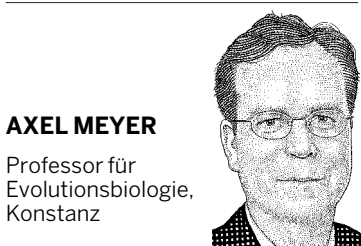


QUANTENSPRUNG

Schleimaale und der Kopf der Wirbeltiere

Kenntnisse über die Anatomie von Organismen sind „out“. Studenten und Wissenschaftspolitiker dringen immer stärker darauf, dass Forschung wirtschaftlich verwertbar ist. Dies ist ein bedauerlicher Trend, denn Deutschland kann auf eine lange Geschichte der weltweiten Führung in zwei Disziplinen zurückblicken, deren Ruhm inzwischen sehr verblüht ist, weil sie zu wenig en vogue sind und vermeintlich zu esoterisch: vergleichende Embryologie und Morphologie.

Wie groß die Bedeutung der deutschen Forschung war, beweist die Tatsache, dass auch heute noch viele Doktoranden in den USA, Japan, Korea und China Deutsch lernen (und sogar eine Prüfung in einer Fremdsprache ablegen müssen). Denn sie brauchen den Zugang zur alten deutschen morphologischen Literatur. Es gibt noch immer sehr viel Grundsätzliches auf diesem Gebiet zu entdecken und zu verstehen. Und das wird immerhin als so wichtig erachtet, dass es häufig in den führenden Journalen „Nature“ und „Science“ veröffentlicht wird.



AXEL MEYER
Professor für Evolutionsbiologie, Konstanz

Die jetzigen Leitfiguren der vergleichenden Morphologie heißen deshalb Kuratani oder Shubin, und deutsche Namen wie Gegenbauer oder Haeckel sind nur noch Wissenschaftsgeschichte. Shigeru Kuratani aus Japan hat beispielsweise versucht, die embryologischen Ursprünge des Panzers von Schildkröten zu verstehen – eine evolutionär einmalige Erfindung, die aus modifizierten Rippen entstanden ist.

Kuratani erforscht besonders die tiefsten noch lebenden Linien der Wirbeltiere. Die ursprünglichsten von ihnen, die vor mehr als 500 Millionen Jahren entstanden sind, leben wahrscheinlich seit mehreren hundert Millionen Jahren fast unverändert in den Tiefen der Ozeane – die Schleimaale. Verwandte von ihnen, die Neunaugen, leben heute noch in Bächen und Flüssen auch hier zu lande. Schleimaale sehen ähnlich aus wie Aale, sind aber keine. Sie haben nämlich nur Knorpel und keine Knochen im Skelett, sind fast blind und – interessanterweise – haben noch keine Kiefer. Sie saugen sich oft als Aasfresser an Wal-Kadavern in der Tiefsee fest und raspeln mit ihren kreisförmig angeordneten Zähnen Fleisch ab. Als ursprüngliche Evolutionslinie sind sie besonders interessante Studienobjekte. Sie zeigen uns, wie die Strukturen moderner Wirbeltiere entstanden sind, beispielsweise komplettere Gehirne, Kiefer und Hals.

Die Erforschung der embryologischen und molekulargenetischen Innovationen, die einhergehen mit der Evolution dieser Strukturen (etwa auch paarige Flossen, aus denen dann unsere Arme und Beine wurden) schaffte es auf die begehrten Seiten von „Nature“. Kuratani konnte zum ersten Mal seit 1930 Embryonen von Schleimaalen im Labor züchten, um daran molekular-embryologische Studien vorzunehmen.

Neuralleistenzellen sind eine bestimmte Gruppe von Zellen, aus denen in fortschrittlicheren Wirbeltieren wichtige Strukturen wie Teile des Knochenskeletts des Kopfes, Zähne, Teile des Nervensystems und Pigmentzellen der Haut entstehen. Lange galten diese Zellen als Erfindung der modernen Wirbeltiere. Kuratanis Team konnte nun zeigen, dass die Schleimaale diese äußerst wichtigen Zelltypen auch schon besitzen. Ferner, dass bestimmte charakteristische Gene an den erwarteten Strukturen angeschaltet sind und sie auch das typische Wanderverhalten zeigen, wie es auch in der menschlichen Embryonalentwicklung stattfindet. Dies macht die primitiven Schleimaale embryologische und genetisch zu schon viel fortschrittlicheren Wirbeltieren, die aber trotzdem merklichermaßen noch so viele primitive oder sekundär wieder vereinfachte Merkmale zeigen. Warum dies so ist, wird vielleicht in der nächsten Veröffentlichung aus Japan in „Nature“ erklärt werden.
wissenschaft@handelsblatt.com

Warum es nicht nur nichts gibt

Ist Antimaterie wirklich das genaue Gegenteil von „normaler“ Materie? Physiker wollen ein Welträtsel entschlüsseln.

BERND MÜLLER | DÜSSELDORF

Langdon blickte durch das Okular. Das Objekt schwebte in der Mitte, eine schimmernde Kugel aus einer quecksilberähnlichen Flüssigkeit, wie von Magie gehalten. „Das ist auch besser so“, erwiderte Vittoria Vetra. „Wenn Antimaterie und Materie miteinander in Berührung kommen, werden beide augenblicklich zerstört.“

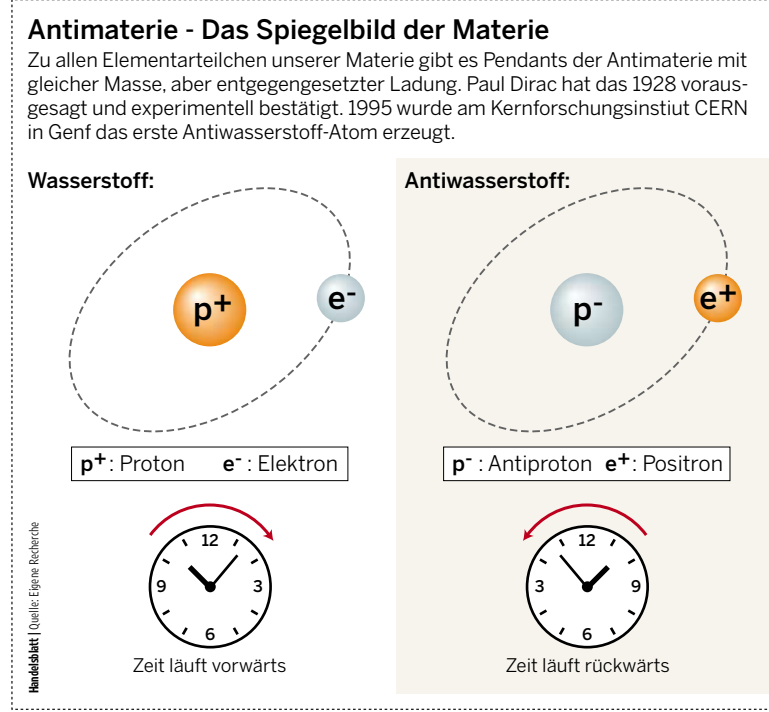
In Dan Browns Roman „Illuminati“ entgeht Rom nur knapp der Zerstörung durch den größtenwahnsinnigen Sekretär des Papstes: Die Antimateriebombe platzt hoch über dem Vatikan – ohne Schaden anzurichten. Was Brown schreibt, ist Fiktion – aber mit einer kleinen Prise Fakten. Korrekt ist: Antimaterie existiert, sie wird in Labors erzeugt und setzt unvorstellbare Mengen Energie frei, wenn sie mit normaler Materie zerstrahlt. 80 Kilogramm Antimaterie – wenn man sie denn herstellen und speichern könnte – würde ungefähr den Primärenergiebedarf Deutschlands für ein Jahr decken.

Leider lässt sich Antimaterie aber nicht aus Bergwerken schürfen, und auch im Universum wurde bisher keine gefunden. Man muss sie herstellen, und das schluckt viel mehr Energie, als man am Ende gewinnt. Zudem ist Antimaterie scheu: Berührt sie normale Materie, aus der unsere Welt besteht, zerstrahlen die Atome sofort in einem Energieblitz: Annihilation nennen Physiker das. Antimaterie kann man also nicht in Flaschen füllen und glücklicherweise nur in der Literatur als Sprengstoff missbrauchen.

Wenn Physiker von Antimaterie sprechen, meinen sie Elementarteilchen oder daraus zusammengesetzte Gebilde, die entgegengesetzte Eigenschaften wie ihre Brüder aus der Materiewelt haben. Zu jedem Partikel gibt es ein Antiteilchen: zu den sechs Quarks die jeweiligen Antiquarks, zum negativ geladenen Elektron das positiv geladene Positron, zum positiv geladenen Proton das negativ geladene Antiproton, zum Eisen das Antieisen und so weiter.

Rückwärts laufende Zeit

„Antimaterie ist wie Materie, die man in einem Spiegel betrachtet“, sagt Rolf Landua vom europäischen Kernforschungszentrum Cern in Genf. „Der Spiegel vertauscht aber nicht nur rechts und links, er kehrt auch die Ladung der Teilchen um und lässt die Zeit rückwärts laufen.“



Antimaterie zum Anschauen: Die Aufnahme aus der „Blasenkammer“ am Teilchenphysik-Zentrum Fermilab (USA) zeigt Photonen, die sich in Elektron-Positron-Paare, also Materie und Antimaterie, wandeln (weiße Gabelungen oben links und Mitte rechts). Die grauen Spuren anderer Teilchen sind hier nicht relevant.

Paare aus Teilchen und Antiteilchen entstehen bei vielen Kernreaktionen. In großen Beschleunigern werden sie aufeinander geschossen und erzeugen aus ihrer gegenseitigen Vernichtung neue Teilchen, die Informationen über die Welt Sekundenbruchteile nach dem Urknall geben.

Auch die Medizin nutzt Antiteilchen: Bei der Positronen-Emissions-Tomographie (PET) wird dem Patienten ein radioaktives Präparat gespritzt, das beim Zerfall Positronen aussendet. Diese Antiteilchen, die mit Elektronen bis auf die elektrische Ladung in allen Eigenschaften übereinstimmen, annihilieren nach

wenigen Millimetern mit Elektronen gewöhnlicher Materie und senden sehr viel höher als Habenzinsen. Im Universum ist es wohl umgekehrt. Materie scheint gegenüber Antimaterie bevorzugt zu sein. In den sechziger Jahren hat der russische Physiker und Friedensnobelpreisträger Andrei Sacharow Bedingungen formuliert, unter denen es zu so einem Ungleichgewicht kommen kann. Schon zuvor

hatten Experimente mit exotischen Teilchen, den Kaonen, gezeigt, dass diese geringfügig anders zerfallen als Antikaonen. Die Suche nach der Asymmetrie von Materie und Antimaterie soll letztlich die Frage beantworten, warum wir eigentlich existieren: Beim Urknall vor rund 14 Milliarden Jahren, da sind sich die Physiker ziemlich sicher, muss ebenso viel Antimaterie entstanden sein wie Materie. Beide hätten, wären sie symmetrisch, annihilieren und das Universum in gleißendes Licht tauchen müssen, ohne ein Körnchen Materie übrig zu lassen. Doch von etwa zehn Milliarden Teilchen, die mit ihren Antiteilchen verschmolzen, blieb im Schnitt eines übrig. Diesen winzigen Materieüberschuss, aus dem die Galaxien, unser Sonnensystem und wir Menschen entstanden, verdanken wir einer kleinen Asymmetrie. Aber welcher?

Dieses Rätsel wollen die Physiker mit trickreichen Experimenten lösen. Eines ist die Beobachtung eines Energieübergangs am Wasserstoffatom, den Physiknobelpreisträger

Theodor Hänsch vom Max-Planck-Institut für Quantenoptik in Garching mit einer Ungenauigkeit von weniger als einem Zehnbillionstel gemessen hat. Wenn diese Messung auch am Antiwasserstoff glückt und Abweichungen zeigt, wäre dies ein Indiz für Asymmetrie. Wichtig wäre es auch zu wissen, wie sich Antimaterie im Gravitationsfeld verhält. Mathematisch ist es denkbar, dass Antimaterie unter dem Einfluss der Schwerkraft „nach oben fällt“. Deshalb will die Aegis-Arbeitsgruppe am Cern die beiden Zutaten für den Antiwasserstoff nicht in einer Falle fangen und vereinen, sondern das

Atom im Flug erzeugen. Wie bei einer Kanonenkugel ließe sich dann aus der Flugbahn die Gravitationskonstante relativ präzise bestimmen. Die Frage, ob irgendwo im Universum Welten aus Antimaterie existieren, beantworten die Physiker heute mit einem klaren Nein. Denn das wäre messbar. Die Erde würde nämlich laufend von Antiteilchen bombardiert werden. Zwar ist unter 10 000 Protonen, die aus dem All in die Erdatmosphäre treten, auch ein Antiproton, doch das stammt nachweislich aus Umwandlungsprozessen kosmischer Strahlung in unserer Milchstraße. Aristoteles irrte demnach, als er in seinem Werk „Über den Himmel“ eine Gegen-Erde beschrieb: „Unsichtbar, weil diametral entgegengesetzt der Erde, jenseits des Feuers, aber sonst bis in das Kleinste gleich.“

Bei gut einem Drittel der Besuche kam es zu mindestens einer Selbstdarstellung der Ärzte. Die meisten davon waren nicht hilfreich, weil das eigentliche Thema nur selten wieder aufgegriffen wurde. Einige der Selbstoffenbarungen schaden dem Gespräch sogar nachhaltig, weil danach überhaupt nicht mehr vom Patientenanliegen die Rede war. Nur in drei Gesprächen wurden die artbezogenen Äußerungen als nützlich bewertet.

„Ärzte sollten sich mit persönlichen Äußerungen zurückhalten“, meint auch Götz Fabry von der Abteilung für Medizinische Psychologie in Freiburg. „Es gibt andere Wege, ein vertrauensvolles Verhältnis zwischen Arzt und Patient herzustellen und zu vertiefen.“ Um angehenden Ärzten wirkungsvolle Gesprächstechniken beizubringen, werden in Freiburg ebenfalls Simulationspatienten eingesetzt. In kleinen Gruppen

müssen alle Medizinstudenten Gespräche führen, die später gemeinsam mit den „Patienten“ analysiert und reflektiert werden. So lernen die Doktores in spe, dass oft Kleinigkeiten entscheidend sind: den Patienten ausreden lassen, sich immer wieder auf ihn beziehen, statt Fragenkataloge abzufragen. Besonders wichtig ist Empathie. Der Arzt ist auch als mitfühlendes Gegenüber gefragt, zumal Patienten häufig beunruhigt sind oder sogar Angst haben.

Die Kunst besteht darin, keine Betroffenheitsfloskeln zu äußern, sondern den Patienten zu ermuntern, auch sein emotionales Erleben zu schildern. „Wenn der Patient ausreden kann und sich verstanden fühlt“, sagt Fabry, „erfährt der behandelnde Arzt viel mehr und spart Zeit, als wenn er ihm ungeduldig ins Wort fällt und sogar nicht richtig mitbekommt, was ihm eigentlich fehlt.“

Der Riesenkalmar wird am Strand der Insel Tasmanien verladen.

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

Riesenkalmar in Australien gestrandet

FERDINAND KNAUSS | DÜSSELDORF

Ein Riesentintenfisch ist am Mittwoch an der Küste der australischen Insel Tasmanien angespült worden. „Es ist ein Mordsding und wiegt 250 Kilogramm“, sagte Genefor Walker-Smith, Zoologe am Tasmanian Museum, der Nachrichtenagentur AP.

Allein der Hauptkörper des Riesenkalmars (Architeuthis), der so genannte Mantel, sei zwei Meter lang. Die Gesamtlänge inklusive der beiden Fangarme, die bei den Tieren viel länger sind als die anderen acht Arme, wird auf rund acht Meter geschätzt. Der Kalmar war bereits tot und sein Körper beschädigt, als er an Land gespült wurde.

Die Tiere sind offenbar weltweit verbreitet, über ihre Lebensumstände ist aber noch relativ wenig bekannt. Sie leben in einigen hundert Metern Tiefe und ernähren sich von Fischen und anderen Kalmaren. Riesenkalmare selbst sind die bevorzugte Nahrung von Pottwalen, auf deren Haut die sich wehrenden Weichtiere mit ihren Saugnäpfen Narben hinterlassen.

Das große öffentliche Interesse an den Riesenkalmaren ist auch dadurch zu erklären, dass sie bis vor kurzem eher Gegenstand der Literatur als der Wissenschaft waren. Herman Melville beschreibt zum Beispiel in „Moby Dick“ (1851) die Begegnung des Walfangschiffes „Pequod“ mit einem Riesenkalmar. Berichte von Seeleuten über riesige Tintenfische wurden früher aber häufig als „Seemannsgarn“ abgetan. Den ersten Beweis ihrer Existenz – einen Schnabel, das Esswerkzeug des Kalmars – lieferte der dänische Biologe Japetus Steenstrup 1854.

Erst seit der Einführung der Tiefseefischerei landen in jüngerer Zeit öfter Riesenkalmare in Fangnetzen. Die ersten Filmaufnahmen eines lebenden Tiers gelangen den japanischen Meeresbiologen Tsunemi Kubodera und Kyoichi Mori erst im Herbst 2004 in 900 Metern Tiefe. Die Bilder zeigen einen Riesenkalmar als sehr aggressiven Jäger.

Besonders geraten sie an den Küsten Norwegens, Großbritanniens, Neufundlands, bei Japan, vor Australien und Neuseeland sowie vor Südafrika in die Netze. Der mit zehn Meter Länge und 495 Kilogramm Gewicht größte bekannte Kalmar wurde im Februar dieses Jahres in der Antarktis gefangen.



Der Riesenkalmar wird am Strand der Insel Tasmanien verladen.

„Genug von Ihnen, lieber Patient! Hören Sie, wie's mir geht“

Amerikanische Wissenschaftler stellen fest, dass rund ein Drittel aller Ärzte zu viel über ihre eigenen Belange sprechen – auf Kosten der Behandlung

HEIKE STÜVEL | DÜSSELDORF

„Haben Sie keine Partnerin?“ fragt der Arzt. „Ich habe mich ein paar Mal verabredet in letzter Zeit, aber da wurde nichts draus“, erzählt der Patient. „Harte Zeiten, ich bin auch Single. Keine Ahnung wieso.“ Erst nachdem der Patient wieder weg ist, merkt der Arzt, dass er völlig vergessen hat, ihn zu untersuchen.

Wenn Ärzte derart ins Plaudern geraten, tun sie das meist in bester Absicht, um ein Vertrauensverhältnis zum Patienten aufzubauen. Einige meinen, dies gelinge besonders leicht, wenn sie von eigenen Erfahrungen berichten. Die gute Absicht hat aber meist negative Folgen, kritisieren amerikanische Kommunikationsforscher im Fachblatt „Archives of International Medicine“. „In 85 Prozent der Fälle haben die Kranken keinen Nutzen von einem derart kum-

pelhaften Gespräch“, sagt Chefautor Howard Beckman, Professor für Psychiatrie und Familienmedizin an der Universität Rochester. In der kurzen Zeit der Begegnung sei alles Arztbezogene, das sich nicht mit dem Patienten beschäftige, unnötig.

Diese Lektion musste Beckman selbst erst lernen, wie er bekennend: Einem älteren Patienten berichtete er von seiner Mutter, die mit weit über 80 Jahren noch sehr aktiv und gesund war. „Ich wollte dem Patienten das Gefühl vermitteln, dass er bei richtigem Verhalten eine gesunde und hohe Lebenserwartung hat“, sagt er. „Bei einer der nächsten Visiten erkundigte sich der Patient nach meiner Mutter. Das war zu einem Zeitpunkt, als es ihr nicht gut ging, was ich auch dem Patienten mitteilte. Er war sehr erschrocken. Wenn ich schon meiner Mutter nicht helfen konnte, wie könnte ich dann ihm helfen?

Erzähle ich meinem Patienten über mich, macht er sich Gedanken über meine Belange, was nicht im Sinne seines Arztbesuchs ist.“

Der Patient fühlt sich nicht ernst genommen, wenn sich der Arzt selbst in den Mittelpunkt stellt. „Um Nähe herzustellen, plaudern einige Ärzte schon bei der ersten Konsultation über ihre eigenen Familien- und Gesundheitsprobleme, Reiseerlebnisse oder politische Einstellungen“, sagt Susan McDaniel, Familienärztin an der Universität Rochester. 70 Prozent der Patienten gehen auf das Thema des Arztes ein, was für sie wenig hilfreich ist. Nur in seltenen Fällen mag es sinnvoll sein, wenn der Arzt auf sein persönliches Leben zu sprechen kommt, fanden die Forscher heraus. Dies ist vor allem möglich, wenn der Arzt an der gleichen Erkrankung wie der Patient leidet. Aber selbst hier besteht die Gefahr,

dass er auf Grund scheinbarer Gemeinsamkeiten das Problem des Patienten nicht richtig auffasst und vorschnell Ratschläge erteilt. Wenn überhaupt, dann sollten persönliche Gespräche kurz gehalten werden.

Die Gruppe am „Rochester Center to Improve Communication in Health Care“ hat die Qualität von 193 Erstgesprächen in Hausarztpraxen erforscht. 100 Mediziner waren zur Zusammenarbeit bereit. Sie wussten, dass sie innerhalb eines Jahres von zwei geschulten Simulationspatienten besucht würden, aber nicht wann. Die Schauspieler suchten dann die Mediziner auf und berichteten von vermeintlichen Problemen. Die Gespräche wurden heimlich aufgezeichnet und von McDaniel und Kollegen ausgewertet. 76 Gespräche konnten nicht bewertet werden, weil die Mediziner merkten, dass ihnen kein echter Patient gegenüber saß.

Bei gut einem Drittel der Besuche kam es zu mindestens einer Selbstdarstellung der Ärzte. Die meisten davon waren nicht hilfreich, weil das eigentliche Thema nur selten wieder aufgegriffen wurde. Einige der Selbstoffenbarungen schaden dem Gespräch sogar nachhaltig, weil danach überhaupt nicht mehr vom Patientenanliegen die Rede war. Nur in drei Gesprächen wurden die artbezogenen Äußerungen als nützlich bewertet.