa so viel Energie wie ein Pfund Kohlenstoff. Die im Silizium enthaltene chemische Kraft kann jederzeit wieder freigesetzt werden, indem Silizium mit Sauerstoff oder Stickstoff „verbrannt“ wird. Silizium eröffnet einen bislang ungenutzten Weg, Energie zeitlich unbegrenzt zu speichern und sicher zu transportieren.



Genau ein solches Trägermedium wird händierend gesucht. Von ihm hängt die Zukunft der regenerativen Energien ab - und damit das Schicksal der Menschheit. Bislang werden kleine Solaranlagen und Windräder in die Landschaft gesetzt, und die Elektrizität fließt ins regionale Stromnetz. Aber Deutschland ist weder besonders sonnig noch windig. Wenn die alternativen Energieformen aus ihrer Nischenrolle heraus wollen, müssen ihre Quellen dort genutzt werden, wo sie reichlich vorhanden sind. Sonne etwa in Nordafrika, Wind in Schottland, Erdwärme auf Island, Wasserkraft in Kanada oder Norwegen. Doch wenn von dort die Elektrizität per Kabel in weit entfernte Ballungszentren geschafft werden soll, geht unterwegs viel verloren. Deshalb hängt der Erfolg des Öko-Stroms davon ab, dass eine Lösung gefunden wird, ihn billig zu speichern und sicher ans Ziel zu bringen.

Das gilt noch mehr fürs Autofahren. Sonne lässt sich nicht direkt tanken. Kaum jemand sieht eine wirtschaftlich praktikable Lösung darin, dass nach dem Ende der Ölzeit nur noch solarbetriebene Vehikel über die Autobahnen schnurren - und das auch nur, solange der Himmel blau ist. Bei schlechtem Wetter stehen sie in der Garage.

Gesucht wird deshalb ein Ersatz für Benzin -auch hier könnte Wackers „Störfall“ den Weg zu neuen Lösungen weisen. Bisheriger Favorit dafür ist Wasserstoff. In einem europäischkanadischen Projekt etwa soll er genutzt werden, um Energie nach Hamburg zu transportieren. Kanadische Stauseen würden den Strom liefern, um Wasser in das energiereiche Gas umzuwandeln, das dann verflüssigt per Tankschiff über den Atlantik verfrachtet wird. In Deutschland soll der Wasserstoff Busse und Kleinkraftwerke antreiben.

Der Treibstoff hat einen gigantischen Vorteil vor dem Kohlenstoff und dessen Verbindungen. Wenn er verbrennt, quillt kein klimaschädliches CO₂ aus dem Schornstein oder Auspuff. Reagieren Wasserstoff und Sauerstoff miteinander, entsteht allein sauberes Wasser. Ökologisch ein idealer Treibstoff.

Wie viel Platz braucht die gleiche Energiemenge?

Alternative Pkw-Treibstoffe im Vergleich zu Diesel und „Siliziumbenzin“

Treibstoff	Diesel	Siliziumbenzin	Flüssiger Wasserstoff	Wasserstoff in Metallhydrid	Wasserstoffgas	Hochtemperaturbatterie	Bleibatterie
Tankdruck	1 bar	1 bar	1 bar	1 bar	300 bar	-	-
Temperatur	20°C	20°C	-253°C	20°C	20°C	-	-
Volumen (Liter)	60	60	250	550	1250	3830	7110
Masse (kg)	50	38,8	100	1250	450	4170	20 000

Außerdem braucht für das Energiegas keine ganz neue Antriebstechnik erfunden zu werden. Herkömmliche Kolbenmotoren, nur leicht modifiziert, schlucken Wasserstoff problemlos. Für Brennstoffzellen ist es sogar der Lieblingstreibstoff. Automobilkonzerne stecken gerade Milliarden in diesen Antrieb. In vier Jahren sollen die ersten „Null-Emissions-Autos“ zum Verkauf bereitstehen.

Trotz solcher Vorteile kommt das europäisch-kanadische Wasserstoffprojekt nicht in Gang. Auch nach zwei Jahrzehnten Forschung haben sich einige Nachteile des Brenngases nicht ausräumen lassen. Der Wasserstoff muss auf minus 253 Grad gekühlt werden, damit er flüssig wird und weniger Tankraum beansprucht. Doch bei diesem Vorgang geht viel Energie verloren. Außerdem kriecht Wasserstoff selbst durch feinste Poren in Stahlwänden: Ein mit dem Flüssiggas gefüllter Autotank wäre in der Garage nach zehn Wochen leer.

Vor allem ist Wasserstoff extrem leicht entzündbar, noch leichter als Benzin. Kritiker des transatlantischen Projekts malen Schreckensbilder von Tankern, die kurz vor dem Hamburger Hafen explodieren. Die Wucht könnte nicht nur den Nobelvorort Blankenese verwüsten, sondern auch die Airbus-Werke auf der gegenüberliegenden Seite der Elbe. Es gibt Forscher, die aus solchen Gründen daran zweifeln, dass sich Wasserstoff als Hauptenergieträger durchsetzen wird.

Auch beim Verbrennen von Silizium entstehen keine Abgase. Wenn es sich mit Sauerstoff verbindet, wird Silizium wieder zu dem, woraus es gewonnen wurde harmloser Sand. Bei der Gewinnung des Metalls wird heute allerdings noch Kohle als Reaktionspartner gebraucht. So entsteht auch dabei Kohlendioxid. Professor Auner setzt da auf Techniken, das klimaschädliche Gas aus der Abluft herauszufiltern. In vergleichsweise wenigen großen Silizium-Fabriken weltweit wird das sehr viel einfacher und billiger zu machen sein, als den Schadstoff, den Millionen Benzinfahrzeuge ausstoßen, wieder einfangen zu wollen. Das festgehaltene CO₂ könnte, so neueste Erkenntnisse, in Methanol umgewandelt werden, ein möglicher Benzinersatz. Erst wenn es verbrannt wird, würde das Kohlendioxid in die Luft gelangen. Mittelfristig aber sind CO₂-freie Lösungen denkbar: biotechnologisch oder, darauf setzt Daniel Herbst vom Institut für Kraftfahrzeugbau der Uni Karlsruhe, mit Hilfe der Elektrolyse.

In puncto Sicherheit ist Silizium Spitze. Anders als etwa bei Uranbrennstäben werden beim Transport keine Sicherheitsbehälter nötig sein. Auch keine Hochdrucktanks wie beim Wasserstoff. Das Energiemetall könnte einfach auf einem Lastwagen durch die Gegend gekarrt werden. Und der Fahrer dürfte dabei sogar rauchen. Mit einer brennenden Zigarette sind Siliziumbrocken nicht anzuzünden, selbst mit einem Schneidbrenner nicht.

Umweltkatastrophen wie beim Untergang von Öltankern sind beim Silizium undenkbar. Wenn das Energiemetall zum Beispiel mit Hilfe billiger Wasserkraft in Kanada hergestellt und dann nach Europa verschifft würde, gäbe es bei einer Havarie keine Fernsehbilder von verölten Seehunden und jämmerlich sterbenden Wasservögeln. Die Siliziumladung würde bei einem Leck einfach in die Tiefe rauschen und sich am Meeresboden dann mit der Zeit wieder in Sand verwandeln.

Kraftwerke zum Verheizen von Silizium müssten allerdings erst noch entwickelt werden. Die meiste Energie würde bei einer Verbrennung mit reinem Sauerstoff frei. Trotzdem setzt Auner mehr auf die Reaktion mit Stickstoff. Denn dabei entsteht neben der Wärme eine Reihe von wirtschaftlich wertvollen Produkten. Der Chemiker: „Mit Stickstoff machen wir ökonomisch gesehen aus Sand Gold.“ In der Praxis werden Silizium-Kraftwerke wahrscheinlich mit normaler Luft betrieben. Die besteht zu fast 80 Prozent aus Stickstoff.

Die „Asche“ des Reaktors würde außer Sand vor allem aus Siliziumnitrid bestehen. Das ist ein ungiftiger Werkstoff für superharte, heute sehr teure Keramik. Die Industrie braucht die Substanz zum Beschichten anderer Materialien, um sie gegen Kratzer, Feuchtigkeit, Feuer oder Säuren zu schützen. Aus Siliziumnitrid lässt sich zudem problemlos Ammoniak machen, der Grundstoff für Stickstoff-Kunstdünger. Das eröffnet einen ganz neuen Weg zur Herstellung dieses unverzichtbaren Nährstoffes für Pflanzen, ohne den die Erde niemals die heute sechs Milliarden Menschen ernähren könnte. Seit fast hundert Jahren wird die Agrochemikalie in einem teuren Prozess - dem Haber-Bosch-Verfahren - hergestellt, das hohe Temperaturen und Drucke verlangt. Nach einer Studie, die kürzlich im Auftrag des amerikanischen Energieministeriums durchgeführt wurde, gehört dieser Prozess zu den größten Energiefressern in der Chemie - bei magerer Ausbeute. In den Chefetagen der Kunstdüngerproduzenten wie der BASF in Ludwigshafen dürften bald die Rechner angeworfen werden, um zu kalkulieren, was wirtschaftlicher ist. Es geht um die mit jährlich hundert Millionen Tonnen zweithäufigste Chemikalie, die weltweit produziert wird.

Sollte allerdings das Silizium das Erdöl oder Erdgas in großem Maß zu verdrängen beginnen, wird weit mehr Ammoniak anfallen, als für die Synthese von Kunstdüngern nötig ist. Doch das stechend riechende Gas enthält noch einen Teil der Energie, die vorher bei der Siliziumherstellung hineingesteckt werden musste: Ammoniak brennt. Auner sieht aber noch eine überraschendere Anwendung. Der Kunstdüngerrohstoff könnte auch als Wasserstofflieferant für die Brennstoffzelle im Auto dienen. Die Automobilkonzerne hätten längst auf Ammoniak gesetzt, glaubt Auner, wenn das Gas nicht so teuer wäre. Ammoniak ist zwar in höheren Konzentrationen

giftig und muss zur Verflüssigung auf minus 33 Grad heruntergekühlt werden. Trotzdem ist es viel leichter zu handhaben als reiner Wasserstoff. Ammoniak wird heute problemlos in großen Tanklastern durch die Gegend kutschert.

Das Silizium eröffnet noch weitere Möglichkeiten, Autos ohne Erdöl anzutreiben. Bei der Produktion der Silikone aus dem Metall, heute eine Megatonnen-Industrie, entsteht als Nebenprodukt eine brennbare Flüssigkeit. Dieses Tetramethylsilan (TMS) hat etwa die Energiedichte von Benzin, erzeugt allerdings auch Kohlendioxid. Klaus Höfelmann, Chef der Silikone bei Wacker weltweit, erinnert sich, dass auf dem Werksgelände einmal ein VW-Motor mit diesem Treibstoff gefüttert wurde. Einige Stunden lief die Maschine tadellos. Dann blieb sie stehen. In den Zylindern hatte sich Sand angesammelt.

Ähnliche Versuche waren vor 30 Jahren bei Dow Corning im US-Bundesstaat Michigan gelaufen. Trecker, mit TMS betankt, konnten auf dem Acker den entstehenden Sand einfach hinter sich fallen lassen. Nach drei Tagen gab es jedoch Probleme mit den Kolbenringen. Sie fraßen sich fest. Solche Schwierigkeiten lassen sich in Zukunft vielleicht durch Keramikmotoren lösen. Und auch dafür liefert Silizium zwei Grundstoffe, die neben Diamant zu den härtesten Materialien der Welt gehören: Siliziumnitrid und -karbid.

Trotzdem werden sich Autobahnen nicht in Wanderdünen verwandeln. Die entstehenden Sandteilchen sind so klein, dass eine Autokolonne eher eine weiße Staubfahne wie eine durchgehende Büffelherde in der Serengeti hinter sich herziehen wird. Über Deutschland würde sich langsam eine Schicht feinen weißen Sandes legen. Damit das jedoch nicht passiert, wird der Staub im Auto zurückgehalten. Beim Tanken kann der Fahrer den vollen Sandsack zurückgeben. Hausbesitzer mit einem TMS-Brenner im Keller müssten sich eine Sandkiste bauen.

Als in den siebziger Jahren bei Wacker in Burghausen der VW-Motor mit flüssigem Silizium-Treibstoff lief, beschäftigte sich auch an der Kölner Universität ein Chemiker mit dem Metall. Peter Plichta hatte ein ehrgeiziges Ziel. Er wollte ausprobieren, ob auch Silizium die Fähigkeit der Kohlenstoffatome besitzt, sich zu langen Ketten zu verbinden und so unterschiedliche chemische Substanzen zu bilden. Dieses Ziel erforderte Forschungsgemeinschaft Millionen in das Projekt gesteckt. Doch alles, was dabei herauskam, waren Moleküle mit nur zwei, drei, vier Siliziumatomen. Die Stoffe waren außerordentlich gefährlich und brannten wie Schießpulver. Plichta: „So stand es auch in den Lehrbüchern.“ Der junge Chemiker setzte darauf, dass Substanzen mit längeren Ketten aus Siliziumatomen stabiler sein

würden. Seine Experimente waren erfolgreich. Plichta lernte, stabile Silane herzustellen: „Sie sehen aus wie Biskinöl.“ Niemand dachte allerdings daran, sie als abgasfreie Treibstoffe einzusetzen.

Der Chemiker wandte sich seiner zweiten Leidenschaft zu: der Mathematik. Erst 20 Jahre später erinnerte er sich wieder an seine Kölner Experimente. Mit dem Düsseldorfer Unternehmer Klaus Kunkel sowie zwei Fachleuten für Verbrennungsprozesse und Raketenmotoren entwickelte er ein Konzept für einen Siliziumtreibstoff in der Raumfahrt. Andere Antriebe nutzen nur den Sauerstoff der Luft. Die Silane dagegen, daraufsetzt Plichta, auch den Stickstoff. Und der macht fast 80 Prozent der Atmosphäre aus. Raumschiffe könnten so am äußersten Rand der irdischen Lufthülle operieren, ohne extra Sauerstoff in den Orbit zu schleppen.

Die Idee stieß auf keine Gegenliebe. Die Industrie winkte ab. Auch Jürgen Rüttgers, letzter Zukunftsminister in der Regierung Kohl, ließ den Vorschlag in der Schublade verschwinden. Um mehr als nur Formeln auf dem Papier vorweisen zu können, wandte sich die Vierer-Gruppe an Professor Auner. Der Siliziumspezialist stellte ihnen einige Milliliter des Silanöls her, das dann am Fraunhofer Institut für Chemische Technologie auf seine Schubkraft untersucht wurde. Ergebnis bei der Verbrennung mit Sauerstoff: Das Silanöl war effizienter als der herkömmliche Raketen-treibstoff Hydrazin. Auch im Vergleich zum Benzin schnitt die Siliziumflüssigkeit gut ab. Sie erzeugte beim Verbrennen fast genauso viel Energie. Plichta setzt deshalb auf Autos, die eines Tages mit modifizierten Strahltriebwerken aus der Raumfahrt über die Autobahnen zischen.

Sind das Hirngespinnste wie die „kalte Fusion“, die vor einigen Jahren durch die Weltpresse geisterte? Damals meinten zwei Forscher, einen Weg gefunden zu haben, wie die Fusionsvorgänge, denen die Sonne ihre gigantische Glut verdankt, auf der Erde bei Zimmertemperatur nachgeahmt werden könnten. „Ich habe damals gleich nicht daran geglaubt, noch bevor sich das Ganze als Messfehler herausstellte“, sagt Udo Pernisz, Physiker beim amerikanischen Unternehmen Dow Corning, das Produkte auf Siliziumbasis herstellt. Beim Einsatz von Silizium als Energieträger sieht für den Schwaben die Sache ganz anders aus. Denn die chemischen Grundtatsachen sind unbestritten. Mit Ausnahme der Ergebnisse von Wacker waren alle anderen Fakten den Fachleuten bekannt. Pernisz: „Es musste nur jemand wie Norbert Auner kommen, um die einzelnen Mosaiksteinchen zu einem Gesamtkonzept zusammenzusetzen.“

So sieht es auch Gordon Fearon, ein britischer Silizium-Chemiker, der lange Jahre die Forschung bei Dow Corning leitete und heute in den USA als Industrieberater tätig ist: „Wir müssen Professor Auner zu seiner Vision gratulieren.“ Auch nach dem Urteil des Walisers eröffnen die Ideen des

Deutschen ganz neue Optionen für einen umweltfreundlichen Energieträger. Fearon: „Vor allem das Konzept eines synthetischen Brennstoffes auf der Basis von Silizium sollte schnell angegangen werden.“ Der amerikanische Silizium-„Papst“ Professor Robert West von der Universität Wisconsin in Madison warnt allerdings vor zu schnellen Erwartungen: „Es wird sicher zehn, zwanzig Jahre Grundlagenforschung erfordern, um Auners Ideen technisch umzusetzen.“

So lange wollen die beiden weltweit größten Siliziumverarbeiter, Dow Corning und Wacker Chemie, nicht warten. „Für uns sind diese Möglichkeiten wirklich aufregend“, sagt James White, Forschungsleiter bei Dow Corning in Midland. Und weiter: „Da könnte sich auch ein ganz neuer Zugang zur Silikonherstellung eröffnen.“ Bisher ist dabei Chlor nötig, das zwar recycelt wird, dessen Einsatz aber aus Gründen des Umweltschutzes problematisch ist. Außerdem lässt sich mit der Stickstoffverbrennung wahrscheinlich ein Produktionsschritt einsparen. Um dazu notwendige Entwicklungen voranzutreiben, wird in den Vorstandsetagen der beiden Erzrivalen erstmals an Zusammenarbeit gedacht. Überlegt wird sogar, ein gemeinsames Forschungsinstitut zusammen mit Auner zu gründen, der inzwischen etliche Patente angemeldet hat.

Für die Realisierung eines alternativen Energiekonzeptes sind Wacker und Dow Corning allerdings nicht groß genug. Auner: „Da müssen auch die Energiekonzerne, die Ammoniakproduzenten und die Autohersteller mit ins Boot.“ Die wissen allerdings noch nichts von ihrem Glück. Nach Schätzung von Richard Weidner, Forschungsleiter des Geschäftsbereiches Silikone bei Wacker, kostet der synthetische Treibstoff, der heute als Nebenprodukt bei der Silikonherstellung anfällt, etwa so viel wie Benzin - vorausgesetzt, der Staat würde beim Siliziumsprit auf Steuern verzichten. Zuerst könnte es dazu benutzt werden, dass bei einer Ölkrise wenigstens die Rettungswagen noch fahren können und in den Kliniken die Heizungen nicht ausgehen.

Heinz Riesenhuber, ehemaliger Forschungsminister und heute als Chemieprofessor Kollege von Auner an der Universität Frankfurt, nutzte alte politische Verbindungen, um das Berliner Wirtschaftsministerium auf das revolutionäre Energiekonzept aufmerksam zu machen. Die Beamten reagierten prompt.

*Stern 2000/46
S. 120-135.*

Wortschatz zum Thema

die Kernkraft	- ядерна енергія
zur Verfügung stehen	- бути в розпорядженні
Dünen in der Wüste aufdünen	- нагромаджувати дюни в пустелі
gelassen	- спокійно, холоднокрівно
das Sizilium -s	- кремній
der Kohlenstoff -(e)s	- вуглець
das Siliziumdioxid -(e)s	- оксид кремнію
der Sauerstoff -(e)s	- кисень
sich erweisen (ie, ie)	- виявлятися
die Erdkruste	- земна кора, верхня оболонка Землі
nutzen	- використовувати
etliche Teilnehmer	- деякі учасники
der Wasserstoff -(e)s	- водень
erfinden (a, u)	- винаходити
verstopfen	- закупорювати, засмічувати
die Wüste -, -n	- пустеля
der Energiebedarf -s	- витрата енергії (пального)
decken	- покривати
liefern	- постачати
der Treibstoff -(e)s	- рідке паливо
der Auspuff -(e)s, -e u püffe	- вихлоп, випуск (газів)
das Stromnetz -(e)s, -e	- електромережа
der Schornstein -(e)s, -e	- димова труба
der Sand -(e)s, -e	- пісок
ein harmloser Sand	- звичайний пісок
die entzündliche Flüssigkeit	- рідина, що загоряється
die Energiedichte	- концентрація енергії
verbrennen (verbrannte, verbrannt)	- згорати
das Aus	- за межами поля
der Überfluss -es, -flüsse	- надлишок
mahlen (mahlte, gemahlen)	- молоти, подрібнювати
das Gestein -(e)s, -e	- гірська порода (каміння)
der Rohstoff -(e)s	- сировина
die Anwendung -, -en	- застосування
das Haftglas -es, -gläser	- скло, що замінює окуляри
errichten	- 1. споруджувати; 2. створювати
dauerhaft	- тривалий
speichern	- акумулювати, накопичувати
der Tausendsassa -s, = u -s	- ловелас

Fugen im Badezimmer dichten

die Busen vergrößern	- збільшувати груди
gen Silane enthalten	- ті, що містять силани
die Verunreinigung -, -en	- забруднення
das Kupferoxid od. Kupferoxyd -(e)s, -e	- оксид міді
die Partikel -, -n	- частинка
der Tank -(e)s, -s u -e	- бак для пального
den Tankraum beanspruchen	- заливати бак
steigen (ie, ie)	- підніматися (до), сягати
sich halten (ie, a)	- зберігатися, утримуватися
der Anlass -es, -lässe	- привід (до)
das Eingreifen -s	- тут: втручання
die Nachfrage -, -n (nach, in Dat.)	- попит (на щось)
gelagert werden	- бути розташованим (розміщеним)
zur Hälfte gefüllt sein	- бути наповненим до половини
der Behälter -s, =	- резервуар
die Hitze	- спека
vermögen	- бути в змозі, могли
der Wert -(e)s, -e	- тут: (мат.) значення, величина
springen (a, u)	- тут: сягати, піднятися
vermuten	- думати, вважати
blasen (ie, a)	- дути
das Schläuchen -s	- трубочка, шланг
der Stickstoff -(e)s	- азот
in diesem Fall	- у цьому випадку
anfachen	- роздувати
das Verheizen -s	- згорання
der Schneidbrenner -s, =	- різак, різальний пальник
quellen (o, o)	- бити ключем, пробиватися
die Industrie winkte ab	- промисловість не запрошувала
scheinen (ie, ie)	- тут: здаватися
die Placke -, -n	- пляма
rotglühende Placken erkennen (a, a)	- розпізнавати розпечені до червоного полум'я плями
brodeln	- кипіти, бурлити
abdrehen	- тут: перекидати, відключати
pusten	- тут: дути
das Edelgas Argon	- інертний газ аргон
die Freisetzung von Energie	- вивільнення енергії

sinken (a, u)	- спадати, знижуватися (про температуру)
die Zutat -, -en	- домішка
schlummern	- тут: таїтися
eine kleine Solaranlage	- маленький солярний пристрій
vorhanden sein	- бути в наявності
eine wirtschaftlich praktische Lösung	- економічно-практичне вирішення (розв'язання)
das Vehikel -s, =	- тут: речовина, що розчиняється
schnurren	- гудіти
umwandeln	- перетворювати
der Vorteil -(e)s, -e	- перевага, вигода
der Nachteil -(e)s, -e	- втрата, збитки
sich durchsetzen	- тут: перемагати
die Maschine lief tadellos	- машина їхала бездоганно
geistern	- бродити (як привид)
das Hirngespinnst -es, -e	- вигадка, вимисел, химера, нездійсненна мрія
die Büffelherde	- стадо буйволів
der Rettungswagen -s, =	- машина швидкої допомоги
prompt reagieren	- реагувати швидко
die Steuer -, -n	- податок
auf Steuern verzichten	- відмовлятися від податків
das Trägermedium -s, -dien	- основа середовища
der Ansatz zur Lösung	- підхід до розв'язання
die Kettenreaktion	- ланцюгова реакція
die Produktionslinie wurde gestoppt	- лінія виробництва була зупинена
die Ballung -, -en	- накопичення
das Terrain -s, -s	- тут: ґрунт, основа
der Untergang -(e)s, -gänge	- катастрофа, аварія
BASF - Badische Anilin und Sodafabrik	- Баденська фабрика з виробництва аніліну та соди
der Beamte -en, -en	- службовець
der Rivale -n, -n	- суперник
die Ideen umsetzen	- реалізувати ідеї

Übung 1. Beantworten Sie folgende Fragen zum Text:

1. Auf welchen Anlass versammelten sich die Weltexperten im Mai 2000 im norwegischen Tromsø?

2. Warum war das Thema der Referentin Gudrun Tamme für den Professor Norbert Auner sehr interessant?
3. Ist er ein unübertroffener Experte für Silizium?
4. Was Neues hat der Professor Auner von der Referentin Gudrun Tamme erfahren?
5. Mit welchem Gedanken trug er sich lange?
6. Wie entdeckte dieser Professor die Kraft des Siliziums?
7. Ist Silizium außer Sauerstoff das häufigste Element der Erdkruste?
8. Gelingt es dem Professor Auner zu beweisen, dass die Silizium-Stickstoff-Reaktion auch bei niedrigen Temperaturen verlaufen kann?
9. Welche Zutaten hat er dazu gebraucht?
10. Gibt es in der Natur ein reines Silizium?
11. Wie viel Energie ergibt ein Pfund Silizium?
12. Wie kann die im Silizium enthaltene chemische Kraft wieder freigesetzt werden?
13. Kann man vermuten, dass die Erdölzeit in einiger Jahrzehnten vorbei wird?
14. Warum kommt das europäisch-kanadische Wasserstoffprojekt noch nicht in Gang?
15. Wieswegen verzichten viele Forscher auf dieses Projekt?
16. Welche Vorteile hat das Silizium?
17. Müssen Kraftwerke zum Verheizen von Silizium erst noch entwickelt werden?
18. Welche weiteren Möglichkeiten eröffnet das Silizium?
19. Versuchte Heinz Riesenhuber das Berliner Wirtschaftsministerium auf das revolutionäre Energiekonzept von Auner aufmerksam zu machen?
20. Wie reagierten und reagieren darauf die Beamten?

Übung 2. Übersetzen Sie ins Deutsche:

1. Упродовж п'яти днів у травні 2000 року у норвезькому містечку Тромсø засідали експерти з усього світу і обговорювали проблему використання кремнію у промисловості.
2. На конгресі був присутній відомий професор з неорганічної хімії Норберт Аунер, який зацікавився доповіддю пані Гудрун Тамм з Баварського Вакерконцерну.
3. Доповідь цієї жінки наштовхнула його на думку про новий підхід до розв'язання енергетичної проблеми людства.

4. Пан Аунер вважає, що незабаром автомобілі зможуть рухатися завдяки застосуванню керамічних моторів або турбореактивних двигунів, які викидатимуть не вихлопні гази, а пісок.

5. До речі, ця ідея зацікавила багатьох вчених. Постачальником енергії служитиме для цього кремній, що вступає в реакцію з азотом при високій температурі.

6. Аунер плідно працює над тим, щоб ця реакція могла здійснюватися при значно меншій температурі.

7. З цією метою він разом з іншими вченими досліджує, які домішки необхідно додавати, щоб знизити температуру.

8. Як відомо, в природі не існує чистого кремнію. Він завжди хімічно пов'язаний з іншими елементами, здебільшого з киснем.

9. Оксид кремнію є не що інше, як звичайний кварцовий пісок і кварцова порода, з якої складається три чверті земної кори.

10. Наприклад, фунт кремнію постачає так багато енергії, як і фунт вуглецю.

11. До речі, хімічна сила, що знаходиться у кремнію, у будь-який час може вивільнитися, якщо кремній згорятиме із киснем або азотом.

Übung 3. Bilden Sie Ableitungen von folgenden Wörtern mit Hilfe der Suffixe *-ung*, *-keit*, *-heit*:

hersellen, entwickeln, lösen, freisetzen, entschlüsseln, überzeugen, verbrennen, verbinden, verunreinigen, anwenden, flüssig, kühn, entschlossen, häufig, sichtbar, ähnlich, zusätzlich, geläufig, offenbar, nötig, dringlich.

Übung 4. Setzen Sie richtig die Rektionen der Verben unter dem Strich ein; bilden Sie Sätze mit diesen Verben:

überzeugen, arbeiten, tätig sein, denken, hören, fliehen, sprechen, sich erinnern, hinweisen, beitragen, bitten.

an, von, zu, vor, über, auf, um.

WISSENSCHAFT

DAS ERDINNERE Blick in die Hölle

Im blauen Planeten herrschen Hitze und immenser Druck. Per Computersimulation dringen Forscher in die Tiefe vor – und entdecken eine chaotische Unterwelt

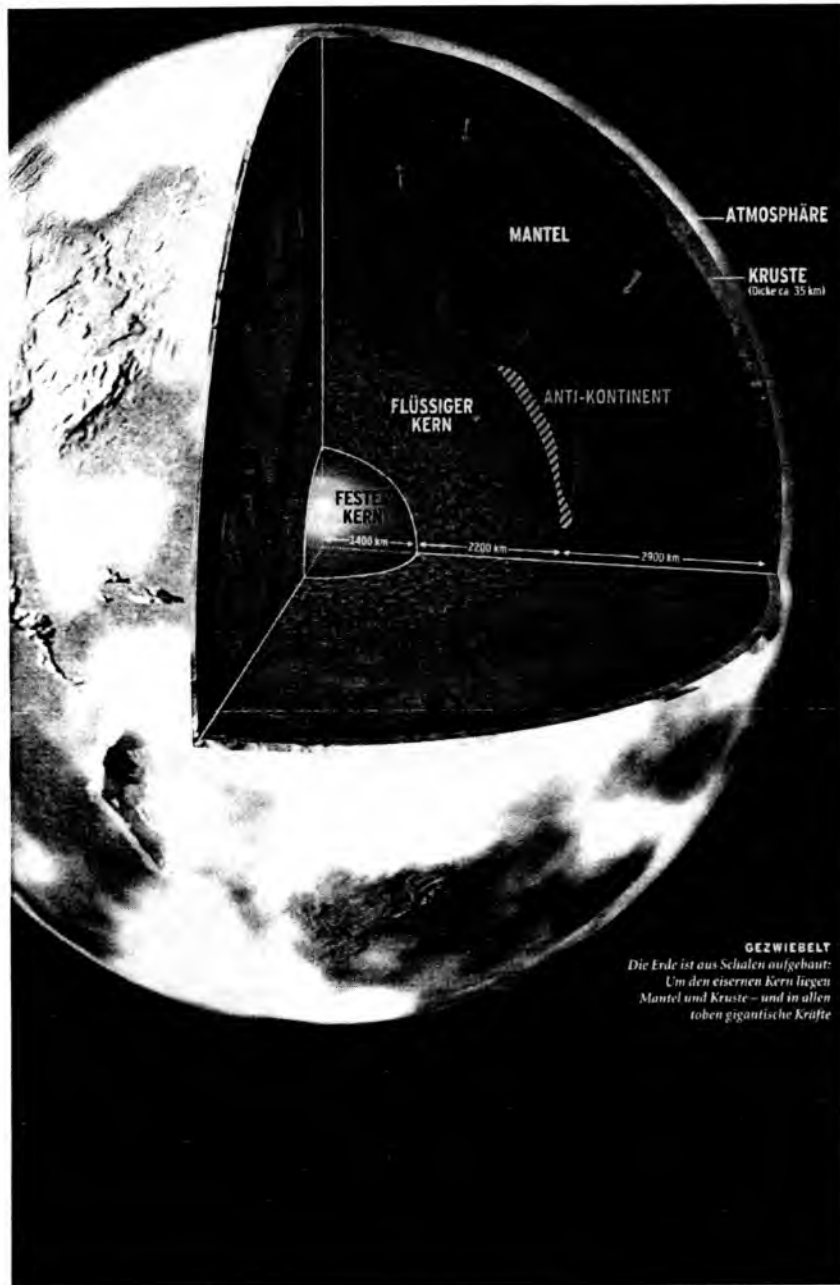
GRÖNLAND EUROPA
ATLANTIK AMERIKA

Mittelozeanischer Rücken, hier bildet sich neue Kruste
ozeanische Kruste
kontinentale Kruste
Tafel der Erdkruste
tauchender Graben

TREIBGUT
Die Kruste unseres Globus besteht aus riesigen Platten, die ständig in Bewegung sind. Sie stoßen aufeinander oder driften auseinander wie am Mittelozeanischen Rücken. Motor dafür ist der Fluss von Gestein im Erdmantel

→ Plattenbewegung ... Plattengrenzen

Neue amerikanische Platte
Eurasische Platte
Indische Platte
Antarktische Platte
Pazifische Platte
Südamerikanische Platte
Australische Platte



Blau glitzern die Meere, grün und rot schimmern die Kontinente, weiß strahlen die Wolkenwirbel. Der bunte Ball rast schneller als eine Pistolenkugel durchs All. Mit 30 Kilometern pro Sekunde rotiert er um die Sonne. Und auf dem kosmischen Karussell krabbeln sechs Milliarden Zweibeiner.

Die seltsame Spezies berauscht sich an Aktienkursen, poliert Blechgehärdte und zapft sich durch Nachmittags-Talkshows. Und einige Exemplare dieser Gattung setzen alles daran herauszubekommen, was unter ihren Füßen ist. Wollen partout wissen, wie's im Inneren des Raumschiffs Erde aussieht.

Ein verzwicktes Unterfangen. Denn einfach hineinbohren bringt nicht viel. Der kugelige Planet hat einen Durchmesser von fast 13000 Kilometern. Das tiefste aller Löcher trieben Ingenieure auf der Kola-Halbinsel gerade mal zwölf Kilometer in den Untergrund — ein Mückenstich im Elefantenleib. „Einem Forscher, der den inneren Aufbau der Erde entschlüsseln möchte, geht es wie jemandem, der Informationen über das Innere einer verschlossenen Kiste haben will“, sagt Ulrich Hansen, Professor für Geophysik an der Universität Münster. „Der wird vermutlich an die Wände klopfen und daran horchen. So machen wir es auch.“

Dabei entdecken die Kugel-Erkunder eine turbulente Unterwelt voller Überraschungen, nicht weniger faszinierend als die skurrilen und bedrohlichen Fabelwesen, die Jules Verne dem Reich der Tiefe vor über 130 Jahren in seinem Roman „Reise zum Mittelpunkt der Erde“ andichtete. Mit ihren Daten füttern die Wissenschaftler nun komplizierte Computermodelle, die das Undurchdringliche durchschaubar machen und überdies neue Erkenntnisse liefern. So können sie dem Planeten weitere Geheimnisse entlocken und den gewaltigen Triebkräften der Globusmaschinerie auf die Schliche kommen. Dabei wird klar: Dort unten geht es weitaus chaotischer zu als bislang vermutet. „Die Geodynamik erlebt momentan eine aufregende Zeit“, schwärmt Untergrund-Modellierer Hansen.

Zum Sammeln der Basisdaten für die Simulationsprogramme klopfen die Forscher nicht selbst auf die Kiste. Das erledigen die Naturgewalten. Etwa das Vibrieren, das der ständig wechselnde Luftdruck in der umhüllenden Atmosphäre auslöst. Er stößt den Ball im All nonstop von allen Seiten an - wie Gummihämmer einen Gong. Doch weitaus stärker rumpeln Kräfte, die von innen kommen. Dauernd grum-meln Stöße aus der Tiefe. Meist sind es harmlose Erschütterungen, doch manchmal schwellen sie zu verheerenden Beben, die dann an der Oberfläche Unheil bringen, Straßen wie Papier zerreißen, Brücken wie Streichhölzer knicken und Gebäude wie Kartenhäuser einstürzen lassen.

All das Zittern, Rumoren und gefährliche Rucken hören die Erdforscher mit High-Tech ab, Hunderte von Seismografen haben sie dazu über den Globus verteilt. Dieses Netz hochempfindlicher Messgeräte registriert, wie jede Stoßwelle durch die Kugel läuft. Rechenanlagen können dann aus den Ablenkwinkeln auf die Dichte der Materie schließen und per „seismischer Tomografie“ dreidimensionale Schnitte des Erdballs konstruieren - wie bei einer Computertomografie in der Medizin, die Bilder vom menschlichen Körper erzeugt. Die Globus-„Durchleuchtungen“ zeigen: Der Planet ist aufgebaut wie eine Zwiebel.

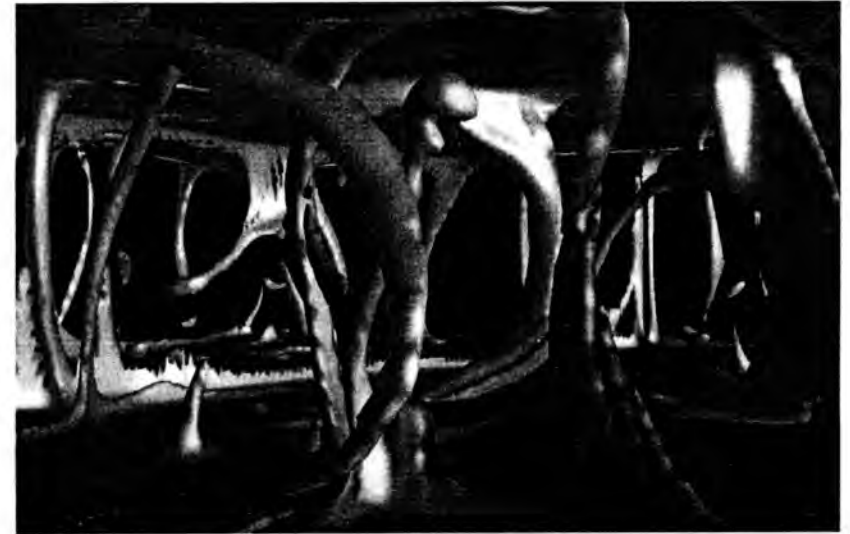
Bis in die Tiefe von etwa 35 Kilometern reicht eine harte Kruste aus Silikatgestein. Als zweite Schale folgt der Erdmantel, knapp 2900 Kilometer dick und ebenfalls reich an Silikaten. Darin wird es warm - bis zu mehreren hundert Grad. Dann kommt der noch heißere Erdkern, der hauptsächlich aus Eisen besteht. Im äußeren Bereich ist er flüssig, ab 5100 Kilometer Tiefe jedoch verfestigt sich das Metall. Denn im Zentrum herrscht ein derart hoher Druck, dass die Materie trotz ihrer Höllen-Hitze von über 4000 Grad „gefriert“. Eine kompakte Kugel schwimmt da im Eisen-See des Globus-Bauches - ein Planet im Planeten.

Nicht nur der Kern, sondern auch die äußeren, zunächst starr erscheinenden Schalen der irdischen Zwiebel sind voller Dynamik. Äußerst zäh, aber stetig, mit einer Geschwindigkeit von wenigen Zentimetern pro Jahr, fließt der Gesteinsbrei im Mantel. Wodurch die Strömung angetrieben wird, ist noch unklar. Die Bewegungsenergie liefert entweder die Wärme des Kerns oder der Zerfall der radioaktiven Elemente im Mantel. Folge des Silikat-Flusses ist die „Plattentektonik“.

Die Kräfte aus dem Untergrund verschieben gewaltige Stücke der Erdkruste, die dabei ständig aneinander rumpeln. So falteten sich im Laufe der Jahrtausende die Gebirge und Gräben auf der Außenhaut. Und immer noch bewegen sich Kontinente und Ozeane. Afrika und Amerika beispielsweise driften um etwa fünf Zentimeter im Jahr auseinander. Dabei kommt es an den Grenzen der Platten zu jenen enormen Spannungen, die sich immer wieder in Erschütterungen der Oberfläche entladen und zahlreiche Vulkane Feuer und Lava speien lassen.

Wie diese Mantel-Dynamik im Detail funktioniert, haben jetzt der Geophysiker Hansen und seine Münsteraner Mitarbeiter nach jahrelangen Anstrengungen mit gigantischem Rechenaufwand herausgefunden - per Simulation auf dem leistungsstarken Institutscomputer. Der Monitor zeigt in dramatischen Bildern: In unserem Planeten brodelt es wie in einer Hexenküche. Es wirbelt auf und ab, als koche ein Topf voll glibberigen Schleims. Da bilden sich heiße, pilzförmige Ströme an der Grenze zwischen Erdkern und Erdmantel, durchfließen den Raum und drängen zur Oberfläche.

Anderenorts wiederum sinkt's wie zäher Sirup herab, wird verschluckt und aufgelöst im Untergrund. Millionen Jahre Erdgeschichte flimmern im Zeitraffer: Materie-Chaos, das in der Realität nie ein Mensch zu Gesicht bekommen wird.



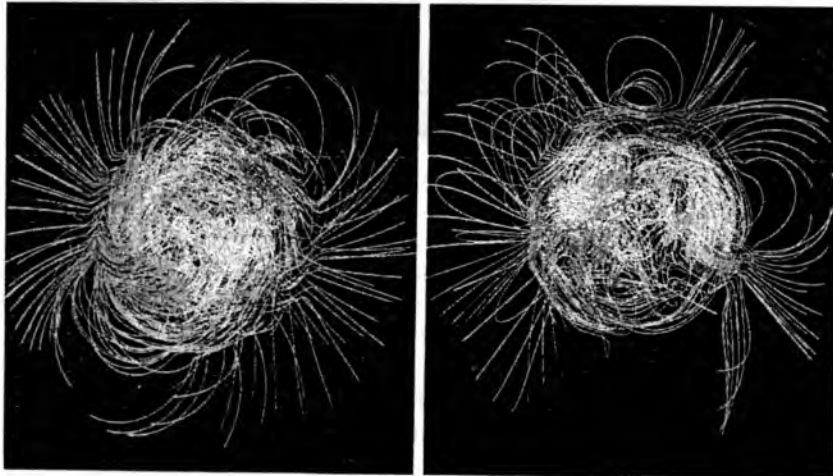
„Alle bisherigen Modellrechnungen hatten den Schönheitsfehler“, sagt Hansen, „dass an der Oberfläche keine Platten entstanden.“ Auf dem Münsteraner Monitor jedoch bildet sich oben Festes. Platten, die sogar nach einiger Zeit wieder nach innen verschwinden wie in Wirklichkeit. Der Trick der Forscher: Sie gaben ihrem Mantel-Material eine Konsistenz, die extrem stark mit der Temperatur variiert und bei Kälte immens zäh wird. Doch so gut das Modell die Realität auch abbildet - zur Vorhersage von Katastrophen aus dem Untergrund taugt die Simulation nicht. Dafür ist sie selbst bei dem enormen Rechenaufwand noch viel zu grob. Grundlagenforschung pur - im wahrsten Sinn des Wortes.

Die Bilder offenbaren, dass an der Grenze zum flüssigen Kern Zonen entstehen, in denen die Materie über lange Zeit bewegungslos liegen bleibt. Ausgedehnter Bodensatz, Tausende von Kilometern groß. „Antikontinente“ nennen die Globus-Insider diese Riesenfladen. Solche Erdteile konnten verschiedene Geophysiker jetzt auch mit seismischer Tomografie nachweisen. Die Wissenschaftler lokalisierten die trägen Massen unter dem Pazifischen Ozean und unter Afrika. Die Experten diskutieren, ob es sich um Eisenablagerungen aus dem Kern oder um Materie aus dem Mantel handelt. Welche Bedeutung diese Inseln der Stabilität für die Planetenmaschinerie

haben, ist derzeit noch völlig ungewiss. Da nie ein Kolumbus der Neuzeit zu diesen Landmassen aufbrechen kann, vermögen nur leistungsstarke Computer sie zu erkunden.

Ähnlich komplizierte, doch viel schnellere Ströme wie im Mantel, so die Erkenntnis der Forscher, bestimmen auch das Geschehen tiefer im Planetenleib. Dort nämlich wächst aufgrund des enormen Drucks der feste Teil des Kerns ständig auf Kosten seiner flüssigen Umgebung - jährlich um etwa einen Zentimeter. Bei dem Erstarrungsprozess wird Hitze frei. Die lässt das flüssige Eisen aufsteigen, es kühlt sich weiter außen ab und sinkt wieder nieder - ein Kreislauf kommt in Gang.

Auch diese planetare Umwälzanlage haben Geodynamiker im Computermodell simuliert. Komplizierteste Physik. Denn im Gegensatz zum zähen Erdmantel wird die Strömung im flüssigen Material auch noch stark von der Rotation des Globus und zudem von der Eigendrehung des festen Kerns beeinflusst. Der Kern bewegt sich ein wenig schneller als die gesamte Erdkugel - in 100 Jahren macht er einen viertel bis zu einem ganzen Umlauf mehr.



Die Simulateure fanden heraus, dass die Strömungen des elektrisch leitenden Eisens wie ein Dynamo wirken, der das bis weit in den Weltraum reichende Magnetfeld des Globus erzeugt. Das wirkt als Schutzschild für den Planeten, bewahrt Flora und Fauna vor einem Teilchen-Beschuss bei Sonneneruptionen und vor der kosmischen Strahlung aus dem All.

Die Modellrechnungen bestätigen zudem, dass sich das Magnetfeld öfter verändert — wie Messungen schon lange gezeigt haben. Der amerikanische Geophysiker Gary Glatzmaier vom Los Alamos National

Laboratory in New Mexico schaffte es sogar, einen Erd-Dynamo zu simulieren, dessen Feld im Laufe der Zeit vollkommen umkippt — ein wichtiges Kriterium für Realitätsnähe. Denn in der 4,5 Milliarden Jahre alten Erdgeschichte hat sich das Magnetfeld viele hundert Male gewendet. Das können Geophysiker an Gesteinsstrukturen ablesen. „Es gibt einige Hinweise darauf, dass uns eine neue Polumkehr bevorsteht“, sagt der Göttinger Forscher Ulrich Christensen, der ebenfalls an einer Simulation arbeitet. Vielleicht könnte es in 2000 Jahren so weit sein. Messungen der letzten 150 Jahre jedenfalls zeigen eine stete Abnahme der Feldstärke.“ Die Menschheit wird sich darauf einstellen müssen, dass dieser Schutz schwindet.

Vorerst darf sie sich erfreuen: An Erden-Musik. Denn die Dynamik des Planeten brachte einen Berliner Wissenschaftler auf eine ganz unwissenschaftliche Idee. Fasziniert von den Schwingungen des Inneren übersetzte Geophysiker Frank Scherbaum von der Universität Potsdam zusammen mit dem Berliner Komponisten Wolfgang Loos das Zittern des kosmischen Klumpens in akustische Signale. Es entstand eine CD mit dem Titel: "Kookoon. Inner Earth". Ein eigenwilliger Elektrosound, der klingt - so das Kölner Musikmagazin "Keyboards" — wie frühe Platten der Band "Kraftwerk". Super - Kraftwerk Erde.

HORST GÜNTHEROTH
Stern 2000, Nr.50, S. 196-202.

Wortschatz zum Thema

glitzern	- блищати, виблискувати
das Meer -(e)s, -e	- море
schimmern	- мерехтити
partout wissen	- знати, щоб там не сталося
der Kontinent -(e)s, -e	- континент, материк
herrschen	- панувати
strahlen	- сіяти, випромінювати
die Hitze	- спека, духота
der Wolkenwirbel -s, =	- клуби хмар
eine chaotische Unterwelt entdecken	- відкривати хаотичне дно (пекло)
der bunte Ball rast schneller als eine Pistolenkugel durchs All	- різнокольоровий клубок (грудка) мчить значно швидше, ніж пістолетна куля у всесвіті
in die Tiefe vordringen	- проникати в глибини
rotieren	- обертатися, крутитися

die Kruste -, -n
 krabbeln
 in Bewegung sein
 die seltsame Spezies
 anstoßen (stieß an, angestoßen)
 sich berauschen
 driften
 Blechgefährte polieren
 der Erdmantel -s
 Nachmittags-Talkshow
 aussehen (sah aus, ausgesehen)
 ein verzwicktes Unterfangen
 der Durchmesser -s, =
 ein Mückenstich im Elefantenleib
 entschlüsseln

 an die Wände klopfen
 horchen
 eine turbulente Unterwelt voller
 Überraschungen
 faszinierend
 die skurrilen und bedrohlichen
 Fabelwesen
 andichten
 das Undurchdringliche durchschaubar
 machen
 neue Erkenntnisse liefern
 Geheimnisse entlocken
 die gewaltigen Treibkräfte
 auf die Schliche kommen
 die Naturgewalten
 erledigen
 auslösen
 der oder das Gong -s, -s
 die Kräfte rumpeln
 Stöße grummeln aus der Tiefe
 harmlose Erschütterungen
 schwellen (schwoll, geschwollen)
 verheerende Beben
 Brücken wie Streichhölzer knicken

- кора (земна)
 - повзати, борсатися
 - бути в русі
 - дивний, особливий вид
 - штовхати, підштовхувати
 - одурманювати себе (чимось)
 - дрейфувати
 - шліфувати грошових соратників
 - земна кора
 - післяобіднє ток-шоу
 - виглядати
 - тут: складний ризик
 - діаметр
 - укус комара на тілі слона
 - розшифровувати, розкривати,
 пояснювати
 - стукати в стіни
 - прислухатися
 - буйний підземний світ повний
 несподіванок
 - захоплюючий, звабливий
 - смішні небезпечні казкові істоти

 - тут: приписувати (щось комусь)
 - непроглядне (непроникливе)
 зробити прозорим
 - постачати нові наукові дані
 - вивідувати секрети
 - могутні рухомі сили
 - розкрити чийсь задуми
 - сили природи
 - тут: робити, довершувати
 - викликати дію
 - гонг (муз.)
 - сили пропадають
 - поштовхи лунають з глибини
 - нешкідливі підземні поштовхи
 - тут: розбурхуватися
 - спустошливі землетруси
 - мости тріщать як сірники

Gebäude stürzen wie Kartenhäuser ein - будинки розвалюються як
 картонні будинки
 das Zittern -s - тремтіння, вібрація
 das Rumoren -s - шум
 gefährliche Rucken - тут: небезпечні звуки
 hochempfindliche Messegeräte - надто чутливі вимірювальні
 пристрої
 die Stoßwelle -, -n - хвиля наговпу
 laufen (ie, a) - проходити, протікати
 der Planet ist aufgebaut wie eine - планета побудована як цибулина
 Zwiebel
 aus Eisen bestehen - складатися з заліза
 sich verfestigen - тут: ставати твердим, тверднути
 der Erkunder -s, = - розвідник-геолог
 der Kern -(e)s, -e - тут: серцевина, ядро
 zäh - твердий, густий, тягучий, в'язкий
 stetig - безперервний, постійний
 der Zerfall -(e)s - розпад
 der Gesteinsbrei -(e)s, -e - кам'яне місиво
 verschieben (o, o) - пересувати (з місця)
 sich entladen - розрядитися
 herausfinden (fand heraus, - виявляти
 herausgefunden)
 die Bilder offenbaren - картини засвідчують (виявляють)
 nachweisen - підтверджувати
 ungewiss - невідомий, незнаний
 erkunden - розвідувати, обстежувати
 ein Kreislauf kommt in Gang - кругообіг приходить в рух (дію)
 der Umlauf -(e)s, -läufe - кругообіг
 der Erstarrungsprozess -es, -e - процес затвердіння
 die Sonneneruption - сонячні спалахи
 der Sirup -s, -e - сироп
 der Klumpen -s - брила, груд(к)а
 das Unheil bringen - спричиняти нещастя
 die Platte -, -n - плато
 die Außenhaut - верхня оболонка землі
 glibberig - слизький
 der Schleim -(e)s, -e - слиз, мокрота
 es wirbelt auf und ab - кружляє то вверху, то вниз
 der Schutzschild -(e)s, -e - захисний щит

der Riesenfleden -s, =
die Abnahme -, -n

- гігантський корж
- тут: зменшення

Übung 1. Beantworten Sie folgende Fragen:

1. Fällt es einem Forscher leicht, den inneren Aufbau der Erde zu entschlüsseln?
2. Entdecken die Kugel-Erdkunder eine turbulente Unterwelt voller Überraschungen?
3. Wie beschrieb das Reich der Tiefe der französische Schriftsteller Jules Verne in seinem Roman "Reise zum Mittelpunkt der Erde"?
4. Hilft die moderne Technik den Wissenschaftlern das Undurchdringliche durchschaubar machen?
5. Grummeln dauernd oft Stöße aus dem Erdinnern?
6. Sind es meist harmlose Erschütterungen, die manchmal zu verheerenden Beben schwellen?
7. Bringen diese Beben an der Oberfläche viel Unheil?
8. Können die Erdforscher mit High-Technik all das Zittern, Rumoren und gefährliche Rucken abhören?
9. Erlauben Ihnen hochempfindliche Messgeräte jede Stoßwelle, die durch die Kugel läuft, zu registrieren?
10. Wie weit reicht in die Tiefe eine harte Kruste?
11. In welcher Tiefe verfestigt sich das Metall?
12. Sind der Kern und die starr erscheinenden Schalen der irdischen Zwiebel voller Dynamik?
13. Mit welcher Geschwindigkeit fließt der Gesteinsbrei im Erdmantel?
14. Ist es klar, wodurch die Strömung angetrieben wird?
15. Was liefert die Bewegungsenergie?
16. Verschieben die Kräfte aus dem Untergrund gewaltige Stücke der Erdkruste?
17. Wie entstehen Gebirge und Gräben auf der Außenhaut?
18. Kommt es an den Grenzen der Platten auch zu den enormen Spannungen?
19. Was hat der Geophysiker Hansen mit seinen Mitarbeitern herausgefunden?
20. Brodeln es in unserem Planeten wie in einer Hexenküche?
21. Was bildet sich an der Grenze zwischen Erdkern und Erdmantel?
22. Haben die Geodynamiker die planetare Umwälzanlage im Computermodell simuliert?
23. Was wirkt als Schutzschild für den Planeten?

24. Was hat der amerikanische Geophysiker Gary Glatzmaier erfunden?
25. Wovon zeugen uns die Messungen der letzten 150 Jahre?
26. Auf welche Idee kam ein Berliner Wissenschaftler infolge der Dynamik des Planeten?

Übung 2. Übersetzen Sie ins Deutsche:

1. За допомогою комп'ютерних симуляцій вчені проникають у глибини землі і відкривають багато цікавого та дивовижного.
2. Земна оболонка складається з велетенських плато, які постійно знаходяться в русі.
3. Вони часто наштовхуються один на одного або ж дрейфують у сторони.
4. Земля побудована із оболонок. Навколо залізного ядра знаходяться (розташовані) верхня мантія Землі і земна кора, а в них бушують гігантські сили.
5. Вчені постійно виявляють, що підземний світ завжди повний несподіванок.
6. Сили природи спричиняють часто підземні поштовхи. Це можуть бути як нешкідливі, так і шкідливі підземні поштовхи.
7. Зазначимо, що до глибини 35 км сягає земна оболонка з кремнієвої силікатної породи.
8. Другою оболонкою є багата на силікати земна кора завтовшки 2900 км.
9. Далі знаходиться розпечене земне ядро, що головним чином складається із заліза.
10. У верхніх шарах воно є рідким, але, починаючи з глибини 5100 км, перетворюється в метал.
11. Підземні сили пересувають могутні брили земної кори, які часто з шумом вдаряються одна в одну.
12. Так протягом мільйонів років утворюються гори, котловани на зовнішній земній корі.
13. Сучасна надто чутлива техніка допомагає вченим почути гуркіт, тремтіння, шум та небезпечні поштовхи.
14. За допомогою сейсмічної томографії фіксуються багаточисельні вулкани і здійснюються застережні заходи щодо жителів тієї чи іншої місцевості.
15. За підрахунками геофізиків, магнітне поле Землі за 4,5 мільярди років всієї історії змінювалося сотню разів, що можна прочитати за структурою гірської породи.

Übung 3. Bilden Sie aus den Fragmenten Sätze:

1. rasen, der bunte Ball, wie, eine Pistolenkugel, durchs All.
2. haben, der Planet, ein Durchmesser, von fast 13000 Kilometern.
3. entdecken, eine turbulente Unterwelt voller Überraschungen, die Kugel-Erdkunder.
4. reichen, eine harte Kruste aus Silikatgestein, bis in die Tiefe von etwa 35 Kilometern.
5. schwimmen, eine kompakte Kugel, im Eisen Meer des Globus-Bauches.
6. verschieben, gewaltige Stücke der Erdkruste, die Kräfte aus dem Untergrund.
7. sich falten, auf der Außenhaut, so, im Laufe der Jahrmillionen, die Gebirge und Gräben.
8. auseinanderriften, Afrika und Amerika, beispielweise, um etwa fünf Zentimeter, im Jahr.
9. simulieren, die planetare Umwälzanlage, haben, Geodynamiker, im Computermodell.
10. herausfinden, die Simulateure, dass, die Strömungen des elektrisch leitenden Eisens, wie, ein Dynamo, wirken.

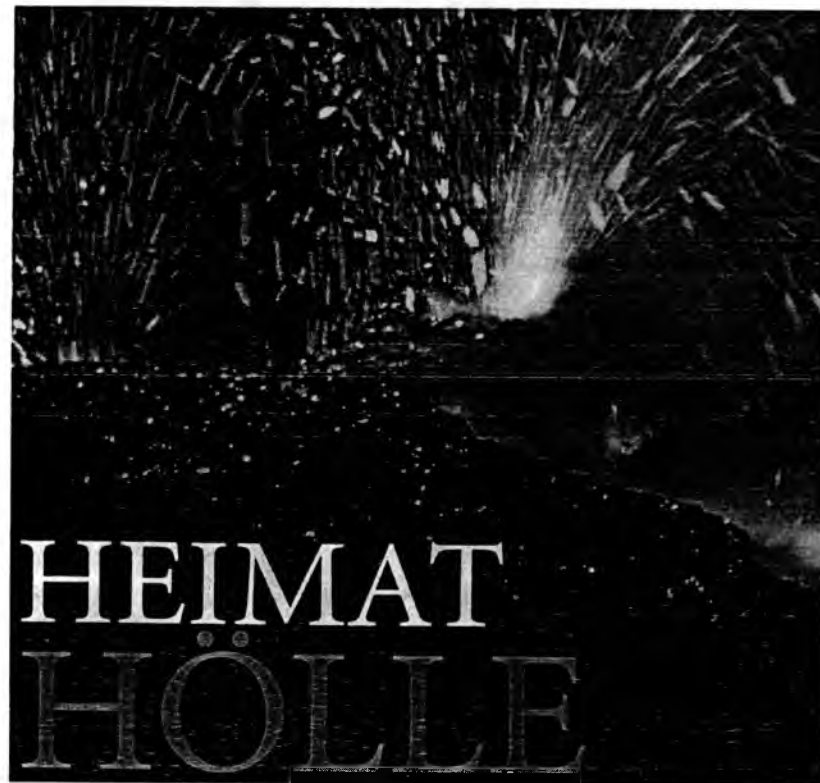
Übung 4. Setzen Sie richtig die Verben unter dem Strich ein, übersetzen Sie diese Sätze ins Ukrainische:

1. Im blauen Planeten Hitze und immenser Druck.
2. Die Forscher in die Tiefe vor, und eine chaotische Unterwelt.
3. Auf dem kosmischen Karussell sechs Milliarden Zweibeiner.
4. Der kugelige Planet einen Durchmesser von fast 13000 Kilometern.
5. Die Kugel-Erkunder eine turbulente Unterwelt voller Überraschungen.
6. Bis in die Tiefe von etwa 35 Kilometern eine harte Kruste aus Silikatgestein.
7. Die Bewegungsenergie entweder die Wärme des Kerns oder der Zerfall der radioaktiven Elemente im Mantel.

8. Die Kräfte aus dem Untergrund gewaltige Stücke der Erdkruste.

..... liefern, herrschen, entdecken, haben, vordringen, reichen, krabbeln, verschieben

Heimat H+ölle



Das Unheil rückt näher. An der Südseite des kochenden Kolosses begleitet sanftes Klirren herausgeschleuderter Brocken den Weg des rauchenden Lavastroins ins Tal. Wenn er Nicolosi erreicht, werden sich die ersten Häuser in der brodelnden Feuermasse wie Kekse in heißer Milch auflösen.

Wenn die Lava kommt, schultern die Gläubigen am Ätna seit Jahrhunderten wundertätige Marienbilder oder Statuen ihrer Heiligen und tragen sie der Naturgewalt entgegen.

In Nicolosi ist die „Chiesa Madre“ überfüllt. Priester Don Carmelo schreitet mit dem Kreuz Jesu aus der Kirche. Hinter Don Carmelo geht Monsignore Salvatore Pappalardo, Bischof von Nicosia, der aus Nicolosi stammt und seiner alten Heimat unbedingt beistehen will. Er hält die Monstranz mit der Hostie hoch. Etwa 400 Gläubige folgen. Zwei Frauen sprechen Gebete. Die Menge wiederholt die Worte: „Ob unser Leben lang oder kurz ist, Dein Wille geschehe. Ob es uns gut geht oder schlecht, Dein Wille geschehe.“ Die Menge umrundet die Piazza. Als die Prozession wieder vor der Kirche ankommt, hält der Bischof dem Ätna die Monstranz entgegen. Stille. Andacht.

Mittlerweile stehen mehr als 800 Menschen dicht gedrängt auf der Piazza. Die älteren Frauen bewegen mit ihren bunten Fächern die schwere Luft. Seitlich der Kirche ist der Ätna zu sehen. Eine Rauchwolke steigt empor, rot glühende Lava fließt den dunklen Berg hinunter. Auf dem Gipfel schleudert der Vulkan ununterbrochen Feuer heraus.

Zum Schluss der Prozession knien alle nieder und schlagen das Kreuz. Glaube kann Berge versetzen, heißt es. Alle auf Sizilien wissen, dass die großen Ausbrüche des Ätna Monate dauern können. Dass er so großflächig wie rasant Leben vernichten kann und dass seine Tollheiten selbst mit modernster Technologie nicht vorhersagbar sind; der Ätna ist einer dieser Berge, denen das Inferno innewohnt. 1669, bei einem der schlimmsten Ausbrüche, gab es 20 000 Tote. Die Menschen in der Provinz Catania leben mit diesem Risiko. In den vergangenen Jahren siedelten sich hier viele junge Familien an, obwohl keine Agentur bereit ist, ihnen ihre Häuser und Grundstücke für den Fall einer Eruption zu versichern. In einem Paradies auf Zeit im Angesicht der Hölle. Die Furcht vor der Lava schweißt die Menschen zusammen. Diesmal aber sind sie stocksauer. Die Bagger, sagen sie, würden an den falschen Stellen die Schutzwälle auftürmen. Die Verantwortlichen des Naturschutzgebietes „Parco dell' Erna“ hätten mehr Einfluss auf die getroffenen Rettungsmaßnahmen als die Bürger von Nicolosi. Besitzer von Restaurants weit oben am Berg fühlten sich allein gelassen, als die Lava ihre Grundstücke zerstörte.

Nun laufen sie durchs Dorf, sammeln Unterschriften. Mehr als 600 der 5000 Einwohner unterstützen sie. Matteo Laudani ist einer der Initiatoren der Bewegung. Er bläst die Backen auf, als wäre er selbst ein kleiner Vulkan: „Die haben alle keine Ahnung vom Ätna. Wir kennen ihn, sie simulieren nur am Computer.“ Laudani und seine Mitstreiter fordern, dass die Vulkanologen und der Zivilschutz endlich auf die erfahrenen Bergführer hören.

Die Bürgerinitiative findet Gehör. Am nächsten Morgen treffen einige von ihnen Franco Barberi. Der Leiter des Krisenteams und Vulkanologe hat kaum geschlafen. Auf seinem Schreibtisch quellen zwei Aschenbecher über. Barberi erklärt, warum er den Lavaström nicht mit einer Sprengung in ein vorbereitetes Bett umleiten kann. Wie 1992 in Zafferana Etnea. „Das lag in einem Waldstück, in dem kein Mensch lebte“, sagt Barberi. „Jetzt würden wir mit so einer Aktion die Nachbardörfer von Nicolosi in Gefahr bringen“. So etwas verbietet ein Gesetz von 1669.



EIN BERG BRICHT AUF

Gas und Asche schließen aus der Flanke des Dreitausenders empor -
aus einem Magmaloch spritzt glühendes Gestein

Im Ortszentrum von Nicolosi sind immer wieder Explosionen zu hören. Gase entweichen, dunkle Wolken trüben den Himmel. Auf der Piazza läuft ein fettleibiger Typ in einem blauen Leibchen herum. Darauf steht in weißer Schrift: „disaster manager“. Der Mann, der die Katastrophe bewältigen soll, heißt Alfio Borzi. Er ist Vermessungstechniker und versichert: „Es gibt keine Panik“.

Alle sind vorbereitet. Haben sich Kartons, Taschen und Koffer besorgt. Wertsachen an sicher gelegenen Orten deponiert. Mit gutem Grund: Die italienische Regierung hat mittlerweile den Notstand für die Region ausgerufen.

Im Norden von Nicolosi an der Via Etna wohnt Familie Zappala. Vor einem Jahr eröffnete sie das Restaurant „Titanic“. Das Ehepaar steht am Eingang der Terrasse und kehrt den Lavasand auf. Zum dritten Mal an diesem Tag. „Ich habe zum ersten Mal Angst“ gesteht die Signora. Ihren Mann treibt weniger die Furcht vor dem Magma als die Wut auf die Polizei um. Am Samstagabend haben die Behörden eine weitere Absperrung installiert. Etwa 150 Meter vor dem „Titanic“. Zwei Bankette mit 150 Gästen fielen aus.



Ständig kommen Schaulustige vorbei. Trotz der vielen Absperrungen. Für die Sizilianer ist es Volkssport, einen „Permesso“, einen Erlaubnisschein, zu bekommen. Sie säumen die Straße SP 92 zum Ätna, mit Feldstechern, Fotoapparaten und Videokameras. Der Ätna-Tourismus behindert die Rettungsmaßnahmen. Krisenmanager Barberi appelliert an die Bevölkerung, zu Hause zu bleiben.

Es ist wieder Nacht und die Erde schläft noch immer nicht. Die Bewohner von Nicolosi hoffen. Und bleiben. Sie werden ihr Hab und Gut erst verlassen, wenn die todbringende Glut unmittelbar vor der Haustür brodeln. So halten es die Menschen am Ätna seit Jahrtausenden.

Stern 2001, № 31, S.21-29.

Wortschatz zum Thema

die Heimat	- батьківщина
die Hölle -, -n	- пекло
das Unheil -(e)s	- біда, нещастя
mit der Vernichtung drohen	- загрозувати знищенням
herrschen	- панувати
der Kolos -sses, -sse	- колос, гігант
hassen	- ненавидіти
das Klirren	- деренчання, деренькотіння
sanft	- ніжний, м'який
herausgeschleuderte Brocken	- викинуті в повітря уламки (осколки)
die Häuser werden sich in der brodelnden Feuermasse wie Kekse in heißer Milch auflösen	- будинки будуть розчинятися у клекучій вогняній масі, як kekse in гарячому молоці
die Gläubigen schultern am Ätna wundertätige Mariabilder oder Statuen ihrer Heiligen	- віруючі беруть на плечі біля Етні чудотворні ікони Діви Марії або статуї своїх святих
die Naturgewalt	- сила природи
Gebete sprechen	- молитися
der Bischof -s, Bischöfe	- єпископ, архієрей
beistehen j-m (Dat.)	- захищати, відстоювати
halten (ie, a)	- тримати
die Monstranz -, -en	- дароносниця, монстрація
die Menge umrundet die Piazza	- натовп оточує базарну площу

die Hostie -, -n	- церк. гостія, облатка, причастя, просфора
stammen aus (Dat.)	- походити з
mittlerweile	- між тим, тим часом
die Andacht -, -en	- благоговіння
der Gipfel -s, =	- вершина
der Fächer -s, =	- віяло
herausschleudern	- викидати щось з силою в повітря (назовні)
niederknien	- стати на коліна
das Kreuz schlagen	- перехреститися
Glaube kann Berge versetzen	- віра може перевернути гори
der Ausbruch -(e)s, -brüche	- виверження, спалах, вибух
rasant	- шалений, несамовитий, бурхливий
vernichten	- знищувати
die Tollheit -, -en	- божевілья, навіженство
vorhersagbar sein	- бути передбачуваним
zusammenschweißen	- зварювати, приварювати, тут: згуртовуватися
das Inferno -s	- пекло
stocksauer sein	- бути дуже сердитим
innewohnen	- бути властивим, притаманним
sich ansiedeln	- поселитися
das Grundstück -(e)s, -e	- земельна ділянка
die Eruption -, -en	- виверження
versichern	- забезпечити
Gehör finden	- бути почутим (вислуханим)
das Paradies -es, -e	- рай
das Naturschutzgebiet -(e)s, -e	- заповідник
Unterschriften sammeln	- збирати підписи
die getroffenen Rettungsmaßnahmen	- вжиті заходи для порятунку
der Bürger -s, =	- 1. громадянин, 2. міський житель
die Bewegung -, -en	- рух
die Backen aufblasen (blies auf, aufgeblasen)	- надувати, роздувати щоки
disaster Manager	- менеджер з питань нещасних випадків
der Mitstreiter -s, =	- соратник
fordern	- вимагати
die Katastrophe bewältigen	- подолати катастрофу
treffen (a, o)	- зустрічати

in Gefahr bringen	- піддавати небезпеці
verbieten (o, o)	- забороняти
das Gesetz -es, -e	- закон
die Explosion -, -en	- вибух, висадження в повітря
Gase entweichen	- випаровуються гази
dunkle Wolken trüben den Himmel	- темні хмари затуманюють небо
den Notstand ausrufen	- оголосити надзвичайний стан
die todbringende Glut brodelte vor der Haustür	- смертельно-пекельна спека
die Straße säumen	- стояти вздовж вулиці

Übung 1. Beantworten Sie folgende Fragen:

1. Wo herrscht einer der aktivsten Vulkane Europas?
2. Was tun die Gläubigen am Ätna, um der Gefahr zu entkommen?
3. Mit welchem Ziel versammeln sich die Gläubigen auf der Piazza?
4. Kann Glaube wirklich Berge versetzen, wie meinen Sie?
5. Können die großen Ausbrüche des Ätna Monate dauern?
6. Wohnt diesem Berg das Inferno inne?
7. Wie viele Menschen fanden hier ihren Tod im Jahre 1669?
8. Leben die Menschen in der Provinz Catania mit dem Risiko, von diesem Berg verschluckt zu werden?
9. Schweiß die Furcht vor der Lava die Menschen zusammen?
10. Trifft die italienische Regierung alle Maßnahmen, um die angesiedelten Menschen in diesem Paradies zu schützen?
11. Sind im Ortszentrum von Nicolosi immer wieder Explosionen zu hören?
12. Wie benimmt sich ein junges Ehepaar Zappala, das an der Via Etnea wohnt?
13. Kommen ständig Schaulustige vorbei?
14. Wann sind die Bewohner von Nicolosi bereit, ihr Hab und Gut zu verlassen?
15. Sind diese Leute sehr mutig oder setzen Sie ihr Leben oft aufs Spiel?
16. Wie würden Sie an ihrer Stelle handeln?
17. Darf man das Risiko eingehen, wenn man weiß, dass es gefährlich ist?

Übung 2. Übersetzen Sie ins Deutsche:

1. Як відомо, на Етні (о. Сіцилія в Італії) уже століттями діє вулкан.
2. Лавові потоки мають біля 900 бічних конусів.
3. Як ми дізналися, найбільше виверження вулкану відбулося тут у 1669 році. Тоді загинуло понад 20 тисяч людей.
4. Коли б'є лава, то віруючі пліч-о-пліч гуртуються разом, носять чудотворні ікони Пресвятої Богородиці та статуї святих, які допомагають їм протистояти силам природи. Священик Дон Кармело крокує із Хрестом Ісуса з церкви. За ним йде монсеньйор Сальваторе Паппалардо, єпископ з Нікозії, який хоче захищати свою рідну батьківщину.
5. Натовп оточує базарну площу, на якій зібралось дуже багато віруючих людей.
6. Зі сторони церкви добре видно вулкан Етну. Хмара диму піднімається все вище і червоно-роzpечена лава стікає вниз з темної гори. А на вершині вулкан викидає вогонь безперервно з великою силою.
7. В кінці процесії майже всі віруючі стають на коліна і хрестяться. Вони знають, що віра може перевернути гори і це вселяє їм надію.
8. Всі жителі острова Сіцилії знають, що великі виверження на Етні можуть тривати місяцями.
9. Етна — це одна із гір, якій притаманне пекло. Люди провінції Катанія живуть, ризикуючи життям.
10. Сюди поселяються переважно молоді сім'ї, не дивлячись на те, що ця місцевість дуже небезпечна для життя. З однієї сторони це маленький рай, а з іншої пекло.
11. Особливо ризикують власники ресторанів, земельні ділянки яких часто зруйнує лава.
12. Багато роботи у вулканологів. Вони докладають багато зусиль, щоб застерегти жителів від нещасних випадків та евакуювати їх в разі необхідності.
13. Італійський уряд оголосив у цьому регіоні надзвичайний стан. Тут багато загороджень, бар'єрів, за які не можна переходити. Звичайно, є також любителі пригод, які порушують правила і стоять вздовж вулиці до Етни, оснащені біноклями, відеокамерами та фотоапаратами.
14. Етна-туризм часто перешкоджає рятувальним заходам. Менеджер з питань криз Барбері апелює до населення і просить його залишатися вдома.

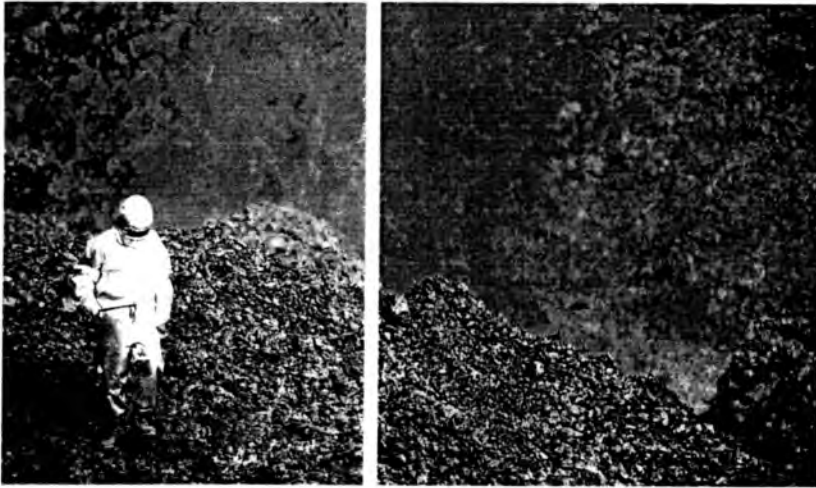
Übung 3. Setzen Sie richtig die Verben in den Klammern ein; gebrauchen Sie das Präteritum oder Futurum Passiv; übersetzen Sie diese Sätze ins Ukrainische:

1. Die Piazza von einer Menge (umrunden) (Prät. Pass.).
2. Der Ätna von vielen Forschern (beschreiben) (Prät. Pass.).
3. Das Feuer ununterbrochen vom Vulkan (herausschleudern) (Fut. Passiv).
4. An vielen Orten viele Schutzwälle (auftürmen) (Prät. Passiv).
5. Viele Rettungsmaßnahmen von der italienischen Regierung (treffen) (Fut. Passiv).
6. Es viele Aktionen an vielen Orten (durchführen) (Prät. Passiv).
7. An der Via Etnea das Restaurant "Titanic" von einer Familie (eröffnen) (Prät. Passiv).

Übung 4. Setzen Sie richtig die Konjunktionen *wenn, nachdem, als, als ob* ein, übersetzen Sie diese Sätze ins Ukrainische:

1. die Lava kommt, schultern die Gläubigen am Ätna wundertätige Marienbilder und tragen sie der Naturgewalt entgegen.
2. die Lava die Grundstücke der Besitzer zerstört hatte, fühlten sie sich allein gelassen.
3. Matteo Laudani - einer der Initiatoren der Bewegung, bläst oft die Backen auf, wäre er selbst ein kleiner Vulkan.
4. Die Vulkanologen haben immer viel zu tun, sie sich erlauben könnten, hier ruhig zu schlafen.
5. Die Familie Zappala wohnt an der Via Etnea, sie keine Furcht vor dem Magma haben könnten.
6. Die Bewohner von Nicolosi werden ihr Hab und Gut erst verlassen, die todbringende Glut unmittelbar vor der Haustür brodelte.
7. ein großer Ausbruch am Ätna 1669 geschehen war, gab es damals circa 20.000 Tote.

Spiel mit dem Erdfeuer



Vulkanologie ist einer der gefährlichsten Berufe der Welt. Sind Leichtsinns und Abenteuerlust verantwortlich für die erschreckend hohe Zahl von Todesopfern?

Kumuluswolken treiben über die kalten Andengipfel, den über der kolumbianischen Stadt Pasto thronenden Vulkan Galeras hüllt kalter Nebel ein. Ein Trupp von Wissenschaftlern stapft auf einem zerrissenen Aschenweg den 4276 Meter hohen Feuerberg empor. In ihren Rucksäcken tragen die Forscher Messgeräte und Feldbücher. Sie wollen erkundschaffen, wann der sechs Monate zuvor ausgebrochene Berg das nächste Mal Lava und Asche speien wird.

„Genau können wir das allerdings nicht vorhersagen“, gibt die amerikanische Vulkanologin Party Mothes am Kraterrand Fernsehreportern gegenüber zu Protokoll. Hinter ihr im Bild sind derweil zwölf Kollegen zu erkennen, die sich aufmachen, in den Höllenschlund abzustiegen. Wie wenig die Forscher wirklich wissen, wird ein paar Stunden später auf schreckliche Weise offenbar: Plötzlich klafft die Erde auf. Gesteinsbrocken schießen durch die Luft, Lava spritzt umher. Der Ausbruch zerfetzt drei Forscher, drei weitere werden von Gesteinstrümmern erschlagen. Auch drei Touristen finden im Steinhagel den Tod.

Das Unglück ereignete sich bereits 1993. Jetzt haben zwei in den USA veröffentlichte Bücher die Katastrophe in den Mittelpunkt einer Debatte um die Berufsmoral der Vulkanforscher gerückt. Denn Galeras war der schwerste, aber keineswegs einzige Unfall im noch jungen Feld der Vulkanologie, zu dem sich etwa 400 Wissenschaftler zählen. Sie überwachen

weltweit rund 550 aktive Feuerberge; jährlich explodieren etwa 60 dieser Pulverfässer.

Seit 1975 starben 29 Vulkanologen bei der Ausübung ihres Berufs — ihre Todesrate übersteigt damit selbst diejenige von Risikoberufen wie Bombenentschärfer oder Löwendompteur. Erst im Januar stürzte wieder ein Forscher am ecuadorianischen Guagua Pichincha Vulkan in den Tod.

Stanley Williams, Geologe an der Arizona State University und Leiter der schicksalhaften Galeras-Expedition, entran dem Berg nur knapp. Die Eruption brach dem Forscher beide Beine und den Unterkiefer; ein Brocken schlug ein Loch in seinen Schädel. Doch Gefahr gehöre zum Geschäft, rechtfertigt sich Williams in seinem Erlebnisbericht: „Vulkanologen müssen Risiken eingehen, um Ausbrüche vorherzusagen und Tausende von Menschenleben zu schützen.“



In den Tagen vor dem fatalen Marsch zum Krater sei der Berg ruhig gewesen, erinnert sich der Forscher. Der Kegel ventilierte nur wenig Schwefeldampf und Kohlendioxid aus den Kammern im Untergrund, die Felshänge rührten sich nicht.

Die Geologin und Wissenschaftsjournalistin Victoria Bruce nimmt ihm das nicht ab. In ihrem Galeras-Buch, einer Anklageschrift gegen Williams, porträtiert sie den Expeditionsleiter als Heißsporn, der halbsbrecherisch mit dem Erdfeuer und dem Leben seiner Kollegen spielt: „Sicherheitsbedenken rangieren für ihn niedrig, wenn sie bei ihm überhaupt eine Rolle spielen.“

Besonders zanken sich die beiden Autoren um die Bedeutung von Schwärmen leichter Erdbeben, die wenige Tage vor dem Ausbruch aufgezeichnet wurden. Das charakteristische schraubenförmige Muster auf dem Seismogramm hätte die Forscher alarmieren müssen, meint Bruce -und Williams habe davon gewusst: „Ihm war klar, dass der Vulkan diese Signale aussandte. Aber er entschied sich, sie zu ignorieren.“ Der Beschuldigte bestreitet diesen Vorwurf vehement - er will ahnungslos gewesen sein. Das Bebenremolo steht indes nur stellvertretend für eine Grundsatzfrage der Vulkanforscherzunft. Am Pranger steht deren erschreckende Todesbilanz - eine Folge allzu leichtsinnigen Abenteuerturns? Den Verdacht schürt Williams selbst: „Vulkanologen suchen, in unterschiedlichem Maße, den Adrenalin-Kick. Ich fühle mich nie so lebendig, wie wenn ich auf einen Vulkan steige.“

Die bekanntesten Opfer unter den Vulkan-Junkies sind die französischen Eruptionsexperten Maurice und Katja Krafft. Über Jahrzehnte hinweg jagte das als „Kriegsberichterstatter der Vulkanologie“ berühmte Ehepaar weltweit Ausbrüchen hinterher, um selbst im Aschenregen noch zu filmen. Maurice Krafft träumte davon, eines Tages in einem hitzefesten Kanu einen Lavastrom hinabzufahren.

Dazu kam es nicht. 1991 starben sie, zusammen mit 41 anderen Menschen, in einer Sperrzone am japanischen Vulkan Unzen. Über die Gruppe raste eine infernalische Glutwolke hinweg, die sie wie Mumien zusammenschnurren ließ. Unter den Opfern befand sich, neben den beiden Franzosen, auch der US-Vulkanologe Harry Glicken. Der Leichtsinn setzt sich fort. Im Juli 2001 bestiegen mehrere Vulkanologen nach einer Tagung den aktiven Riesen Semem auf der Insel Java. Die Experten hatten kaum mehr als einen Ausflug im Sinn, bei dem sie das Spektakel von Dampf und Aschefontänen bewundern wollten. Sie hatten keine Helme, geschweige denn einen Notfallplan. Als das Vulkangebäude unter ihren Füßen vibrierte, war es bereits zu spät — mit einem Knall explodierte der steinerne Hochofen. Zwei indonesische Vulkanologen starben, fünf Forscher wurden verletzt.

Viele Feuerbergexperten sehen in derlei Katastrophen kein Anzeichen von Fahrlässigkeit. Hans-Ulrich Schmincke etwa, Direktor der Abteilung Vulkanologie am Geomar-Forschungszentrum in Kiel, beteuert: „Fast alle mir bekannten Wissenschaftler gehen bei ihrer Arbeit an aktiven Vulkanen sehr umsichtig vor.“ „Unfälle“, so fügt er nüchtern hinzu, „gibt es auch bei anderen Berufen.“

In der Tat geriert sich der Forschungsgegenstand der Vulkanologen oft höchst unberechenbar. Zwar kündigen sich große Eruptionen massiv an: Vulkandächer wölben sich auf, Beben durchrütteln den Berg, Gase rauchen aus den Erdspalten, und der Krater erhitzt sich, als erhebe er sich direkt über einer Herdplatte. Anhand solcher Vorzeichen sagten Vulkanologen 1991 auf den Philippinen den gewaltigen Ausbruch des Pinatubo korrekt voraus. Die Behörden evakuierten rechtzeitig 60000 Menschen.

Tückischer jedoch sind die kleinen Ausbrüche: Am Fuß des Berges bleiben sie mitunter fast unbemerkt, im Vulkankessel aber können sie Miniapokalypsen gleichen. Ehe ein Vulkanforscher vor eines der Höllentore tritt, muss er genau abwägen, wie hoch die Gefahr derartiger Launen der Natur jeweils ist. Das Problem: Wer auch nur ein Quäntchen Heldenmut verspürt, macht sich im Zweifelsfalle trotzdem auf den Weg.

Die Hoffnung einiger Wissenschaftler, Fernerkundung durch Satelliten und seismologische Stationen, die jedes Erderzittern registrieren, könnte die riskanten Bergtouren überflüssig machen, wird sich vorerst nicht erfüllen. „Nur im Krater lassen sich Proben frischer Lava nehmen und detaillierte Gasanalysen durchführen“, stellt der Vulkanologe Michael Ramsey fest, der das Unglück auf dem Semem auch überlebte. Die nächsten Todesfälle werden sich daher kaum vermeiden lassen. Williams, der längst wieder auf aktiven Vulkanen herumklettert, meint dazu nur knapp: „Bisweilen verschätzt man sich eben“.

*Hubertus Breuer
Spiegel 2002, Nr. 4, S. 226-228.*

Wortschatz zum Thema

einer der gefährlichsten Berufe	- одна із найнебезпечніших професій
der Leichtsinn -(e)s	- легковажність
die Abenteuerlust	- прагнення до пригод
das Erdfeuer	- вогонь в надрах Землі
das Todesopfer -s, =	- жертва смерті
die Kumuluswolke -, -n	- купчаста хмара

die Anden	- Анди (гори)
der Gipfel -s, =	- вершина
treiben (ie, ie)	- тут: рухатися, гнатися
einhüllen	- покривати, огортати
der Nebel -s, =	- туман
auf einem zerfurchten Aschenweg stapfen	- важко ступати по згарищній дорозі
auskundschaften	- розвідувати, вивідувати
der ausgebrochene Berg	- розколота гора
Lava und Asche speien	- вивергати (викидати) лаву та попіл
etw. vorhersagen	- передбачити щось
in den Höllenschlund absteigen	- спускатися в пекельну безодню (провалля)
die Erde klappt auf	- земля зіє (розкривається)
Gesteinsbrocken schießen durch die Luft	- кам'яні брили викидаються в повітря
der Forscher -s, =	- дослідник
zerfetzen	- розривати на куски, шматувати
den Tod finden	- знайти смерть
der Ausbruch -(e)s, -brüche	- вибух, виверження
von Gesteinstrümmern erschlagen werden	- загинути від уламків каміння
das Unglück ereignete sich	- нещастя трапилося
der Unfall -(e)s, Unfälle	- нещасний випадок
explodieren	- вибухати
das Pulverfaß -es, -fässer	- бочка з порохом
entrinnen (a, o)	- тут: зникати
die Eruption -, -en	- виверження
der Unterkiefer -s	- нижня щелепа
ein Brocken schlug ein Loch in seinen Schädel	- кусок каменя пробив йому дірку у черепі
das Risiko eingehen	- ризикувати
der Kegel -s, =	- конус
vehement	- різкий, сильний, стрімкий
der Schwefeldampf -es, -dämpfe	- сірчана пара
das Kohlendioxid -(e)s, -e	- двоокис вуглецю
die Felshänge rührten sich nicht	- скелясті схили не рухалися, не ворушилися
das Erdbeben -s	- землетрус
das schraubenformige Muster	- гвинтовий, спіральний зразок (вірець)

die Vulkanforscherzunft -, zünfte	- вулканологічна дослідницька корпорація
am Pranger stehen	- стояти біля ганебного стовпа
eine infernalische Glutwolke raste hinweg	- пекельна розпечена хмара пронеслась (промчала)
zusammenschnurren	- зморщуватися
verletzt werden	- бути пораним
sich erhitzen	- розігріватися, нагріватися
j-m nicht abnehmen	- тут: не вірити комусь
der Heißsporn -(e)s, -e	- зірвіголова
halsbrecherisch	- ризикований, відчайдушний
den Verdacht schüren	- підбурювати до підозри
der Kriegsberichterstatter	- військовий кореспондент (оглядач)

Übung 1. Beantworten Sie die Fragen zum Text:

1. Ist Vulkanologie einer der gefährlichsten Berufe der Welt?
2. Was verursachte der thronende Vulkan Galeras?
3. Müssen die Vulkanologen ein großes Risiko eingehen, wenn sie etwas auskundschaften wollen?
4. Sollen Sie Mut fassen, bevor sie in den Höllenschlund absteigen?
5. Was gab die amerikanische Vulkanologin Patty Mothes den Fernsehreportern zu Protokoll?
6. Wann ereignete sich das Unglück mit den 3 Forschern und 3 Touristen im Steinhagel?
7. Wie viell Wissenschaftler überwachen weltweit aktive Feuerberge?
8. Warum stürzen viele Vulkanologen bei der Ausübung ihres Berufes in den Tod?
9. Was passierte dem amerikanischen Forscher Stanley Williams am ecuadorianischen Guagua Pichincha Vulkan?
10. Wie schildert diesen Forscher die Geologin Victoria Bruce in ihrem Galeras-Buch?
11. Durfte der Leiter der schicksalhaften Galeras-Expedition mit dem Erdfeuer und dem Leben seiner Kollegen spielen?
12. Welche Kennzeichen wurden auf dem Seismogramm fixiert, die Williams in Betracht ziehen sollte?
13. Warum bestritt er Bruces Vorwurf?
14. Was geschah mit den französischen Eruptionsexperten Maurice und Katja Kraft und mit 41 anderen Menschen, in einer Sperrzone am japanischen Vulkan Unzen?

15. Fanden damals der US-Vulkanologe Harry Glicken und zwei indonesische Vulkanologen auch ihren Tod?

16. Muss jeder Vulkanforscher erst abwägen, ehe er in die Hölle tritt, wie hoch die Gefahr der Naturlaunen ist?

Übung 2. Setzen Sie die nötigen Konjunktionen ein, bestimmen Sie die Art und den Modus der Nebensätze und übersetzen Sie diese Sätze ins Ukrainische:

1. Williams sagte: "Ich fühle mich nie so lebendig, ich auf einen Vulkan steige".

2. Über die Gruppe raste eine infernalische Glutwolke hinweg, die Menschen wie Mumien zusammenschnurren ließ.

3. Der Krater erhitzt sich, erhebe er sich direkt über einer Herdplatte.

4. Die Geologin Victoria Bruce schildert in ihrem Galeras-Buch den Leiter der schicksalhaften Galeras-Expedition Stanley Williams als Heißsporn, halsbrecherisch mit dem Erdfeuer und dem Leben seiner Kollegen spielt.

5. Der Forscher Stanley Williams bestreitet diesen Vorwurf, er unschuldig gewesen wäre.

6. S. Williams behauptete, Vulkanologen Risiken eingehen müssen, um Ausbrüche vorherzusagen und Tausende von Menschenleben zu schützen.

Übung 3. Übersetzen Sie den ersten Absatz, suchen Sie Partizipien I und II heraus. In welcher Funktion treten sie auf?

Übung 4. Entscheiden Sie, ob die angegebenen Wörter Zusammensetzungen oder Ableitungen sind; übersetzen sie ins Ukrainische:

zerfurcht, Andengipfel, ausgebrochen, Kraterrand, Gesteinsbrocken, Berufsmoral, erschlagen, übersteigen, schicksalhaft, Eruptionsexperten, Aschenregen, besteigen, verschätzen, die Hoffnung, der Vulkanforscher, lebendig, aufmachen, jährlich.

Er macht was er will



Der Ätna ist der besterforschte Vulkan der Welt – und der wohl rätselhafteste. Auch jetzt wurde die Wissenschaft vom Ausbruch überrascht. Wird die Eruption den Forschern helfen, den Feuerberg zu verstehen? Noch bleibt er Stoff alter Mythen und neuer Heldenlegenden.

Das Innere der Erde legt sich als mattschwarzer Staub in Ohrmuscheln, auf Wimpern und in Mundwinkel, sogar zwischen beschuhte Zehen. Überall fliegt die Asche — der Ätna streut sie in langen Fahnen über Land und See, paniert damit noch die Autos in den Gassen von Siracusa, 80 Kilometer entfernt, und sprenkelt Cappuccino- und Bierschaum auf Cafe-Terrassen. Sie schmeckt nach nichts. Nicht einmal nach Verbranntem, knirscht bloß ein bisschen zwischen den Zähnen.

Die Asche bleibt; sie wird, wie der Sand an den Strandurlaub, Touristen noch lange an Sizilien erinnern, wenn sie nächstes Jahr beim Kofferpacken aus den Ritzen rieselt. Für die Leute, die am Ätna wohnen, ist der schwarze Staub zwar lästig, aber das harmloseste Requisit zu dem Drama, das ihr ehrfürchtig „Mongibello“ („Berg der Berge“, aus Lateinisch „mons“ und Arabisch „djabel“) genannter Hausvulkan am 17. Juli zu inszenieren begann.

Nur acht Jahre nach seiner letzten Flankeneruption hat der Berg schon wieder seine Seitenhänge geöffnet. Bis zu 30 Kubikmeter Lava pro Sekunde spie er aus insgesamt fünf Spalten und schickte sich an, Häuser, Felder und Straßen mit seiner Feuerzunge zu verglühen und auf ewig zu begraben.

Vor kurzem hatte die Lava dann zwar einige Touristenbüdchen und Skiliftmasten an der Bergstation La Sapienza verschlungen, ansonsten hatte sich der Berg wieder einigermaßen beruhigt. Aber darauf mag sich niemand verlassen, schon gar nicht, wenn die Forscher sagen: Tausende wissenschaftlicher Abhandlungen hätten schon versucht, den Teufelsberg zu enträtseln. Und dennoch sei der am besten erforschte Vulkan der Welt zugleich der vielleicht rätselhafteste geblieben.



Jede seiner Zuckungen, jedes Beben seiner Flanken, jede neue Lava speiende Kluft überrascht die Wissenschaftler ebenso wie die Bergbauern. Zwar können Geologen inzwischen selbst seine Atemzüge — langsam hebt und senkt er sich — zentimetergenau messen. Aber rechtzeitig vorherzusagen vermochten sie auch diesen jüngsten Flankenausbruch nicht.

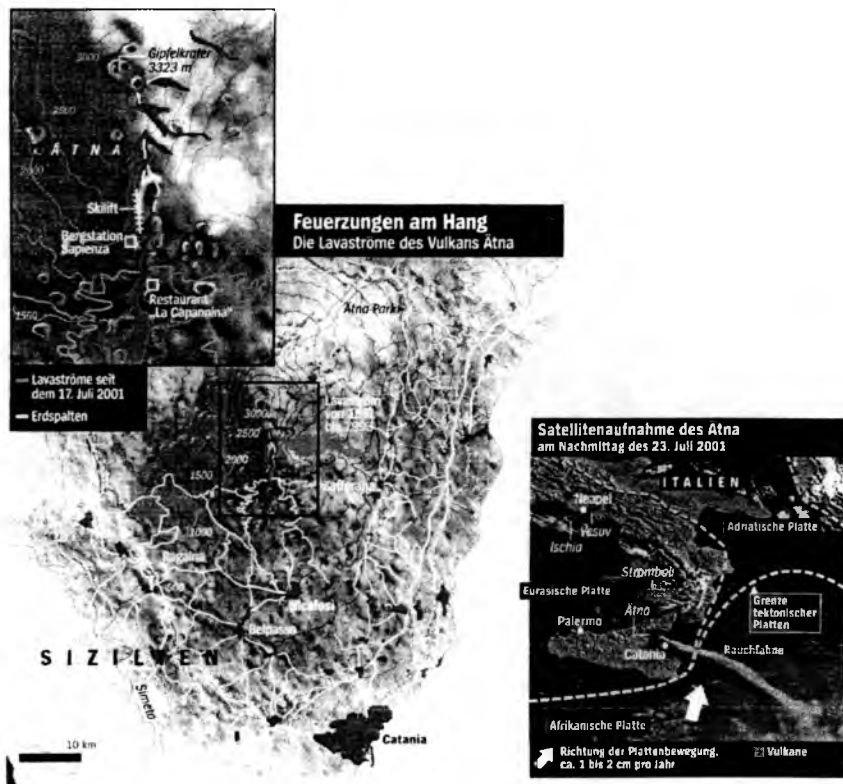


„Wir kommen der Sache näher“, sagt Boris Behnke, 39, deutscher Geologe an der Universität von Catania, der Stadt am Fuß des Ätna. „Aber wir sind noch nicht am Ziel angekommen.“ Der Forscher kann nicht still sitzen, er raucht und raucht, und seme von Schlaflosigkeit rot genetzten Augen irren immer wieder empor zum donnerbrüllenden und Feuer speienden Gipfel. „Genau das, was hier gerade passiert, wird uns helfen, den Berg genauer zu verstehen.“

Als die Feuerwalze vier Kilometer vor dem Städtchen Nicolosi stockte, hatten offizielle Beobachter eine voreilige und, wie sich bald herausstellte, falsche Entwarnung gegeben: Die Magmasäule im Schlot sei gesunken, hieß es, die Eruption habe an Kraft verloren.

„Er hat uns noch einmal verschont“, verkündete an diesem Tag ein zierlicher Baskenmützenträger der täglichen Rentnerrunde auf dem Rathausplatz von Nicolosi und wies auf den Berg hoch über dem Städtchen. „Beschwör es nicht, Luigi“, sagte sein rotgesichtiger Nachbar. „Es ist noch lange nicht vorbei. Was wissen wir schon? Er macht, was er will.“

Der alte Mann behielt Recht: Am Mittwoch, um 14.20 Uhr, brach sich plötzlich der neue Lavafluss Bahn. Die Brocken auf dem Rücken der Glutströme erkalteten zu bizarren Zacken, im Innern schmatzte es leise — als winde sich da ein widerliches Urreptil am westlichen Kraterrand talwärts —, ungefährlich zunächst, aber eine Mahnung: Noch brodeln der Ätna.



Und er hat einen langen Atem. Die letzte Flankeneruption währte von 1991 bis 1993 — 16 Monate lang. Der Ätna ist auch zwischen solch dramatischen Ausbrüchen seiner Seitenhänge ein Dauerbrenner — unter den rund 600 Vulkanen der Erde spucken außer ihm nur 7 andere so stetig Feuer, darunter der nahe Stromboli und der Kilauea auf Hawaii.

Immerzu stößt er seinen Höllenatem in die Lüfte und würgt 1100 Grad heiße Lava aus seinen Schründen. Er donnert und bebt, bis oben am Berg die wilden Hunde jaulen, und manchmal steigen Glutfanale über 1000 Meter hoch in den Himmel über den Dächern der Bergbewohner. Das Leben in seinem Schatten ist eine Art Dauerapokalypse, an die sich die Bewohner gewöhnt haben wie Großstadtbewohner ans Plätschern ihres Zimmerbrunnens.

Jedenfalls können diejenigen, die in seiner Nähe in Siziliens Ostprovinz Catania wohnen, nicht von ihm lassen. „Ameisenmenschen“ werden sie genannt, mit spöttischer Hochachtung, weil sie unverzagt nach jeder Katastrophe an Ort und Stelle weitermachen: Haus aufbauen, Straße räumen, Garten freigemem, Schulden abstottern - und das seit Generationen.

Nino Corsaro, 62, und seine Familie gehören zu diesen Ameisen. Als in der Nacht vom 17. auf den 18. Juli gegen zwei Uhr aus der Südostflanke des Bergs in 2100 Meter Höhe heißer Steinbrei quoll, waren sie die ersten Betroffenen — und die ersten Kämpfer gegen die glühende Flut. Die lief geradewegs auf ihr Restaurant La Capannina zu, ganz oben am Berg. Langsam, aber unaufhaltsam, mit etwa 50 Metern pro Stunde. Ab 7 Uhr morgens versuchte Sohn Davide, 27, Hilfe herbeizutelefonieren. Doch Polizei, Forstbehörden, Zivilschutz, und Präfektur waren bis 9.30 Uhr nicht besetzt. Danach nahm zwar jemand den Hörer ab, doch zuständig fühlte sich niemand.

Freunde kamen der Familie zu Hilfe: Sie schafften eine Planierdrape zu Capannina. Mittags kam dann der Bürgermeister und gab eine andere Raupe frei. Da stand die Lava schon zehn Meter vor dem Haus. Stoppen kann man sie nicht, so viel wusste Nino Corsaro von seinem Vater, aber umleiten. Raupenfahrer Andrea Serafica fuhr geradewegs in die Flanken des Glutstroms hinein — „Ein Held!“, findet der junge Corsaro -, und Nino, der Vater, spritzte Unmengen Wasser auf die Ränder des Stroms. „Alle haben mich für verrückt erklärt“, sagt er. „Aber es ist so: Wenn die Lava am Rand etwas kälter wird, dehnt sie sich und formt sich nach und nach zu einer Mauer.“ Ohne Pause haben sie geschoben und gespritzt, über 200000 Liter Wasser.

Irgendwann hat ihnen die Feuerwehr geholfen. Und sie haben es geschafft: Die kalte Lava hat sich vor dem Haus aufgetürmt, höher als das Dach, aber der glühende Fluss mit seiner unbändigen Vernichtungskraft hat sich, geringfügig umgelenkt, zwei, drei Meter vor der Haustür vorbeigewälzt.

Von seiner Furcht vor einer Naturgewalt, die sich kaum besser bändigen lässt als zu Beginn der Ätna-Geschichtsschreibung, redet niemand auf Sizilien gern. Denn Ohnmacht und Unwissen erzeugen Angst, und deswegen füllen die Menschen am Berg bis heute die Lücken, die die Wissenschaft offen lässt, mit Legenden. Darin verleihen sie ihm Gestalt, als Drachen, Feuergott oder, wie es in italienischen Zeitungen stand, als gefährlichem Kriegsgegner, der „Waffenstillstand anbietet“.

Jedenfalls muss er Wesen werden, ob Feind oder Freund. So können die, die mit ihm leben, sich ihn aneignen. Denn es beruhigt wenig zu wissen, dass er ein etwa 100000 Jahre alter, 3323 Meter hoher Strato-Schichtvulkan auf tektonisch komplexem Terrain ist. Diabolische Dunkelgeschöpfe besiedeln den Feuerberg schon seit der Antike: So hatte Zeus nach heftigem Kampf den Typhon, einen vielköpfigen, schlangenbeinigen Sohn der Gaia unter den sizilianischen Berg verbannt; seitdem tobt der Widerling in den Tiefen.

Die engste Verbindung zu Vulkanen hat in den Sagen der Schmiede- und Feuergott Hephaistos, hinkender Sohn des Zeus und der Hera, der seine Werkstatt unter dem Ätna hatte. Verheiratet war der hässliche Geselle mit Aphrodite, der allerschönsten Olympierin, die ihn laut Homer im Ehebett, also daheim im Ätna, mit Ares betrog. Die Sache flog auf, weil Helios, der Sonnengott, alles dem Feuergott petzte. Da schmiedete Hephaistos ein Netz, mit dem er die Liebenden fing und so eng aneinander fesselte, dass sie sich nicht mehr rühren konnten - in solchen Posen bekommt selbst der mächtigste Vulkan ein menschliches Angesicht.

Heute noch beten die katholischen Bergbewohner inbrünstiger, wenn der Ätna ausbricht, und wollen ihn mit Reliquien beschwören. Und immer noch ist es Tradition, dass Großväter mit ihren Enkeln an der Hand die zerklüfteten Bergflanken hinaufziehen und ihnen das Wesen des Ätna erklären, der, wie jeder weiß, böse und gut sein kann, ganz wie er will. Denn der Berg der Berge ist keineswegs nur grausamer Lavaspeier, und die über eine Million Menschen in seinem Einzugsgebiet haben gute Gründe, dort leben zu wollen. Das, was er aus dem Erdinnern nach außen kehrt, düngt seine Hänge und das Umland zu einem Garten Eden.

Unterhalb der kargen Aschenkegel und Lavahalden wachsen Esskastanien und Wein, Feigen und Orangen, außerdem Dattelpalmen, Granatäpfel und Pistazien - die Region zählt zu den ertragreichsten Italiens. Zudem nährt der Berg neben all den Menschen auch Füchse, Wildkatzen und Stachelschweine, Eulen und Falken; am nahe gelegenen Fluss Simeto leben Säbelschnabler, Uferschnepfen und Purpurreiher.

Und der Ätna tötet selten Menschen. Nur wer unbedingt die Lavalawine tätscheln muss oder, wie der einzige Verletzte des derzeitigen Ausbruchs, einer Auswurfstelle zu nahe kommt, bringt sich in Gefahr. Seit Beginn der Ätna-Geschichtsschreibung, und das sind weit über 2000 Jahre, seien „weniger als hundert Menschen durch den Vulkanismus des Ätna umgekommen“, hat Behnke ausgerechnet. Selbst der angebliche Tod von 20000 Menschen beim berühmten Ausbruch im Jahre 1669 sei zu Unrecht dem Vulkan angelastet worden, meint der Geologe. Wirklich verheerend habe nur das gleichzeitige Erdbeben gewütet.

Der Ätna gilt, wie der Kilauea, gerade wegen seiner unbändigen Aktivität als braver Vulkan. Der Grund dafür liegt in der Zusammensetzung seines Magmas: Die Schmelze enthält weniger Kieselsäure - das macht sie dünnflüssiger. So können solche so genannten Basaltvulkane in einem relativ stetigen Puls Gase und Magmen aus dem Innern der Erde nach oben befördern und über ihren Hängen entladen.

Das Magma des Vesuv, des Pinatubo oder des gegenwärtig rumorenden Vulkans Mayon auf den Philippinen ist dagegen kieselsäurereich und daher

derart zäh, dass es beim Aufstieg in den Schlot diesen verstopft. Unter dem Korken stauen sich dann oft über Jahrhunderte die Gase - bis solche Katastrophenkegel (Dacit-Vulkane) sich selbst Spitze und Mantel absprengen und diese mitsamt ihrem glutheißen Innern kilometerweit übers Land schleudern.

Glaubten Wissenschaftler lange, wenigstens in diesem Punkt den Ätna in eine ordentliche Kategorie stecken zu können - „daueraktiver Basaltvulkan, wenig Gefahrenpotenzial“, so hat die jüngere Forschung sie auch hier enttäuscht: Eine italienische Vulkanologengruppe entdeckte, als sie eine Auswurfsschicht aus dem Jahre 122 vor Christus untersuchte, dass der Ätna mindestens dieses eine Mal so heftig explodiert sein muss wie der Vesuv.

Auch der Ort, an dem der Ätna-Schlot die Erdkruste durchbricht, ist für Vulkanologen befremdlich. „Er passt eigentlich, in gar keine Schublade“, seufzt Behnke „Es gibt nicht einmal einen logischen Grund für seine Existenz.“ Nur in einer Hinsicht seien Vesuv und Ätna verwandt: Beide liegen nahe der Grenze zwischen Eurasischer und Afrikanischer Platte, die im Mittelmeer aufeinander treffen. Aber die beiden Kontinentalplatten gleiten, in einem nur wenige hundert Quadratkilometer großen Gebiet, auf völlig unterschiedliche Art und Weise aneinander vorbei: Sie schieben sich übereinander, verwerfen sich, zerbröseln zu Miniplatten oder öffnen sich zu Spalten. „Wir haben hier auf kleinstem Raum alle möglichen tektonischen Situationen“, erklärt Behnke. Und da jede Faltung, Klüftung, Verschlebung der Erdkruste eine andere Art von Vulkanismus gebiert, „sind Vulkane so verschieden voneinander wie Menschen“.

So liegt der Vesuv über einer so genannten Subduktionszone, wo Platten sich übereinander schieben — seine Explosivität ist typisch für solch einen Untergrund. „Der Ätna dagegen“, erklärt Rolf Schick, Geophysiker von der Universität Stuttgart, „liegt über Dehnungsfugen in der Erdkruste, die tief bis zum Erdmantel reichen.“

Scherkräfte haben diese Spalten geschaffen, dort, wo die Platten seitlich aneinander entlanggleiten. Dadurch kann das Magma stetig bis ganz oben in den Vulkan aufsteigen und sich unterwegs schon einmal der in ihm gelösten Gase entledigen. So entsteht gar nicht erst ein Hochdruckkessel wie unter dem Vesuv.

In Magmazusammensetzung und Verhalten ähnelt der Ätna den Hot-Spot-Vulkanen, wie etwa denjenigen auf Hawaii. Doch auch zu ihnen gehört der Ätna nicht richtig, denn sie sitzen zumeist auf einer 5 Kilometer dünnen ozeanischen Kruste. In Sizilien aber muss das Magma eine 30 bis 35 Kilometer dicke kontinentale Platte durchdringen — eine so große Strecke, dass die enorme Aktivität erstaunt.

Im Schnitt 18-mal pro Jahrhundert speit der Ätna monatelang Feuer aus seinen Seitenhängen, dazwischen blubbert die Lava mehr oder weniger kontinuierlich aus den Gipfelkratern — Flankeneruptionen kommen in Zyklen, so viel ist klar. „Diese wird sogar noch heftiger werden“, glaubt Behnke. Insgesamt jedenfalls sei der Berg in den vergangenen 50 Jahren deutlich aktiver gewesen als in den 300 Jahren davor.

Hoffnung auf genauere Vorhersagen macht Behnke und den anderen Vulkanologen, dass sie seit der Eruption von 1991 zum ersten Mal einen kompletten Zyklus mit modernen Instrumenten durchgemessen haben. „Am 17. Juli hat der neue Zyklus begonnen“, sagt Behnke. „Das heißt, ab jetzt können wir Daten mit denen von damals vergleichen.“ Er grinst - kein Zweifel, der Mann freut sich über den Ausbruch des Ätna.

Die Corsaros freuen sich nicht. Dennoch: Die riskanten Hänge verlassen und andernorts sicherer siedeln? Das kommt nicht in Frage. Schon der Urgroßvater lebte hier, verkaufte den Ätna-Schnee unten im Tal als Eisersatz. Sohn Davide plagt schon nach zwei Tagen in der Fremde das Heimweh. Und seine Mutter Christiane, ursprünglich Belgierin, kann sich nicht vorstellen, den Berg zu verlassen, diese einzigartige Schimäre aus Schönheit und Schrecken.

*Rafaela von Bredow, Hans-Jürgen Schlam
Spiegel 2001, № 31, S.162-165.*

Wortschatz zum Thema

mattschwarzer Staub	- чорноматовий порошок (курява)
die Ohrmuschel -, -n	- вушна раковина
die Wimper -, -n	- вія
die Mythe -, -n	- міф
die Mundwinkel -s	- куточок рота
die Zehe -, -n	- великий палець ноги
fliegen (o, o)	- літати
die Asche -, -n	- попіл
steuern	- розсипати
die Fahne -, -n	- тут: хмара диму
panieren	- тут: обсипати
die Gasse -, -n	- провулок, вуличка
entfernt	- віддалений
sprenkeln	- бризкати, кропити
zwischen den Zähnen knirschen	- хрустіти між зубами

sich erinnern an (Akk.)	- нагадувати про
verschlingen (a, u)	- ковтати
der Berg hatte sich beruhigt	- гора заспокоїлася
sich auf etw. verlassen	- покладатися на щось
die Abhandlung -, -en	- тут: наукова праця
versuchen	- пробувати
den Teufelsberg enträtseln	- розгадати чортову гору
die Zuckung -, -en	- здригання, тремтіння
das Beben -s, =	- землетрус, коливання ґрунту
der Ritz -es, -e	- щілина, тріщина
rieseln	- струменіти, дзюркотіти
der Skiliftmast -es, -e u -en	- щогла канатного підйомника
die Flanke -, -n	- 1. фланг; бічна поверхня, схил
die speiende Kluft	- вивержена безодня (провалля)
überraschen	- дивувати
der Bergbauer -n u -s, -n	- гірник
der Atemzug -es, -züge	- подих
rechtzeitig vorhersagen	- своєчасно сповістити (передбачити)
sich herausstellen	- виявлятися
die Entwarnung	- відбій (тривоги)
die Magmasäule	- стовп магми
die Feuerwalze	- вогняний вал
der Schlot -(e)s, -e	- тут: кратер
sinken (a, u)	- падати, опускатися
die Eruption habe an Kraft verloren	- виверження втратило силу
verschonen	- помилувати, щадити
weisen (ie, ie)	- вказувати
Recht behalten	- зберігати право
es brach sich plötzlich der neue	- раптом прорвся новий потік
Lavafluss Bahn	(струміль) лави-ріки
die Brocken erkalten zu bizarren	- уламки охолоджуються до
Zacken	своєрідних зубців
schmatzen	- 1. плямкати, чавкати; 2. цілуватися
sich winden	- звиватися, зміїтися
ein widerliches Urreptil	- огидна первісна рептилія
brodeln	- клекотати
der donnerbrüllende und Feuer	- вершина, яка гуркоче, реве та
speiende Gipfel	викидає вогонь
die Glut -, -en	- 1. спека; 2. розпечення,
	розжарювання
den Höllenatem stoßen	- відчути пекельне дихання

die heiße Lava würgen
der Schlund (e)s, Schlünde
das Fanal -s, -e

der Drache -n, -n
die wilden Hunde jaulen
die Dauerapokalypse -, -n
sich gewöhnen an (Akk.)
das Plätschern
das Netz schmieden
die Ameisenmenschen
die spöttische Hochachtung
unverzagt
Schulden abstottern
ein heißer Steinbrei quoll

die glühende Flut
unaufhaltsam
die Forstbehörde -, -n
der Zivilschutz -(e)s, -e
die Präfektur -, -en
zu Hilfe kommen
dem Feuergott petzen

stoppen
umleiten
j-n für verrückt erklären
verleihen (ie, ie)
sich dehnen
die Feuerwehr
die Vernichtungskraft -, -kräfte
geringfügig
die Furcht vor einer Naturgewalt
die Ohnmacht -, -en

das Waffenstillstand anbieten
diabolische Dunkelgeschöpfe
besiedeln
zu Miniplatten zerbröseln
sich zu Spalten öffnen
der Hang -(e)s, Hänge

- проковтувати гарячу лаву
- тут: безодня, глибоке провалля
- 1. маяк; сигнальний вогонь;
2. провісник
- дракон
- дикі собаки виють
- тривалий апокаліпсис
- зникати до
- дзюрчання
- підготувати (викувати сітку)
- люди-мурашки
- іронічна (дошкульна) повага
- мужній, безстрашний
- оплатити борги
- струменіла гаряча кам'яна каша
(місиво)
- розпечений потік
- нестримний, невпинний
- відомство лісництва
- захист громадян
- префектура
- прийти на допомогу
- доносити (нашіптувати) богові
вогню
- зупиняти, припиняти
- змінити напрямок
- проголосити когось божевільним
- тут: надавати
- простягатися
- пожежна частина (команда)
- сила руйнування
- незначний
- страх перед силою природи
- 1. слабість, безсилля; 2.
непритомність
- запропонувати перемир'я
- диявольські темні істоти
- населяти
- кришитися на міні-плато
- утворювати тріщини
- схил

die Esskastanie -, -n
die Felge -, -n
die Orange -, -n
die Dattelpalme -, -n
der Granatapfel -s, -äpfel
die Pistazie -, -n
der Fuchs -es, Füchse
die Wildkatze -, -n
das Stachelschwein -(e)s, -e
die Eule -, -n
der Falke -n, -n
der Säbelschnäbel -s, =
die Uferschnepfe -, -n
der Purpurreiher -s, =
ein karger Aschenkegel

sich in Gefahr bringen
verheerend
wüten
rumoren
unter dem Korken staunen sich die
Gase
glutheiß
schleudern
die Existenz -, -n
verwandt sein
gleiten
sich verwerfen
bändigen
die Verschiebung der Erdkruste
sich entledigen
der Hochdruckkessel -s, =
die Magmazusammensetzung -, -en
vergleichen (ie, ie)
ähneln (Dat.)
die Strecke -, -n
die riskanten Hänge verlassen
der Eisersatz -es, -sätze
das Heimweh
plagen
die einzigartige Schimäre

- їстівний каштан
- інжир
- апельсин
- фінікова пальма
- плід граната
- фісташка
- лис
- дика кішка
- дикобраз
- сова
- сокіл
- шилоклювка
- веретенник (Limosa Briss.)
- пурпурова чапля
- жалюгідний туфовий вулканічний
конус
- піддаватися небезпеці
- спустошливий
- лютувати, бушувати
- шуміти, гуркотіти
- під корою накопичуються гази

- вогняний
- викидати в повітря
- існування
- бути спорідненим
- ковзати, плисти
- коробитися
- утихомирювати, приборкувати
- зсув земної кори
- тут: звільнятися (від чогось)
- котлован з високим тиском
- склад магми
- порівнювати
- бути подібним
- тут: протяжність
- покидати небезпечні схили
- штучний лід
- туга за домівкою
- мучити
- неповторна химера

das kommt nicht in Frage	- про це не може бути мови, це відпадає
ehrfürchtig	- шанобливий, набожний
harmlos	- сумирний
ein hinkender Sohn	- син, що кульгає
blubbern	- кипіти, клекотіти
die Scherkraft -, -kräfte	- зрізувальна сила
inbrünstig	- ревно́ий, запопадливий, палкий, завзятий
grinsen	- посміхатися (зловтішно)
sich aneignen (Dat.)	- переймати, оволодівати, засвоювати
sich schieben (o, o)	- рухатися
der Zweifel -s, =	- сумнів
der Garten Eden	- сад Едем (земний рай)
die Posse -, -n	- 1. фарс; 2. злий жарт, витівка
tätscheln	- торкатися

Übung 1. Beantworten Sie folgende Fragen zum Text:

1. Ist Ätna wirklich der besterforschte Vulkan der Welt?
2. Warum bleibt er bis jetzt rätselhaft?
3. Welchen Schaden wird von diesem Vulkan der Umwelt an Sizilien zugefügt?
4. In welchem Jahrhundert begann dieser Vulkan auszubrechen?
5. Darf man sich auf den Berg Ätna verlassen, wenn er sich auch einigermaßen beruhigt?
6. Fällt es den Forschern leicht, diesen Teufelsberg zu enträtseln?
7. Warum können die Wissenschaftler den Flankenausbruch nicht vorhersagen?
8. Wer von den deutschen Geologen beschäftigt sich eingehend mit diesem Vulkan?
9. Wie viele Vulkane gibt es insgesamt auf der Erde?
10. Wie benimmt sich der rätselhafte Vulkan Ätna?
11. Ist das Leben in seinem Schatten eine Art Dauerapokalypse?
12. Haben sich die Bewohner an diesen Vulkan und seine Marotten gewöhnt?
13. Warum werden die Einwohner der Ostprovinz Catania "Ameisenmenschen" genannt?
14. Kommen den Betroffenen viele Menschen zu Hilfe?
15. Hilft den Betroffenen auch die Feuerwehr?

16. Haben hier die Leute bis jetzt Furcht vor einer Naturgewalt?
17. Wodurch lässt das sich erklären?
18. Warum wird diesem Berg eine diabolische Dunkelkraft verschrieben?
19. Was berichten uns davon die Legenden?
20. Warum beten hier die katholischen Bergbewohner? Worauf hoffen sie?
21. Wie ist hier die Pflanzen- und Tierwelt?
22. Wie lange existiert die Ätna-Geschichte?
23. Was Interessantes berichtet uns eine italienische Vulkanologengruppe?
24. Warum vermuten einige Forscher, dass Vesuv und Ätna teilweise verwandt sind?
25. Wodurch unterscheiden sich diese Vulkane?
26. Wie oft speit Ätna Feuer aus seinen Seitenhängen?
27. Warum wollen die Einwohner diesen Berg nicht verlassen?

Übung 2. Übersetzen Sie ins Deutsche:

1. Не дивлячись на те, що вулкан Етна є одним із найбільш досліджених вулканів, разом з тим він є одним із загадкових.
2. Існує багато легенд про походження цього вулкану.
3. Етна розсіває хмари диму над країною та морем.
4. Вулканічний попіл осідає на автомобілях, провулках та терасах кафе.
5. Туристи, які відпочивають на Сіцилії, ще довго згадуватимуть, як б'є струменем лава з різних щілин.
6. А жителі Етни вже звикли до цього, не дивлячись на те, що чорний порошок дощукає їм.
7. Назва гори походить з арабської мови від слова "чорт".
8. Вісім років після останнього бокового виверження вулкану гора знову відчинила свій бічний схил і кожної секунди звідти витікає до 30м³ лави.
9. Тут є приблизно п'ять великих тріщин. Вогонь лави сягає будинків, полів та вулиць.
10. Через деякий час вулкан-гора ніби заспокоюється, однак жоден житель не має права покластися на те, що вулкан не буде знову бушувати.
11. Існує тисячі праць щодо розгадки цієї чортової гори.

12. Кожне здригання цієї гори, кожне коливання ґрунту, кожна нова лава, яка утворює тріщини, не перестає дивувати вчених та гірників.

13. Досить детально вивченням цього вулкану займається німецький геолог Борис Бенке.

14. Так, останнє флангове виверження вулкану було у 1991 році і тривало до 1993 року.

15. Виглядало так, що бічний схил гори, звідки струменіла лава, був подібним до печі, що довго утримує тепло.

16. А життя в тіні — це свого роду тривалий апокаліпсис, до якого жителі вже звикли.

17. Людей, які тут проживають, називають мурашками. Вони не перестають працювати, не зважаючи на катастрофи.

Übung 3. Setzen Sie, wo es nötig ist, die Verben in den bestimmten Zeitformen ein; übersetzen Sie diese Sätze ins Ukrainische:

1. Die Asche die Autos in den Gassen von Siracusa (panieren - im Präsens).

2. Der Ätna die Asche weit über Land und See (streuen - im Perfekt).

3. Der diabolische Berg seit langem zu toben. (beginnen - im Präteritum).

4. Der Berg wieder einigermaßen (sich beruhigen - im Plusquamperfekt).

5. Jede seiner Zuckungen, jedes Beben seiner Flanken die Wissenschaftler und die Bergbauern (überraschen - im Präsens).

6. Die Brocken auf dem Rücken der Glutströme zu den bizarren Zacken (werden - im Perfekt).

7. Der Vulkan seinen Höllenatem in die Luft und die heiße Lava aus seinen Schlünden (stoßen - im Präsens, würgen - im Präsens).

8. Die Leute, die hier wohnen, Ameisenmenschen (nennen - im Präsens Passiv).

9. Man die Lava nicht stoppen, aber umleiten (können - im Präsens).

10. Die engste Verbindung zu Vulkanen ... in den Sagen der Schmiede- und Feuergott Hephaistos (haben - im Perfekt).

11. Hephaistos ein Netz, mit dem er die Liebenden (schmieden - im Plusquamperfekt, fangen - im Perfekt).

12. In solchen Posen selbst der mächtige Vulkan ein menschliches Angesicht. (bekommen - im Präsens).

13. Unterhalb der kargen Aschenkegel und Lavahalden eine reiche Pflanzenwelt. (wachsen - im Präsens).

14. Man sagt, dass der Ätna selten die Menschen, nur die, die Lavalavine (töten - im Präsens, tätscheln - im Präsens).

Übung 4. Übersetzen Sie richtig die Sätze mit dem Partizip I ins Ukrainische:

1. Hephaistos - ein hinkender Sohn des Zeus und der Hera hatte seine Werkstatt unter dem Ätna.

2. Mit seinem schmiedenden Netz fing Hephaistos die Liebenden im Ehebett und fesselte sie aneinander.

3. Inbrünstiger betend, wollen die Bergbewohner den Berg mit Reliquien beschwören.

4. Seine Hänge düngend, kann der Vulkan die Umwelt zu einem Garten Eden machen.

5. Wirklich verheerend war das Erdbeben hier im Jahre 1669.

6. Das Magma des Vesuvs, des Pinatubo oder des gegenwärtig rumorenden Vulkans Mayon auf den Philippinen ist dagegen kiesel-sauerlich.

7. Sich über den Ausbruch des Ätna freuend, hofft der Geologe Behnke auf der genauere Vorhersagen.

8. Diabolische Dunkelgeschöpfe, den Feuerberg besiedelnd, existierten hier seit der Antike.

9. Dem Berg die Gestalt des Drachen und des Feuergottes verleihend, haben bis jetzt die Menschen die Furcht vor einer Naturgewalt.

FAZIES

Die zentrale Aufgabe der Lithologie ist, auf Grund eingehender Untersuchung die Umstände, unter denen sich Sedimentgesteine bildeten, zu ermitteln. Die Lösung dieser Aufgabe erleichtert das Aufsuchen von Lagerstätten sedimentärer nutzbarer Bodenschätze.



Den Ausdruck "Fazies" wendet man schon seit mehr als 100 Jahren an, aber die Forscher legen ihm eine verschiedene Bedeutung bei. Die einen verstehen unter Fazies die physischgeographischen Verhältnisse bei der Bildung der Sedimente, die anderen bestimmte Typen der Sedimente selbst und die dritten die Zusammenfassung von Merkmalen der Sedimente und der Umstände ihrer Entstehung. Indessen besteht keine Meinungsverschiedenheit über den Begriff der "faziellen Besonderheiten" von sedimentären Schichtkomplexen. Unter "faziellen Besonderheiten" versteht man die

Unterscheidungsmerkmale der Sedimente, die von Anfang an vorhanden und in ihrer Gesamtheit für die physisch-geographischen Verhältnisse bei der Entstehung der Ablagerungen bezeichnend sind.

Wenn auch die Fazies mit den physisch-geographischen Verhältnissen, d. h. mit den Landschaften, gleichbedeutend sind, so ist doch bei weitem nicht jede Fazies durch entsprechende Ablagerungen gekennzeichnet (z. B. die Gipfel von Bergrücken, die mittleren Teile von Gletschern usw.) Außerdem können sich unter gleichen physisch-geographischen Verhältnissen in ihrer Zusammensetzung verschiedene Sedimente bilden.

Man darf auch Fazies nicht mit Sediment oder Gestein gleichsetzen, weil das den Begriff in einen rein petrographischen verkehren würde. Darum darf man nicht von sandigen, kalkig-dolomitischen Eisenerz- und ähnlichen Fazies sprechen. In diesen Fällen wird die Herkunft der betreffenden Ablagerungen nicht gekennzeichnet, und deshalb muss man an Stelle des Ausdrucks "Fazies" die Ausdrücke "Gesteine", "Formationen" oder "Unterformationen" verwenden.

Viel richtiger ist es nach der Meinung des Verfassers, unter Fazies die Gesamtheit von Kennzeichen der Sedimente und Verhältnissen bei ihrer Entstehung zu verstehen. Dann darf man z. B. nicht von einer dolomitischen Fazies sprechen, sondern von dolomitischer Lagunenfazies, nicht von aleuritischen Fazies, sondern von lakustrisch-aleuritischen Fazies usw.

In der vorliegenden Arbeit wird eine Fazies aufgefaßt als ein gesetzmäßiger Komplex der lithologischen und paläontologischen Besonderheiten des Sediments, die für die Umstände seiner Ablagerung bezeichnend sind. Die Fazies ist demnach der stoffliche Ausdruck für die Umstände der Entstehung der Sedimente.

Wortschatz zum Thema

die Fazies (Gesamtheit der Merkmale eines Sedimentgesteins)	- геол. фації
die Lithologie (nur Sg. griech. lithos "Stein"+ logie), Petrographie,	- літологія
Petrologie - Wissenschaft von den Gesteinen	
sedimentär	- геол. осадовий
ermitteln	- виявляти, встановити
nutzbare Bodenschätze	- корисні копалини
eine Bedeutung beilegen (Dat.)	- приписувати значення
das Sediment -(e)s, -e	- відкладання, нашарування

die Zusammenfassung -, -en	- узагальнення
der Umstand -(e)s, Umstände	- обставина
die Entstehung -, -en	- виникнення, походження
gleichsetzen	- ототожнювати
von Anfang an	- з самого початку
die Gesamtheit	- сукупність, в цілому
die Ablagerung -, -en	- відкладання, нашарування
rezente Ablagerungen	- сучасні (свіжі) нашарування
bezeichnet sein	- бути характерним
der Gipfel -s, =	- вершина
der Gletscher -s, =	- льодовик
der Begriff -(e)s, -e	- поняття
verkehren	- тут: перекручувати
das Eisenerz -es, -e	- залізна руда
die Herkunft -, -künfte	- походження
die Besonderheit -, -en	- особливість
das Ergebnis -ses, -se	- результат, наслідок
die Mannigfaltigkeit -, -en	- різноманітність, різносторонність
verursachen	- спричиняти
die Eigentümlichkeit -, -en	- своєрідність
sich absetzen	- хім. осідатися, виділятися
die Tektonik (Lehre vom Aufbau und von den Bewegungen der Erdkruste)	- тектоніка
tektonisch (den Bau der Erdkruste betreffend)	- тектонічний
sich ausprägen	- відбиватися
die Dauer	- тривалість, термін, строк
die Umlagerung -, -en	- переміщення, ізометризація
die Vorbedingung -, -en	- передумова
das Aleuron -s (nur Sg.)	- алейрон
das Trümmermaterial	- пуста, безрудна порода

Übung 1. Beantworten Sie folgende Fragen:

1. Worin besteht die Aufgabe der Lithologie?
2. Was versteht man unter dem Begriff "Fazies"?
3. Warum darf man nicht Fazies mit Sediment oder Gestein gleichsetzen?
4. Warum ist Fazies ein weiterer Begriff als Gestein?
5. Welche Fazies gibt es?

6. Welche wesentlichen Unterschiede bestehen zwischen ihnen?
7. Wodurch sind diese Unterschiede verursacht?
8. Welche Eigentümlichkeiten sind den heutigen Fazies eigen?

Übung 2. Suchen Sie Synonyme unter dem Strich zu den folgenden Wörtern und Wortverbindungen!

eine zentrale Aufgabe, eine eingehende Untersuchung, die Meinungsverschiedenheit, eine lange Entwicklung, örtliche Verschiedenheiten, allgemeine Vorbedingungen, ein geringer Einfluss, eine ungleiche Größe, die Unterscheidungsmerkmale, eine fortschreitende Veränderung, die Ablagerung, die Meinung.

ein wichtiges Problem, die Differenz, die Nichtübereinstimmung, eine ausführliche Beobachtung, lokale Unterschiede, ein dauernder Prozess, eine dauernde Evolution, universale Voraussetzung, eine karge Einwirkung, die Differenzierungszüge, das verschiedenartige Ausmaß, der Bodensatz, die Auffassung, die Ansicht, ein fortfahrender Wechsel, ein fortfahrender Wandel.

Übung 3. Welche von den folgenden Wörtern sind Internationalismen? Bilden Sie Sätze mit ihnen:

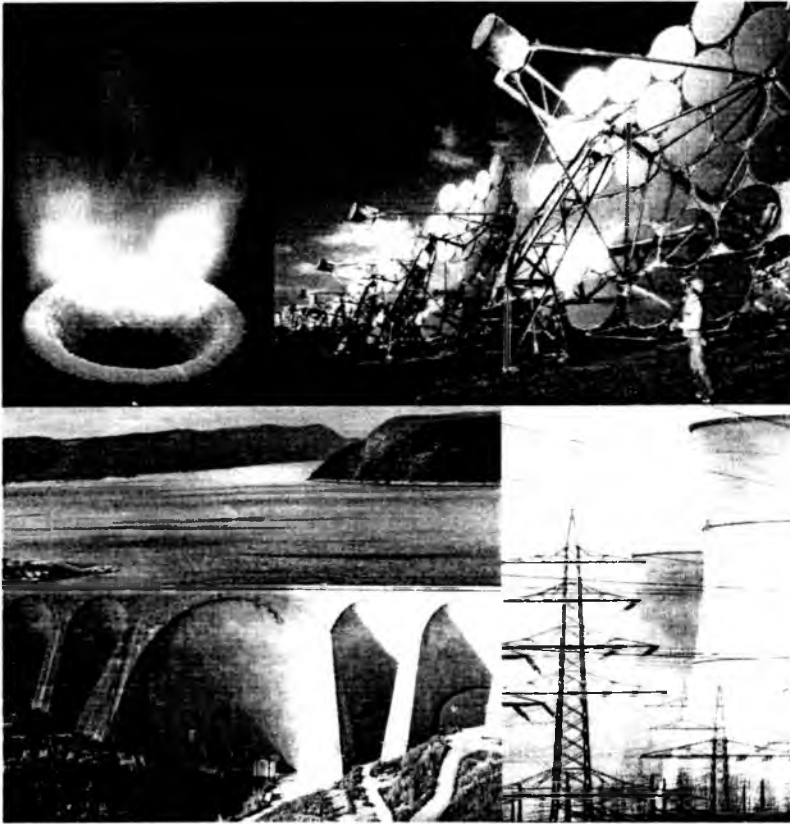
die Lithologie, der Umstand, das Sediment, das Merkmal, die Ablagerung, die Formation, die Fazies, das Resultat, das Ergebnis, die Landschaft, der Gletscher.

Übung 4. Bilden Sie von den folgenden Wörtern Substantive mit den Suffixen *-ung*, *-keit*; übersetzen sie ins Ukrainische und führen Sie Sätze mit ihnen an:

anwenden, ermitteln, erleichtern, bedeuten, bilden, verwenden, auffassen, unterschiedlich, möglich, wesentlich, ähnlich.

ENERGIE DER ZUKUNFT

Die Vorräte an fossilen Brennstoffen gehen zur Neige. Als Schlüsseltechnologie für das 21. Jahrhundert gilt die Brennstoffzelle. Von der Natur begünstigt, waren die Isländer als Erste den Sprung in die Wasserstoffwirtschaft. Können die Industrienationen mit weniger Energie ihren Lebensstandard halten?



Der Zenit des fossilen Zeitalters ist erreicht. Zu Beginn des neuen Millenniums stammen neun Zehntel des Energieverbrauchs in der Welt aus Kohle, Öl und Erdgas. Jahr für Jahr, schätzen die Geologen, verheizt die Menschheit so viel Brennstoff, wie die Natur zuvor - mit Hilfe von Sonneneinstrahlung und Fotosynthese - im Laufe von jeweils einer Million Jahren angespart hat.

Wie eine „unverhoffte Erbschaft“, erkannte schon 1909 der Philosoph und Chemiker Wilhelm Ostwald, war die gespeicherte Energie in Gestalt unterirdischer Öl-, Kohle- und Erdgasdome über die Menschen gekommen. Erst seit Beginn der industriellen Revolution, mit dem Siegeszug von Dampfmaschine und Eisenbahn machten sie in großem Stil Gebrauch von den Vorräten. Nun schrumpft der Nachlass im Zeitraffertempo.

Der Eintritt in die Kohlezeit am Ende des 18. Jahrhunderts markierte - von den Zeitgenossen völlig unbemerkt - zugleich einen energetischen Wendepunkt der Erdgeschichte: Auf inspektakuläre Weise endete das erste Solarzeitalter, in dem sich der vorindustrielle Mensch 100000 Jahre lang eingerichtet hatte. So lange hatten Sonnenwärme, Wind, Wasserkraft und nachwachsende Rohstoffe dem Homo sapiens genügt, seinen Energiebedarf zu decken.



Nun aber, mit dem Beginn des Industriezeitalters, wurde zuerst die Kohle, dann das Öl und schließlich auch das Erdgas zum allumfassenden Treibsatz der gesellschaftlichen Umwälzung. In den vergangenen 50 Jahren hat sich der Energiehunger auf der Welt mehr als verfünffacht. Fossile Energie entwickelte sich von Anfang an zu einer Art Leitwährung, deren Verfügbarkeit über die Verteilung von Armut und Reichtum auf der Erde entschied. Während der Norden die Reserven zu einer beispiellosen Beschleunigung seiner Zivilisation nutzte, kommt bis heute fast die Hälfte der Weltbevölkerung mit Kohle, Gas, Öl oder Strom nicht einmal in Berührung.

Ein Durchschnitts-Deutscher verbraucht 20-mal mehr Energie als ein Durchschnitts-Indier. 24 Prozent der Weltbevölkerung konsumieren 70 Prozent des globalen Energieumsatzes. Entsprechend ungeduldig melden die Zukurzgekommenen ihren Nachholbedarf an.

Ob sie ihn werden befriedigen können, ist fraglicher denn je. Denn mit mathematischer Unerbittlichkeit steht fest, dass die fossilen Energieträger zu Ende gehen - unabhängig davon, ob der Verbrauch noch weiter steigt, wie es zum Beispiel die Internationale Energie Agentur der OECD-Staaten vorhersagt.



Der Dauerzwist zwischen den Experten dreht sich nicht um die Tatsache der kommenden Energieverknappung, sondern um den Zeitpunkt ihres Eintretens - und natürlich um die Frage der Alternativen. Blicke die globale Fördermenge - wovon niemand ausgeht - auf dem aktuellen Niveau, ginge das Erdöl in 42 Jahren zu Ende, Erdgas in 66 und die Kohle in rund 150 Jahren. Tatsächlich prophezeien fast alle internationalen Szenarien, dass der Energiebedarf bis 2020 noch mal um die Hälfte bis zwei Drittel ansteigen wird.

Geologen, die nicht zum Einflussbereich der Ölkonzerne gehören, rechnen damit, dass der Zenit der Ölförderung schon um das Jahr 2010 herum überschritten sein wird. Dann, so die Vorhersage, sei die Hälfte des

vorhandenen Erdöls verbraucht. Seine Verfügbarkeit nehme erst langsam, dann immer rascher ab. „Wer um 1950 geboren wurde“, mahnt Lester Brown, Chef des Washingtoner Worldwatch Institute, „erlebte eine Verdopplung der Pro-Kopf-Ölfördermenge in nur wenigen Jahrzehnten. Wer um 2000 geboren wird, dürfte erleben, wie sie sich halbieren und unter das Niveau von 1950 fallen wird.“ Schon seit Anfang der achtziger Jahre hält die Exploration neuer Ölfelder mit der Förderung nicht mehr Schritt. Zuletzt pressten die Ölgesellschaften viermal mehr Rohöl aus der Erde, als sie neues fanden.

Lange Jahre schöntten die Förderländer die Statistik, indem sie die Restmengen der bekannten Förderstätten immer höher bewerteten. Im letzten Jahr mussten sie erstmals einen Rückgang der Reserven einräumen. Der Zeitpunkt rückt näher, zu dem die Konzerne auf die Ausbeutung heute noch unwirtschaftlicher Reserven zurückgreifen müssen und schließlich auch auf „unkonventionelles Öl“ aus Ölschiefer, Teersanden und Schwerölen. Die Konsequenz: Vor dem Ende des Öls kommt das Ende des billigen Öls - und möglicherweise der Kampf um die letzten Ressourcen. Sollten die Ölquellen tatsächlich bald weniger kräftig sprudeln, würde das vor allem die Gier auf die Erdgasreserven anheizen - „allenfalls für eine kurze Verschnaufpause“, mahnen die Geologen. Am Ende würden Öl und Gas gleichzeitig zur Neige gehen.

Von alldem wollen die Global Player des Energiegeschäfts nichts wissen. Getragen von ungebrochenem Fortschrittsglauben, beschwören sie in Geschäftsberichten und Prospekten unentwegt ein Paradoxon: die Unerschöpflichkeit des Endlichen.

In Wahrheit grassiert auch unter den Verteidigern des Status quo die Unsicherheit. Ihre Sorge gilt vor allem der Frage, ob die Lagerstätten überhaupt noch bis zur Neige ausgebeutet werden können. Der Abbau des in Teersanden und Ölschiefer gebundenen Öls gilt als teuer und ökologisch fragwürdig. Vor allem aber droht mit dem globalen Treibhauseffekt, angeheizt durch die Verbrennung von Kohle, Öl und Erdgas, eine neue Grenze des Wachstums.

Schon mehren sich die Zeichen einer neuen Nachdenklichkeit. Reihenweise verlassen Weltunternehmen wie BP, Shell, Amoco, DaimlerChrysler, Ford oder General Motors die „Global Climate Coalition“, eine in den USA ansässige Lobby-Organisation, die seit Ende der achtziger Jahre die Realität des Treibhauseffekts leugnet. Die Abtrünnigen setzen sich an die Spitze der Bewegung gegen den Klimawandel und investieren Milliarden Dollar in umweltschonende Energietechnologien. Wer rechtzeitig Alternativen entwickle, meint der deutsche Shell-Vorstand und Ex-Öko-Aktivist Fritz Vahrenholt, werde auch künftig „wirtschaftlich erfolgreich“ sein.

Ob der Wendepunkt in 10, 50 oder 100 Jahren erreicht ist: Das Zeitalter des fossilen Überflusses bleibt zivilisationsgeschichtlich eine Episode - doch was kommt danach? Die Kernenergie, ausgestattet mit dem Vorteil annähernder Klimaneutralität und dem Nachteil hoher Katastrophenrisiken, konnte die Hoffnungen ihrer Anhänger nie erfüllen. Hätte sie es getan, wäre auch der Kernbrennstoff Uran nach wenigen Jahrzehnten aufgebraucht gewesen. Die Brütertechnologie, die die Spaltstoffvorräte strecken sollte, hat sich nirgends auf der Welt durchsetzen können.

Die Kernfusion als zweite Variante der Nutzung der Atomkernkräfte, bleibt nach über vier Jahrzehnten höchster finanzieller und wissenschaftlich-technischer Anstrengungen kaum mehr als eine Ungewisse Verheißung für die zweite Hälfte des 21. Jahrhunderts.

Bleibt als Ausweg aus dem Energiedebakel nur die Rückkehr zum Status quo ante: ein zweites Solarzeitalter, wenn auch unter dramatisch veränderten Rahmenbedingungen. Nicht mehr eine Milliarde Menschen wie zu Beginn der industriellen Kohleförderung bevölkern die Erde, sondern sechs Milliarden. Mitte des 21. Jahrhunderts werden es acht oder zehn Milliarden sein. Prognosen rechnen bis 2050 mit einer Verdopplung des Bruttosozialprodukts in den Industrieländern. Die Entwicklungs- und Schwellenländer werden immer eindringlicher ihren Anteil am Wohlstand fordern. Und die Klimaforscher mahnen eine Halbierung der globalen Treibhausgas-Emissionen an.

Mit dem Sonnenzeitalter der vorindustriellen Epoche hat die Hightech-Variante für das 21. Jahrhundert nur noch wenig gemein. Auf dem Programm steht eine Neuausrichtung des globalen Wirtschaftssystems. Nicht allein weg von Kohle, Öl und Gas und hin zu erneuerbaren Energien, lautet die Generationen-Herausforderung, sondern viel umfassender: Effizienz und Nachhaltigkeit statt Verschwendung und Raubbau.

*Spiegel 23/2000
S. 133-136*

Wortschatz zum Thema

der Vorrat -(e)s, -räte	- запас (тут: корисних копалин)
fossile Brennstoffe	- скам'яніле паливо
zur Neige gehen	- підходити до кінця, вичерпуватися
gelten (a, o)	- вважатися
von der Natur begünstigt	- бути під захистом природи
der Isländer -s, =	- ісландець

den Brennstoff verheizen
der Sprung in die
Wasserstoffwirtschaft
den Lebensstandard halten
der oder das Zenit -(e)s
das Millennium -s, -nien
stammen aus (Dat.)
die Brütertechnologie

die gespeicherte Energie
der Ölschiefer -s
die Kohle -, -n
das Öl -(e)s
das Erdgas -es
erkennen (a, a)
die Dampfmaschine
die Eisenbahn
der Abbau -(e)s
die Kernfusion
die Gier nach (Dat.), auf (Akk.)
der Treibsatz -es
die gesellschaftliche Umwälzung
die Verfügbarkeit
die Verteilung von Armut und
Reichtum
der Anhänger -s, =
die Beschleunigung
nicht einmal in Berührung kommen

konsumieren
grassieren
der Energieumsatz -es
mit mathematischer Unerbittlichkeit

OECD-Staaten

der Dauerzwist -(e)s, -e
die Verknappung
die Fördermenge
das Niveau -s, -s
prophezeien

- спалювати пальне
- стрибок у економіку водню
- дотримуватися життєвого рівня
- zenit
- тисячоліття
- походити з
- технологія реактора з розширеним відтворенням ядерного палива
- накопичена енергія
- горючий сланець
- вугілля
- нафта
- природний газ
- пізнавати
- парова машина
- залізниця
- тут: деструкція, розщеплення
- ядерний синтез
- жадібність до
- тут: паливо реактивного двигуна
- суспільний переворот
- можливість розпоряджатися
- розподіл між бідністю і багатством
- прихильник
- прискорення
- жодного разу не торкатися (не вживати)
- споживати
- розповсюджуватися, лютувати
- перетворення енергії
- з математичною безжалісністю (невблаганністю)
- організація для економічної співпраці та розвитку країн
- тривала суперечка, дискусія
- дефіцитність
- кількість переміщеного вантажу
- рівень
- передбачати

ansteigen (ie, ie)	- підвищуватися, зростати
die Vorhersage -, -n	- прогноз, передбачення
Status quo ante	- статус-кво ante (існуюче положення до якогось моменту)
die Effizienz	- дієвість, ефективність
die Unsicherheit -, -n	- ненадійність
die Nachhaltigkeit	- тривалість, постійність
die Sorge -, -n	- турбота
die Verschwendung -, -en	- марнотратство
die Lagerstätte	- поклади родовища
der Raubbau -(e)s	- хижацька експлуатація (родовища)
ausbeuten	- розробляти, експлуатувати
drohen mit (Dat.)	- загрозувати
der Treibhauseffekt -(e)s, -e	- тепличний ефект
das Sonnenzeitalter -s	- сонячна епоха
der Abtrünnige -n, -n	- ренегат
die Halbierung	- тут: скорочення наполовину
die ansässige Lobby-Organisation	- місцева організація, що любить інтереси
leugnen	- заперечувати
der Kernbrennstoff Uran	- ядерне паливо уран
sich durchsetzen	- добитися успіху, перемогти
die Verdopplung des Bruttosozialprodukts	- подвоєння валового доходу суспільного продукту
den Anteil am Wohlstand fordern	- вимагати участі у добробуті
anmahnen an (Akk.)	- нагадувати (застерігати)

Übung 1. Beantworten Sie die Fragen zum Text:

1. Gehen die Vorräte an fossilen Brennstoffen zur Neige?
2. Gilt die Brennstoffzelle als Schlüsseltechnologie für das 21. Jahrhundert?
3. Woraus stammen neun Zehntel des Energieverbrauchs in der Welt?
4. Was erkannte schon der berühmte Chemiker W. Ostwald im Jahre 1909?
5. Welches Jahrhundert markierte den Eintritt in die Kohlezeit?
6. Spürt man den Energiehunger auf der Welt in den vergangenen 50 Jahren?
7. Warum kommt fast die Hälfte der Weltbevölkerung mit Kohle, Gas, Öl oder Strom nicht einmal in Berührung?

8. Wie viel Energie verbraucht ein Durchschnitts-Deutscher?
9. Gehen die fossilen Energieträger zu Ende?
10. Warum dreht sich der Dauerzwist zwischen den Experten?
11. Wie wird der Energiebedarf bis 2020 ansteigen?
12. Was vermuten die Geologen betreffs der Ölförderung?
13. Droht der Umwelt heutzutage auch das Problem des Treibhauseffekts?
14. Wie benehmen sich die Abtrünnigen?
15. Bleibt die Kernfusion als zweite Variante der Nutzung der Atomkernkräfte?
16. Wie viel Milliarden Menschen werden mitte des 21. Jahrhunderts die Erde bevölkern?
17. Was steht auf dem Programm des globalen Wirtschaftssystems?

Übung 2. Übersetzen Sie ins Deutsche:

1. Запаси скам'янілого палива поступово вичерпуються.
2. Як відомо, ісландці одні із перших зробили стрибок у економіку водню.
3. 18 ст. знаменується як століття вугільної ери.
4. У 18 ст. відбувся енергетичний перелом в історії Землі.
5. З настанням промислової епохи, люди почали активно використовувати вугілля, нафту та природний газ.
6. Підкреслимо, що за минулі 50 років потреба енергії у світі зросла більше ніж у п'ять разів.
7. Ми дізналися, що в середньому житель Німеччини споживає енергії у двадцять разів більше, ніж житель Індії.
8. Як твердять вчені, скам'янілого палива вистачить ненадовго, тому вже тепер необхідно шукати альтернативу.
9. Геологи вважають, що zenit добування нафти досягне свого рубежу уже у 2010 році.
10. Серед вчених ведуться тривалі суперечки про дефіцитність енергії.

Übung 3. Setzen Sie die Verben in den entsprechenden Zeitformen richtig ein; übersetzen Sie diese Sätze ins Ukrainische:

1. Zu Beginn des neuen Millenniums neun Zehntel des Energieverbrauchs in der Welt aus Kohle, Öl und Erdgas. (stammen - im Präsens).

2. Das Ende des 18. Jahrhunderts den Eintritt in die Kohlezeit..... (markieren - im Perfekt).

3. In den vergangenen 50 Jahren sich der Energiehunger auf der Welt mehr als (verfünffachen - im Perfekt).

4. Die Ölgesellschaft ... viermal mehr Rohöl aus der Erde, als sie neues fanden. (pressen - im Imperfekt).

5. Lange Jahre die Förderländer die Statistik, indem sie die Restmengen der bekannten Förderstätten immer höher bewerteten. (verschleiern - im Imperfekt).

6. Es ist nicht ausgeschlossen, dass im 21. Jahrhundert Öl und Gas zur Neige (gehen - im Futurum I).

7. Als Ausweg aus dem Energiedebakel nur die Rückkehr zum Status quo ante. (bleiben - im Präsens).

8. Die Entwicklungs- und Schwellenländer ... immer eindringlicher ihren Anteil am Wohlstand..... (fordern - im Futurum I).

Übung 4. Suchen Sie unter dem Strich Synonyme zu den angeführten Wörtern; übersetzen sie ins Ukrainische:

entwickeln, markieren, der Wendepunkt, der Eintritt, melden, global, die Förderung, bewerten, verschwenden, die Wahrheit, die Tatsache, der Ausweg, der Raubbau, der Enddruck, bevölkern, die Armut.

bezeichnen, entfalten, der Beginn, die Wirklichkeit, der Markstein, die Wende, die Gewinnung, mitteilen, weltumfassend, vergeuden, beurteilen, der Fakt, die Realität, die Rettung, beleben, die Ausnutzung, die Mittellosigkeit, die Bedürftigkeit.

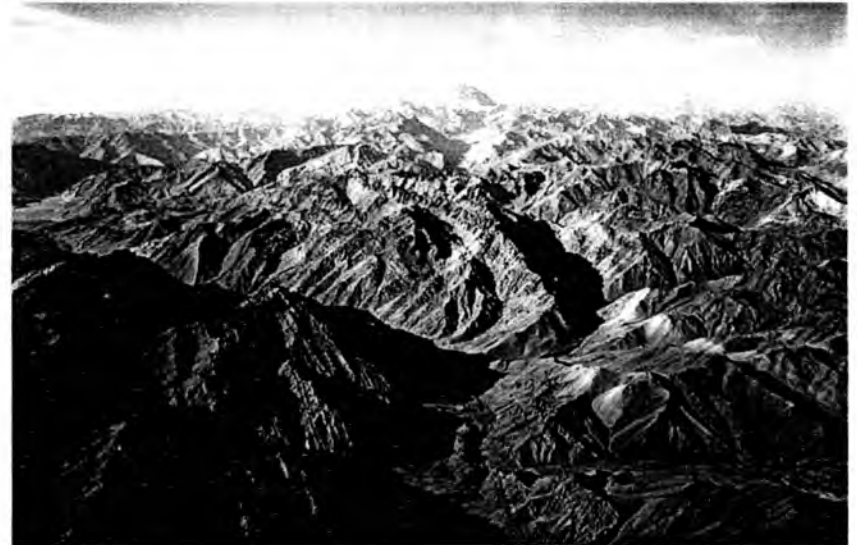
KLIMATISCHE VERHÄLTNISSE DER GEOLOGISCHEN VORZEIT

Die Sedimentgesteine der verschiedenen Formationen bieten uns vielfach Merkmale, aus denen wir auf die klimatischen Verhältnisse, unter denen sie gebildet wurden, schließen können. Neben diesen unorganischen aber sind es organische Merkmale, d.h. der Fossilinhalt der Sedimentgesteine, die uns überall sichere Anhaltspunkte für die Beurteilung

der klimatischen Verhältnisse eines gegebenen Gebietes in einer früheren Erdperiode an die Hand geben.



Dünen in der Sahara



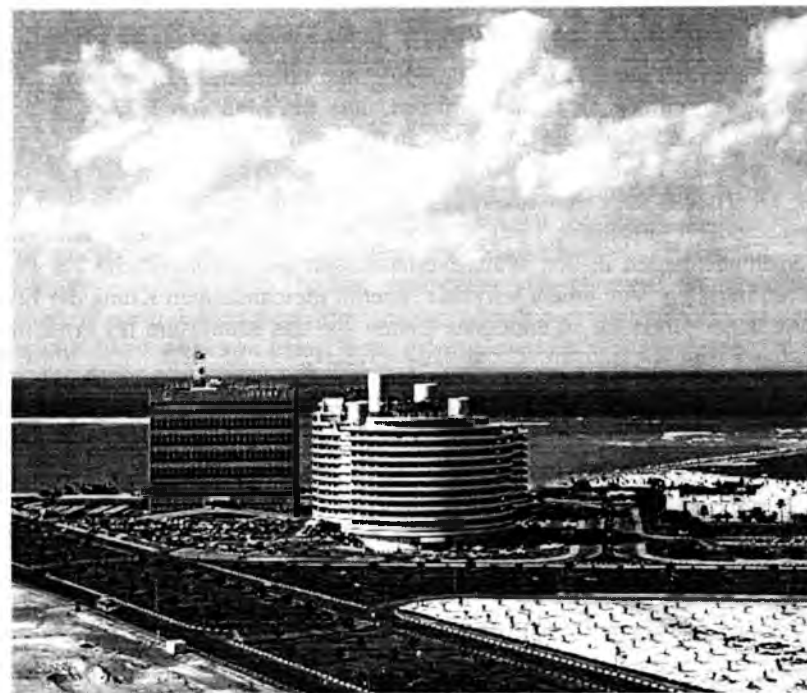
Akonkagua Argentinien

Wenn wir in Breiten, in denen der Boden heutzutage fast das ganze Jahr über von Eis und Schnee starrt, Reste von riffbildenden Korallen, von großen Mollusken mit tropischem Charakter, von hohen Baumfarnen usw. antreffen, so werden wir geneigt sein, daraus auf ein ehemals wärmeres Klima jener Erdstelle zu schließen. Dieser Schluss ist zwar nicht ganz zwingend. Denn Tatsachen wie die, dass Elefant und Nashorn, die heutzutage nur in den Tropen vorkommen, während der Diluvialzeit auch in der kalten Zone lebten, zeigen, dass die Anpassungsfähigkeit der Lebewesen an veränderte klimatische Verhältnisse sehr groß ist. Dennoch wird man, wenn aus einer Schichtenreihe Reste von Tieren aus ganz verschiedenen Gruppen und zugleich von Pflanzen vorliegen, die alle gleichzeitig auf ein warmes Klima hinweisen, kaum fehlgehen, wenn man der betreffenden Periode und Gegend ein warmes Klima zuschreibt.



Das Studium der Fossilien der geologischen Formationen macht uns in der Tat mit Tatsachen bekannt, die mehr oder weniger bestimmt darauf hinweisen, dass das Klima ausgedehnter Gebiete der Erdoberfläche ehemals erheblich wärmer gewesen sein muss als gegenwärtig. Früher pflegte man derartige Tatsachen kurzweg aus der Annahme einer ehemals höheren Erdwärme zu erklären. Eine nähere Überlegung läßt indes bald erkennen, dass diese Erklärung nur mit großer Vorsicht anzuwenden ist. Sartorius v. Waltershausen hat Berechnungen ausgeführt und ist dabei zu dem Ergebnis gelangt, dass die Erdkruste bereits um die Mitte des Mesozoikums eine solche Dicke besessen habe, dass die innere Erdwärme für die Erwärmung der Oberfläche nicht mehr in Betracht kommen konnte. Dabei bleiben die Schätzungen, die Sartorius für die Dicke der Kruste während der verschiedenen geologischen Perioden macht, jedenfalls noch sehr erheblich

hinter der Wirklichkeit zurück, so dass man annehmen darf, dass schon viel früher, als er meinte, die äußere Wärme der Erde nicht mehr in nennenswerter Weise durch die innere erhöht werden konnte.



Abu-Dabi

Für das paläozoische Zeitalter liegen allerdings Tatsachen vor, die ein warmes Klima bis in hohe Breiten hinauf wahrscheinlich machen. Als solche Tatsachen seien die paläozoischen Insekten genannt, deren jetzige Verwandte nach dem Urteil der besten Kenner fast ausschließlich in tropischen Gegenden leben. Ein ähnliches Zeugnis legen die riesigen Farne, die Kalamiten und Lepidodendren der Steinkohlenformation ab, die allein in der alten Welt vom Sambesi (15° s. Br.) bis nach der Bäreninsel und Spitzbergen (75—80° n. Br.) bekannt sind und nach allgemeinem Urteil für ein mindestens frostfreies Klima der Karbonzeit sprechen. In gleicher Weise spricht das völlige Fehlen von Jahresringen oder richtiger von periodischen Zuwachszonen bei allen karbonischen Holzgewächsen für ein das ganze Jahr über wesentlich gleichartiges Klima. Auch der Umstand endlich, daß die paläozoischen Meeresfaunen in den allerverschiedensten Breiten der Erde eine auffallende Gleichartigkeit zeigen und allenthalben das nämliche

tropische Gepräge besitzen, sowie die weite Verbreitung mancher Tierspezies in meridionaler Richtung sind wiederholt als Beweis für ein gleichförmig feuchtwarmes Klima fast der ganzen Erde während der paläozoischen Zeit angeführt worden.

Wie hoch man aber auch die Beweiskraft der paläozoischen Faunen und Floren für die uns beschäftigende Frage einschätzen mag, immer wird man dessen eingedenk bleiben müssen, dass das Maß von Wärme, welches die verschiedenen Breiten der Erde von der Sonne empfangen, zu allen Zeiten sehr ungleich gewesen ist und dass auch die Unterschiede in der Erhebung der Oberfläche über den Meeresspiegel, dass Meeres- und Luftströmungen und andere Einflüsse schon von den ältesten Zeilen an große Verschiedenheiten in den Wärmeverhältnissen der Erdoberfläche zur Folge haben mussten. Von einem wirklich "überall gleichmäßigen Klima der Erde" kann daher schon für so entlegene Zeiten wie das Kambrium im Ernst nicht die Rede sein.



Himalaja

Wie wenig schon während des frühesten Abschnittes des Paläozoikums eine solche Gleichmäßigkeit des Klimas bestanden haben kann, geht am schlagendsten daraus hervor, dass man in neuerer Zeit sowohl in China, als auch in Südastralien in unterkambrischen Ablagerungen Beweise für eine ehemalige Vereisung in Gestalt von mächtigen Blocklehmen mit abgeschliffenen und geschrammten Geschieben entdeckt hat. Noch erheblich

älter sind die im untersten Algonkium in Kanada aufgefundenen, weit über hundert Meter mächtigen schiefrigen Blocklehme (Tillite). Aber auch im jüngeren Paläozoikum fehlt es nicht an ähnlichen Glazialbildungen so im Unterdevon des Kaplandes. Wenn irgendwo auf der Erde, so könnte man in Südafrika zu der Vorstellung einer periodischen Wiederkehr der Vereisungen kommen.

Eine andere viel bedeutendere Vereisung, eine wirkliche Eiszeit muß die Erde gegen Schluss des paläozoischen Zeitalters, wie man in der Regel annimmt, in permischer (nach einigen Forschern schon in karbonischer) Zeit betroffen haben. Diese jungpaläozoische Eiszeit ist jetzt in ungeheurer Verbreitung auf allen Kontinenten der Südhalbkugel in Gestalt von mächtigen Tilliten mit vielen gekritzten Geschieben, rundhöckerig abgeschliffenem Untergrund usw. nachgewiesen worden, so dass an ihrer Tatsächlichkeit wohl von keiner Seite mehr gezweifelt wird. Im Unterschiede von der diluvialen Eiszeit hat es den Anschein, als ob die in Rede stehende Vereisung nicht die gesamte Erde betroffen habe, sondern in der Hauptsache auf die Südhalbkugel beschränkt geblieben sei, da man in den karbonisch-permischen Ablagerungen der Nordhalbkugel — obwohl die betreffenden Gegenden Europas und Nordamerikas zu den bestuntersuchten Teilen der ganzen Erde gehören — noch keine sicheren Anzeichen einer gleichzeitigen Vereisung aufzufinden vermocht hat. Eine andere Abweichung von der großen diluvialen Eiszeit würde darin liegen, dass damals: das Inlandeis selbst in der Nähe des Äquators (in Indien) bis ans Meer gereicht zu haben scheint.

Gegen Ende des Paläozoikums, in der Permperiode — nach Meinung mancher Geologen gleichzeitig mit der eben berührten Eiszeit — scheint in Europa, Indien, Südafrika usw. ein warmes Trockenklima geherrscht zu haben. Die ganze Beschaffenheit der roten eisenoxydreichen, keinerlei marine Fossilien enthaltenden Sandsteine und Konglomerate des Rotliegenden spricht für eine solche Annahme. Für die Epoche des Zechsteins würde sie noch wahrscheinlicher sein, da die ungeheuren dieser Zeit entstammenden Salzlager Norddeutschlands, namentlich die so zerfließlichen Kalisalze, sich kaum anders als in einem heißen und sehr trockenen Klima bilden konnten.

Gehen wir zur mesozoischen Ära über, so hat man vielfach auch für die älteren Abschnitte dieses langen Zeitraumes ähnliche klimatische Verhältnisse angenommen wie für das Paläozoikum. Man hat auf die außerordentliche Verbreitung großer Reptilien (von Südafrika bis Indien und Rußland), einzelner Meeresmuscheln (*Pseudomonotis ochotica* von Australien bis Kalifornien und Nordostsibirien) und Zykadeen als Beweise für ein damals noch "auf der ganzen Erde herrschendes frostfreies Klima"

hingewiesen. Es will uns indes fraglich erscheinen, ob das fossile Beweismaterial zur Entscheidung der Frage wirklich ausreicht.

Die ersten unzweifelhaften Beweise für Klimagürtel treten uns in der Kreideperiode entgegen. Schon in den fünfziger Jahren des 19. Jahrhunderts hatte F. Römer die großen Unterschiede wahrgenommen, die sich übereinstimmend in Nordamerika und Europa zwischen einer (vor allem durch das massenhafte Auftreten von Rudisten und riffbildenden Korallen ausgezeichneten) südlichen Kreideentwicklung (der die Kreideablagerungen von Texas und Neumexiko sowie des europäischen Mittelmeergebietes angehören) und einer (keine Rudisten und Riffkorallen enthaltenden) nördlichen Entwicklung (welche die Kreidebildungen des nördlichen Teils der Vereinigten Staaten von Amerika und Nordeuropas umfaßt) geltend machen. Er kam dadurch zu der Überzeugung, dass diese Unterschiede nur aus der Annahme von Temperaturdifferenzen der nördlichen und südlichen Kreidemeere zu erklären seien.



Kilimangaro (Afrika)

Sehr eingehend hat Neumayr den Römerschen ähnliche Anschauungen für die Juraformation zu begründen versucht. Von der schon länger bekannten Tatsache ausgehend, dass man in Europa von N nach S drei verschiedene jurassische Faunengebiete, nämlich das russische, das mitteleuropäische und das südeuropäische unterscheiden kann, zeigte er an Hand einer eingehenden Prüfung der marinen Faunen der außereuropäischen Juraablagerungen, dass diese sich in ihrer Entwicklung sämtlich und in zum

Teil sehr auffälliger Weise an eine der drei europäischen Juraentwicklungen anschließen. Faßt man alle Juravorkommen mit südeuropäischem und ebenso die mit mitteleuropäischem Charakter zusammen, so zeigt sich, dass jene ersten in ihrer Gesamtheit einen sich vom Äquator beiderseits bis zum 30. Breitengrad ausdehnenden, also im ganzen etwa volle 60 Breitengrade umfassenden Gürtel bilden, während die Juraablagerungen mit mitteleuropäischem Typus in zwei getrennte Zonen zerfallen, deren eine im N, die andere im S jenes Zentralgürtels liegt.

Dies Ergebnis führt von selbst zu dem Schluss, dass der zentrale Gürtel einer äquatorialen Juraregion entspricht, deren Meere höhere Temperaturen besaßen, während die beiden Gürtel mit mitteleuropäischer Entwicklung einer nördlichen und einer südlichen gemäßigten Jurazone angehörten, deren Meere kühler waren. Die nordeuropäischen, nordasiatischen und nordamerikanischen Juravorkommen endlich fallen einer borealen Jurazone mit noch kälteren Meeren zu und sind bis jetzt nur einmal, nämlich nur auf der nördlichen Halbkugel nachgewiesen. Zugunsten der Neumayrschen Anschauungen spricht besonders auch die Tatsache, dass riffbildende Korallen, zu deren Gedeihen bekanntlich tropische Temperaturen erforderlich sind, in der Borealzone vollständig fehlen, während sie in der gemäßigten und namentlich, in der Äquatorialzone massenhaft vorhanden sind.

Es sind dies Tatsachen, die trotz mancher neueren, die Beweiskraft der Neumayrschen Ausführungen abschwächenden Erfahrungen dafür sprechen, dass Klimazonen schon in der Jurazeit zur Ausbildung gelangt waren.



Wasserfall Viktoria

Wortschatz zum Thema

das Sedimentgestein -(e)s	- осадова порода
bieten (o, o)	- пропонувати
das Fossil -, -lien	- палеонт. скам'янілість, копалина
das Verhältnis -ses, -se	- співвідношення
gegeben	- даний
die Beurteilung -, -en	- судження, оцінка
starren	- тут: мерзнути, замерзати
der Baumfarn -(e)s, -e	- дерево папороті
antreffen (traf an, angetroffen)	- тут: знаходити
geeignet sein zu etw. (Dat.)	- бути схильним до
der Schluss -es, Schlüsse	- тут: висновок
zwingend	- нагальний, невідкладний
der Elefant -en, -en	- слон
das Nashorn -(e)s, -hörner	- носоріг
die Tropen	- тропіки
die Illuvialzeit	- делювіальний час
die Anpassungsfähigkeit -, -en	- здатність пристосовуватися
das Lebewesen -s, =	- жива істота, живий організм
die betreffende Periode	- відповідний період
zuschreiben (schrieb zu, zugeschrieben)	- приписувати
die Tatsache -, -n	- факт
ausgedehnte Gebiete	- великі області
die Erdoberfläche	- поверхність землі
pflügen	- тут: мати звичку
die Annahme -, -n	- гіпотеза, припущення
von der Tatsache ausgehend	- виходячи із факту
die Überlegung -, -en	- міркування, думка
erkennen (erkannte, erkannt)	- тут: усвідомлювати
indes	- між тим, тим часом
anwenden (wendete an, angewendet)	- застосовувати
die Vorsicht	- обережність, остоорога
die Erdrinde	- земна кора, літосфера
das Mesozoikum -s	- мезозой, геол. мезозойська ера
die Dicke	- товщина
besitzen (a, e)	- мати, володіти
in Betracht kommen	- бути прийнятим до уваги
die Kruste -, -n	- земна кора
nennenswerte Weise	- спосіб, вартий уваги

das paläozoische Zeitalter	- палеозойська ера
das Paläozoikum -s	- геол. палеозой
die Tatsachen vorliegen	- тут: є в наявності факти
das Insekt -(e)s, -en	- комаха
der Verwandte -en, -en	- родич
nach dem Urteil der besten Kenner	- на думку кращих знавців
ein ähnliches Zeugnis ablegen	- давати подібне свідчення
die Epoche des Zechsteins	- епоха пермського періоду
die Kalamiten	- (палеонт.) каламіти
Lepidodendren (die Steinkohlenformation)	- (геол.) кам'яновугільна система, карбон
die Bäreninsel -, -n	- Ведмежий острів
der Umstand -es, Umstände	- обставина
eine auffallende Gleichartigkeit zeigen	- засвідчувати разючу однорідність, аналогічність
das nämliche tropische Gepräge	- володіти тією ж тропічною ознакою
besitzen	- розповсюдження деяких видів тварин
die Verbreitung mancher Tierspezies	- меридіальний (південний) напрямок
meridionale Richtung	- доказ, аргумент
der Beweis -es, -e	- пам'ятати (про щось)
eingedenk sein (Gen.)	- міра
das Maß -es, -e	- минулі (далекі) часи
entlegene Zeiten	- кембрійський період
das Kambrium -s	- рівномірний клімат
gleichmäßiges Klima	- впливати, виявлятися
hervorgehen	- льодовикові утворення
die Glazialbildung -, -en	- глаціальний, льодовиковий
glazial	- Китай
(das) China	- Південна Австралія
(das) Südaustralien	- відкладання, нашарування
die Ablagerung -, -en	- обмерзання, покриття кригою (льодом)
die Vereisung	- сланцеві блокові суглинки (тіліти)
schwiefrige Blocklehme (Tillite)	- галька, валуни
das Geschiebe -s, =	- велике розповсюдження
eine ungeheure Verbreitung	- геол. альгонський період
das Algonikum -s	- вважати, допускати
annehmen (nahm an, angenommen)	- фактичність, дійсність, правда
die Tatsächlichkeit	

der Anschein
am schlagendste
die Beschaffenheit -, -en
das Rotliegende

- видимість, зовнішній вигляд
- найпереконливіше, найдоказовіше
- властивість
- мертвий червоний лежак
(пласт червоних порід)

die Abweichung -, -en
die Permperiode
herrschen
ein warmes Trockenklima
das Reptil -s, -e u -ien
die Muschel -, -n
die Zykadeen
der Klimagürtel -s, =
die Kreideperiode
entgegnetreten
wahrnehmen (nahm wahr,
wahrgenommen)

- тут: відмінність
- геол. пермський період
- панувати
- теплий сухий клімат
- зоол. рептилія, плазун
- мушля, молюска
- бот. цикадеї
- кліматичний пояс
- крейдяний період
- виступати проти
- сприймати

von der Tatsache ausgehend
die Temperaturdifferenzen
die Halbkugel
nachweisen (wies nach,
nachgewiesen)
zerfallen (ie, a)
riffbildende Korallen
gemäßigt
namentlich
vorhanden sein
die Ausbildung -, -en

- виходячи з факту
- різниця температур
- півкуля
- доводити, підтверджувати

- розпадатися
- корали, що утворюють рифи
- помірний
- поіменний
- бути в наявності
- утворення, формування,
виникнення

Übung 1. Beantworten Sie folgende Fragen:

1. Was bieten uns die Sedimentgesteine der verschiedenen Formationen?
2. Aufgrund welcher Merkmale kann man die klimatischen Verhältnisse eines gegebenen Gebietes feststellen?
3. Welche Ursachen und Bedingungen zeugen uns vom Klima in früheren Zeiten?
4. Was versteht man unter der Anpassungsfähigkeit?

5. Welche Konsequenzen können die Wissenschaftler beim Erlernen der Fossilien ziehen?

6. Zu welchem Ergebnis ist der Gelehrte Sartorius von Walterhausen gelangt?

7. Welches Klima herrschte im paläozoischen Zeitalter?

8. Welche auffallende Gleichartigkeit ist für das paläozoische Zeitalter kennzeichnend?

9. Wie war die Wärme auf der Erde in der paläozoischen Zeit verteilt?

10. Was dient als Beweis für eine ehemalige Vereisung im frühesten Abschnitt des Paläozoikums?

11. Wann herrschte auf der Erde eine wirkliche Eiszeit?

12. Welches Klima war gegen Ende des Paläozoikums, in der Permperiode für Europa, Indien und Südafrika kennzeichnend?

13. Welche Ablagerungen hat uns das mesozoische Ära gelassen?

14. In welcher Zeitperiode treten uns die ersten unzweifelhaften Beweise für Klimagürtel entgegen?

15. Was Interessantes hatte F. Römer in den 50er Jahren des 19. Jahrhunderts in Nordamerika und Europa entdeckt?

16. Was hat der Wissenschaftler M. Neumayr begründet?

17. Was zeugt davon, dass die Klimazonen schon in der Jurazeit zur Ausbildung gelangt waren?

Übung 2. Analysieren Sie die wortbildende Struktur folgender Zusammensetzungen, bestimmen Sie die Art dieser Zusammensetzungen und übersetzen sie ins Ukrainische:

die Sedimentgesteine, der Fossilinhalt, die Erdperiode, der Baumfarn, die Anpassungsfähigkeit, die Tatsache, der Meeresspiegel, die Wärmeverhältnisse, die Zuwachszone, die Kreideentwicklung, die Südhalbkugel.

Übung 3. Nennen Sie die Verben, von welchen die Substantive gebildet sind, übersetzen Sie diese Substantive ins Ukrainische:

die Beurteilung, die Ablagerung, die Überlegung, die Übereinstimmung, die Berechnung, die Annahme, die Erhebung, der Begriff, der Versuch, der Zerfall.

Übung 4. Bilden Sie von den folgenden Verben Substantive mit dem Suffix -ung, erläutern Sie ihre Bedeutung:

bilden, anpassen, verändern, pflegen, ausführen, erwärmen, schätzen, teilen, erleichtern, berechnen.

Übung 5. Formen Sie Substantive nach dem Muster um, übersetzen sie ins Ukrainische.

Muster: die Biologie - der Biologe

Die Geologie, die Archäologie, die Mineralogie, die Paläontologie, die Zoologie, die Hydrologie.

Übung 6. Bestimmen Sie das Geschlecht der Substantive und übersetzen Sie folgende Substantive ins Ukrainische:

Erdöl, Erdkrümmung, Meereswasser, Meeresschwankungen, Tonerde, Tonboden, Tonbildung, Tonschiefer, Tonwüste, Küstendüne, Küstenhebung, Küstenklima, Küstenland, Küstennähe, Erdgas, Erdfeste, Erdkohle, Erdbeschreibung, Erdneuzeit, Meeresspiegel, Meerestiefe, Steinboden, Steinfarbe, Steinfelder, Steinkern, Steinart, Steinkohle, Steinkunde, Steinmeteorit, Erdbau, Erdachse, Erdarbeiten, Erdgeschichte, Erdball, Erdbeben, Erderschütterung, Erdrutsch, Küstentypus.

Übung 7. Bilden Sie zusammengesetzte Substantive und übersetzen sie ins Ukrainische:

die Tat, die Sache; die Zeit, das Alter; die Zeit, der Raum; die Kreide, die Periode; die Temperatur, die Differenz; feucht, warm; polar, der Kreis; zentral, die Bildung; hoch, die Ebene; der Frost, frei; die Erde, die Wärme; die Verhältnisse, die Wärme; glazial, die Bildung.

Die Wiedergeburt des Kosmos

Wann erlöschen die letzten Sterne? Wird dann noch Leben im Weltall möglich sein? Versiegt der Zeitstrom? Astrophysiker haben jetzt entdeckt, wie es mit Sonnen und Galaxien in ferner Zukunft weitergehen wird. Viele Himmelsforscher glauben sogar, dass sich das Universum dereinst fortpflanzen könnte.



Es war ein Mann Gottes, der auf die Idee mit dem Urknall kam. Ende der zwanziger Jahre erfuhr der junge belgische Priester und Astronom Georges Lemaitre von einer rätselhaften Entdeckung. Sein amerikanischer Forscherkollege Edwin Hubble hatte beobachtet, dass sich alle Galaxien rasend schnell von der Erde fort bewegen.

Die fernen Sterneninseln, so fiel Lemaitre auf, verhalten sich wie Granatsplitter nach einer Detonation. Kurz darauf veröffentlichte er im Wissenschaftsmagazin „Nature“ eine phantastisch klingende Hypothese: Vor Äonen, so der Priester, explodierte ein „Uratom“, aus dem dann Raum, Zeit und Materie entstanden seien.

Die Himmelsforscher waren entsetzt. Ihr gottesfürchtiger Kollege musste sich irren. Unter allen Umständen wollten sie in ihren kosmologischen Modellen so etwas wie einen Schöpfungsakt vermeiden.

Doch der Priester behielt Recht. Heute zweifelt kaum noch ein Astronom daran, dass alles einmal mit einem großen Knall angefangen hat. Vor 15 Milliarden Jahren glühte demnach eine winzige Kugel, bestehend aus der unvorstellbar dicht komprimierten Energie des gesamten Weltalls, plötzlich auf und explodierte - ein kosmischer Feuerzauber begann, der Galaxien, Sonnen, Planeten und am Ende Tiere und Menschen hervorbrachte.



Auch über das Ende der Welt machte sich der Gottesmann schon so seine Gedanken. Das Universum, so ahnte er, werde einen sanften Tod sterben. „Die Entwicklung der Welt könnte man mit dem Ende eines Feuerwerks vergleichen“, verkündete Lemaitre (der später Präsident der Päpstlichen Akademie der Wissenschaften wurde). „Wir stehen auf einer gut gekühlten Schlacke und sehen das langsame Verschwinden der Sonnen.“

Der Priester scheint auch mit seiner zweiten Vermutung richtig zu liegen. Seine Idee vom allmählichen Erstarren des Weltraums deckt sich verblüffend mit den neuesten astronomischen Entdeckungen.

Generationen von Kosmologen haben sich darüber den Kopf zerbrochen, wie es mit den Sonnen und Galaxien in ferner Zukunft weitergeht. Wird das Weltall unaufhörlich expandieren, nach Art eines Luftballons, der immer weiter aufgeblasen wird? Oder wird es, wie ein Luftballon, aus dem die Luft entweicht, irgendwann wieder in sich zusammenfallen? Nach diesem zweiten Szenario würden die Galaxien am Ende aufeinander zu stürzen. Und in etwa 50 Milliarden Jahren vereinigte sich sämtliche Materie wieder in einem einzigen Klümpchen - das Universum endete in einem Endknall.

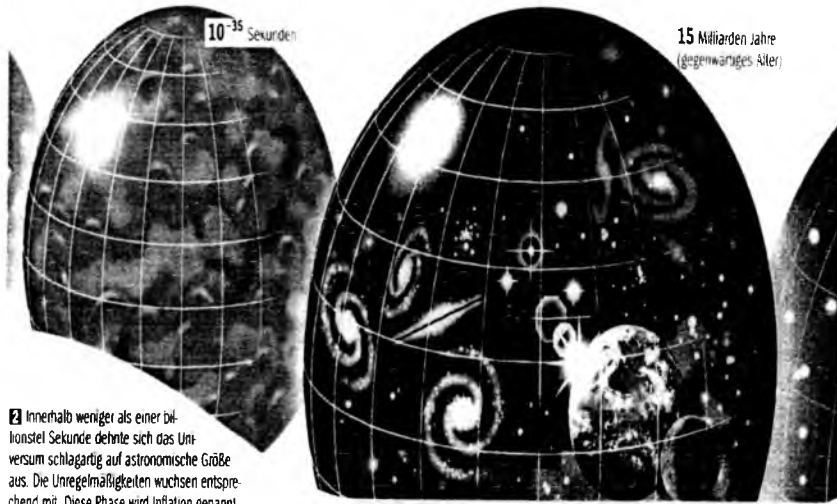
Kältetod oder Höllenfeuer? Nicht einmal der spekulationsfreudige, wegen einer unheilbaren Muskelerkrankung an den Rollstuhl gefesselte britische Kosmologe Stephen Hawking traute sich bislang eine Prognose über den Ausgang des kosmischen Spiels zu. „Ganz in der bewährten Tradition der Propheten“, erklärte der Gelehrte listig, „gehe ich auf Nummer Sicher und sage beide Möglichkeiten vorher.“

Nun jedoch haben seine Forscherkollegen die Schicksalsfrage des Universums gelöst. Mit neuen Messungen konnten sie das Szenario eines kollabierenden Weltalls widerlegen. Für die meisten Astrophysiker gibt es kaum noch einen Zweifel: Das Universum wird niemals enden. Statt in einem Höllenfeuer zu verbrennen, werden die Sterne allmählich an Altersschwäche sterben. Der Weltraum aber besteht fort - bis in alle Ewigkeit.

Zu Grabe getragen haben die Forscher mit ihren neuen Befunden folglich den Weltuntergang. Die Urangst vor dem Jüngsten Tag, die sich tief ins kollektive Bewusstsein eingegraben hat, ist zumindest für das Weltall insgesamt unbegründet.

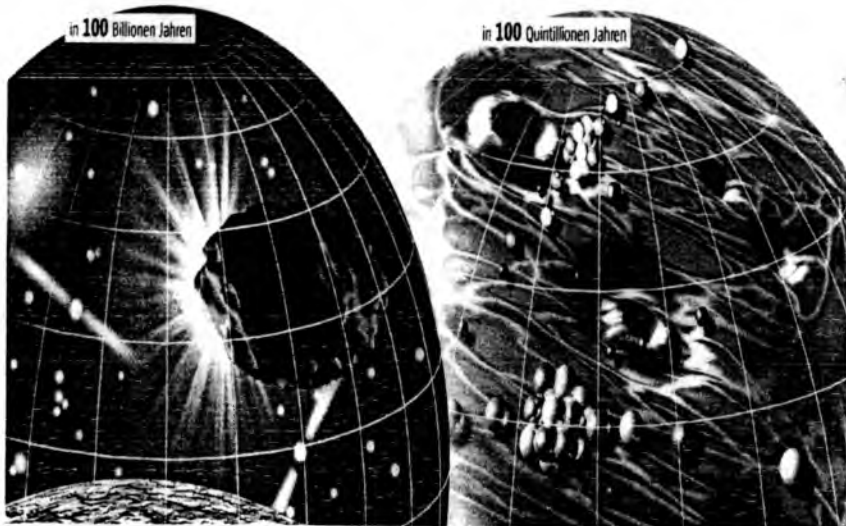
Schon die alten Germanen fürchteten sich davor, dass ihnen der Himmel auf den Kopf fällt. „Die Sonne wird schwarz“, heißt es in der „Edda“, der rund 1000 Jahre alten Heldensage. „Es stürzen vom Himmel die strahlenden Sterne.“

Mit ähnlichen Worten erwartete auch der christliche Apokalyptiker Johannes das baldige Ende der Welt. Am Jüngsten Tag, prophezeit die Bibel in der Offenbarung des Johannes, werde ein „gewaltiges Beben“ die Welt erschüttern; sodann fallen die „Sterne des Himmels auf die Erde herab“.



1 Innerhalb weniger als einer Billionstel Sekunde dehnte sich das Universum schlagartig auf astronomische Größe aus. Die Unregelmäßigkeiten wuchsen entsprechend mit. Diese Phase wird Inflation genannt. Die Spuren der frühen Unregelmäßigkeiten sind heute als Flecken in der kosmischen Hintergrundstrahlung messbar, die wie ein Nachglühen des Urknalls das All erfüllt.

2 Erst nach der Ausdehnung kondensierte ein Teil der Energie zu Materie. Allmählich entstanden Elementarteilchen und Atome. Wegen der Unregelmäßigkeiten aus der Inflation war die Materie nicht ganz gleichförmig verteilt. Gaswolken entstanden, aus denen später Galaxien und Sterne wurden.

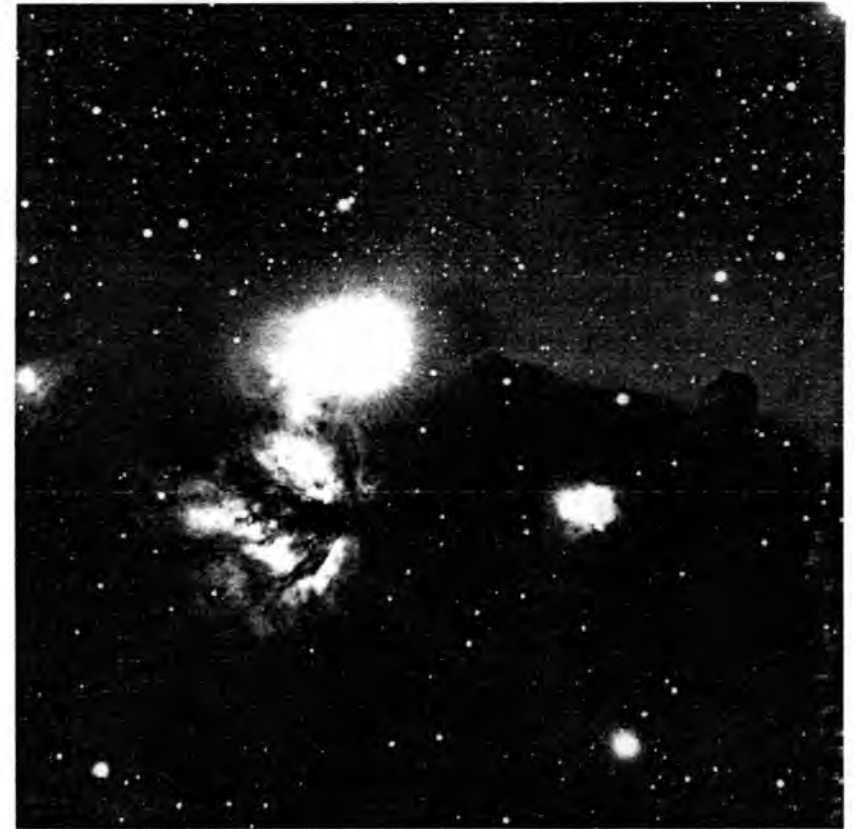


3 In den Galaxien sind sämtliche Gasvorräte zur Bildung neuer Sonnen verbraucht. Im Weltall verglühen die letzten Sterne. Übrig bleiben ihre ausgebrannten Überreste, die nur noch eine verschwindend geringe Leuchtkraft haben.

4 Die Atomkerne lösen sich auf. Es kommt zum totalen Zerfall der Materie. Damit verschwinden auch die matt leuchtenden Sternüberreste und die Planeten. Praktisch alle Lichtquellen im Kosmos erlöschen. Nur die Schwarzen Löcher bleiben von dem Exitus verschont.

Den Teufel werden sie tun. Vielmehr wird sich das Universum immer weiter und immer schneller ausdehnen. Unaufhaltsam entfernen sich die Galaxien voneinander. „Um uns herum“, sagt der Münchner Astrophysiker Gerhard Börner, „wird es immer einsamer werden.“

Was ist das bloß für ein Weltraum? „Etwas Trostloseres und Sinnloseres als dieses Ende kann man sich kaum vorstellen“, beklagt der australische Physiker und Buchautor Paul Davies.

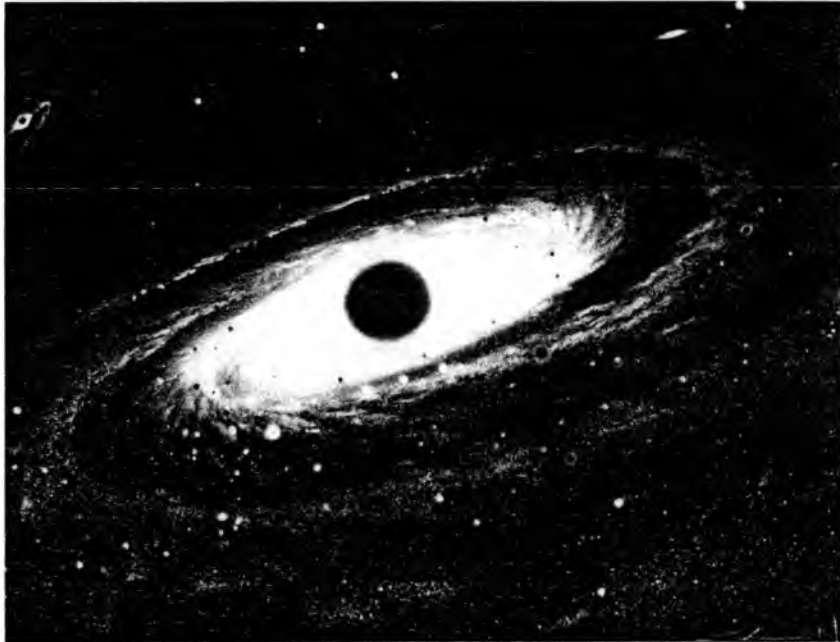


Für viele dürfte das ein Schock sein. Ein Schöpfungsakt wie der Urknall, der immerhin bis zur Entstehung komplexen Lebens führte, scheint dem kosmischen Räderwerk ja noch so etwas wie einen Sinn zu verleihen. Mit dieser naturwissenschaftlichen Version der Schöpfungsgeschichte können auch religiöse Menschen gut leben. „Die Erkenntnis des Urknalls“, so formuliert es der vatikanische Astronom und Jesuitenpater William Stoeger, „hat das Bild Gottes nur veredelt.“

Warum aber sollte ein Gott ein Universum schaffen, das irgendwann einfach nur auskühlt und erstarrt? Worin kann der Sinn vollkommener Leere liegen? Gibt es etwas Sinnloseres als einen grenzenlosen Raum, in dem nichts mehr passiert? „Vielleicht suchen wir aber nur verzweifelt nach einem Sinn, wo gar keiner zu finden ist“, meint der Schweizer Astronom Gustav Tammann.

Und im Übrigen haben manche Forscher auch die Hoffnung, dass am Ende ein neuer Anfang stehen könnte. In ferner Zukunft, so glauben viele Kosmologen, sei eine phantastisch klingende Wendung möglich: Das Weltall könnte sich fortpflanzen und vermehren, indem es Tochter-Universen auf die Welt bringt - dies wäre dann eine Art kosmische Wiedergeburt.

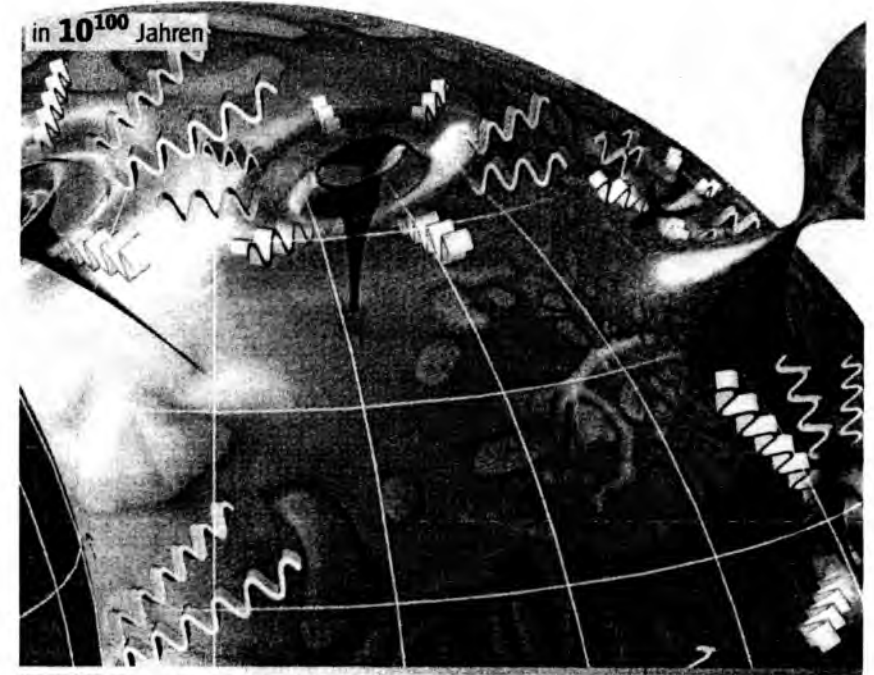
Die US-Astrophysiker Fred Adams und Greg Laughlin haben sogar schon detaillierte Berechnungen über die Ewigkeit angestellt. Das Ergebnis ihrer Forschungen ist die bislang umfassendste Untersuchung über die letzten Tage des Kosmos. Ihre Gedankenflüge führen in Räume und Zeiten, welche die menschliche Vorstellungskraft bei weitem übersteigen.



Adams und Laughlin teilen die Geschichte des Weltalls in fünf Epochen ein: Sie reichen vom Zeitalter der Urmaterie bis zum Zeitalter der Dunkelheit. „In der Biografie des Universums“, so resümieren die beiden Forscher, bildeten die seit dem Urknall vergangenen 15 Milliarden Jahre nur

„einen höchst unbedeutenden Zeitraum“. In ferner Zukunft werde das Weltall nicht mehr wiederzuerkennen sein: „Beim Übergang von einem Zeitalter zum nächsten verändern sich Inhalt und Wesen des Universums ziemlich drastisch.“

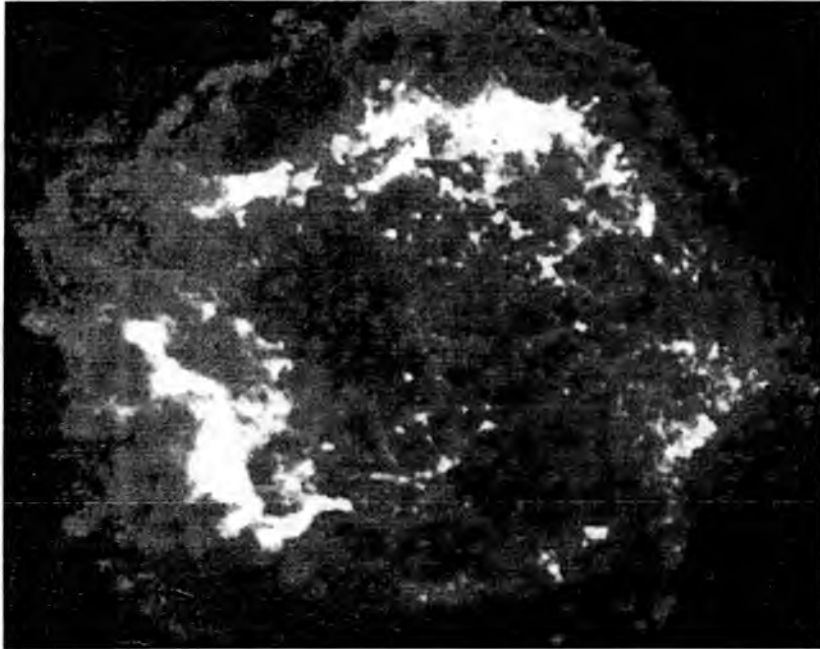
Zu einem erschreckend fremdartigen Schauplatz mutiert das All vor allem, wenn die letzten Sterne erlöschen.



Von diesem Zeitpunkt an bevölkern Himmelskörper den Weltraum, die den wirren Träumen eines Riesen entsprungen scheinen: Tote Sonnen verwandeln sich in gläserne Kugeln aus Wasserstoffeis; Schwarze Löcher fressen die Überreste sterbender Galaxien; bizarre Atome umkreisen einander, jedes von ihnen größer als das gesamte heutige Universum.

Erst seit wenigen Monaten wissen die Astrophysiker, wie das kosmische Spiel ausgehen wird. Die Antwort auf diese Schicksalsfrage fanden sie über dem irdischen Südpol. Von der Eiswüste der Antarktis aus ließen sie Messballons bis in die Stratosphäre aufsteigen. Dort bot sich den Instrumenten des „Boomerang“-Experiments ein ungestörter Blick bis tief in den Weltraum. Weitere Messballons wurden von der texanischen Wüste aus gestartet.

Die fliegenden Observatorien hatten den Auftrag, genauer als je zuvor die kosmische Hintergrundstrahlung zu untersuchen. Dabei handelt es sich um das Nachglühen des Urknalls; gleichsam als Echo des Schöpfungsdonners wabert die Reststrahlung bis heute durchs All. Mit nie da gewesener Genauigkeit registrierten die Ballon-Instrumente darin winzige Temperaturschwankungen.



Diese Kräuselungen, so glauben die Astrophysiker, entstammen jenen Regionen, in denen die Materie bereits in der Frühzeit des Universums dichter gepackt war als anderswo. Die Verklumpungen waren demnach die Saatkörner, aus denen später Galaxien und Sterne sprossen.

„Mit den Ballons konnte die Ausdehnung dieser uralten Strukturen so exakt wie nie zuvor vermessen werden“, erläutert der Garching Astrophysiker Matthias Bartelmann. „Diese Beobachtungen ermöglichen uns Rückschlüsse, wie stark sich die Krümmung des Weltalls im Laufe der Zeit verändert hat.“

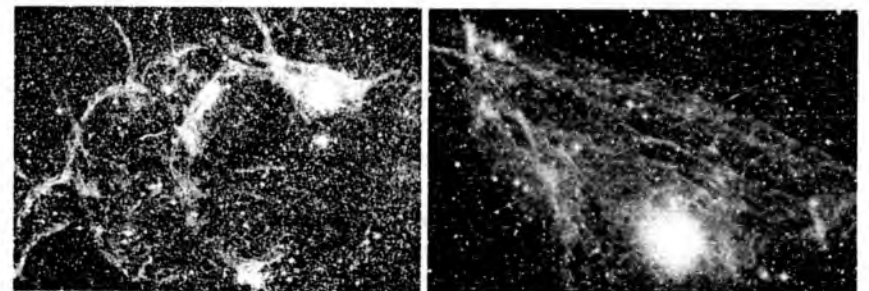
Das erstaunliche Ergebnis: Der Weltraum ist so gut wie gar nicht gekrümmt. Ein Lichtstrahl, der sich durch den leeren Raum fortbewegt, wird auch nach Jahrmilliarden praktisch nicht von seiner geradlinigen Bahn abgelenkt.

Dieses Ergebnis hat weit reichende Konsequenzen. So folgt daraus, dass der Kosmos bei weitem nicht so viel Materie enthält wie von manchen Wissenschaftlern erwartet. Denn gäbe es eine größere Stoffmenge im Kosmos, müsste der Weltraum stärker gekrümmt sein - dies ergibt sich jedenfalls zwingend aus Albert Einsteins Allgemeiner Relativitätstheorie, nach der jeder massetragende Körper den umliegenden Raum verformt.

Von der Dichte der im Weltall verteilten Materie wiederum hängt es ab, ob der Kosmos wieder zu einem komprimierten Feuerball zusammenschnurrt - oder ob er in einer ewigen Leichenstarre dahinsiechen wird: Denn je mehr Sterne, Planeten und Staubwolken es im Weltall gibt, desto stärker bremst ihre gegenseitige Anziehungskraft den noch eine ganze Weile anhaltenden Schwung der Anfangsexplosion - ähnlich wie die Schwerkraft der Erde dafür sorgt, dass ein hochgeworfener Stein zurück auf den Boden fällt.

Doch wegen der nun ermittelten, viel zu geringen Materiedichte hat die Schwerkraft keine Chance mehr, die kosmische Aufblähung noch einmal umzukehren. „Das Universum wurde gewogen“, so Bartelmann, „und für zu leicht befunden.“

Das Universum entstand aus reiner Energie. Unmittelbar nach dem Urknall war das All kleiner als ein Atomkern. In der Verteilung der Energie gab es kleine Unregelmäßigkeiten. Diese Entdeckung gibt der Himmelsforschung eine ganz neue Wendung. Denn in den letzten Jahren war das Universum eigentlich zunehmend schwerer geworden. Die Astrophysiker fanden immer mehr Hinweise darauf, dass im All gewaltige Mengen bislang unentdeckter, so genannter dunkler Materie vorkommen. So muss es eine Art kosmischen Kitt geben, der mit seiner massiven Anziehungskraft verhindert, dass die mit hoher Geschwindigkeit rotierenden Galaxien auseinander fliegen; die sichtbare Materie allein wäre dazu viel zu schwach. Die Astrophysiker sind inzwischen überzeugt, dass unsichtbare Schattensubstanz die Galaxien zusammenhält; sie bildet gleichsam das Rückgrat des ganzen Universums.



Die den Nachthimmel erleuchtende Sternenpracht der Milchstraße ist nach dieser neuen Vorstellung nur noch eine Art Sahnehäubchen auf dem Backwerk des Schöpfers. Wie verlorene Inseln treiben die Sterne, Gaswolken und Spiralnebel in den unermesslichen Ozeanen des Kosmos dahin. Höchstens fünf Prozent der Gesamtmasse im All bestehen aus normaler Materie. „Es berührt mich schon sehr“, gesteht der Kosmologe Börner, „dass der überwältigende Teil des Universums aus ganz anderer Substanz besteht als wir selber.“

Offen war bislang jedoch, wie viel versteckte Materie sich wirklich zwischen den Sternen verbirgt. Nach neuesten Schätzungen könnte weit über 80 Prozent aller Materie aus dem ominösen Dunkelfstoff bestehen. Die meisten Forscher vermuten, dass die unsichtbare Geistermaterie, die noch nie ein Mensch gesehen hat, sich vor allem aus exotischen Elementarteilchen zusammensetzt, die in Myriadenschwärmen durchs All schwirren.

Ist die dunkle Materie womöglich sogar schwer genug, um die galoppierende Ausdehnung des Universums aufzuhalten? Offenbar nicht. Nach den Ballonmessungen über dem Südpol spielt es für den weiteren Verlauf der kosmischen Ereignisse nun keine Rolle mehr, wie viel dunkle Materie es genau gibt. In keinem Fall wird es genug sein, um die Expansion des Weltalls noch stoppen zu können. Börner: „Der Kampf um die Zukunft des Kosmos ist entschieden.“

Denn aus den Daten der Ballon-Beobachtungen errechneten die Astrophysiker eine weitere Überraschung: Im Universum wirkt offenbar eine unheimliche Gegenkraft, die Sterne und Galaxien immer schneller auseinander treibt. Schon heute wirkt die „kosmische Anti-Gravitation“ über große Entfernungen doppelt so stark wie die Schwerkraft. Und je mehr das Universum ausdünnt, desto stärker wird sich die Anti-Schwerkraft bemerkbar machen -wie bei einer Lawine, die nicht mehr aufzuhalten ist.

Bereits das Jahrhundertgenie Albert Einstein hatte eine bizarre Energieform postuliert, die den Raum auseinander treiben sollte. Er brauchte einen solchen Gegenspieler zur Schwerkraft, um seine Idee eines statischen, ewig unveränderlichen Universums zu retten; als „Kosmologische Konstante“ führte er deshalb 1917 eine Art Anti-Schwerkraft in sein Formelwerk ein. Als sich aber herausstellte, dass das Universum einen Anfang hatte, störte die Kosmologische Konstante in den Gleichungen nur noch. Einstein bedauerte seine Kopfgeburt später als „größte Eselei meines Lebens“.

Vor vier Jahren aber tauchten zur Überraschung der Himmelsforscher erste Hinweise auf, dass es tatsächlich so etwas wie eine dunkle Energie gibt. Als der australische Astronom Brian Schmidt und sein US-Kollege Saul Perlmutter das Licht explodierender Sterne, so genannter Supernova,

untersuchten, machten sie eine spektakuläre Entdeckung: Je jünger die kosmischen Leuchtfeuer sind, desto schneller rasen sie voneinander fort.

Erwartet hatten die Himmelsforscher das genaue Gegenteil. Eigentlich waren sie davon ausgegangen, dass der Schwung der Urexplosion im Laufe der vergangenen Jahrmilliarden längst nachgelassen hätte. Stattdessen sah es nun ganz so aus, als wäre nur wenige Milliarden Jahre nach der Schöpfungsexplosion eine neue, abgemilderte Stufe des Urknalls gezündet worden. Schmidt: „Ich fürchtete, dass uns niemand glauben wird.“



Anfangs waren die meisten Himmelskundler in der Tat ziemlich skeptisch. Viele vermuteten, die Forscher hätten ihre Messungen mit dem Keck-Observatorium in Hawaii falsch gedeutet. Unsichtbare Staubwolken, so ihr Einwand, hätten womöglich das Licht der fernen Leuchtfeuer abgeschwächt; dadurch seien die Entfernungen falsch eingeschätzt worden.

Doch vor wenigen Monaten haben Astrophysiker eine besonders gründliche neue Supernova-Messung vorgelegt. Das Ergebnis blieb das gleiche. In die heutigen kosmologischen Modelle passt die dunkle Energie

nur schwer rein. „Sie ist ein Knochen, der quer in unserem Hals liegt“, grollt der Physik-Nobelpreisträger Steven Weinberg von der University of Texas in Austin.

„Andererseits glaubt kaum noch jemand, dass wir die dunkle Energie wieder aus der Welt kriegen“, sagt Kosmologe Börner. „Sie ist offenbar die treibende Kraft, die den Lauf der künftigen Ereignisse entscheidend prägen wird - bis zum bitteren Ende.“



Zum ersten Mal haben die Astronomen damit das Drehbuch entziffert, welches das weitere Schicksal des Universums vorherbestimmt. „Wir sind jetzt in der Lage vorherzusagen“, so Börner, „wie die Geschichte von Sonnen, Planeten und Galaxien weitergehen wird.“ Weltweit haben Physiker damit begonnen, die Chronik der Zukunft aufzuschreiben. Sie versuchen beispielsweise zu berechnen, in wie viel Milliarden von Jahren die Sternendämmerung anbricht, wann sich die Atome auflösen und wie groß das Universum zu diesem Zeitpunkt sein wird. Oder sie gehen der Frage nach, ob das sterbende Weltall auf wundersame Weise sogar Geburtshelfer eines neuen Universums werden könnte.

Für das Leben auf der Erde beginnt der Existenzkampf indes schon lange vorher. Deutsche Physiker haben kürzlich herausgefunden, dass die Erde viel früher unbewohnbar werden wird als gedacht.

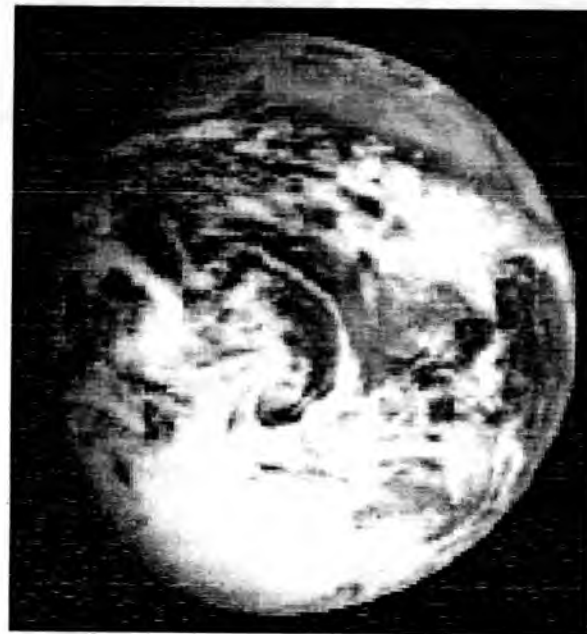
Bislang erwarteten die Astronomen erst in fünf Milliarden Jahren eine Art solares Fegefeuer: Dann nämlich bläht sich die Sonne, den Gesetzen der Sternphysik folgend, unaufhaltsam zu einem Roten Riesen auf und heizt ihren inneren Planeten noch einmal richtig ein. Merkur und Venus werden von ihr ganz verschluckt. Auf der staubtrockenen Erde schmelzen die Berge

wie Butter. Was von ihr übrig bleibt, ähnelt der sterilen Oberfläche des Mondes.

Für die Menschen aber wird die Luft bereits vorher dünn. „In rund 500 Millionen Jahren“, erklärt der Physiker Siegfried Franck vom Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK), „werden wir alle ersticken.“

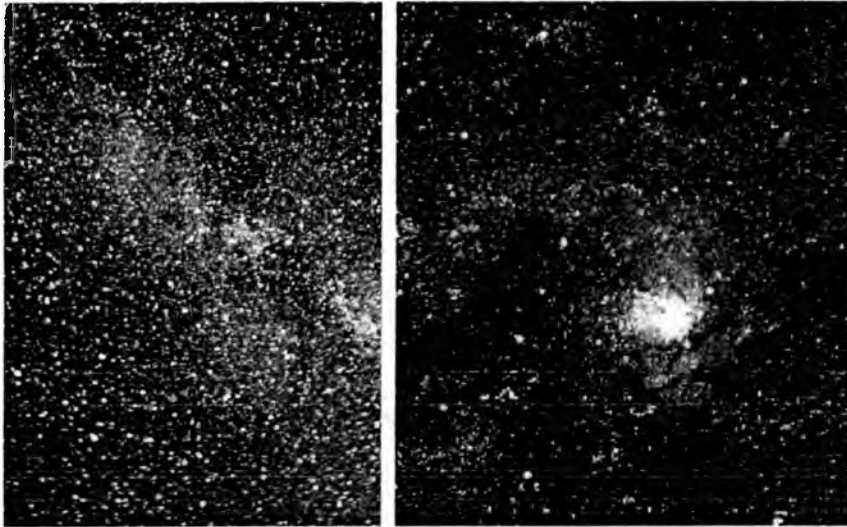
Auf diese böse Überraschung stießen Franck und seine Mitarbeiter, als sie mit ihren Computermodellen simulierten, wie sich das Klima der Erde in extrem langen Zeiträumen verändert. Das Problem, das dabei sichtbar wurde: Schon vor ihrer Aufblähungsphase scheint die Sonne immer stärker. Alle einhundert Millionen Jahre nimmt ihre Leuchtkraft um ein Prozent zu.

Die stärkere Sonneneinstrahlung führt auf der Erde zu einer höheren Verdunstung und damit auch zu mehr Niederschlag. Dadurch wiederum wird immer mehr Kohlendioxid aus der Atmosphäre herausgewaschen, landet mit dem Regen in Seen und Flüssen und lagert sich schließlich als Kalkstein am Meeresgrund ab. In 500 Millionen Jahren ist das Treibhausgas vollständig aus der irdischen Lufthülle verschwunden.



Ohne eine Mindestkonzentration an Kohlendioxid in der Atmosphäre aber können keine Pflanzen gedeihen. Erst verkümmern alle Bäume und Sträucher, dann wächst auf der Erde auch kein Gras mehr. Menschen und Tieren geht die Luft zum Atmen aus. „All diese furchtbaren Sachen passieren

in so ferner Zukunft", meint tröstend der kanadische Sternenforscher Arnold Boothroyd, „bis dahin können sich die Menschen längst woanders ein nettes Plätzchen gesucht haben."



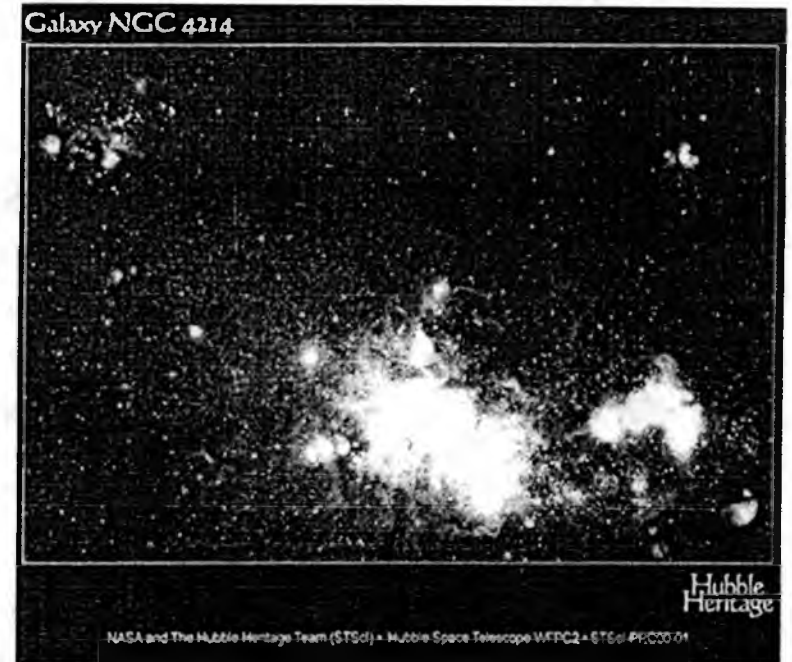
Von den rund 100 Milliarden anderen Sonnen der Milchstraße kämen in der Tat genug als Kolonien in Frage. Unter Verwendung ihres Klimamodells haben die PIK-Forscher schon mal für die verschiedenen Sternentypen der Galaxis durchgespielt, ob diese für ausreichend lange Zeit über „bewohnbare Zonen“ verfügen. Der erstaunliche Befund: „Nach unseren Berechnungen“, sagt Franck, „könnte es in der Milchstraße rund 50 Millionen bewohnbare Planeten wie die Erde geben.“

Langfristig als neue Heimat zu empfehlen sind all jene Planeten, die um Rote Zwergsterne kreisen. Rote Zwerge wiegen zwar bis zu zehnmal weniger als die Erdsonne und leuchten über hundertmal schwächer (deshalb sind sie, obwohl so zahlreich in der Galaxis vertreten, mit bloßem Auge nicht zu erkennen).

Sie haben aber einen großen Vorteil: Rote Zwerge gehen äußerst sparsam mit ihren nuklearen Brennstoffvorräten um. Sie existieren folglich weit länger als größere und massereichere Sterne. So brennt ein Roter Zwerg bis zu 10 000-mal so lange wie die Sonne - ein Unterschied in der Lebenserwartung wie zwischen einer Eintagsfliege und einem Elefanten. Doch wie lange wird es überhaupt noch Sterne in der Milchstraße geben? Wann werden die letzten von ihnen erlöschen? An sich wird die Galaxis schon in rund zehn Milliarden Jahren ihren gesamten Vorrat an interstellarem Gas für die Bildung neuer Sonnen verbraucht haben. Allerdings steht noch

eine gewaltige Reserve zur Verfügung: Jeder explodierende Stern liefert wieder neuen Rohstoff.

Wann immer irgendwo in der Milchstraße eine Sonne stirbt, schleudert sie einen Teil ihrer glühenden Hülle hinaus ins All. Aus diesen umherwabernenden Schwaden können sich anderswo junge Sonnen zusammenballen - nichts geht verloren.



Dieses kosmische Recycling macht es möglich, dass noch ewig lange Sterne am Himmel funkeln. Erst in rund 100000 Milliarden Jahren, so die aktuelle Schätzung, werden im Universum die letzten Sonnen verglühen - eine Zeitspanne, die schwer fällt sich vorzustellen: Würde man die gesamte Lebensdauer aller Sterne auf ein Erdenjahr herunterrechnen, dann wäre seit dem Urknall gerade die erste Stunde der Neujahrsnacht vorüber.

Selbst nach dem Verglühen der Sonnen wird das Weltall aber nicht vollkommen leer und düster sein. Überall vagabundieren dann noch die ausgebrannten Sternenkadaver und ihre tiefgefrorenen Planeten umher - nach dem Zeitalter der „leuchtenden Sterne“ folgt das Zeitalter der „entarteten Sterne“.

Die meisten Sonnen enden als so genannte Weiße Zwerge. Allein in der Milchstraße wird es schließlich fast eine Billion davon geben. Einer von ihnen wird der klägliche Überrest der Erdensonne sein.

Wenn sich die Sonne, nach einem langen feurigen Leben, zu einem Roten Riesen aufplustert, stößt sie einen großen Teil ihrer glühend heißen Gashölle ab; dann schrumpft sie zu einem Weißen Zwerg.

Ein solcher Sternkadaver besteht zum großen Teil aus „entarteter Materie“, die sehr seltsame Eigenschaften aufweist: Je mehr Materie der Kadaver enthält, desto stärker zieht er sich zusammen. Paradoxe Folge: Große Sterne verwandeln sich in kleine Weiße Zwerge; und kleine Sonnen in große Weiße Zwerge.



Star-Birth Clouds - M16

HST · WFPC2

PRC95-44b · ST ScI OPO · November 2, 1995
J. Hester and P. Scowen (AZ State Univ.), NASA

Die Sonne beispielsweise wird zu einem Gebilde, das nur unwesentlich größer ist als die Erde. In dem dadurch entstehenden Weißen Zwerg ist zwar Restwärme gespeichert, die er im Laufe vieler Jahrmilliarden in den Weltraum abstrahlen wird. Doch er leuchtet nur noch sehr schwach - ähnlich wie glühende Asche, die von einem lodernden Lagerfeuer übrig geblieben ist.

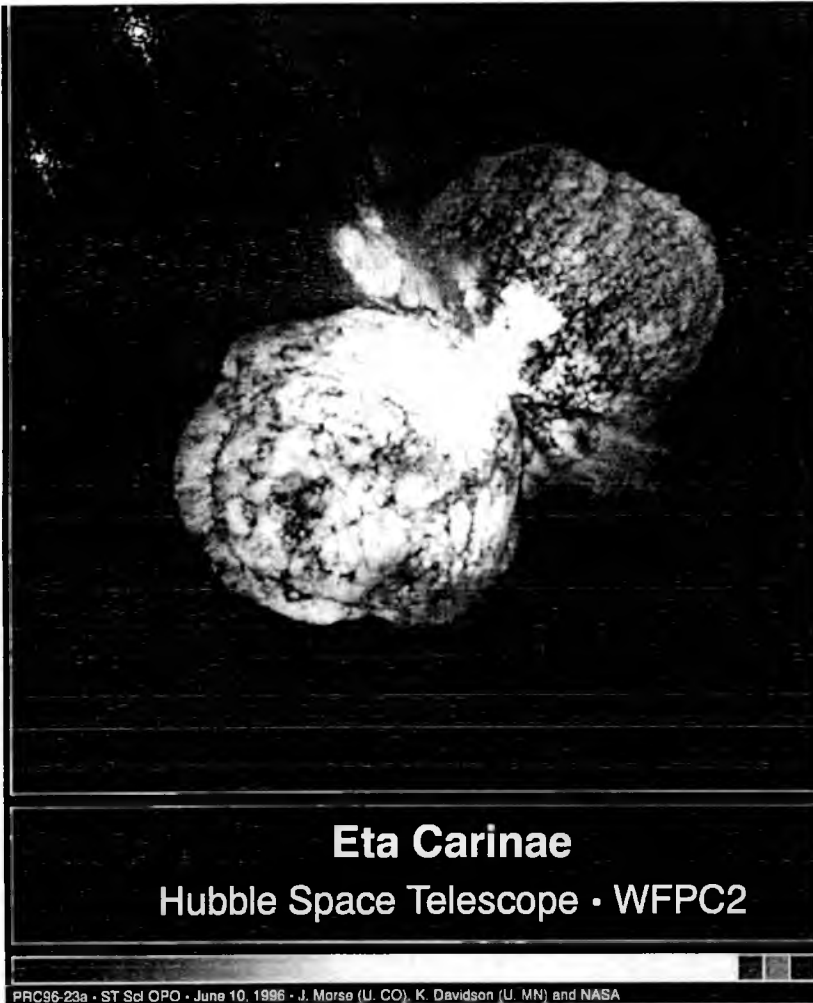
Aber die Weißen Zwerge haben Zeit, sehr viel Zeit. Irgendwann gelingt es ihnen sogar, die in der Milchstraße vorkommende, äußerst scheue dunkle Materie einzufangen und in ihrem Innern zu verfeuern. Weil es gewaltige Mengen dieser Schattenmaterie gibt, erschließen sich die Weißen Zwerge einen schier unerschöpflichen Brennstoffvorrat.



Orion Nebula Mosaic

HST · WFPC2

PRC95-45a · ST ScI OPO · November 20, 1995
C. R. O'Dell and S. K. Wong (Rice University), NASA



„Das Einfangen und Vernichten dunkler Materie stellt für die Weißen Zwerge der Zukunft eine äußerst wichtige Energiequelle dar“, schreiben die amerikanischen Astrophysiker Adams und Laughlin in ihrer Untersuchung über die langfristige Entwicklung des Universums. Durch diesen Prozess erzeuge ein Weißer Zwerg immerhin eine Leistung von einer Billion Watt - so viel wie eine Million Atomkraftwerke.

In einem Gedankenexperiment spekulieren die beiden US-Forscher darüber, wie sich die Verbrennung der dunklen Materie nutzbar machen ließe: Eine hoch entwickelte Zivilisation, so ihre Idee, könnte eine

Kugelschale um den Weißen Zwerg bauen, um die von ihm abgegebene Strahlungsenergie aufzufangen.

„Nehmen wir an, die Zivilisation in der Umgebung eines Weißen Zwergs habe eine Milliarde Mitglieder“, so Adams und Laughlin. „Jedes Mitglied hätte dann Zugang zu einer Megawatt Leistung - genug, um 10000 Stereoanlagen mit voller Lautstärke laufen zu lassen.“

Die Verhältnisse in der Umgebung dieser glimmenden Kugel wären zudem über einen irrsinnig langen Zeitraum stabil: Ein Weißer Zwerg vermag schätzungsweise 100 Trillionen Jahre Energie aus der dunklen Materie zu gewinnen. Er brennt zwar nur auf Sparflamme, dafür aber lebt er milliardenmal länger als die Sonne, aus der er einst hervorgegangen ist.

Auch die Erde wird es in dieser weit entfernten Zukunft wahrscheinlich noch geben - allerdings treibt unser Planet dann längst als tiefgefrorener, öder Gesteinsbrocken einsam durch düstere interstellare Weiten.

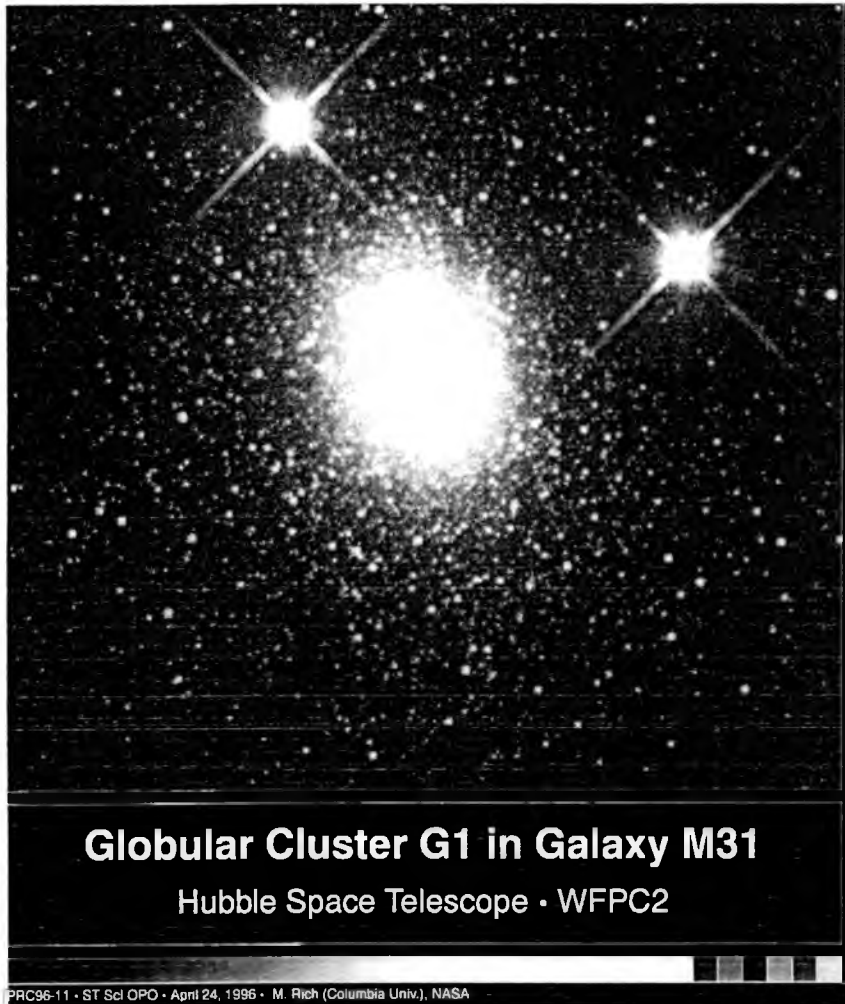
Zu einem solchen Schicksal kommt es unweigerlich durch einen Zusammenstoß oder Beinahe-Zusammenstoß des Überrests der Sonne mit einem anderen Stern der Milchstraße. Bis zum Erlöschen der Sonne beträgt die Wahrscheinlichkeit für einen solchen Crash zwar nur eins zu vierzigtausend; aber weil der aus ihr hervorgehende Weiße Zwerg viel länger existiert, trifft das Ereignis irgendwann mit Sicherheit ein. Dabei werden dann sämtliche Planeten aus dem Sonnensystem hinausgeschleudert.

Durch dieses Billard der Gestirne gehen früher oder später alle Bindungen in der Milchstraße verloren. Sämtliche Planeten der Galaxis enden als Einsiedler, die heimatlos durch den lichtlosen Raum irren.

Jedoch erst in einigen Quintillionen Jahren gehen im Weltall endgültig die Lichter aus. Dann kommt es zum totalen Zerfall: Die Materie selbst löst sich auf - und mit ihr alle Weißen Zwerge, alle Planeten und ihre Monde, alle Asteroiden, Kometen und Staubwolken.

Dieser Exitus wird zumindest von den aktuellen Theorien der Teilchenphysiker vorhergesagt. Demnach haben selbst Protonen und Neutronen, die Bausteine der Atomkerne, nur eine begrenzte Lebensdauer. In extrem langen Zeiträumen zerfallen nach und nach alle chemischen Elemente; dabei entsteht vor allem Strahlung.

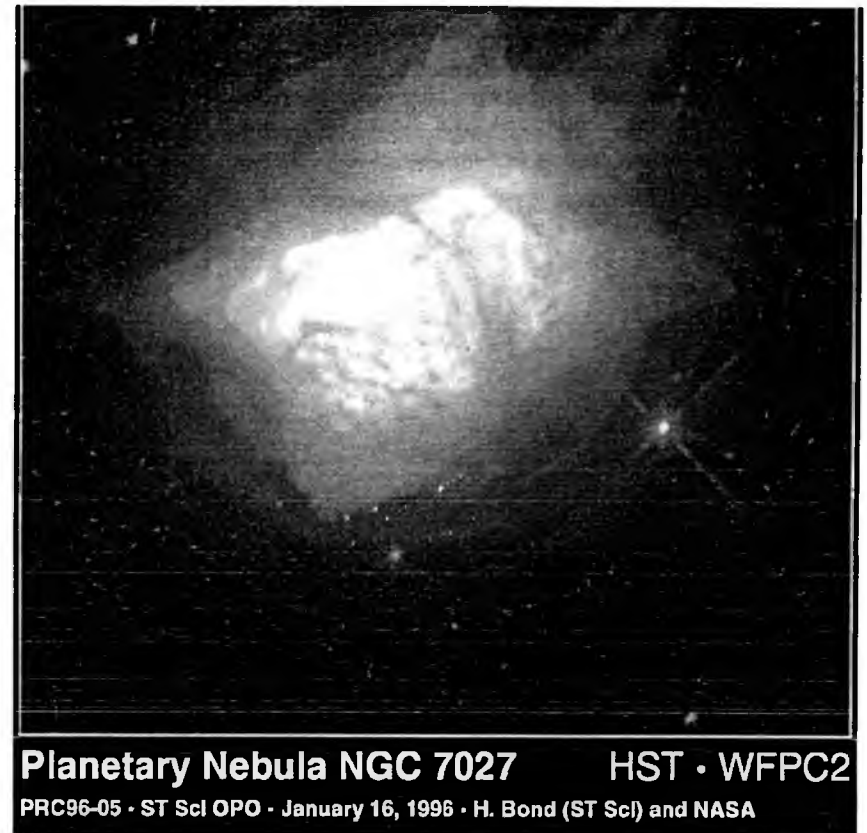
Wenn die Atome zerfallen, fängt es auf der sterilen Erdoberfläche an zu spuken. Der alchemistische Totentanz beginnt damit, dass die schwereren Elemente sich in leichtere umwandeln: Gestein verdampft etwa zu Sauerstoff und Neon; Blei wird zu Gold. Schließlich verwandelt sich der gesamte Planet in eine durchsichtige Kristallkugel aus Wasserstoffeis. Und jedes Mal, wenn einige ihrer Atome mit einem Lichtblitz enden, versprüht diese Eiskugel ein paar Funken - bis von ihr nichts mehr übrig ist.



Globular Cluster G1 in Galaxy M31
Hubble Space Telescope · WFPC2

PRC96-11 · ST ScI OPO · April 24, 1996 · M. Rich (Columbia Univ.), NASA

Bei diesem Abgang nach Art einer Wunderkerze erzeugt die Erde allerdings nur wenige Milliwatt; diese spärliche Leistung würde noch nicht einmal ausreichen, um eine Glühlampe zum Leuchten zu bringen. Mit diesem letzten Aufflackern endet die Epoche der entarteten Sterne. Selbst danach wird das Weltall nicht völlig leer sein. Denn ausgerechnet die massivsten aller Himmelskörper bleiben zunächst von dem Zerfall verschont: die mysteriösen Schwarzen Löcher. Wie dunkle Inseln ragen sie fortan aus einem Meer der Düsternis.



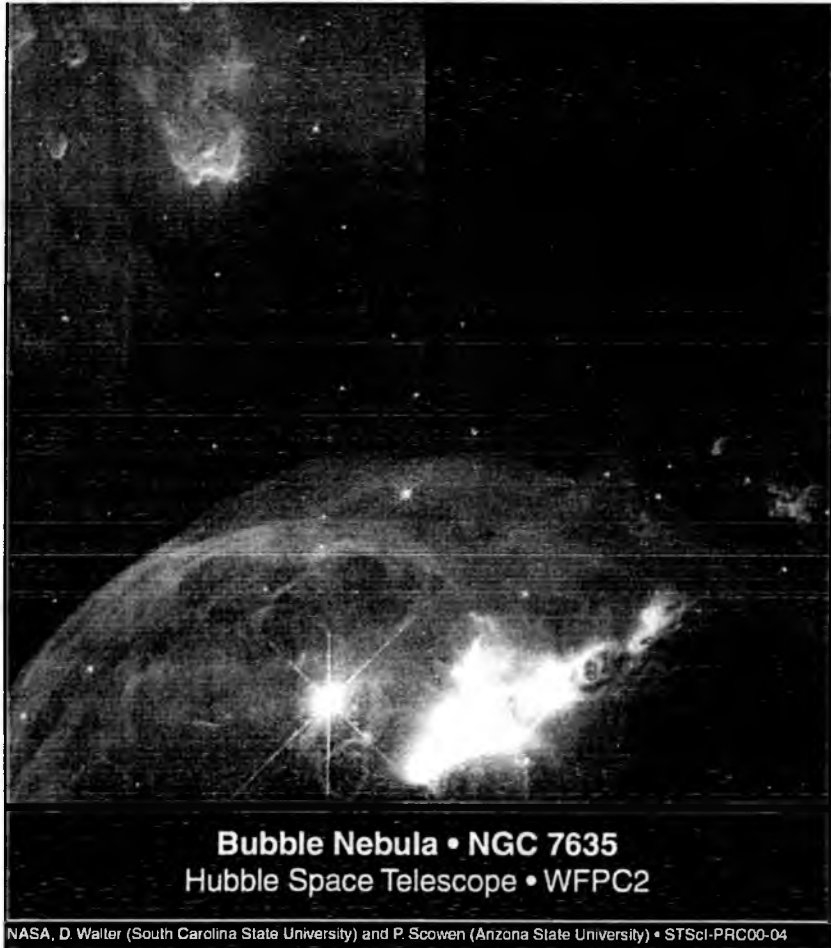
Planetary Nebula NGC 7027 HST · WFPC2
PRC96-05 · ST ScI OPO · January 16, 1996 · H. Bond (ST ScI) and NASA

Ein Schwarzes Loch entsteht immer dann, wenn ein ausgebrannter, besonders massereicher Stern unter dem Druck seiner eigenen Schwerkraft zu einem extrem hoch verdichteten Materiekumpen zusammenschnürt. Dabei verbiegt der Todesstern den Raum so stark, dass kein noch so flüchtiges Elementarteilchen und noch nicht einmal ein Lichtstrahl seinem düsteren Schlund zu entkommen vermag; deshalb erscheinen diese Gestirne unsichtbar.

Mit ihrem Schwerefeld verzerren die Monster aber auch den normalen Zeitablauf. Je näher man ihnen kommt, desto langsamer gehen die Uhren. Und nahe ihrer Oberfläche bleibt die Zeit sogar fast ganz stehen. Es ist also keine Hexerei, wenn Schwarze Löcher den Zerfall der Atome überleben: In ihrem Innern leben eben auch Protonen länger.

Doch irgendwann verlassen selbst diese letzten Darsteller die Himmelsbühne. Nach Verstreichen eines Zeitraums, der die menschliche

Vorstellungskraft vollends sprengt (10 Milliarden Billiarden Billiarden Billiarden Billiarden Jahre), platzen die Schwerkraftblasen und ergießen die in ihnen gespeicherte Energie ins allumfassende Nichts - die Explosion eines Schwarzen Lochs entspricht der Sprengkraft von einer Milliarde Atombomben.



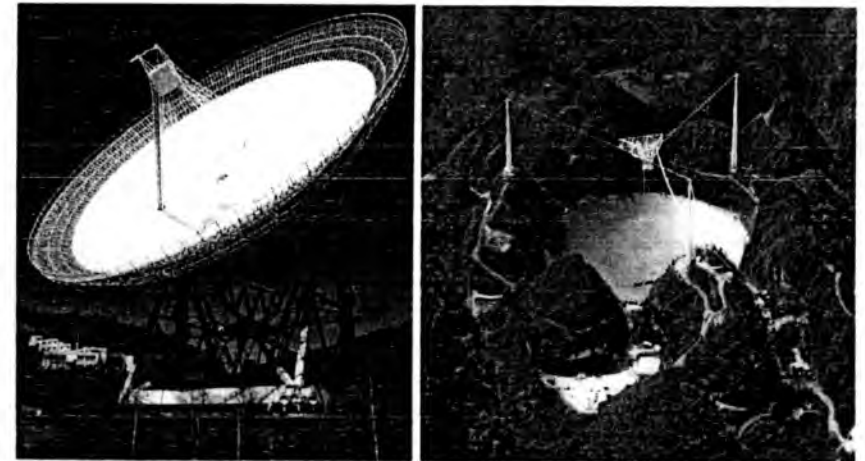
Nach dem Ende der Schwarzen Löcher folgt die letzte Epoche des Universums: das Zeitalter totaler Finsternis. Auch ohne Himmelskörper dehnt sich der leere Raum, unerbittlich angetrieben von der ihm innewohnenden dunklen Energie, immer weiter aus. Am Ende wächst der Kosmos ins Grenzenlose. In Raumgebieten, die größer sind als das gesamte

heute beobachtbare Universum, befindet sich buchstäblich nichts. Anderswo, ein paar Billionen Lichtjahre entfernt, huscht wenigstens noch ein einzelnes Lichtteilchen durch die Unendlichkeit.

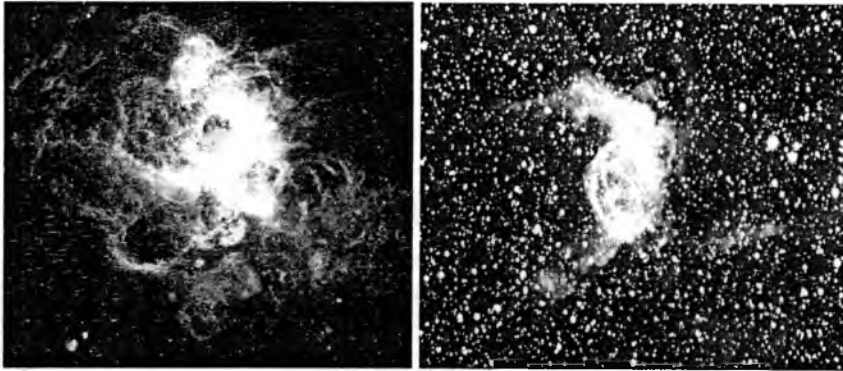
Geradezu als deprimierend empfindet der amerikanische Kosmologe Edward Harrison das sterbende Weltall: „Dutzende von Jahrtausenden vergehen in zunehmender Dunkelheit; gelegentlich durchdringt ein Lichtschimmer die sinkende kosmische Nacht und verzögert noch einmal den Untergang eines Universums, das zu einer Existenz als galaktischer Friedhof verurteilt ist.“

War's das wirklich? Selbst hartgesottene Wissenschaftler weigern sich zu glauben, dass dies alles gewesen sein soll. Aus der unheimlichen Welt der Teilchenphysik schöpfen sie Hoffnung, dass es auf wundersame Weise doch irgendwie weitergehen könnte.

Die Spur führt in das geheimnisvolle Reich des Mikrokosmos. Nach den unbegreiflichen Regeln der Quantentheorie ist selbst so etwas wie das Vakuum nicht wirklich leer. So können darin aus dem Nichts Teilchen wie geisterhafte Wesen entstehen und sofort danach wieder vergehen.



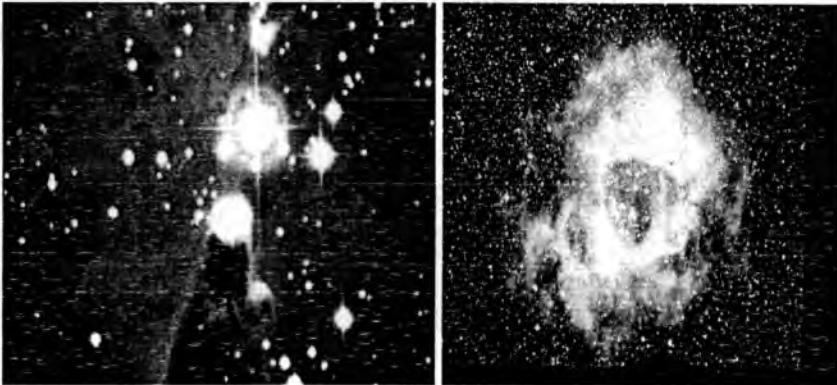
Es kann aber auch passieren, dass eine winzige Kräuselung sich urplötzlich zu einer Flutwelle auftürmt: Ebenso wie Teilchen aus dem Nichts auftauchen, ist es nämlich möglich, dass das Vakuum selbst ohne erkennbare Ursache in einen höheren Energiezustand springt. Teilchenforscher nennen diesen energiegeladenen Zustand „falsches Vakuum“. Diese Vakuum-Energie führt zu einer Kraft, die den Raum blitzartig auseinander drückt: Der Mikrokosmos wächst sprunghaft zum Makrokosmos.



Genau so eine Eruption des Vakuums muss in ferner Vergangenheit schon einmal aufgetreten sein: als es zum Urknall kam. Innerhalb eines Bruchteils einer Sekunde pumpte sich damals ein Raumgebiet von der Größe eines Atoms auf die Größe des heute überschaubaren Universums auf. Am Ende dieser Expansionsphase verwandelte sich die im falschen Vakuum gespeicherte Energie in Materie - ähnlich wie Wasserdampf, der zu Regentropfen kondensiert.

Die Geburt eines neuen Universums, so die Theorie, würde damit beginnen, dass irgendwo im nicht enden wollenden leeren Raum erneut eine mikroskopisch kleine Blase falschen Vakuums entsteht und sich mit extrem hoher Geschwindigkeit aufbläht.

In der kosmischen Lotterie hätten die Menschen mit ihrem Universum also einfach nur das große Los gezogen.



*Olaf Stampf
Der Spiegel 2002/2, S. 148-156.*

Wortschatz zum Thema

- | | |
|--|---|
| die Wiedergeburt | - відродження |
| erlöschen (o, o) | - гаснути, згасати |
| das Weltall -s | - всесвіт, космос |
| versiegen | - вичерпуватися |
| entdecken | - відкривати |
| die Galaxie od. die Galaxis | - астр. Галактика, Молочний шлях |
| in ferner Zukunft | - у далекому майбутньому |
| der Himmelsforscher -s, = | - астроном |
| glauben | - вірити, думати |
| dereinst | - з часом, коли-небудь |
| sich fortpflanzen | - розмножуватися, продовжувати свій рід |
| es war ein Mann Gottes | - був собі божий чоловік |
| der Urknall -s | - первинний вибух |
| der Priester -s, = | - священик |
| eine rätselhafte Entdeckung | - загадкове відкриття |
| der Forscherkollege -en, -en | - колега-дослідник |
| beobachten | - спостерігати |
| rasen | - рухатися надзвичайно швидко |
| die fernen Sterneninseln | - далекі острови зірок |
| sich verhalten | - поводитися |
| der Granatsplitter -s, = | - осколок гранати |
| kurz darauf | - незадовго після того |
| veröffentlichen | - опублікувати |
| eine phantastisch klingende Hypothese- | гіпотеза, що звучить фантастично |
| explodieren | - вибухати |
| entsetzt sein | - бути наляканим, жахатися |
| unter allen Umständen | - незважаючи на всі обставини |
| vermeiden | - уникати |
| doch der Priester behielt das Recht | - проте священик мав рацію |
| zweifeln an (Dat.) | - сумніватися |
| anfangen (fing an, angefangen) | - починати |
| glühen | - жевріти |
| eine winzige Kugel | - крихітна куля |
| bestehen (a, a) aus (Dat.) | - складатися з |
| unvorstellbar dicht komprimierte | - неймовірно щільно спресована |
| Energie | енергія |
| ein kosmischer Feuerzauber | - космічне вогняне диво |
| das Universum --s | - всесвіт |

ahnen - здогадуватися
 der sanfte Tod - легка смерть
 die Entwicklung - розвиток
 vergleichen (i, i) - порівнювати
 verkünden - проголошувати
 Päpstliche Akademie der Wissenschaften - Папська академія наук
 die Schlacke -, -n - шлак, обломки лами
 das Tochteruniversum -s - споріднений всесвіт
 die Vakuumblyse -, -n - вакуумна бульбашка
 die Energiedichte - енергетична густина (щільність)
 sich dehnen - розтягатися
 gewaltige Geschwindigkeit - величезна швидкість
 der Raum -s, Räume - простір
 abschnüren - тут: ізолювати, відрізувати
 der Beobachter -s, = - спостерігач
 erscheinen (i, i) - з'являтися, здаватися
 die Abnabelung - мед: перерізування пуповини, тут: відокремлення

 das Schwarze Loch - чорна діра
 verschwinden (a, u) - зникати
 mit der Vermutung richtig liegen - мати рацію з припущенням
 das Erstarren -s, = - охолодження, затвердіння, закам'яніння

 sich decken - тут: підтверджуватися
 verblüffen - спантеличувати, дивувати, вражати

 die Entdeckung -, -en - відкриття
 sich den Kopf zerbrechen - ламати голову
 unaufhörlich - безперервно
 expandieren - розширюватися
 nach Art eines Luftballons - на зразок повітряної кулі
 entweichen - вивірюватися, витікати
 stürzen - падати
 sich vereinigen - об'єднуватися
 das Klümpchen -s, = - клубочок
 der Erdknall -s - тут: останній (кінцевий, конечний) вибух Землі

 der Kältetod -es - смерть від замерзання
 das Höllenfeuer -s, = - вогонь пекла
 unheilbar - невиліковний

die Muskelerkrankung -, -en - захворювання м'язів
 der Rollstuhl -s, -stühle - інвалідний візок (коляска)
 sich trauen - наслідуватися, наважуватися, ризикувати

 der Ausgang des kosmischen Spiels - завершення космічної гри
 in der bewährten Tradition der Propheten - у випробуваній традиції пророків

 listig - хитрий, лукавий
 die Schicksalfrage -, -n - питання долі
 lösen - вирішувати
 kollabieren - слабнути, знесилуватися
 widerlegen - заперечувати
 der Zweifel -s, = - сумнів
 verbrennen (a, a) - згорати
 die Ewigkeit - вічність
 das Grab -(e)s, Gräber - могила
 der Befund -(e)s, -e - стан, дані аналізу
 der Weltuntergang -(e)s - кінець світу
 die Urangst -, Urängste - первинний страх
 der Jüngste Tag - Судний день
 das kollektive Bewusstsein - колективна свідомість
 innerhalb - всередині, на протязі
 sich dehnen - розширюватися
 schlagartig - раптовий, блискавичний, неочікуваний

 die Spur -, -en - слід
 die Strahlung -, en - 1. випромінювання; 2. радіація
 messbar - вимірювальний
 sich fürchten vor (Dat.) - побоюватися ч.-н.
 ein gewaltiges Beben - потужний землетрус
 erschüttern - стрясати, трясти
 verglühn - згасати
 der Zerfall -s - розпад
 die Lichtquelle -, -n - джерело світла
 der Teufel -s, = - чорт
 unaufhaltsam - нестримно
 etwas Trostloses und Sinnloses - щось невтішне і позбавлене смислу

 beklagen - тут: скаржитися, звинувачувати
 der Schock -(e)s, -e u -s - шок
 veredeln - облагороджувати

auskühlen und erstarren	- охолоджуватися і застигати
Worin kann der Sinn vollkommener Leere liegen?	- у чому може полягати сутність цілковитої порожнини
die Wendung -, -en	- поворот, зміна
sich vermehren	- розмножуватися
die Berechnung -, -en	- обчислення
das Ergebnis -ses, -se	- результат
die Untersuchung -, en	- дослідження
die Vorstellungskraft	- сила уяви
die Dunkelheit	- темрява
die Altersschwäche	- неміч, старіння (тут: мала потужність)
das All mutiert	- всесвіт міняється
der Weltraum	- космічний простір
sich verwandeln in (Akk.)	- перетворюватися в
das Wasserstoffeis	- лід з водню
fressen (a, e)	- поїдати, пожирати
bizarre Atome umkreisen einander	- дивні атоми рухаються один навколо одного
die Eiswüste	- льодовикова пустеля
der Auftrag -(e)s, -träge	- доручення, завдання
winzige Temperaturschwankungen	- невеличкі коливання температури
die Kräuselung -, -en	- звивина
ein hartgesottener Wissenschaftler	- досвідчений науковець
der Exitus	- (мед.) смерть
die Glühbirne -, -n	- лампа розжарювання
die Verklumpung -, -en	- склеювання, аглютинація
das Saatkorn -s, -körner	- посівне зерно (насіння)
die Krümmung des Weltalls hat sich stark im Laufe der Zeit verändert	- кривизна Всесвіту сильно змінилася з часом
sich ablenken von (Dat.)	- відхилятися від
die Anziehungskraft	- сила тяжіння (притягання)
verformen	- деформувати, змінювати контури
der anhaltende Schwung	- тут: тривале коливання
die Schwerkraft	- гравітація, тяжіння
der Kampf um die Zukunft des Kosmos ist entschieden	- боротьба за майбутнє космосу вирішена
die Überraschung -, -en	- здивування
spektakulär	- сенсаційний
der Nobelpreisträger -s, =	- лауреат Нобелівської премії
die wundersame Weise	- дивний спосіб

grollen (Dat.)	- сердитися (на когось)
ein Knochen liegt im Hals	- кістка застрягла в горлі
etw. vorlegen (Dat.)	- представити щось
die Sternendämmerung -, -en	- зоряні сутінки (напівтемрява)
das Fegefeuer erwarten	- очікувати чистилища
den Gesetzen der Sternenphysik folgend	- дотримуючись законів зоряної фізики
die Berge schmelzen wie Butter	- гори тануть як масло
verschlucken	- проковтнути
die gesamte Lebensdauer aller Sterne	- загальна тривалість життя всіх зірок
die ausgebrannten Sternenkaleender	- згаслі зірки-трупі
der klägliche Überrest	- жалюгідний залишок
schrumpfen	- 1. стискатися; 2. скорочуватися, зменшуватися
der Weiße Zwerg	- Білий Карлик
zu einem Roten Riesen aufplustern	- тут: вважати себе за червоного гіганта
die entartete Materie	- дегенерована матерія
scheuen	- боятися, уникати
eingangen	- ловити, уловлювати
verfeuern	- 1. спалювати; 2. витратити
sämtliche Planeten	- всі без винятку планети
deprimieren	- пригнічувати
eine spärliche Leistung	- мізерне досягнення
das große Los ziehen	- виграти щось, мати щастя в чомусь

Übung 1. Beantworten Sie folgende Fragen zum Text:

1. Was haben die Astrophysiker entdeckt?
2. Welcher Ansichten sind die Himmelsforscher betreffs des Universums?
3. Was erfuhr der junge belgische Priester und Astronom Georges Lemaitre Ende der 20er Jahre des XX. Jahrhunderts?
4. Was hat sein amerikanischer Forscherkollege Edwin Hubble beobachtet?
5. Welche Hypothese hat G. Lemaitre im Wissenschaftsmagazin "Nature" veröffentlicht?

6. Wie schätzten die Himmelsforscher diese Hypothese und den Wissenschaftler ein?
7. Warum behielt der Priester G.Lemaitre Recht? Wie kann man das beweisen?
8. Welche Meinung äußerte dieser Forscher betreffs des Weltende?
9. Womit verglich er die Entwicklung der Welt?
10. Wurde er später anerkannt? Was zeugt davon?
11. Scheint dieser Priester auch mit seiner zweiten Vermutung richtig zu liegen?
12. Was wird mit den Galaxien in etwa 50 Milliarden Jahren laut seines Szenariums?
13. Konnten seine Forscherkollegen die Schicksalsfrage des Universums lösen?
14. Welche Meinung haben die Astrophysiker geäußert?
15. Auf welchen Gedanken kam der vatikanische Astronom und Jesuitenpater William Stoeger?
16. Hoffen die Forscher darauf, dass am Ende der Welt ein neuer Anfang stehen kann?
17. Kann sich wirklich das Weltall fortpflanzen und vermehren? Wie ist das möglich?
18. Welche Berechnungen über die Ewigkeit haben die US-Astrophysiker angestellt?
19. In wie viel Epochen teilen Sie die Geschichte des Weltalls ein?
20. Wie wird sich das Weltall in ferner Zukunft verändern?
21. Wissen die Astrophysiker, wie das kosmische Spiel ausgleichen wird?
22. Helfen die fliegenden Observatorien die kosmische Hintergrundstrahlung untersuchen?
23. Welche interessante Meinung äußerte der Garching Astrophysiker Matthias Bartelmann?
24. Haben die Forscher schon festgestellt, dass der Kosmos bei weitem nicht so viel Materie enthält, wie manche Wissenschaftler behaupteten?
25. Was ergibt sich aus Albert Einsteins Allgemeiner Relativitätstheorie?
26. Wovon hängt es ab, ob der Kosmos wieder zu einem komprimierten Feuerball zusammenschnurren kann?
27. Warum hat die Schwerkraft keine Chance mehr, die kosmische Aufblähung noch einmal umzukehren?
28. Worauf weisen die Astrophysiker betreffs des Alls hin?
29. Wie viel Prozent der Gesamtmasse im All bestehen aus normaler Materie?

30. Welche Meinung über das Universum äußerte der Kosmologe Börner?
31. Was vermuten die meisten Forscher betreffs der unsichtbaren Geistermaterie?
32. Was haben die Astrophysiker aus den Daten der Ballon-Beobachtungen errechnet?
33. Welche Energieform hatte der berühmte Wissenschaftler A. Einstein postuliert?
34. Meinen einige Wissenschaftler, dass die dunkle Energie im Kosmos die treibende Kraft ist, die den Lauf der Ereignisse bestimmt?
35. Was sagt der Physiker S. Franck vom Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung voraus?
36. Warum suchen die Wissenschaftler schon jetzt nach den bewohnbaren Zonen in der Galaxis?
37. Was hat sich aus Francks Berechnungen herausgestellt?
38. Wie lange werden es überhaupt noch Sterne in der Milchstraße geben?
39. Was verursacht das kosmische Recycling?
40. Wann werden die letzten Sonnen laut der Schätzungen der Kosmologen verglühen?
41. Welches Zeitalter wird nach dem Zeitalter der "leuchtenden Sterne" folgen?
42. Was schreiben die amerikanischen Astrophysiker Adams und Laughlin in ihrer Untersuchung über die langfristige Entwicklung des Universums?
43. Wie viel Energie aus der dunklen Materie laut der Berechnungen der US-Forscher vermag ein weißer Zwerg zu gewinnen?
44. Was wird in einigen Quintillionen Jahren im Weltall passieren?
45. Wann entsteht ein Schwarzes Loch?
46. Was wird nach dem Ende der Schwarzen Löcher folgen?
47. Wächst sprunghaft der Mikrokosmos zum Makrokosmos?
48. Ist das Reich des Mikrokosmos sehr gehemnisvoll? Was zeugt davon?

Übung 2. Übersetzen Sie ins Deutsche:

1. Вчені досить часто ставлять запитання, а що станеться із всесвітом, коли погаснуть останні зірки.
2. Переважна більшість астрономів вважає, що всесвіт буде продовжувати розвиватися і після цього.

3. Ідея про першоутворення всесвіту з'явилася у священика та астронома Георга Леметре.

4. Американський вчений Ердвін Губле дослідив, що всі галактики дуже швидко рухаються якнайдалі від Землі.

5. Леметре звернув увагу на те, що віддалені зоряні острови відносяться один до одного як осколки гранати після детонації.

6. Вчений опублікував у науковому журналі "Природа" фантастичну гіпотезу: з вічності утворився первісний атом. З нього виникли простір, час та матерія.

7. Слід зазначити, що спочатку астрономи поставилися до цього скептично.

8. Але, як незабаром виявилось, цей священик мав рацію.

9. Він довів, що 15 мільярдів років тому утворилася маленька жевріюча куля, яка складалася з неймовірно густої стиснутої енергії Всесвіту (космосу).

10. І ось раптом ця кулька вибухнула, розпочався космічний феєрверк: утворилися галактики, сонця, планети.

11. У цього ж священика є і друга думка щодо поступового застигання космічного простору.

12. Слід зазначити, що покоління космологів ламають собі голову над тим, що ж буде у далекому майбутньому із Сонцем та галактиками.

13. Вчені висловлюють різні думки, часто ведуть полеміку. Переважна більшість вчених вважає, що не буде кінця світу і що Всесвіт буде існувати, але розвиватиметься дещо по-іншому.

14. Значна частина дослідників вважає, що космос буде розмножуватися і збільшуватися, оскільки народжуватиме завжди дочок Всесвіту; а це буде свого роду космічне відродження.

Übung 3. Setzen Sie, wo es nötig ist, die Partizipien ein, übersetzen Sie diese Sätze ins Ukrainische:

1. Die amerikanischen Forscher hatten beobachtet, dass sich alle Galaxien schnell von der Erde fort bewegen. (rasen - im Partizip I).

2. Der Artikel im Wissenschaftsmagazin "Nature" hat eine gewaltige Bedeutung (veröffentlichen - im Partizip II).

3. Die Himmelsforscher wollten zuerst Lemaitre Hypothese nicht wahrnehmen. (entsetzen - im Partizip I).

4. Eine winzige Kugel, aus der unvorstellbar dicht komprimierten Energie des gesamten Weltalls, glühte plötzlich auf und explodierte. (bestehen - im Partizip I).

5. Wir alle stehen auf einer gut Schlacke und sehen das langsame Verschwinden der Sonnen. (kühlen - im Partizip II).

6. Die Priesters Idee deckt sich ... mit den neuesten astronomischen Entdeckungen. (verblüffen - im Partizip I).

7. Die Entwicklung der Welt mit dem Ende eines Feuerwerkes , verkündete der Wissenschaftler Lemaitre, was mit den Sonnen und Galaxien in ferner Zukunft weitergehen wird. (vergleichen - im Partizip I).

8. Die Erkenntnis des Urknalls von dem vatikanischen Astronomen W. Stoeger hat das Bild Gottes nur veredelt. (formulieren - im Partizip II).

9. Die Observatorien hatten den Auftrag, genauer als je zuvor die kosmische Hintergrundstrahlung zu untersuchen. (fliegen - im Partizip I).

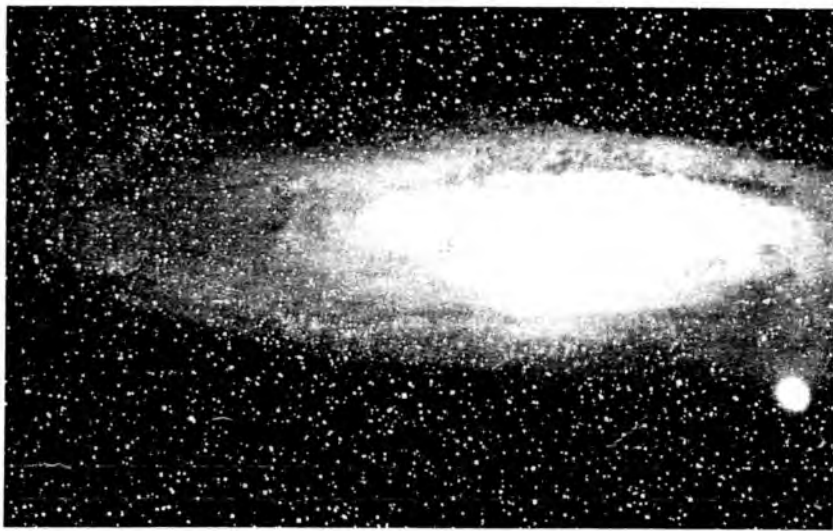
Übung 4. Wählen Sie unter dem Strich Synonyme zu den folgenden Wörtern, bilden Sie Sätze mit ihnen; übersetzen sie ins Ukrainische:

der Priester, die Entdeckung, die Astronomie, der Astronom, die Denotation, das Ende, die Hypothese, der Gelehrte, der Prophet, das Universum, der Schock, der Zweifel, die Wendung, die Schwerkraft, der Kadaver.

die Erfindung, die Auffindung, der Geistliche, der Himmelsforscher, die Sternkunde, die Himmelskunde, die Explosion, die Annahme, der Schluss, der Wissenschaftler, das Weltall, der Weissager, die Erschütterung, das Bedenken, der Unglaube, die Skepsis, die Drehung, die Biegung, die Änderung, das Aas, die Erdgravitation, die Anziehungskraft, die Gravitation.

Im Schlund der Sonnenfresser

Die Entdeckung eines uralten Schwarzen Lochs stürzt die Astronomen in Verwirrung. Die unheimlichen Schwerkraftfallen sind offenbar weit früher entstanden als bislang gedacht. Waren die Sternenschlucker womöglich sogar die Geburtshelfer von Sonnen und Galaxien? Hoch oben auf dem Apachenberg steht das modernste Himmelsauge des weißen Mannes. Nacht für Nacht fahndet das Roboterteleskop in New Mexico nach unbekanntem Sternen und Galaxien. Jedes Mal wenn die Sonne aufgeht, hat die vollautomatische Sternwarte wieder eine halbe Million neuer Himmelskörper entdeckt.



Andromeda-Galaxie: Fast die Hälfte des Lichts im Universum wird von den dunkelsten aller Gebilde erzeugt

Fast 200 Millionen Mark kostet die bislang gründlichste Durchmusterung des Weltalls. Über 200 Forscher aus der ganzen Welt beteiligen sich an dem „Sloan Digital Sky Survey“. Vom Max-Planck-Institut für Astronomie in Heidelberg ist Hans-Walter Rix dabei: „Nur superschnelle Computer schaffen es, die anfallenden Datenmengen zu bewältigen.“ Vor wenigen Wochen schlugen die Rechner plötzlich Alarm. Im Netz der Filterprogramme war ein tieferer Lichtfleck hängen geblieben. „Diese schummrige Funzel“, sagt Rix, „ist das älteste Objekt, das wir jemals gesehen haben.“

Über 14 Milliarden Jahre lang war das von ihm ausgesandte Licht unterwegs. Während der Reise hat es sich immer weiter abgeschwächt. Ein Wunder, dass überhaupt noch ein trübes Glimmen die Erde erreichte - nur dadurch zu erklären, dass die ursprüngliche Lichtquelle einst heller strahlte als tausend Milliarden Sonnen.

Die Sternenforscher sind sich sicher, ein Monster aufgestöbert zu haben: ein supermassives Schwarzes Loch, das in grauer Vorzeit ein infernalisches Strahlungsfeuer entfachte. Mit seiner gewaltigen Schwerkraft saugte es sämtliche Materie aus seiner Umgebung an und verschlang sie - in jeder Sekunde die Masse der Erde. Schneller und schneller raste der Materiestrom auf den düsteren Schlund zu und heizte sich bis zum Glühen auf. Bei diesem Feuerwerk der Vernichtung wurde dann gleißend helles Licht ausgesandt, welches das Teleskop in New Mexico jetzt aufgefangen hat.

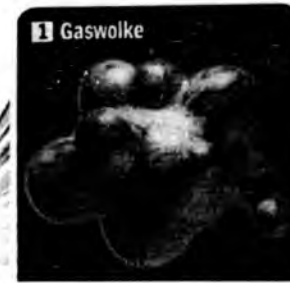
Zwar haben Astronomen schon öfter supermassiven Schwarzen Löchern indirekt beim Mahl zugesehen. „Quasare“ heißen diese weit entfernten Sonnenfresser, weil sie wie gewöhnliche Sterne („quasistellar“) aussehen. „Doch nie zuvor haben wir dabei so tief in die Vergangenheit geblickt“, schwärmt der Heidelberger Astronom Jakob Staude. „Wir schauen in die Kinderstube des Universums.“

Schnelle Schöpfung

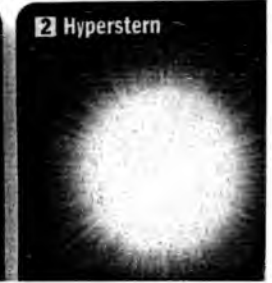
Neues Modell der Galaxien-Entstehung



Urknall



Wenige Millionen Jahre nach dem Urknall verklumpft die Urmaterie zu riesigen Gaswolken



Aus den verdichteten Gasen bilden sich "Hypersterne". Jeder von ihnen wiegt mindestens so viel wie tausende Erdesonnen

Wie nahe die Himmelsforscher tatsächlich an die Geburtsstunde des Universums herangerückt sind, zeigt eine Messung, die Rix und seine Kollegin Laura Pentericci mit dem neuen europäischen Riesenteleskop VLT in Chile unternommen haben. Als sie das Licht des Uralt-Quasars genauer analysierten, fanden sie darin erstmals größere Spuren ursprünglicher Wasserstoffwolken, die unmittelbar nach dem Urknall entstanden waren.

Erst als überall im Universum Sterne aufflackerten und die Quasare mit ihrem Vernichtungswerk begannen, wurden diese Urwolken allmählich durchlässig — ähnlich wie Morgennebel, der sich auflöst, wenn die Sonne aufgeht. „Dieser Quasar“, folgert Rix, „bringt uns an jene Grenze, als das dunkle Mittelalter des Kosmos endete und Sternenlicht durch den Weltraum flutete.“

Doch so spektakulär die Entdeckung des Uralt-Quasars auch ist: Sie stürzt die Himmelsforscher zugleich in tiefe Verwirrung. „An dieser Nuss“, glaubt Staude, „werden die Theoretiker zu knacken haben.“

„Denn als das Schwarze Loch sein Unwesen trieb, waren erst 700 Millionen Jahre seit dem Urknall vergangen - nicht mehr als ein Wimpernschlag in der Geschichte des Kosmos. „Wenige hundert Millionen Jahre reichen gerade mal aus, um eine Sonne und ihre Planeten entstehen zu

lassen", wundert sich Staud. „Wie kann sich in ebenso kurzer Zeit ein Schwarzes Loch bilden, das so schwer ist wie eine Milliarde einzelner Sonnen?“ Bislang kennen die Astrophysiker keinen Mechanismus, der dafür sorgen würde, dass Materie so rasend schnell verklumpt. Die Entdeckung des fossilen Quasars zwingt die Forscher deshalb, die Entstehungsgeschichte von Sternen und Galaxien zu überdenken - Hauptthema auch auf einer internationalen Astronomenkonferenz in München.

Sind die monströsen Sternenschlucker, so fragen sich immer mehr Forscher, womöglich sogar eher entstanden als die Sterne selbst? „Das Rennen ist völlig offen“, erklärt Günther Hasinger, ein neuer Direktor am Max-Planck-Institut für extraterrestrische Physik in Garching. „Fest steht mittlerweile aber, dass die Schwarzen Löcher eine tragende Rolle in der Geschichte des Universums spielen. Und vieles spricht auch dafür, dass sie die Keime waren, aus denen später dann Galaxien mit ihren Milliarden von Sonnen hervorgingen.“

Anfangs mochten viele Astrophysiker kaum glauben, dass es die unheimlichen Todesinseln überhaupt gibt - obwohl ihre Existenz von Albert Einsteins Allgemeiner Relativitätstheorie vorhergesagt wurde. Laut diesem Jahrhundertwerk verformt jeder Masse tragende Körper den umliegenden Raum und die Zeit. Wird zu viel Masse an einem Ort konzentriert, kommt es zum Kollaps: Raum und Zeit verbiegen sich immer stärker, bis sie schließlich auf einen einzigen Punkt zusammenschnurren - ein Schwarzes Loch wird geboren. Nicht einmal Lichtstrahlen können aus ihrem düsteren Schlund entinnen; deshalb ist das Innere dieser Schwerkraftfallen auch vollkommen unsichtbar.

Bislang gingen die meisten Himmelforscher davon aus, dass diese sagenhaften Gebilde erst lange nach den ersten Sonnen entstanden sein konnten. Jahrmillionen dauerte es, bis die ersten Sternengenerationen ausgebrannt waren. Frühestens dann, so das Standardmodell, stürzten einige wenige Sternenkadaver unter dem Druck ihrer eigenen Schwerkraft in sich zusammen und wurden zu Schwarzen Löchern.

Doch so langsam kann es wohl nicht abgelaufen sein. Denn der neue Quasarenfund zeigt, dass die ersten Schwarzen Löcher bereits viel früher ihre Strahlungs-Rülpser ins All schickten, als es nach der bisherigen Vorstellung möglich gewesen wäre. Immer mehr Astrophysiker halten deshalb ein weit dramatischeres Geschehen für wahrscheinlicher: Schon kurz nach dem Urknall ballte sich demnach die Urmaterie direkt zu bizarren „Hypersternen“ zusammen. Jeder dieser Riesen, so ein aktuelles Computermodell, wog tausendmal mehr als die Erden Sonne.



Wegen ihrer ungeheuren Größe waren die Supersonnen nicht allzu stabil. Kaum hatte ihr innerer Brennofen gezündet, da fielen die Giganten schon wieder in sich zusammen und verwandelten sich in Schwarze Löcher - womöglich die ersten großen Bausteine im Kosmos. Auf Grund ihrer enormen Schwerkraft zogen sie allmählich die übrige Urmaterie an sich heran und schleuderten sie um sich herum. Ein geringer Teil davon wurde von den kosmischen Vampiren aufgesaugt, aus dem größeren Teil bildeten sich Sterne und Planeten. So formten sich um die Schwarzen Löcher herum die Galaxien.

Aber selbst dieses neue Bild ist wohl noch lückenhaft. Auch wenn Schwarze Löcher tatsächlich schon sehr früh aus den ominösen Hypersternen hervorgegangen wären, bleibt immer noch rätselhaft, wie die Monster dann so schnell auf die Masse von Millionen oder gar Milliarden Sonnen anwachsen konnten. Um derart fett zu werden, müssen die Schwarzen Löcher pausenlos gigantische Gasmengen verschlungen haben. „Noch weiß niemand von uns, wie es wirklich war“, gibt Astrophysiker Hasinger zu. „Wir können vorerst nur spekulieren, ob zuerst Sterne und Galaxien kamen oder die Schwarzen Löcher. Aber mit den neuen Röntgensatelliten Chandra und XMM versuchen wir derzeit herauszufinden, was nach dem Urknall genau geschah.“ Sicher sind sich die Himmelforscher inzwischen nur, dass auch heute noch im Herzen jeder größeren Sternensinsel ein supermassives Schwarzes Loch lauert. Zudem haben die Astronomen einen bemerk-

kenswerten Zusammenhang entdeckt: Je schwerer eine Galaxie ist, desto mehr wiegt auch das Schwarze Loch in ihrem Zentrum. „Das kann kein Zufall sein“, sagt Hasinger, „sondern deutet ebenfalls darauf hin, dass die Entwicklung von Galaxien und Schwarzen Löchern Hand in Hand lief.“

Vor allem in den nahen Galaxien wird die Fehldung indes dadurch erschwert, dass die Sternenfresser heutzutage auf Diät gesetzt sind. Sie müssen mit viel weniger Nahrung auskommen als in der wilden Frühzeit des Universums. Nur noch selten ist ein Schwarzes Loch deshalb beim Sternschmaus zu beobachten.

US-Astronomen berichteten immerhin von Fresssignalen, die sie von dem supermassiven Schwarzen Loch in unserer eigenen Milchstraße aufgefangen haben. Mit Hilfe des Röntgensatelliten „Chandra“ registrierten sie einen mehrstündigen Strahlungsblitz direkt aus dem Mittelpunkt der Galaxis. Die meiste Zeit aber hungert das Ungeheuer der Milchstraße. Gegenwärtig stopft es, für seine Verhältnisse, nur noch geringe Mengen Staub und Gas in sich hinein: pro Woche gerade mal das Gewicht der Erde.

Trotzdem erzeugt selbst ein heutiges Schwarzes Loch beim Zermalmen von Gas und Staub noch mehr Strahlung als jeder andere Himmelskörper. Denn es wandelt Materie hundertmal effizienter in Energie um als jede Sonne. Paradoxe Folge: Fast die Hälfte des Lichts im Weltall stammt von den dunkelsten Gebilden überhaupt. „Schwarze Löcher sind die besten Kraftwerke im Universum“, sagt Astronom Rix. „Nur wäre es viel zu riskant, sie für die Energiegewinnung zu nutzen.“

*Olaf Stampf
Spiegel 2001, №37, S.228-230.*

Wortschatz zum Thema

der Schlund -(e)s, Schlünde	- 1. паша, горлянка; 2. провалля, безодня
die Entdeckung -, -en	- відкриття
das Schwarze Loch	- чорна діра
in Verwirrung stürzen	- спантеличити когось, зняковіння, збентеження
die unheimlichen Schwerkräfte	- неймовірно великі сили тяжіння
schummerig	- тьмянний
eine schummrige Funzel	- тьмяна свічка
den Alarm schlagen	- бити на сполох
im Netz der Filterprogramme war ein tieferer Lichtfleck	- у мережі програми-фільтр була насичена червона пляма світла

das Wunder -s, =
die anfallenden Datenmengen
bewältigen
aufstöbern
in grauer Vorzeit
ein infernalisches Strahlungsfeuer
entfachte
saugen
verschlingen (a, u)
sich bis zum Glühen aufheizen
die Vernichtung -, -en
die Geburtsstunde des Universums
die Spur -, -en
die Wasserstoffwolken
sein Unwesens treiben
verklumpen
folgen
auffangen (fang auf, aufgefangen)
aussenden (sandte aus, ausgesandt)
ein gleißend helles Licht
der Quasar

zum Kollaps kommen
der Strahlungs-Rülpser
durchlässig
aufflackern
ominös
das Sternenlicht flutete durch den Weltraum
effizient
einige Sternekadaver
Raum und Zeit verbiegen sich immer stärker
lauern auf (Akk.)
zusammenschnurren
aus dem düsteren Schlund enttrinnen
die unheimlichen Todesinseln
an sich heranziehen
die enorme Schwerkraft
die übrige Urmaterie

- чудо
- тут: оволодівати значною кількістю отриманих даних
- шукати, розшукувати
- у сиву давнину
- розгорівся пекельний радіоактивний вогонь
- смоктати, висмоктувати
- проковтнути, поглинати
- розпектися до червоного
- знищення
- година народження всесвіту
- слід
- водневі хмари
- бешкетувати
- утворювати згустки, аглютинувати
- робити висновки
- тут: уловлювати, зафіксувати
- випромінювати
- виблискуюче ясне світло
- квазар (дуже віддалений об'єкт на зоряному небі з сильним радіовипромінюванням)
- занепасти, довести до колапсу
- радіоактивне відторгнення
- водонепроникний
- спалахувати
- одіозний, небезпечний
- світло зірок заповнило космічний простір
- дієвий, ефективний
- деякі згаслі зірки
- простір і час змінюються все сильніше
- чатувати
- зморщуватися
- витікати з темної безодні
- жажливі острови смерті
- притягати до себе
- надзвичайно велика сила тяжіння
- зайва первинна матерія

schleudern	- викидати з великою силою
die Sternenfresser sind heutzutage auf Diät gesetzt	- пожирачі зірок сьогодні на дієті
die Fahndung wird erschwert	- дослідження (вистежування) стає важчим
das Zermalmen –s	- роздрібнення, розкришування
die Hälfte des Lichtes im Weltall	- половина світла у всесвіті
stammt von den dunkelsten Gebilden	походить від невідомих утворень
es wandelt Materie in Energie um	- матерія перетворюється в енергію

Übung 1. Beantworten Sie folgende Fragen:

1. Warum stürzt die Entdeckung eines uralten Schwarzen Lochs einige Astronomen in Verwirrung?
2. Wonach fahndet das Roboterteleskop in New Mexico?
3. Wie teuer kostet die gründliche Durchmusterung des Weltalls?
4. Wie viele Forscher aus der ganzen Welt beteiligen sich an dem "Sloan Digital Sky Survey"?
5. Wer von den deutschen Wissenschaftlern ist daran aktiv tätig?
6. Warum schlugen die Rechner plötzlich Alarm? Was passierte?
7. Welche Meinung äußern die Sternforscher betreffs des Schwarzen Lochs?
8. Was gelang es den Astronomen mit Hilfe des Teleskops in New Mexico zu entdecken?
9. Wie heißen die weit entfernten Sonnenfresser und wie sehen sie aus?
10. Wie lange treibt das Schwarze Loch sein Unwesen?
11. Was zwingt die Forscher die Entstehungsgeschichte von Sternen und Galaxien zu überdenken?
12. Hat A. Einstein mit seiner Relativitätstheorie die monströsen Sternenschlucker vorhergesagt?
13. Wie wird das Schwarze Loch geboren?
14. Wie formten sich die Galaxien?
15. Wie ernähren sich die Schwarzen Löcher?
16. Können die Astrophysiker genau sagen, was früher entstand: die Sterne, Galaxien oder Schwarze Löcher?
17. Mit welcher neuen Technik versuchen die Wissenschaftler herauszufinden, was nach dem Urknall genau geschah?
18. Welchen bemerkenswerten Zusammenhang haben die Himmelforscher entdeckt?

19. Wovon stammt die Hälfte des Lichts im Weltall?
20. Wie nennt "Schwarze Löcher" der berühmte Astronom Hans-Walter Rix?

Übung 2. Übersetzen Sie ins Deutsche:

1. Кажуть, що неймовірно великі сили падіння виникли значно раніше, ніж думали до цих пір.
2. Астрономи розмістили на горі Апахен так зване сучасне небесне око білого чоловіка.
3. Телескоп-робот у Нью Мехіко вистежує за невідомими зірками та галактиками.
4. Відомо, що понад 200 вчених з усього світу беруть участь у програмі "Цифрове дослідження неба Слоан".
5. Астрономи впевнені, що знайшли монстра — надто масивну чорну діру, яка викинула пекельний радіоактивний вогонь ще у сиву давнину.
6. Своєю великою силою притягання чорна діра висмоктувала всю матерію із свого оточення і поглинала її - в кожную секунду завбільшки як маса Землі.
7. Цей потік матерії летів надто швидко до темної безодні і розпикався до червоного жару.
8. При такому феєрверку знищення випромінювалося виблискуюче ясне світло, яке і зафіксував телескоп-робот.

Übung 3. Setzen Sie richtig die Verben in den entsprechenden Zeitformen ein; übersetzen Sie diese Sätze ins Ukrainische:

1. Die Entdeckung eines uralten Schwarzen Lochs die Astronomen in Verwirrung (stürzen - im Perfekt).
2. Mit seiner gewaltigen Schwerkraft das Schwarze Loch sämtliche Materie aus seiner Umgebung (saugen - im Plusquamperfekt).
3. Die weit entfernten Sonnenfresser "Quasare", weil sie wie gewöhnliche Sterne (heißen - im Präsens; aussehen - im Präsens).
4. Es 700 Millionen Jahre seit dem Urknall ... , als das Schwarze Loch sein Unwesen ... (vergehen - im Plusquamperfekt; treiben - im Imperfekt).

5. Anfangs viele Astrophysiker kaum glauben, dass es die unheimlichen Todesinseln überhaupt (wollen - im Imperfekt; geben - im Präsens).

6. Wenige Millionen Jahre nach dem Urknall die Urmaterie zu riesigen Gaswolken. (verklumpfen - im Imperfekt).

7. Die Schwarzen Löcher in der Geschichte des Universums eine tragende Rolle. (spielen - im Präsens).

8. In wenigen hundert Millionen Jahren ein Schwarzes Loch alle Materie in seiner Umgebung und auf bis zu eine Milliarde Sonnenmassen. (verschlingen - im Präsens; wachsen - im Präsens).

9. Die Wissenschaftler schon, dass die Supersonnen nicht allzu stabil (beweisen - im Perfekt; sein - im Plusquamperfekt).

10. Die Himmelforscher derselben Ansicht, dass auch heute noch im Herzen jeder größeren Sterneinsel ein supermassives Schwarzes Loch (sein - im Präsens; lauern - im Präsens).

11. In den nahen Galaxien die Fahndung dadurch, dass die Sternenfresser heutzutage auf Diät gesetzt sind. (erschweren - im Präsens Passiv).

12. Es beim Zermalmen von Gas und Staub sehr viel Strahlung (erzeugen - im Präsens Passiv).

Übung 4. Suchen Sie Synonyme zu den angeführten Wörtern unter dem Strich und erläutern Sie ihre Bedeutung:

der Sternenforscher, effizient, entfachen, die Vernichtung, das Wunder, der Keim, aussondern, bewältigen, verformen, erzeugen, die Existenz, die Vorstellung, berichten, sich bilden, die Nahrung.

der Himmelforscher, der Astronom, auslösen, anzünden, wirksam, wirkungsvoll, die Vertilgung, der Schössling, das Phänomen, ausscheiden, ausgliedern, besiegen, beherrschen, herstellen, verändern, das Dasein, vortragen, schildern, darlegen, das Essen, die Speise, die Kost, der Einblick, der Gedanke, sich vervollkommen, sich qualifizieren.

Quellennachweis

1. Bredow R. u.a. Er macht, was er will // Spiegel, 2001. - № 31. - S. 162-165.
2. Breuer H. Spiel mit dem Erdfeuer // Spiegel, 2002. - № 4. - S. 226-228.
3. Energie der Zukunft // Spiegel, 2000. - № 23. - S. 133-136.
4. Güntheroth H. Blick in die Hölle // Stern, 2000. - Nr. 50. - S.196-202.
5. Handelsmann W. A. u.a. Albert Einstein // Deutsch als zweites Fach 2. Aufl. Moskau, Hochschule, 1981. - S. 168-169.
6. Holler S. Heimat Hölle // Stern, 2001. - № 31. - S. 20-30.
7. Kayser E. Klimatische Verhältnisse der geologischen Vorzeit // Lehrbuch der allgemeinen Geologie Bd. I. Stuttgart, 1923. - S. 90-95.
8. Kleine Enzyklopädie. Technik. VEB Bibl. Institut Leipzig, 1966.
9. Meyers Lexikon A-Z VEB Bibl. Institut Leipzig, 1975. - 1060 S.
10. Nachmeim A. E. Berühmte Chemiker. Moskau, Hochschule, 1972. - 80 S.
11. Das Neue Universallexikon. Verl. Bassermann. München, 1999. - 400 S.
12. Ruchin L. Fazies // Grundzüge der Lithologie. Berlin, 1958. - S. 806-807.
13. Stampf O. Im Schlund der Sonnenfresser // Spiegel, 2001. - № 37. - S. 228-230.
14. Stampf O. Die Wiedergeburt des Kosmos // Spiegel, 2002. - № 2. - S. 148-156.
15. Sand - das Öl der Zukunft // Stern, 2000. - № 46. - S. 120-135.

Inhaltsverzeichnis

Einleitung	3
1. A. Einstein	6
2. Berzelius J. J.	11
3. Mendelejew D. I.	19
4. Butlerow A. M.	25
5. Ostwald W. W.	32
6. Sand - Öl der Zukunft	39
7. Blick in die Hölle	57
8. Heimat Hölle	69
9. Spiel mit dem Erdfeuer	78
10. Er macht, was er will	85
11. Fazies	99
12. Energie der Zukunft	104
13. Klimatische Verhältnisse der geologischen Vorzeit	112
14. Die Wiedergeburt des Kosmos	125
15. Im Schlund der Sonnenfresser	157
Quellennachweis	167

Навчальне видання

канд. філол. наук, доцент, завідувач кафедри німецької та французької мов Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу

Володимир Васильович Турчин

Наука і техніка

для студентів II-IV курсів

НБ ПНУС



739098

Редактор *Марія Турчин*

Ком'ютерний набір *Володимир Турчин*

Комп'ютерна верстка *Олександр Луканюк*

Підписано до друку 19.01.2006 р. Формат 60x84/16.
Ум. друк. арк. 10,5. Тираж 200 прим. Зам. 34.



Видавництво Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу

76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15