

Naturwissenschaft in der Sackgasse?

Trotz massiver Förderung der Grundlagenforschung scheinen einige fest versprochene Ergebnisse auszubleiben. Viele fundamentale Fragen bleiben daher ungelöst. Woran liegt das – und gibt es berechtigte Hoffnung auf Besserung?

Von Gerhard Börner

Auf meinem Schreibtisch landen immer wieder Briefe von Nichtnaturwissenschaftlern, die ein Weltmodell präsentieren, das scheinbar alle Fragen löst. Nicht selten lese ich dann den Zusatz, es sei doch übrigens eine Schande, dass in der etablierten Naturwissenschaft zu Beginn des 21. Jahrhunderts noch so viele Probleme ungelöst seien. Als Naturwissenschaftler gerate ich da in die Klemme: Denn einerseits finde ich es ja gut, dass es noch einiges zu tun gibt. Andererseits wüsste ich auf so manche grundlegende Frage selbst gerne die Antwort.

So oder so – die Zusatzbemerkung der Briefschreiber erscheint berechtigt. Denn schließlich leben wir in der Zeit von »Big Science«, in der so viel Geld und Wissenschaftler für die Grundlagenforschung zur Verfügung stehen wie nie zuvor. Wieso gibt es also überhaupt noch ungelöste Probleme? Ist womöglich der Fortschritt der Wissenschaft eben doch nicht

so rasant, wie man es bei so viel Mitteleinsatz von den zahlreichen Forschern erwarten dürfte?

Wenn wir jetzt, in der zweiten Dekade des 21. Jahrhunderts, versuchen, eine Bilanz zu ziehen, so stellen wir fest, dass diese im Vergleich mit dem Beginn des 20. Jahrhunderts schon etwas mager ausfällt. Damals begannen die großen Umwälzungen in der Physik: Plancks Quantentheorie des Lichts, Einsteins spezielle Relativitätstheorie, seine Erklärung des photokinetischen Effekts, Rutherfords Experimente zum Aufbau der Atome.

Damals brach ein goldenes Zeitalter der Physik an. Ein tiefes Verständnis der materiellen Welt wurde erreicht, von den kleinsten Bausteinen, den Elementarteilchen, bis hin zu den größten Strukturen im Universum. Es ist eine großartige intellektuelle Errungenschaft des 20. Jahrhunderts, dass wir den Kosmos heute als ein System verstehen, das eine Entwicklungszeit von ziemlich genau 13,75 Milliarden Jahren durchlaufen hat.

Nach dem Beginn in einem heißen, strukturlosen Urzustand – dem so genannten Urknall – bildeten sich in den ersten Sekundenbruchteilen verschiedene Elementarteilchen, darunter Protonen und Neutronen, während sich zugleich das heiße kosmische Urgas rasch weiter ausdehnte. Mit der Expansion kühlte sich das Gas ab, so dass in den ersten Minuten nun aus den Protonen und Neutronen die leichtesten Atomkerne entstanden. Rund 400 000 Jahre nach dem Beginn des Universums war die Temperatur schließlich so weit abgesunken, dass sich Elektronen und Protonen zu den ersten Wasserstoffatomen verbanden.

In diesem Moment konnte sich die Strahlung von ihrer engen Kopplung an die Materie lösen und ungehindert ausbreiten: Das Weltall wurde durchsichtig. Die kosmische Strahlung, deren Eigenschaften die Messungen der Satelliten Cobe, WMAP oder Planck sehr präzise erfassten, brachte uns Kunde

AUF EINEN BLICK

GROSSE PROJEKTE, KLEINER ERTRAG?

1 In Physik und Kosmologie scheint es, als hätte **die Theoriebildung** einen gewissen Abschluss erreicht. Niemand sollte erwarten, dass auf diesem Gebiet noch einmal revolutionäre Durchbrüche erzielt werden. Offen ist immerhin noch das Rätsel der Dunklen Energie und der Dunklen Materie.

2 Bei der Veröffentlichung der DNA-Sequenz des menschlichen Genoms im Jahr 2000 prophezeiten Forscher, das würde in den folgenden zehn Jahren einer **personalisierten Medizin** den Weg ebnet. Diese Revolution steht noch immer aus.

3 Manche Experten halten es sogar mittlerweile für fruchtlos, Ursachen von weit verbreiteten Krankheiten wie Diabetes oder Krebs dadurch aufzuklären zu wollen, dass man **häufige Genvarianten** bei Betroffenen identifiziert. Sie erforschen umgekehrt gerade seltene Varianten.

vom Universum zu dieser kosmischen Frühzeit. Kleine Unterschiede in der Intensität der Strahlung aus verschiedenen Richtungen weisen auf geringfügige Schwankungen der Gasverteilung hin, wie sie zu dieser frühen Phase herrschten. Aus diesen Ungleichmäßigkeiten haben sich im Lauf der Zeit die Galaxien gebildet – und in ihnen Sterne, Planeten und schließlich das Leben auf der Erde einschließlich uns selbst.

Dabei handelt es sich nicht etwa um eine unverbindlich dahinerzählte Geschichte, sondern um ein durch Beobachtungen und theoretische Überlegungen gewonnenes quantitatives Weltmodell. »So ist die Welt entstanden«, können Kosmologen heute mit großer Sicherheit behaupten. Und wenn einmal ein solcher Durchbruch gelungen ist, scheint ein gewisser Abschluss der Erkenntnis erreicht, auch wenn man gerne stets noch etwas mehr wissen möchte.

Kann man denn nicht fragen, was vor dem Urknall war? Warum es etwas gibt und nicht nichts? Warum die Welt gerade so beschaffen ist, wie wir sie vorfinden, und nicht anders, wie sie nach den physikalischen Gesetzen auch sein könnte? Ja,

man kann, aber nicht unbedingt als Physiker. Denn diese häufig gestellten Fragen stoßen zwar auf viel Interesse, aber mit physikalischen Methoden allein lassen sie sich nicht untersuchen. Sie führen unweigerlich in metaphysische Bereiche.

Im Rahmen der Physik wird dagegen nach einer abschließenden, allumfassenden Theorie gesucht. Ein Versuch hierzu ist die so genannte Stringtheorie. Sie behandelt alle Naturkräfte und Elementarteilchen unter einem mathematischen Dach. In ihr wird alles durch die Schwingungen einer kleinsten Einheit, des *string*, erklärt. Der Ansatz hat bereits zu hochinteressanten mathematischen Konstruktionen geführt. Allerdings scheitert die Anbindung an die wirkliche Welt bisher in zweifacher Hinsicht: Zum einen fehlen Experimente, die zumindest einen Hinweis darauf geben könnten, in welcher Richtung die Physiker die Fülle mathematisch möglicher Konfigurationen durchforsten sollten. Zum anderen verweigern enorme mathematische Probleme einen eindeutigen Fortschritt der Theorie, wie zum Beispiel die Herleitung eines »niederenergetischen« Grenzfalls, der zu experimentell



ANTONIO SABA / CERN

Der Large Hadron Collider am CERN in Genf ist eines jener Großgeräte, mit denen Wissenschaftler den grundlegenden Fragen der Natur nachspüren.

zugänglichen Aussagen führen könnte. Die Gegner der Stringtheorie zögern deshalb nicht, sie als Irrweg zu brandmarken. Ihre Anhänger zitieren dagegen die 10^{500} möglichen Welten, die demnach prinzipiell möglich wären. Jede dieser »Landschaften« ist durch ihre eigene besondere Stringtheorie bestimmt und enthält vielleicht sogar auch die »richtige« Welt – nämlich unsere. Doch bis jetzt haben die Experten kein physikalisches Prinzip oder Experiment gefunden, mit dem aus der Myriade von Möglichkeiten eine ganz bestimmte ausgewählt werden könnte.

Tatsächlich befinden wir uns nach diesem Argument der Stringtheorie mit unserem Kosmos nur deswegen innerhalb einer speziellen der zahllosen Konfigurationen, weil sie eben günstige Bedingungen für unsere Evolution bietet. Dies ist aber in meinen Augen keine physikalische Aussage mehr, sondern eher ein Ausdruck der Verzweiflung – zumindest aber ein Indiz dafür, dass sich die Physiker mit ihrer »Theorie von Allem« in einer Sackgasse befinden. Auswege sind offensichtlich nur schwer zu finden. Es ist ja klar, dass in diesen Grundsatzfragen der Physik entscheidende Fortschritte, wenn überhaupt, dann überraschend kommen. Ganz sicher können sie nicht geplant werden. Wir müssen uns wohl in Geduld fassen.

Exponentielle Wissenszunahme?

Nach allgemeiner Überzeugung ist nun aber inzwischen das Zeitalter der Biologie und der Neurowissenschaften angebrochen. Tatsächlich herrschen für Biowissenschaftler goldene Zeiten, wie letztes Jahr der britische Mediziner und Wissenschaftsautor James Le Fanu in der Zeitschrift »Prospect« ausführte. Das jährliche Forschungsbudget der USA, das kurz vor dem Zweiten Weltkrieg noch insgesamt 230 Millionen Dollar betrug, überstieg in den letzten Jahren allein für die Biowissenschaften den Betrag von 100 Milliarden Dollar. In neue Forschungseinrichtungen wurden in den USA in letzter Zeit 15 Milliarden Dollar investiert. Dieser Anstieg in der Forschungsförderung hat sich auch in der Anzahl der Publikationen niedergeschlagen. Der Publikationsausstoß allein des »Journal of Biochemistry« wuchs von 12 000 Seiten im Jahr 1980 auf 97 000 Seiten 2009! Das Wissen auf dem Gebiet der Lebenswissenschaften hat offenbar exponentiell zugenommen.

Der Wissenschaftskritiker James Le Fanu spricht von der jetzigen Zeit als »der besten und der schlechtesten für die Wissenschaft«. Es ist natürlich die beste, weil noch nie so viele Gelder in die Forschungsförderung geflossen sind. Seiner Meinung nach ist sie aber auch die schlechteste, weil durch das viele Geld leider keine neuen Meilensteine der Erkenntnis gesetzt worden sind. Die Bioforscher hatten nämlich hohe Erwartungen geweckt, dass die letzten großen Hindernisse bald beseitigt sein könnten, die noch einem wahren Verständnis der Stellung des Menschen im Universum entgegenstehen. Wie können die Instruktionen im genetischen Kode, die in der Doppelhelix der DNA stecken, die beträcht-

liche Vielfalt der Lebewesen hervorbringen? Wie werden genetisch die Eigenschaften festgelegt, die eine Art von einer anderen so deutlich unterscheiden? Wie können die elektrischen Ströme in den Neuronen des Gehirns übersetzt werden in unsere subjektiven Erfahrungen, Erinnerungen und unser Selbstbewusstsein?

Solche Erwartungen gründeten sich auf die Fortschritte in der Technik der Genanalyse und der bildgebenden Verfahren.

Heute ist es möglich, die komplette Sequenz der Erbmoleküle verschiedener Spezies zu erfassen, vom Röhrenwurm bis zum Menschen. Und die Neuroforscher können mit trickreich gewonnenen Bildern das Gehirn bei der Arbeit beobachten: wie es denkt, Entscheidungen trifft oder einfach in die Welt hinausschaut. Diese beiden neuen Methoden

erzeugen Datenmengen im Petabytebereich (einer Million Gigabyte), deren Analyse und Interpretation die Hilfe von Supercomputern erfordert. Ohne Zweifel rechtfertigt der gewaltige Ertrag der Forschung den Einsatz der finanziellen Mittel. Allerdings bleibt die schwierige Aufgabe, aus diesem enormen Zuwachs an Wissen entsprechend vertiefte Einsichten herauszufiltern. Deutlich wird die radikale Abkehr von der althergebrachten Laborforschung, die mit Hilfe von wenigen Messpunkten eine theoretische Kurve oder mathematische Gleichung überprüft. Ausgangspunkt ist heute nicht mehr eine bestimmte Fragestellung, sondern eine Datenflut. Ohne eine bestimmte Modellvorstellung sammeln Forscher also riesige Mengen von Einzelfällen und durchforsten sie nach allgemein gültigen Eigenschaften oder statistischen Gesetzmäßigkeiten. Die Datenanalysen sollen einen erst zu den Fragen führen, die man dann beantworten möchte. Zweifellos hat die Datenexplosion in der Wissenschaft unser Wissen in Genetik und Neurowissenschaften erheblich erweitert. Aber im Hinblick auf die erwarteten grundsätzlichen Erkenntnisse brachte sie eher eine gewisse Ernüchterung.

Die Genomprojekte begannen mit der plausiblen Annahme, dass das Auslesen der vollständigen Gensequenzen auch enthüllen würde, wie die verschiedenen Formen von Lebewesen genetisch bestimmt werden. Biologen sind erwartungsgemäß enttäuscht, dass genau das Gegenteil der Fall ist. So gibt es an die 20 000 Gene, die völlig äquivalent in den verschiedenen komplexen Organismen vorkommen, vom winzigen Wurm bis zu uns selbst. Das menschliche Genom ist mehr oder weniger austauschbar mit dem der Maus, ganz zu schweigen von dem unserer Primatenverwandten. Kurz gesagt fand man im Erbgut von Fliege und Mensch keinen Hinweis, der erklären würde, warum die Fliege sechs Beine, ein Paar Flügel und ein winziges Gehirn hat und wir zwei Arme, zwei Beine sowie ein Hirn, das fähig ist, die Entwicklung des Universums zu begreifen.

Zweifellos müssen die genetischen Instruktionen irgendwo gespeichert sein, denn nur so können sich verschiedene Lebewesen immer wieder mit großer Exaktheit ausbilden. Aber die Forscher haben in der jüngsten Vergangenheit von der Vor-

Die »Theorie von Allem« scheint in einer Sackgasse zu stecken



STEVE JURVETSON, CC-BY 2.0

Modernste Sequenzierautomaten entziffern die Genome von immer mehr Lebewesen – mit wachsender Geschwindigkeit.

stellung Abschied nehmen müssen, sie wüssten über die Prinzipien der genetischen Vererbung Bescheid. Tatsächlich wurde immer deutlicher, dass diese nach wie vor rätselhaft sind (siehe auch den Beitrag zur Philosophie der Biologie, S. 60).

Etwas ganz Ähnliches passiert bei den bildgebenden Verfahren, die Daten für das arbeitende Gehirn liefern. Es ist den Neurobiologen inzwischen klar geworden, dass unser Gehirn offenbar völlig anders arbeitet, als man zunächst vermutet hat. Selbst einfachste Aufgaben führen dazu, dass weite Areale im Gehirn simultan »aufblinken«, was zeigt, wie verblüffend komplex die Gehirnvorgänge dabei sein müssen. Unsere Sinneseindrücke werden im Gehirn, wie sich herausstellte, in Unmengen getrennter Komponenten zerlegt – ohne die leiseste Andeutung eines integrierenden Mechanismus, der dazu dienen könnte, die persönliche Erfahrung klarer Sinneseindrücke einer wohlbestimmten Außenwelt herzustellen. Diese Tendenz des Gehirns, alle Sinnesdaten wie Form, Farbe oder Bewegung aufzufasern und in verschiedenen lokalisierten Arealen zu verarbeiten, führt natürlich zu der Frage: Wie werden all diese Informationen wieder zusammengeführt?

So bleibt, wie James Le Fanu meint, eine enttäuschende Bilanz: In der Gentechnik haben wir ein geklontes Schaf kennen gelernt, aber Dolly steht jetzt ausgestopft als Ausstellungsstück in einem schottischen Museum. Über das Klonen von Hunden und Katzen haben wir daraus nichts gelernt. Im Mai 2010 verkündete Craig Venter, in seinem Labor sei »künstliches Leben« geschaffen worden. Das führte zu einiger Aufregung in den Medien. Der Akt des Pioniers der Genomanalyse war sicher technisch genial: einen einfachen Baukasten für Gene herzustellen und diesen in ein Bakterium einzuschleusen – übrigens mit einer Investition von 40 Millionen Dollar und zehn Jahren Arbeit. Doch Venters Laborcoup ist weniger als das, was einfachste Lebensformen auf der Erde seit drei Milliarden Jahren umsonst und in wenigen Sekunden zu Stande bringen.

In den Neurowissenschaften ist man in den grundlegenden Fragen nach der Natur des Bewusstseins, nach dem Zu-

sammenhang zwischen Empfindungen und Neuronenaktivität, ebenfalls noch nicht sehr weit gekommen. Schon 1880 hat der Berliner Physiologe Emil du Bois-Reymond in seiner Rede »Die sieben Welträtsel« darauf hingewiesen, »dass es ebenso unmöglich ist zu verstehen, warum Zwicken des Trigemiusnervs Höllenschmerz verursacht, wie warum die Erregung gewisser anderer Nerven wohl tut«. Erstaunlicherweise entwickelten sich in den letzten Jahren heftigste Diskussionen um Willensfreiheit und Verantwortung der Persönlichkeit auf der Basis von simplen Experimenten, in denen jemand willkürlich einen Daumen hob. Bei diesen Versuchen von Benjamin Libet begannen Hirnströme offenbar schon zu fließen, noch bevor die Versuchsperson nach eigener Aussage beschlossen hatte, den Daumen zu bewegen. Das ist nicht gerade das, was einen vom Stuhl reißt – außer man hat eine falsche Vorstellung von Willensfreiheit.

Die praktischen Auswirkungen der gentechnischen Forschung, so Le Fanu weiter im Magazin »Prospect«, seien kaum zu entdecken. Das Biotechnologiegewerbe mit dem Anspruch, Medizin und Landwirtschaft grundlegend zu verbessern, bleibt für den Moment nur ein Versprechen.

Sinken Erträge in der Forschung zwangsläufig?

Kein Wunder, dass bisweilen eine neue Bescheidenheit einkehrt. Sogar eine Besinnung auf mögliche Grenzen der Wissenschaft scheint auf einmal wieder hoffähig, wie der britische Teilchenphysiker Russell Stannard in seinem im letzten Herbst erschienenen Buch »The End of Discovery« darzulegen versuchte. Er war nicht der Erste mit dieser Idee. Ich entsinne mich früherer Beispiele: So hatte schon 1996 John Horgan einmal das Ende der Wissenschaft vorhergesehen (»The End of Science«). Der amerikanische Wissenschaftsjournalist hatte aber vor allem darauf hingewiesen, dass sinkende Erträge in der Forschung nahezu zwangsläufig seien, gerade wenn zuvor so großartige Erkenntnisse gewonnen wurden, etwa über das Universum oder die DNA-Doppelhelix. Ähnliches gelte, so Horgan, etwa auch für die Archäologie, die mit spektakulären Funden unserer prähistorischen Vorfahren die evolutionäre Verwandlung bis zum modernen *Homo sapiens* ein gutes Stück weit enträtselte.

Es scheint klar: Die Dinge sind eben komplexer als zunächst vermutet. Genetiker und Neurowissenschaftler können zwar viele weitere Petabytes an Daten anhäufen. Doch scheint sich abzuzeichnen, dass dies nicht zum gewünschten Erfolg führt. Denn selbst wenn wir schon das Genom jeder biologischen Spezies auf diesem Planeten entschlüsselt hätten, sähen wir, dass alle Lebewesen aus Tausenden einander ziemlich ähnlicher Gene bestehen, dem Kode, nach dem die Zellen aller lebenden Organismen aufgebaut sind. Zweifellos eine faszinierende Entdeckung, aber die Frage, wie die Besonderheiten all der verschiedenen Kreaturen genetisch bestimmt werden, bliebe dennoch unbeantwortet. Ebenso könnte es den Neurowissenschaftlern ergehen, die mit weiteren Datenfluten über die Gehirne von Personen dem Rätsel wohl nicht auf die Spur kommen dürften, wie das elektrische

Feuern der Neurone einmal Schmerz und ein andermal wohlige Gefühle hervorrufft.

Dies könnte natürlich zum einen daran liegen, dass das »Leben« nicht einfach auf wenige Grundeigenschaften zu reduzieren ist wie die Materie. Das Geschehen im Urknall ist extrem einfach verglichen mit dem Phänomen des Lebens. Dass wir den Urknall verstehen können, bietet daher noch keine Garantie dafür, dass wir eines Tages auch das Leben verstehen werden.

Ein zweiter Grund, warum die jüngsten Erkenntnisse in Hirnforschung und Genetik so anders ausfielen als erwartet, liegt vielleicht in der Annahme, die Phänomene von »Leben« und »Geist« seien erklärbar, wenn man nur die materielle Basis, die Funktionsweise der Gene und des Gehirns, erforscht. Diese Überlegung ist durchaus plausibel; sie entspricht einem Prinzip der naturwissenschaftlichen Methode, die wir schon einige Jahrhunderte lang erfolgreich praktizieren. Doch die Sprache, in der wir uns über Form und Struktur des Lebens ebenso wie über unsere Gedanken, unseren Glauben und unsere Ideen verständigen, kann nicht ohne Weiteres in naturwissenschaftlich präzise Aussagen über messbare, wägbare oder quantifizierbare Prozesse übersetzt werden.

Scheinmeldungen zeigen nur die Sehnsucht der Forscher nach fundamental Neuem

Trotz der exponentiell wachsenden Zahl wissenschaftlicher Veröffentlichungen und der Heerschaaren eifrig tätiger Forscher scheint es in den Grundfragen also nicht recht voranzugehen. Im harten Wettbewerb wächst aber laufend der Druck auf die Forscher, regelmäßig spektakuläre Resultate vorzuweisen. Dies treibt manchmal kuriose Blüten. Ein Beispiel lieferte im letzten Jahr die mit großem Medienecho verkündete Entdeckung eines »arsenfreundlichen« Bakteriums. Der Einzeller gedeiht offenbar in einer Arsenumgebung und verwendet statt Phosphor Arsen in seinem Lebenszyklus, das er dann wohl auch in seine DNA an Stelle von Phosphor einbaut. Dies wäre zweifellos eine sensationelle Entdeckung gewesen. Allerdings hatten es die NASA-Forscher versäumt, sozusagen zur Gegenprobe ihr Bakterium einmal auch in einer phosphorfreien Umgebung zu züchten. So aber hatten sie es zugelassen, dass der Einzeller nicht nur vom Arsen, sondern gleichzeitig auch vom stets attraktiveren Phosphor naschen konnte. Mittlerweile wurde die Meldung von der NASA zurückgezogen. Denn der angeblich epochale Arsen-Einzeller entpuppte sich inzwischen als ganz normales Bakterium.

In die gleiche Rubrik gehört wohl die Aufregung diesen März über ungewöhnliche Daten vom Teilchenbeschleuniger Tevatron am Fermilab in Chicago. Sie wurde von manchen sofort als Entdeckung eines neuen Elementarteilchens oder wahlweise als Hinweis auf eine neue »fünfte Kraft« ausgerufen. Wahrscheinlich handelt es sich aber, so der bisherige Stand, nur um ein statistisch nicht signifikantes Signal, wie sie bei derartigen Experimenten häufiger auftreten und leider zu oft, am besten zuerst in der »New York Times«, als Sensation bejubelt werden. Das geschieht gerne, wenn, wie



Supercomputer, wie hier im Rechenzentrum der NASA im Kalifornien, erzeugen Datengebirge – aber auch neue Einsichten?

auch beim Tevatron im September 2011, die Stilllegung droht. An diesen Beispielen zeigte sich immerhin, wie stark das Interesse der Öffentlichkeit an derartigen grundlegenden Entdeckungen ist. Über das Arsen-Bakterium wurde in den Medien schon einige Zeit vor der regulären wissenschaftlichen Veröffentlichung berichtet. Ähnlich steht es mit diversen kosmologischen Modellen, die entweder den Urknall erklären oder abschaffen – auch solche Arbeiten erscheinen häufiger zuerst (oder nur) in Zeitungen oder im Fernsehen.

Das sind Erscheinungen an den etwas ausgefransten spekulativen Rändern der exakten Naturwissenschaften. Aber sie drücken die Sehnsucht der Forscher aus, endlich mal wieder etwas wirklich Fundamentales und Neues herauszufinden. An dieser Stelle muss man sich fragen, ob nicht vielleicht heute schon die Grenzen des für uns Erkennbaren erreicht sind. Die großen Erfolge der Physik haben zu dem bisher vergeblichen Versuch geführt, eine allumfassende Theorie aller physikalischen Phänomene zu formulieren. Die Lebenswissenschaften stehen derzeit vor der Aufgabe, der Komplexität ihres Gegenstandes und ihren Ansprüchen, Unmessbares und Unwägbares zu quantifizieren, gerecht zu werden.

Forscher wie der britische Kernphysiker Russell Stannard sehen ein Ende der naturwissenschaftlichen Entdeckungen heraufziehen. Andere, wie der britische Astronom Martin Rees, verweisen darauf, dass sich unser Gehirn im Lauf der Evolution herausgebildet hat, um die Überlebenschancen der Spezies in der Savanne zu verbessern. Er bezweifelt, ob ein für solche Aufgaben optimiertes Gehirn überhaupt in der Lage ist, die Komplexität von Kosmos, Leben und Geist vollständig zu erfassen.

Ich stimme beiden nicht zu. Tatsächlich ist es unglaublich, welche Leistungen unser Gehirn vollbringt. Unsere schöpferischen Fähigkeiten, etwa auf dem Gebiet der Musik oder Mathematik, wirken so enorm, dass sicher mehr dahintersteckt als nur eine simple Überlebensstrategie für die Savanne. Natürlich unterliegt unser Gehirn Einschränkungen, schließlich handelt es sich dabei um ein Produkt der biologischen

Evolution. Aber es scheint doch, als wären Struktur und Fähigkeit des menschlichen Geistes zu mehr in der Lage, als wir im Augenblick erkennen. Freilich ist nicht klar, wie viel weiter die Grenzen des für uns Erkennbaren noch hinausgeschoben werden können.

Es scheint mir, als hätten Physik und Kosmologie derzeit einen gewissen Abschluss erreicht. Deshalb sollte man auch nicht erwarten, dass auf diesem Gebiet weiterhin neue »Kontinente« entdeckt werden, wie einst die Quantenmechanik. Es gibt aber noch viel zu tun, wie etwa die Natur der Dunklen Materie im Universum aufzudecken oder das Rätsel der Dunklen Energie zu lösen – wenn sie denn überhaupt etwas ist. Man kann zwar hoffen, Elementarteilchen der Dunklen Materie bald in Experimenten aufzuspüren. Falls die große Unbekannte aber nur der gravitativen und keiner anderen Wechselwirkung folgt, wird man nach ihr auch im neuen Teilchenbeschleuniger LHC am CERN vergeblich suchen.

Experimenteller Zugang nicht in Sicht

Die Suche nach der allumfassenden Theorie aller Naturkräfte verzögert sich, weil sich ein experimenteller Zugang bisher nicht abzeichnet. Wenn die Natur uns freundlich gesinnt ist, dann werden die Experimentatoren am CERN Hinweise auf Effekte dieser Theorie bei den Energien entdecken, wie sie mit dem LHC erreicht werden. Das könnte Hinweise liefern, wie es mit der vereinheitlichten Theorie weitergehen wird.

Die Hirnforschung muss sich, scheint mir, vorläufig darauf besinnen, dass die Welträtsel unseres Menschenbildes nicht einfach durch neuronale Schaltkreise gelöst werden können. Das schließt Fortschritte in der Neuromedizin keineswegs aus. Schreckliche Krankheiten des Gehirns wie Alzheimer oder andere neurodegenerative Erkrankungen lassen sich mit bildgebenden Verfahren sehr genau untersuchen. Auch elektrophysiologische Methoden und Tierexperimente dürften langfristig Fortschritte in Richtung neuer Therapien bringen.

In den Lebenswissenschaften stecken die Forscher noch im Gewirr unüberschaubarer Datenmengen. Doch es bleibt natürlich die Hoffnung, dass irgendwann einmal allgemeinere Gesetzmäßigkeiten erkannt werden, die auch bei den Grundfragen weiterhelfen. Vielleicht werden Molekularbiologen nicht nur die vielfältigen Erscheinungsformen von Krebserkrankungen aufklären, sondern in der Folge auch effektive Heilmethoden finden. Hoffnungen sind in der Medizin allerdings schon oft enttäuscht worden, gerade beim Thema Krebs. Es könnte also genauso gut auf einen endlosen Wettlauf hinauslaufen: zwischen immer neuen entdeckten Krankheitsmechanismen auf zellulärer und molekularer Ebene einerseits und andererseits Therapien, die diesen immerzu hinterherhinken, wie der Hase im Wettlauf mit dem Igel.

Wir wissen nicht, was die Zukunft bringen wird, aber wir sollten dennoch optimistisch bleiben. Die Sackgasse, in der die Naturwissenschaft steckt, können wir zum Anlass neh-

men, nach Wegen zu suchen, die aus der gefühlten Ausweglosigkeit herausführen. Bereits einmal zum Ende des 19. Jahrhunderts erschien die Physik abgeschlossen und uninteressant, nur mehr als ein Herumbasteln an der Messung weiterer Dezimalstellen nach dem Komma, bis dann die großen Umwälzungen des 20. Jahrhunderts kamen. So ist nicht auszuschließen, dass dieser scheinbare Stillstand auch jetzt wieder zu einem neuen Aufbruch in unerwartete Richtungen führt.

Eine andere, jedoch noch weniger begründbare Hoffnung ist, dass eines Tages zusätzliche Petabytes an Daten doch mit ihrer datengetriebenen statt fragegesteuerten Forschung wie eine Planierraupe einen Weg aus der Sackgasse frei räumen. Riesenprojekte, die mit viel Geld vorangetrieben werden, sind naturgegeben konservativ. Ihre quasi-industrielle Organisation sowie die strikten Evaluationsverfahren garantieren zwar Resultate, deren Interpretation folgt aber lediglich dem gängigen Verständnis der Dinge. Forschungsvorhaben, die gegen den Strom schwimmen, dürfen von solcher Förderung aber nicht ausgeschlossen werden.

Neben der Großforschung muss es Raum geben für Querdenker, für unabhängige und eigensinnige Wissenschaftler, die mit den allgemein akzeptierten Theorien unzufrieden sind. Das ist sicher nicht immer bequem, weder für die Querdenker noch für die forschungsfördernden Organisationen. Sicher wird dabei auch mancher Irrweg beschritten. Aber eine Forschung ohne Risiko wäre keine mehr. Kreative Wege zu neuen Erkenntnissen werden nur gefunden, wenn eine Vielfalt von Strategien und Ansätzen gefördert wird. ~

Neben der Großforschung muss es Platz für Querdenker geben

DER AUTOR



Gerhard Börner promovierte an der Ludwig-Maximilians-Universität München mit einer Arbeit über Teilchenphysik. Nach Auslandsaufenthalten in Japan und den USA habilitierte er sich an der LMU für das Fach Physik und forschte als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Max-Planck-Institut für Astrophysik in Garching. Sein Forschungsschwerpunkt ist die Kosmologie, speziell die Entstehung und Entwicklung der Galaxien.

QUELLEN

- Börner, G.:** Das neue Bild des Universums. Pantheon, München 2009
Horgan, J.: The End of Science. Facing the Limit of Knowledge in the Twilight of the Scientific Age. Addison-Wesley, New York 1996
Le Fanu, J.: Science's Dead End. In: Prospect 173, 21. Juli 2010. Online unter: www.prospectmagazine.co.uk/2010/07/sciences-dead-end/
Smolin, L.: The Trouble with Physics. The Rise of String Theory, the Fall of a Science and What Comes Next. Houghton Mifflin, Harcourt 2006
Stannard, R.: The End of Discovery. Oxford University Press, Oxford 2010

WEBLINK

Diesen Artikel sowie weiterführende Informationen finden Sie im Internet: www.spektrum.de/artikel/1069974