



Bei mehreren Gruppen der Panzerfische entwickelten sich die Jungen in der Mutter. Hier eine Rekonstruktion von *Materpiscis*

Embryo

Innere Befruchtung von Vorteil

Die vor 375 Millionen Jahren lebenden Panzerfische praktizierten als Erste die Kopulation, fand der australische Paläontologe John A. Long anhand von Fossilien heraus. (»Die Pioniere des Sex«, Oktober 2011, S. 30)

Siglinde Uhlmann, Nidda: Der Vorteil innerer Befruchtung für die größere Radiation (siehe S. 35 des Beitrags) könnte auch darin gelegen haben, dass bei äußerer Befruchtung eine Isolation der neu entstehenden Genpools schwer zu erreichen ist, wenn eine größere Population im Wasser gleichzeitig abläicht. Das kann die Entstehung neuer Arten erschweren.

Wie weit können Astronomen sehen?

Der Kosmologe George Ellis bezweifelte, dass Forscher die Existenz anderer Universen jemals nachweisen können. (»Multiversum in Beweisnot«, November 2011, S. 36)

Wolfgang Grimm, Darmstadt: Im Artikel heißt es, dass Astronomen rund 42 Milliarden Lichtjahre weit sehen können. Bisher dachte ich immer, der sichtbare Bereich habe einen Radius von etwa 13 Milliarden Lichtjahre, was durch das Alter des Universums von etwas über 13 Milliarden Jahre gegeben ist.

Antwort der Redaktion:

Der Radius des sichtbaren Universums (der Beobachtungshorizont) ist gegeben durch die größte Entfernung, aus der uns Licht gerade noch erreichen kann. Wäre mit dem Urknall vor 13,7 Milliarden Jahren das Universum genau so, wie es heute ist, also ohne kosmische Expansion, auf einen Schlag entstanden, dann wäre unser Beobachtungshorizont tatsächlich gerade 13,7 Milliarden Lichtjahre groß. Doch in Wirklichkeit folgte auf den Urknall zuerst eine immens starke Expansion, kosmische Inflation genannt, und seither eine weiter andauernde gemächlichere, aber beschleunigte Ausdehnung des Weltalls.

Von dieser Expansion wurde das von den frühesten und fernsten Quellen ausgehende Licht quasi mitbefördert (etwa wie ein Fußgänger, der auf einem rasch gedehnten Gummilaufband dahinschreitet) und legte die viel größere Entfernung von rund 42 Milliarden Lichtjahren zurück. Dieser Wert ergibt sich aus dem kosmischen Standardmodell, wenn man bei der Berechnung des Beobachtungshorizonts die anfängliche kosmische Inflation und die seitherige Expansion berücksichtigt.

Spektrum

DER WISSENSCHAFT

Chefredakteur: Dr. Carsten Könneker (v.i.S.d.P.)
Redaktionsleiter: Dr. Hartwig Hanser (Monatshefte), Dr. Gerhard Trageser (Sonderhefte)
Redaktion: Thilo Körkel (Online-Koordinator), Dr. Klaus-Dieter Linsmeier, Dr. Christoph Pöppe, Dr. Frank Schubert, Dr. Adelheid Stahnke
 E-Mail: redaktion@spektrum.com
Ständiger Mitarbeiter: Dr. Michael Springer
Editor-at-Large: Dr. Reinhard Breuer
Art Direction: Karsten Kramarczik
Layout: Sibylle Franz, Oliver Gabriel, Anke Heinzelmann, Claus Schäfer, Natalie Schäfer
Schlussredaktion: Christina Meyberg (Ltg.), Sigrid Spies, Katharina Werle
Bildredaktion: Alice Krüßmann (Ltg.), Anke Lingg, Gabriela Rabe
Redaktionsassistent: Anja Albat-Nollau, Britta Feuerstein
Redaktionsanschrift: Postfach 10 48 40, 69038 Heidelberg, Tel. 06 221 9126-711, Fax 06 221 9126-729
Verlag: Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH, Postfach 10 48 40, 69038 Heidelberg; Hausanschrift: Slevogtstraße 3-5, 69126 Heidelberg, Tel. 06 221 9126-600, Fax 06 221 9126-751; Amtsgericht Mannheim, HRB 338114
Verlagsleiter: Richard Zinken
Geschäftsleitung: Markus Bossle, Thomas Bleck
Herstellung: Natalie Schäfer, Tel. 06 221 9126-733
Marketing: Annette Baumbusch (Ltg.), Tel. 06 221 9126-741, E-Mail: service@spektrum.com
Einzelverkauf: Anke Walter (Ltg.), Tel. 06 221 9126-744
Übersetzer: An diesem Heft wirken mit: Mike Beckers, Gerald Bosch, Dr. Markus Fischer
Leser- und Bestellservice: Helga Emmerich, Sabine Häusser, Ute Park, Tel. 06 221 9126-743, E-Mail: service@spektrum.com

Vertrieb und Abonnementverwaltung:

Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH, c/o ZENIT Pressevertrieb GmbH, Postfach 81 06 80, 70523 Stuttgart, Tel. 0711 7252-192, Fax 0711 7252-366, E-Mail: spektrum@zenit-presse.de, Vertretungsberechtigter: Uwe Bronn
Bezugspreise: Einzelheft € 7,90 (D/A) / € 8,50 (L) / \$Fr. 14,-; im Abonnement € 84,- für 12 Hefte; für Studenten (abgesehen Studiennachweis) € 69,90. Die Preise beinhalten € 8,40 Versandkosten. Bei Versand ins Ausland fallen € 8,40 Portomehrkosten an. Zahlung sofort nach Rechnungserhalt. Konto: Postbank Stuttgart 22 706 708 (BLZ 600 100 70). Die Mitglieder des Verbands Biologie, Biowissenschaften und Biomedizin in Deutschland (VBio) und von Mensa e.V. erhalten SdW zum Vorzugspreis.
Anzeigen: iq media marketing gmbh, Verlagsgruppe Handelsblatt GmbH; Bereichsleitung Anzeigen: Marianne Dölz; Anzeigenleitung: Marco Buch, Tel. 0211 887-2483, Fax 0211 887 97-2483; verantwortlich für Anzeigen: Ute Wellmann, Postfach 102663, 40017 Düsseldorf, Tel. 0211 887-2481, Fax 0211 887-2686
Anzeigenvertretung: Hamburg: Matthias Meißner, Brandstwierte 1, 6. OG, 20457 Hamburg, Tel. 040 30183-210, Fax 040 30183-283; Düsseldorf: Matthias O. Hüttköper, Kasernenstraße 67, 40213 Düsseldorf, Tel. 0211 887-2053, Fax 0211 887-2099; Frankfurt: Thomas Wolter, Eschersheimer Landstraße 50, 60322 Frankfurt am Main, Tel. 069 2424-4507, Fax 069 2424-4555; München: Jörg Bönsch, Nymphenburger Straße 14, 80335 München, Tel. 089 545907-18, Fax 089 545907-24; Kundenbetreuung Branchenteams: Tel. 0211 887-3355, branchenbetreuung@iqm.de
Druckunterlagen an: iq media marketing gmbh, Vermerk: Spektrum der Wissenschaft, Kasernenstraße 67, 40213 Düsseldorf, Tel. 0211 887-2387, Fax 0211 887-2686
Anzeigenpreise: Gültig ist die Preistabelle Nr. 32 vom 01.01.2011.
Gesamtherstellung: L.N. Schaffrath Druckmedien GmbH & Co. KG, Marktweg 42-50, 47608 Geldern

Sämtliche Nutzungsrechte an dem vorliegenden Werk liegen bei der Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH. Jegliche Nutzung des Werks, insbesondere die Vervielfältigung, Verbreitung, öffentliche Wiedergabe oder öffentliche Zugänglichmachung, ist ohne die vorherige schriftliche Einwilligung des Verlags unzulässig. Jegliche unautorisierte Nutzung des Werks berechtigt den Verlag zum Schadensersatz gegen den oder die jeweiligen Nutzer. Bei jeder autorisierten (oder gesetzlich gestatteten) Nutzung des Werks ist die folgende Quellenangabe an branchenüblicher Stelle vorzunehmen: © 2011 (Autor), Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH, Heidelberg. Jegliche Nutzung ohne die Quellenangabe in der vorstehenden Form berechtigt die Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH zum Schadensersatz gegen den oder die jeweiligen Nutzer. Wir haben uns bemüht, sämtliche Rechteinhaber von Abbildungen zu ermitteln. Sollte dem Verlag gegenüber der Nachweis der Rechtsinhaberschaft geführt werden, wird das branchenübliche Honorar nachträglich gezahlt. Für unaufgefordert eingesandte Manuskripte und Bücher übernimmt die Redaktion keine Haftung; sie behält sich vor, Leserbriefe zu kürzen.

ISSN 0170-2971

SCIENTIFIC AMERICAN

75 Varick Street, New York, NY 10013-1917
 Editor in Chief: Mariette DiChristina, President: Steven Inchcoombe, Vice President, Operations and Administration: Frances Newburg, Vice President, Finance, and Business Development: Michael Florek, Managing Director, Consumer Marketing: Christian Dorandt, Vice President and Publisher: Bruce Brandfon



Erhältlich im Zeitschriften- und Bahnhofsbuchhandel und beim Pressefachhändler mit diesem Zeichen.



Heikle Endlagerfrage

Wegen des ungelösten Endlagerproblems befürwortete Michael Springer den Ausstieg aus der Kernenergie. (»Lehren aus Fukushima«, Oktober 2011, S. 20)

Peter Franke, Celle: Herzlichen Dank für Ihren Beitrag, der mir in oft wiederkehrenden Diskussionen »Atomkraft: Ja oder Nein« einen nachhaltigen Hilfen zu meiner 1985 getroffenen Ablehnung dieser Technologie an die Hand gegeben beziehungsweise in den Mund gelegt hat. Denn genau die Argumentation im letzten Absatz Ihres Beitrags, war für mich Anlass, jegliche Tätigkeit als Sachverständiger beim Bau von Kernkraftwerken weltweit oder aber für zerstörungsfreie Werkstoffprüfungen während der ersten Revisionsprüfungen in Neckarwestheim zu beenden.

Axel Sigwart, per E-mail: Wenn Herr Springer meint, dass der Ausstieg aus der Atomenergie richtig sei wegen der ungelösten Endlagerfrage, so sollte er daran denken, dass die Behandlungsfrage des Abfalls unabhängig von der Nutzung betrachtet und beantwortet werden muss. Insofern können wir gar nicht aussteigen, da auch die Bundesrepublik Deutschland radioaktive Abfälle hat und damit umgehen muss.

Außerdem ist die Behauptung, es gäbe noch nirgends eine akzeptable Lösung für das Endlagerproblem, so nicht richtig. In Finnland, in der Schweiz und in Schweden werden gerade Lösungen umgesetzt. Der Schlusssatz mit seiner rhetorischen Frage ist doppelt naiv. Die chemische Industrie erzeugt abertausende Tonnen giftigen Abfalls, der tatsächlich über geologische Zeiträume hinweg gefährlich bleiben wird, wenn man ihn nicht behandelt. Radioaktiver Abfall zerfällt von allein und müsste lediglich auf das Niveau einer Uranerzmine gesenkt werden, was durchaus mit bestimmten Techniken möglich ist! So würde ein Abfall entstehen, der in wenigen hundert Jahren – also in überschaubarer Zeit – irdischen Verhältnissen gleichkommt.

Antwort des Autors:

Solange das Endlagerproblem für radioaktive Abfälle weltweit nicht befriedigend gelöst ist, landen sie in Zwischenlagern. Das ist der gegenwärtige Stand der Dinge. In einzelnen Ländern wie Schweden gibt es oberflächennahe Endlager, tiefere sind geplant. Doch in den meisten Staaten ist das Problem der Endlagerung offen. Bei weiterlaufendem Betrieb von Kernkraftwerken stößt die Zwischenlagerung naturgemäß an Grenzen. Dieses Problem wird durch den Hinweis auf bereits vorhandene radioaktive Abfälle nicht kleiner. Auch der Hinweis auf die Giftigkeit mancher chemischer Abfälle mindert das spezielle Problem mit der Strahlung und Wärmeentwicklung radioaktiver Substanzen nicht. Gewiss löst ein Ausstieg aus der Kernenergie für sich genommen das Endlagerproblem nicht; aber er verschärft es wenigstens nicht immer weiter. Vergleichsweise würde man wohl kaum das hohe Ausmaß einer bereits vorhandenen Verschuldung als Argument für weiteres Schuldenmachen heranziehen.

Göttinger Akademie maßgeblich beteiligt

Der Wissenschaftshistoriker Eberhard Knobloch beschrieb die Herkulesaufgabe, der Öffentlichkeit das umfassende Werk von Leibniz zugänglich zu machen. (»Die Kunst, Leibniz herauszugeben«, September 2011, S. 48)

Prof. Werner Lehfeldt, Akademie der Wissenschaften, Göttingen: Es freut mich, dass »Spektrum der Wissenschaft« seine Leser mit der Gesamtausgabe der Schriften und der Briefe Gottfried Wilhelm Leibniz' bekannt gemacht und dafür einen so hervorragenden Fachmann wie Professor Eberhard Knobloch gewonnen hat. Ich kann Ihnen aber nicht verhehlen, dass mich ein Umstand bei der Lektüre dieses Beitrags sehr betrübt hat. Es wird nämlich in dem Artikel mit keinem Wort erwähnt, dass die Akademie der Wissenschaften zu Göttingen sehr maßgeblich an der Leibniz-Edition beteiligt ist. Zwar wirkt sie mit ihren Ar-

FOLGEN SIE UNS
IM INTERNET



www.spektrum.de/facebook



www.spektrum.de/youtube



www.spektrum.de/studivz



www.spektrum.de/twitter

beitsstellen Hannover und Münster erst seit 1985 an diesem Unternehmen mit, aber immerhin sind von den 30 seit 1985 erschienenen Bänden 25 von der Göttinger Akademie erarbeitet worden. Angesichts dieses Umstands irritiert es mich einigermaßen, dass der Leser des Beitrags den Eindruck gewinnen muss, die Leibniz-Edition sei eine Angelegenheit ausschließlich der Berlin-Brandenburgischen Akademie der Wissenschaften. Das ist mitnichten der Fall.

Erratum

»Schwarmintelligenz« macht Windränder effizienter«, Oktober 2011, S. 9

Die angegebene Referenz ist falsch; richtig ist J. Renewable Sustainable Energy 3, 043104, 2011

BRIEFE AN DIE REDAKTION

... sind willkommen! Schreiben Sie uns auf www.spektrum.de/leserbriefe oder schreiben Sie mit Ihrer kompletten Adresse an:

Spektrum der Wissenschaft
Leserbriefe
Sigrid Spies
Postfach 10 48 40
69038 Heidelberg
E-Mail: leserbriefe@spektrum.com

Die vollständigen Leserbriefe und Antworten der Autoren finden Sie ebenfalls unter www.spektrum.de/leserbriefe