

QUANTENSPRUNG

In Memoriam Baiji (Lipotes vexillifer)

Der seltenste Wal der Welt, der chinesische Flussdelfin (auch Baiji genannt) ist vermutlich ausgestorben. Diese wundersame Art fiel der Jagd, den Staudämmen, der Industrialisierung und der daraus resultierenden Umweltverschmutzung in China zum Opfer. Die nach immer größerem Reichtum strebenden Chinesen sind dadurch ärmer geworden – und mit ihnen die ganze Welt.

Der Baiji war der Wissenschaft für nicht einmal 100 Jahre bekannt, denn „Lipotes vexillifer“, wie der wissenschaftliche Name des chinesischen Flussdelfins lautet, wurde erst 1918 als neue Art beschrieben. Der letzte Flussdelfin wurde jedenfalls im vergangenen Jahr gesehen, und, wie gerade gemeldet, eine aktuelle Expedition hat auf dem Jangtse-Fluss kein einziges Exemplar mehr gefunden. 1986 wurde die gesamte Population im über 6000 Kilometer langen Jangtse auf nur 300 Individuen geschätzt. Und es wurden schnell noch weniger: 1990 waren es 200, 1997 50 (laut Wikipedia wurden nur 23 gesehen), und 1998 waren es nur noch 8 Baijis. Deren Schicksal war besiegelt.

AXEL MEYER

Professor für Evolutionsbiologie, Konstanz



Das Wuhan Institute of Hydrology der Chinesischen Akademie der Wissenschaften, an dem heute auch eine ehemalige chinesische Mitarbeiterin für mich arbeitet, ist verantwortlich für deren Schutz und Erforschung. Dort lebte im Baiji Dolphin Aquarium noch von 1980 bis 2002 „Qiqi“, der letzte bekannte Vertreter der Familie Lipotidae in der Superfamilie Platanistoidae – in Gefangenschaft.

Flussdelfine zeichnen sich durch sehr lange Schädel aus, kleine dreieckige Rückenflossen, breite, fast fingerartige Flossen und besonders lange und bewegliche Häuse. Da das Wasser in ihren Flüssen trüb ist, verlassen sie sich fast ausschließlich auf Echo-Ortung, um Beute zu fangen. So sind die Augen meist nutzlos und stark reduziert, der blinde indische „Susu“ hat sogar deren Linsen verloren.

Es werden weltweit nur vier Arten zu dieser Superfamilie der Flussdelfine gezählt, die in vier großen Flusssystemen gefunden werden. In Asien lebt neben dem Baiji im Jangtse noch der erwähnte blinde „Susu“ (Platanista gangetica) im Ganges, Indus und Brahmaputra. In der neuen Welt ist nur der Amazonas-Flussdelfin „Boto“ (Inia geoffrensis) ein ausschließlicher Süßwasserbewohner, wohingegen der La Plata Delfin (Pontoporia blainvilliei) auch in den Brackwassern Brasiliens und Argentiniens zu finden ist.

Vor einigen Jahren erforschten wir durch vergleichende genetische Analysen zusammen mit Kollegen aus mehreren anderen Ländern die evolutionären Beziehungen der Flussdelfine zu anderen Vertretern der Zahnwale, wozu neben Delfinen auch Killer-, Schnabel- und Pottwale gehören. Es stellte sich heraus, dass die Arten der Flussdelfine evolutionär nicht zusammengehören. Ihre Gene zeigten, dass die Ähnlichkeiten der Tiere nur oberflächlich sind und nicht auf gemeinsame Vorfahren, also eine evolutionäre Wurzel, zurückgehen.

Die Flussdelfine wurden also mehrfach unabhängig von Zahnwalen aus dem Meer besiedelt. Dies passierte schon vor etwa 45 Millionen Jahren im Falle des Susu, vor 40 Millionen Jahren im Falle des Baiji, und der Boto wanderte erst vor etwa 25 Millionen Jahren in den Amazonas. Taxonomisch betrachtet, also bezüglich der Systematik der Arten, sind damit alle Flussdelfine nicht einmal wirkliche Delfine, sondern stammen von ganz unterschiedlichen Linien von Walvorfahren ab.

Die Evolution hat sich also in den Flussdelfinen wiederholt – man nennt dieses interessante Phänomen Konvergenz. Nun ist Lipotes vexillifer, ein faszinierendes Forschungsobjekt und ein wunderschönes Tier, für immer vom Planeten Erde verschwunden – durch Homo sapiens natürlich oder vielmehr unnatürlich.

Riesenanionen verhindern Explosionen

Negativ geladene chemische Verbindungen zerfallen schnell und lassen Batterien explodieren. Ein neu entwickeltes Anion soll helfen.

SUSANNE DONNER | DÜSSELDORF

Die höchsten Ansprüche stellt Ingo Krossing an sich selbst. „Ich wollte die Grenzen des Möglichen verschieben“, beschreibt der Chemiker von der Universität Freiburg seine Motivation. „Meine Stoffe sollten besser sein als die aus dem Lehrbuch.“ Was herausgekommen ist, freut jedoch nicht nur die Wissenschaft, sondern auch die Wirtschaft: Riesenanionen, große, negativ geladene Teilchen. Sie machen Batterien stabiler und langlebiger. Hybridfahrzeuge könnten sich damit in Bruchteilen einer Sekunde von null auf hundert beschleunigen lassen. So unterschiedliche Produkte wie Medikamente und Schmiermittel könnten reiner und in größeren Mengen hergestellt werden.

Die Liste potenzieller Verwendungen für Krossings Riesenanionen ließe sich fortsetzen, aber ihn selbst interessiert das wenig: „Ich mag es nicht, wenn die Ionen auf Anwendungen reduziert werden. Am Anfang war nur die Grundlagenforschung!“ Dazu eine Prieße Neugierde, Mut und Experimentierfreude.

Als junger Post-Doktorand hatte Krossing seine erste Begegnung mit den Riesenanionen. Eine Bekanntschaft der unangenehmen Art: Die Substanzen lassen sich nur mühsam in klitzekleinen Mengen in zweiwöchiger Arbeit gewinnen. Zum Verdross des Forschers fliegen sie dem Schöpfer obendrein bei Kontakt mit der Luft um die Ohren. Krossing ist die Plackerei leid, zumal die negativ geladenen Teilchen eigentlich nur Mittel zum Zweck sind, um andere Chemikalien herzustellen. „Es gibt vielleicht eine Hand voll solcher nützlicher Verbindungen, aber alle haben irgendein Pferdefuß. Da habe ich mich gefragt, wie ein richtig gutes Anion aussehen müsste.“ Nämlich: stabil, leicht herzustellen und keinesfalls explosiv.

Größe sorgt für Distanz

Krossing kam der Kunststoff Teflon in den Sinn. Dieser langkettige Fluorkohlenwasserstoff hält die Hitze des Herdes aus und könnte, so seine Idee, auch Ionen vor dem Zerfall schützen. In der Folge konstruierte Krossing teflonähnliche Ionen. Verzweigte Fluorkohlenwasserstoffe ranken sich darin um einen anorganischen Kern. An dieses ausladende Knäuel wagt sich kein Reaktionspartner heran.

Die Anionen sind so groß, dass sich ihre negative Ladung weit über die Oberfläche verteilt. Dadurch üben sie nur geringe Anziehungskräfte auf positiv geladene Teilchen aus. Auf Grund ihrer schieren Größe halten sie diese zudem auf Distanz. Diesem Wesenszug verdanken die Ionen den Beinamen „schwach koordinierend“. „Von diesen schwach koordinierenden, teflonähnlichen Substanzen können wir mittlerweile 250 Gramm am Tag herstellen“, sagt Krossing. Das weiße Pulver erweist sich als sehr gefügig: Es explodiert



Herkömmliche Lithium-Batterien und -Akkus platzen oder explodieren sogar, wenn sie heiß werden. Stabile Anionen könnten das bald ändern.

nicht und lässt sich beliebig lange lagern.

Für diese Riesenanionen wurde Ingo Krossing im Herbst mit dem Otto-Klung-Weberbank-Preis ausgezeichnet. „Seine Erkenntnisse strahlen in andere Gebiete der Grundlagenforschung aus“, begründet Hans-Ulrich Reißig, Vorsitzender der Auswahlkommission und Chemiker an der Freien Universität Berlin, die Ehrung. Krossing habe ein Werkzeug entwickelt, mit dem interessante neue Teilchen gebildet werden können. Die möglichen Anwendungen seien hingegen nicht der Grund für den Preis.

Obwohl es die Riesenanionen inzwischen schon für Forschungszwecke zu kaufen gibt, haben sie den Sprung in die Fabriken noch nicht geschafft. Zusammen mit der Freiburger Firma IoLiTe lotet Krossing Chancen für die neuen Ionen aus. In Hybridautos könnten sie als Energiespeicher dienen, da sie die Energie beim Gasgeben schnell liefern und sich 10 000-mal wieder aufladen lassen.

Auch bessere Batterien lassen sich mit den Riesenanionen bauen. „In einer Batterie müssen die positiv geladenen Teilchen an den negativ geladenen vorbeiwandern. Je stärker sich beide anziehen, desto schlechter funktioniert das. Und desto geringer die Leitfähigkeit“, veranschaulicht der Freiburger Forscher. Weil seine Ionen im Vergleich zu herkömmlichen Spezies kaum anziehend wirken, liefern die Batterien mehr Strom und halten länger.

Hitze lässt Riesention kalt

Durch die teflonartige Oberfläche reagieren sie auch nicht mit anderen Komponenten, etwa dem Metallgehäuse. Beim Überladen verhalten sie sich weniger anfällig. „Übliche Batterien gehen bei 4,6 Volt kaputt, unsere funktionieren noch bei 5,5 Volt“, behauptet Krossing.

Auch nach einer Woche bei 80 Grad Celsius im Ofen funktionieren sie immer noch. Herkömmliche Lithium-Batterien oder -Akkus platzen oder explodieren dagegen gar, wenn es zu heiß

wird. Dabei zersetzen sich die darin enthaltenen Hexafluorophosphatanionen. Beim Zerfall entsteht gleichzeitig hochentzündliches Lithium, das in Flammen aufgehen kann. „Das sind dann die Unfälle, die mit Handys und Laptops passieren“, beschreibt Hermann-Josef Frohn, Chemiker von der Universität Duisburg. Mit schwach koordinierenden Anionen ließe sich dies zum Teil vermeiden.

Auch Frohn hat einige neue Riesenanionen im Labor entworfen, räumt aber mit Blick auf seine eigene und Krossings Bemühungen ein: „Bis heute gibt es keinen Durchbruch, weil das gängige Lithiumhexafluorophosphat spottbillig ist.“ Deshalb dürften auf absehbare Zeit keine neuen Hochleistungsbatterien auf den Markt kommen.

Die Ionen-Forscher nehmen es gelassen und konzentrieren sich unterdessen auf andere Besonderheiten ihrer Substanzen. Zum Beispiel lassen sich mit den neuen Anionen auch neue Kationen, also positiv geladene Teilchen, erschließen. „Man

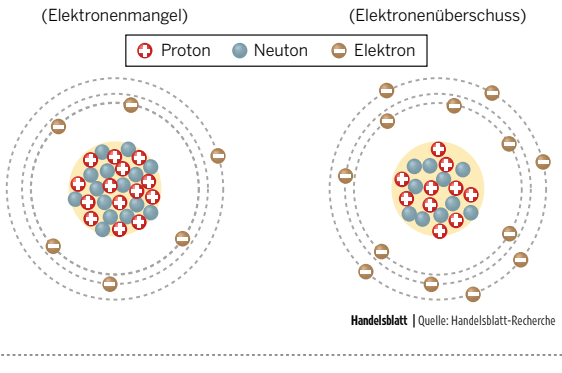
könnte nackte Kationen erzeugen“, spekuliert Frohn. Einige dieser Spezies sind alleine hochexplosiv, lassen sich aber bändigen, wenn ihr ein stabiles Riesenanion zur Seite gestellt wird.

Bei vielen Prozessen der chemischen Industrie kommt es gerade auf hochreaktive Kationen an, die freilich nicht in die Luft gehen dürfen. Sie ermöglichen die gewünschte chemische Reaktion und katalysieren (beschleunigen) diese. Auf diese Weise entstehen heute Farbstoffe oder auch Düngemittel. Deshalb haben auch Chemieriesen wie BASF und Merck bei Krossing angeknöpft. Das Schmiermittel Polyisobutylene ließe sich zum Beispiel mit Hilfe der Riesenanionen effizienter und reiner gewinnen, wie erste Untersuchungen ergeben haben.

Den Freiburger Chemiker lockt aber längst wieder das Neuland in der Grundlagenforschung. Er hat gerade ein exotisches Kapitel der Riesenanionen aufgeschlagen. Sie bilden flüssige Salze, die aussehen wie Wasser, aber auf atomarer Ebene mit dem Kochsalz verwandt sind. Von diesen ionischen Flüssigkeiten gibt es vermutlich eine Trillion verschiedener Variationen. Diese Zahl ist so unermesslich groß, dass jeder einzelne Erdbewohner seine eigenen 150 Milliarden Flüssigkeiten horten könnte. Eine unüberschaubare Vielfalt, in die Krossing jetzt „System hineinbringen will“.

Was sind Ionen?

Elektronen entscheiden
Ionen sind positiv oder negativ geladene Atome oder Atomgruppen. Durch Entfernen oder Hinzufügen von Elektronen wird das Atom zum nach außen positiv (Elektronenmangel) oder negativ (Elektronenüberschuss) geladenen Ion. Positiv geladene Ionen heißen Kationen, negativ geladene Anionen, da sie in einem elektrischen Feld zur Kathode (Minuspol) bzw. Anode (Pluspol) wandern. Lösungen mit ionischen Substanzen leiten elektrischen Strom. Solche Elektrolyte spielen eine große Rolle in Stoffwechselfvorgängen und in Batterien.



Fledermäuse fliegen mit körpereigenem Kompass

Die nachtaktiven Säugetiere können notfalls das Magnetfeld der Erde auch ignorieren

DÜSSELDORF. Fledermäuse orientieren sich auf längeren Flügen auch am Magnetfeld der Erde, berichtet eine Forschergruppe um Richard Holland von der Princeton-Universität in New Jersey (USA) in der Zeitschrift „Nature“. Sie verfügen also über einen körpereigenen Kompass.

Das erweitert die Kenntnisse über die sensorischen Fähigkeiten der Fledermäuse im Dunklen. Auf welche Weise die untersuchten Tiere Magnetfelder wahrnehmen, können die Wissenschaftler noch nicht erklären. Zur Orientierung im Nahbereich nutzen die meisten Fledermausarten die Echo-Lokation: Zum Auffinden von Beute (Insekten) und zur Umgehung von Hindernissen im Dunkeln senden sie Tonwellen aus und registrieren das Echo – grob vergleichbar mit den Ortungssystemen von U-Booten. Bisher war aber nicht im Detail bekannt, wie die nachtaktiven Tiere auf längeren Strecken navigieren.

Die Forscher setzten zwei Gruppen der „Großen Braunen Fledermaus“ (Eptesicus fuscus) bei Sonnen-

untergang für eineinhalb Stunden ein- und veränderten das Magnetfeld aus. Bezogen auf den magnetischen Nordpol, wurde das Feld einmal um 90 Grad im Uhrzeigersinn verdreht, im zweiten Fall um 90 Grad dagegen.

Dann ließen Holland und seine Kollegen die Tiere 20 Kilometer

nördlich ihres Schlafplatzes frei und verfolgten die Flugroute mit Hilfe von Radiosendern, die sie an den Tieren befestigt hatten. Tatsächlich flogen die Fledermäuse – je nach vorheriger Manipulation des Magnetfeldes – um etwa 90 Grad nach Osten oder Westen versetzt. Eine dritte

Gruppe, die so genannte Kontrollgruppe, die keinen Veränderungen des Magnetfeldes ausgesetzt war, fand ihre Schlafplätze ohne Umwege. Einige abgelenkte Tiere fanden trotzdem noch im Laufe der Nacht zum Schlafplatz zurück. Das zeige, so Holland, dass der innere Kompass bei Einsetzen der Dämmerung abgestimmt werde, bei Versagen aber außer Kraft gesetzt werden könne und die Tiere dann wohl auf eine „interne Landkarte“ zurückgriffen.

„Dieses Experiment zeigt, dass es möglich ist, das Orientierungsverhalten kleiner, sehr mobiler Tiere in Feldstudien zu untersuchen. Unter der Voraussetzung, dass es möglich ist, die Signale der Sender, die wir im Versuch verwendet haben, durch einen niedrig fliegenden Satelliten aufzufangen, wird es hoffentlich bald möglich sein, kleine Tiere wie Fledermäuse, Vögel und Insekten weltweit zu verfolgen – mit wesentlichen Ergebnissen für Krankheiten, Landwirtschaft und Naturschutz“, sagte Holland.



Finden mit Kompass und innerer Landkarte stets den Weg nach Hause: Große Braune Fledermäuse in ihren Schlafplätzen auf einem Dachboden.

Klonverbot aufgehoben

Australien erleichtert Stammzellforschung

CANBERRA. Nach den USA, England, Japan und einigen anderen Staaten hat auch Australien die Herstellung embryonaler Stammzellen zu wissenschaftlichen Zwecken erlaubt. Das Abgeordnetenhaus verabschiedete gestern ein Gesetz, welches das bisherige Verbot aufhebt, menschliche Embryos zu klonen.

Die Abgeordneten stimmten mit 82 zu 62 Stimmen für die Freigabe des therapeutischen Klonens. Das bisherige Gesetz von 2002 erlaubt nur die Entnahme von Stammzellen aus Embryonen, die sich nach einer künstlichen Befruchtung im Reagenzglas nicht weiterentwickeln.

Da die Meinungsunterschiede quer durch alle Parteien liefen, empfahlen die Fraktionen den Abgeordneten, allein ihrem Gewissen zu folgen. Die Entscheidung fiel gegen den Widerstand des konservativen Ministerpräsidenten John Howard wie des sozialdemokratischen Oppositionsführers Kevin Rudd. Howard sagte, einige grundlegende Werte dürfe die Gesellschaft nicht aufgeben.

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

Wärmerekorde in Alpen und Arktis

DÜSSELDORF. Die Bewohner der europäischen Alpen erleben nach Erkenntnissen von Klimaforschern derzeit den wärmsten Winterbeginn seit etwa 1300 Jahren. Der Klimaforscher Reinhard Böhm von der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG) präsentierte in Wien eine Studie zur Klimageschichte der Alpen und ihres weiteren Umlandes seit dem frühen Mittelalter.

Die Datenaufzeichnungen, etwa Bohrkern aus Gletschern oder Holz, aus dessen Jahresringen man Schlüsse ziehen kann, reichen bis ins 8. Jahrhundert zurück. Sie stammen aus der Region zwischen dem französischen Rhone-Tal im Westen, Ungarn im Osten sowie Nürnberg und der Toskana als nördliche und südliche Grenze.

Die Studie „Alp-Imp“ konnte die klimahistorische Einteilung in eine mittelalterliche Warmperiode, eine „kleine Eiszeit“ und eine moderne Warmphase bestätigen und für den Alpenraum präzisieren. So wuchsen in der kleinen Eiszeit die Gletscher der Alpen und erreichten um 1850 ihre größte Ausdehnung. Dann setzte Ende des vorletzten Jahrhunderts bereits eine Erwärmung ein, die allerdings natürlichen Ursprungs gewesen sei. Erst ab etwa 1950 wirkte sich demnach die industrielle Luftverschmutzung seit dem 19. Jahrhundert aus.

Ungefilterte Industrieabgase und andere Emissionen kühlen zunächst, indem sie die Sonneneinstrahlung dämpfen. Seit 20 Jahren machen sich nun die verstärkten Emissionen der Treibhausgase Methan und Kohlendioxid bemerkbar. „Die Modelle deuten darauf hin, dass es in Zukunft noch wärmer wird“, prognostiziert Böhm.

In Bremen wurden gleichzeitig Forschungsansätze des Nordpol-Projektes „Damocles“ zur Klimaveränderung am Nordpol und zum Zusammenspiel von Meereis, Atmosphäre und Ozean vorgestellt. 45 Forschungsinstitute aus Europa und Russland arbeiten zusammen, um unter anderem das Polareis aus der Luft, auf dem Eis und aus dem Wasser zu messen. Erste aussagekräftige Daten erhoben sich die Wissenschaftler im Herbst 2007.

Die Forscher sind aber schon jetzt alarmiert: Seit 30 Jahren hat sich die Eisfläche um 20 Prozent reduziert. Wenn das so weitergeht, werde die Arktis ab 2080 im Sommer eisfrei sein, so die Experten. „Der Lebensraum für Eisbären und alle anderen Lebewesen wird sich verändern“, sagt Eberhard Fährbach vom Alfred-Wegener-Institut in Bremerhaven. Außerdem könnten Schiffe den Arktischen Ozean ganzjährig als Seeweg nutzen, und die Ausbeute von Bodenschätzen könnte dramatisch zunehmen. *fk*