

Wissenschaft

Gefiederte Dinos litten unter Arthrose

Fußgelenke waren Leben auf dem Boden nicht gewachsen

Der gefiederte Dinosaurier *Caudipteryx* musste sich schon vor 130 Millionen Jahren mit Arthrose herumschlagen: Von zehn untersuchten Skeletten des pfaungroßen Tieres wiesen drei klare Anzeichen für den Gelenkverschleiß auf, berichtet ein Forscherteam der University of Kansas.

Die Ursache des Leidens könnte die damals eher ungewöhnliche Lebensweise von *Caudipteryx* gewesen sein: Die Tiere liefen auf zwei Beinen, hatten einen kurzen Schnabel und waren vermutlich Alles- oder Pflanzenfresser. Sie waren entweder eng verwandt mit den Vorfahren der heutigen Vögel oder gehörten bereits selbst zu den Vögeln, darüber sind sich Wissenschaftler nicht ganz einig. Klar ist jedoch, dass sie nicht fliegen konnten. Ihre Fußgelenke waren den stärkeren Belastungen eines Lebens auf dem Boden noch nicht gewachsen, schreiben die Wissenschaftler im Fachmagazin *Cretaceous Research*.

Arthrose ist heute zwar relativ häufig bei Säugetieren und Reptilien, die in Gefangenschaft leben. In freier Wildbahn kommt der Gelenkverschleiß bei diesen beiden Klassen dagegen eher selten vor. Bei Vögeln wiederum sind Probleme mit den Gelenken durchaus nicht unbekannt: Es gibt Arten, bei denen fast ein Viertel aller Populationen betroffen ist. (dapd)

Solarzellen aus Kunststoff

Günstigere Produktion

Schon lange suchen Hersteller von organischen Leuchtdioden, Solarzellen und flexiblen Transistorfolien nach einem neuen Material, um Elektroden aus Kalzium, Magnesium oder Aluminium zu ersetzen.

Mit dem Kunststoff namens Polyethylenimin – kurz PEI – sind Wissenschaftler vom Georgia Institute of Technology in Atlanta nun fündig geworden. Biegsame Solarzellen und flache Lampen aus organischen Leuchtdioden können damit noch größer und vor allem preiswerter werden.

Die Kunststoffbeschichtung, lässt sich einfach mit einer flüssigen Lösung auf verschiedene Materialien auftragen. Aufwendige Metallbeschichtungen unter Vakuum könnten damit vermieden werden. „Dieses Polymer mit einfachen aliphatischen Amingruppen kann zu stabilen Elektroden führen, die zu sehr geringen Kosten mit umweltfreundlichen Lösungsmitteln gefertigt werden“, schreiben die Forscher in der Zeitschrift *Science*.

Erste Versuche zeigten, dass die neuen Polymer-Elektroden fast genauso gut ihre Aufgabe erfüllen wie die Metallelektroden, die man bisher einsetzt. Sogar eine Solarzelle, die komplett aus Kunststoffen aufgebaut ist, konnte damit den PEI-Schichten gefertigt werden.

Bleiben diese Elektroden nun auch über einen langen Zeitraum stabil, könnte die Produktion jeder Art von Plastikelektronik deutlich günstiger werden. In schnellen Roll-druckverfahren gefertigte flexible Leuchtfächen und Solarzellen von einigen Quadratmetern Größe rücken damit der Marktreife einen Schritt näher. (usa)



DRUIJON-KIPPELEN

Durchsichtige Solarzelle komplett aus Kunststoff



FLORIAN SCHULZ

Eine Tierart mit langjähriger Polarerfahrung

Eisbären sind entwicklungsgeschichtlich fünfmal älter als ursprünglich gedacht. Die Art spaltete sich von ihren nächsten Verwandten, den Braumbären, bereits vor 600 000 Jahren ab, berichten Forscher um Frank Hailer von der Senckenberg Gesellschaft für Naturforschung in Frankfurt am Main im Fachmagazin *Science*.

Das könne bedeuten, dass es den Eisbären noch schwerer fällt, mit dem Klimawandel umzugehen als vermutet. Denn die Art habe damals sehr viel Zeit gehabt, sich an arktische Bedingungen anzupassen, schreiben die Forscher. Sie haben Teile des Erbguts von Eisbär, Braumbär und Schwarzbär entschlüsselt und miteinander ver-

glichen. Demnach sind Schwarzbären etwa 952 000 Jahre alt, die Eisbären spalteten sich vor etwa 603 000 Jahren ab und der moderne Braumbär entstand vor etwa 125 000 Jahren. Das Foto zeigt einen Eisbären an der Nordwestküste Spitzbergens, den ein Finnwal-Kadaver ange- lockt hat.

Das Dilemma der Schulnoten

Zensuren geben Leistungen oft nicht gerecht wieder. Sie hängen auch von der Klasse und der Herkunft ab

VON STEPHAN LÜKE

Verschiedene Wege der Beurteilung

Zeugnisse und Noten wurden zu Beginn des 19. Jahrhunderts in der Schule als „Bewertungsgrundlage für das Berechtigungsverfahren“ eingeführt. Wer das Abitur ablegte, erwarb etwa die Berechtigung zum Studium an der Universität. Erst spät erhielten auch die Volksschulen die Berechtigung, Noten zu verteilen.

Andere Länder haben andere Systeme. In den meisten Kantonen der Schweiz ist die höchste Note die beste. 6 bedeu-

tet also sehr gut und 1 sehr schlecht. Auf Zeugnissen gibt es auch Zwischennoten, also etwa eine 4,5. Italien vergibt die Noten 0 bis 10. Finnland wiederum verteilt Punkte von 4 bis 10. Frankreich besitzt eine Notenskala mit 20 Punkten. Großbritannien bewertet mit Hilfe der Buchstaben A bis E. Dänemark hat eine 7-Stufen-Skala.

Eine Abkehr von Noten findet an einer Reihe von Schulen statt. So vergeben unter anderem Wal-

dorfschulen keine Noten. Die Schüler bekommen jährlich eine Einschätzung in Textform, die ihren Entwicklungsstand beschreibt. Auch in anderen reformpädagogischen Schulen ersetzen oder ergänzen schriftliche Gutachten die Noten.

Viele Grundschüler erhalten anfangs keine Schulnoten. Mancherorts, etwa in Nordrhein-Westfalen, darf die Schulkonferenz entscheiden, ob in den ersten drei Jahren Noten vergeben werden.

alles wieder in ein einheitliches Notenschema gepresst werden. „Das passt nicht“, sagte Strittmatter jüngst auf einem Ganztagschulkongress in Berlin.

Schulnoten ließen auf einen Blick erkennen, ob ein Kind im Fach X bei der Lehrperson Y in der Klasse Z ein eher guter, gerade so genügender oder eher schlechter Schüler sei. „Unbekannt aber bleibt, was das Kind wirklich kann, welche konkreten Teilfähigkeiten es auszeichnen, welche Teilschwächen da noch einer Verbesserung harren“, bedauert Strittmatter. Unbekannt bleibe auch, ob die Note eher streng oder eher großzügig verteilt worden sei, ob dasselbe Kind nicht bei einer anderen Lehrerin, einem anderen Lehrer und in einem anderen Klassen- umfeld eine völlig andere Note erhalten hätte.

Die Notenkritiker haben jüngst Argumentationshilfe durch eine Untersuchung im Auftrag der Vodafone-Stiftung erhalten. Der Potsdamer Bildungsforscher Kai Maaz fand darin mit Kollegen aus Tübingen und der Schweiz heraus, dass Schüler aus Elternhäusern einer niedrigeren sozialen Schicht bei gleicher Leistung schlechter benotet werden als Kinder besser gestellter Eltern. Bei weiterführenden Schulpfehlungen zum Ende der Grundschule wirkten sich die subjektiven Einschätzungen der Lehrer besonders nachhaltig für die Bildungskarriere aus. Zu 25,5 Prozent ließ sich der Nachteil der sozial schwächeren Schüler durch die ungleiche Notenvergabe erklären.

Zensuren sind also nicht genügend vergleichbar und auch nicht objektiv. Auch aus diesen Gründen hat sich zum Beispiel die Paul-Schneider-Grundschule in Münster

gegen Noten auf Zeugnissen entschieden. Dort wird für jedes Kind in jedem Fach detailliert der Leistungsstand in einem Diagramm festgehalten. Darin kann man leicht ablesen, dass sich ein Schüler etwa beim Lesen deutlich verbessert hat, im Schreiben aber noch Schwächen offenbart. Eine einzige Ziffernote für Deutsch hätte dagegen einen Durchschnittswert für alle Teildisziplinen ausgedrückt. Die Schulleiterin Sabine Malecki weiß aber auch, dass der Mehraufwand dieser Feedbackkultur für ihr Kollegium enorm hoch ist.

Dass schon bei der Vergabe von Ziffern manch ein Kollege zusätzlichen Aufwand scheue, gesteht ein führender Vertreter des nordrhein-westfälischen Philologenverbandes. Eine schlechte Note müsse ja auch begründet werden, wenn es einen Einspruch dagegen gebe. Und diese Mühe scheuten manche Kollegen und Schulen. Es gebe Fälle, in denen sie lieber beide Augen zu drückten und bessere Noten vergäben, als später Rechenschaft darüber ablegen zu müssen, welche Fördermaßnahmen sie eingeleitet hätten. Dies müssten sie zum Beispiel laut Ausbildungsordnung tun, wenn ein Gymnasium ein Kind an eine andere Schule abgeben wolle. Das bedeute einen höheren Verwaltungsaufwand. „Da werden sich viele fragen, ob sie noch eine Fünf verteilen“, sagt der Vertreter des Philologenverbandes.

Notenattrappen

Generell gäbe es noch keine wirkliche Alternative zu Noten, sagen viele Praktiker. Zu ihnen gehört der Präsident des Deutschen Lehrerverbandes, Josef Kraus. Die in un-durchdringbarem Fachchinesisch geführte Diskussion über „Rasterzeugnisse“, „Bausteinzeugnisse“, „Berichtszeugnisse“, „Zuwachsorientierte Leistungstests“ oder „relative Notengebung“ könne seiner Meinung nach nicht verbergen, dass all dies oft nur Notenattrappen seien.

„Die vielfach proklamierten Alternativen zu Ziffernoten sind keine echten Alternativen“, sagte Josef Kraus. „Denn entweder sind es geschönte Verbalgutachten, oder sie sind in einer Sprache gehalten, die Eltern und Schüler postwendend zur Frage veranlassen: Welche Note wäre das denn jetzt?“

Der Streit um den Sinn oder Unsinn von Ziffernoten wird also weitergehen. Unabhängig davon: In jedem Falle geht es um eine möglichst gerechte Leistungsbewertung. Und die kostet viel Zeit, Mühe und nicht zuletzt pädagogische Erfahrung.

Pflanzen zieht es in die Höhe

Erderwärmung bedroht Artenvielfalt

Der fortschreitende Klimawandel gefährdet die Artenvielfalt der Gebirgspflanzen. „Wir müssen davon ausgehen, dass einiges verloren gehen wird“, sagte der Biologe Harald Pauli vom Institut für Gebirgsforschung an der Universität Wien.

Für eine Untersuchung, die jetzt in der Fachzeitschrift *Science* erschienen ist, hatten Wissenschaftler die Pflanzenarten in den oberen Gipfelbereichen von 66 europäischen Berggipfeln über einen Zeitraum von sieben Jahren untersucht.

Dabei bestätigten die Forscher, dass wärmeliebende Pflanzen nach oben wanderten. In Nord- und Zentraleuropa führte das zwar zu einer Vergrößerung der Artenvielfalt in höheren Regionen. „Das ist aber nur ein Übergangsstadium“, erklärt Pauli. Denn die neuen Arten verdrängten dort auch die empfindlicheren kälteliebenden Pflanzen, die in diesen Regionen ursprünglich beheimatet sind.

Im Gegensatz dazu stagnierte oder verringerte sich die Anzahl der Arten auf so gut wie allen untersuchten Bergen der mediterranen Region. „Wenn diese Pflanzen aussterben, geht es nicht nur darum, dass ein paar schöne Blumen nicht mehr gibt. Es sind auch viele Heilpflanzen darunter, es gehen also potenziell sehr wertvolle Ressourcen verloren“, sagt Pauli.

Die zweite alarmierende Erkenntnis der Untersuchung sei, dass diese Vorgänge sehr schnell gingen. Die Pflanzenarten, die die Wissenschaftler beobachtet haben, hätten einen sehr langen Lebenszyklus und reagierten nicht leicht auf kurzfristige Einflüsse. Die im Beobachtungszeitraum festgestellten Veränderungen seien daher keineswegs als Zufallsschwankungen zu sehen. (dpa)



HARALD PAULI

Die *Viola eugeniae* wächst zunehmend in höheren Gebirgslagen.

Therapie von Osteoporose überdenken

Infoveranstaltung der Charité in Steglitz

Bei der Therapie von Osteoporose-Erkrankungen, die durch brüchige Knochen gekennzeichnet ist, kommen häufig sogenannte Bisphosphonate zum Einsatz. Auf Dauer setzen diese Mittel jedoch den Knochenstoffwechsel stark herab. Deshalb sollte die Notwendigkeit der Therapie alle drei bis fünf Jahre überprüft werden. „Es gibt immer neue Erkenntnisse über die Folgewirkungen einer sehr langen Bisphosphonat-Therapie. Es besteht kein Grund zur Panik, aber es sind Hinweise, die wir ernst nehmen“, sagt Dieter Felsenberg, Leiter des Zentrums für Muskel- und Knochenforschung der Charité Berlin, Campus Benjamin Franklin.

Über mögliche Alternativen zur Bisphosphonat-Therapie, etwa die an der Charité entwickelte Sequenztherapie, informiert der Forscher am Mittwoch zusammen mit Jutta Semler vom Kuratorium Knochengesundheit im Rahmen einer Patientenveranstaltung. (abg.)

Patientenveranstaltung „Neue Therapiemöglichkeiten bei Osteoporose“ am Mittwoch, 25. April, um 17 Uhr im großen Hörsaal West am Campus Benjamin Franklin, Hindenburgdamm 30 in Berlin-Steglitz. Der Eintritt ist kostenlos.