

Deutscher Pionier

Das Zeitalter der elektrischen Raketen
Januar 2010

Vielen Dank für den Artikel über elektrische Raketenantriebe, den ich sehr informativ finde. Es wäre schön gewesen, wenn die deutsche Redaktion »unseren« deutschen Pionier auf diesem Gebiet, Prof. Horst Löh, in diesem Artikel gewürdigt hätte. So erhielt er die Medaille der »Electric Rocket Propulsion Society« im Jahr 2005. Horst Löh ist in Gießen als Emeritus weiterhin tätig, und die Arbeit an seinen Triebwerken wird weiter vorangetrieben.

Joachim Sieben, Buseck

Signifikant und kausal

Haben schöne Eltern mehr Töchter?
Februar 2010

Die Signifikanzgrenze ist ein vollkommen willkürlich gewählter Wert; mitnichten steckt dahinter eine tiefere wissenschaftliche Begründung.

Meist wird dafür ein Wert von 95 Prozent genommen, so dass die Wahrscheinlichkeit eines Fehlers erster Art bei kleiner gleich fünf Prozent liegt. Somit kann durchaus auch bei »signifikanter« Korrelation zweier experimenteller Wertereihen kein kausaler Zusammenhang zwischen den beobachteten Phänomenen

vorliegen. Umgekehrt ist bei fehlender Signifikanz eine ursächliche Beziehung nicht unbedingt auszuschließen.

Wertekorrelationen und andere statistische Ergebnisse können niemals als Beweis für wissenschaftliche Thesen dienen, höchstens als Hinweis auf mögliche Beziehungen zwischen den Beobachtungen. Lediglich eine Aufklärung der Kausalkette stellt einen genügenden Beweis dar. Leider haben viele Wissenschaftler dieses vergessen.

Dr. Wolfgang Priebsch, Kiel

Fehlender Nachweis der Wirksamkeit

Impfverstärker für Impfstoffe
Februar 2010

Zu begrüßen wäre bei diesem Artikel, dass zumindest einer der beiden Autoren indirekt einen *conflict of interest* zugibt, was auf der einen Seite einen hohen wissenschaftlichen Anspruch des Artikels unterstreicht; auf der anderen Seite aber verleiht das dem Artikel eine gewisse Einseitigkeit und Subjektivität, was dem Thema Wirkverstärker und Impfung im Allgemeinen leider nicht zugutekommt.

Zu bemängeln wäre aber vor allem die Darstellung des Anstiegs von den neutralisierenden Antikörpern als Nachweis für die Wirksamkeit der Impfung. Dieser Surrogatparameter allein ist we-

nig geeignet, um Aussagen über die Effektivität und Sicherheit einer Impfung zu treffen. Ein international anerkannter Standard in der klinischen Forschung für die Beurteilung der Wirksamkeit eines Arzneistoffs ist eine statistisch signifikante Aussage über die Verhinderung der Erkrankung oder Tod.

Außerdem werden in der Arbeit die potenziellen und identifizierten Risiken ausgehend von den Wirkverstärkern für Kinder und Schwangere gar nicht erwähnt. Das aktuelle Thema Schweinegrippe hat leider die deutsche Bevölkerung in Befürworter und Gegner geteilt, was sich jetzt auch in einer gewissen Impfmüdigkeit bei Impfungen niederschlägt, die sinnvoll und lebenswichtig sind.

Dr. Jacek Bulicz, Frankfurt am Main

Briefe an die Redaktion ...

... sind willkommen! Schreiben Sie uns auf www.spektrum.de/leserbriefe oder direkt beim Artikel: Klicken Sie bei www.spektrum.de auf das aktuelle Heft oder auf »Magazin«, »Magazinarchiv«, das Heft und dann auf den Artikel.

Oder schreiben Sie mit kompletter Adresse an:

Spektrum der Wissenschaft

Redaktion Leserbriefe

Postfach 104840

69038 Heidelberg

E-Mail: leserbriefe@spektrum.com

Spektrum

DER WISSENSCHAFT

Chefredakteur: Dr. habil. Reinhard Breuer (v.i.S.d.P.)
Stellvertretende Chefredakteure: Dr. Inge Hofer (Sonderhefte), Dr. Gerhard Trageser
Redaktion: Thilo Körkel (Online Coordinator), Dr. Klaus-Dieter Linsmeier, Dr. Christoph Pöppe, Dr. Adelheid Stahnke; E-Mail: redaktion@spektrum.com
Ständiger Mitarbeiter: Dr. Michael Springer
Schlussredaktion: Christina Meyberg (Ltg.), Sigrid Spies, Katharina Werle
Bildredaktion: Alice Krüßmann (Ltg.), Anke Lingg, Gabriela Rabe
Art Direction: Karsten Kramarczik
Layout: Sibylle Franz, Oliver Gabriel, Marc Grove, Anke Heinzelmann, Claus Schäfer, Natalie Schäfer
Redaktionsassistent: Britta Feuerstein, Petra Mers
Redaktionsanschrift: Postfach 10 48 40, 69038 Heidelberg, Tel. 06221 9126-711, Fax 06221 9126-729
Verlag: Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH, Postfach 10 48 40, 69038 Heidelberg; Hausanschrift: Slevogtstraße 3–5, 69126 Heidelberg, Tel. 06221 9126-600, Fax 06221 9126-751; Amtsgericht Mannheim, HRB 338114
Verlagsleiter: Dr. Carsten Köneker, Richard Zinken (Online)
Geschäftsleitung: Markus Bossle, Thomas Bleck
Herstellung: Natalie Schäfer, Tel. 06221 9126-733
Marketing: Annette Baumbusch (Ltg.), Tel. 06221 9126-741, E-Mail: service@spektrum.com
Einzelverkauf: Anke Walter (Ltg.), Tel. 06221 9126-744
Übersetzer: An diesem Heft wirkten mit: Dr. Markus Fischer, Werner Gans, Dr. Rainer Kayser, Ursula Loos, Andreas Nestke, Sebastian Vogel.
Leser- und Bestellservice: Helga Emmerich, Sabine Häusser, Ute Park, Tel. 06221 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 € 7,40/sFr. 14,00; im Abonnement € 79,20 für 12 Hefte; für Studenten (gegen Studiennachweis) € 66,60. Die Preise beinhalten € 7,20 Versandkosten. Bei Versand ins Ausland fallen € 7,20 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: Jürgen Ochs, Tel. 0211 6188-358, Fax 0211 6188-400; verantwortlich für Anzeigen: Ute Wellmann, Postfach 102663, 40017 Düsseldorf, Tel. 0211 887-2481, Fax 0211 887-2686
Anzeigenvertretung: Berlin: Michael Seidel, Friedrichstraße 150, 10117 Berlin, Tel. 030 61686-144, Fax 030 61696-145; Hamburg: Matthias Meißner, Brandstwierte 1/6, 06, 20457 Hamburg, Tel. 040 30183-210, Fax 040 30183-283; Düsseldorf: Hans-Joachim Beier, 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; Stuttgart: Andreas Vester, Werastraße 23, 70182 Stuttgart, Tel. 0711 22475-21, Fax 0711 22475-49; München: Jörg Bönsch, Nymphenburger Straße 14, 80335 München, Tel. 089 545907-18, Fax 089 545907-24
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 Preisliste Nr. 31 vom 01.01.2010.
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: © 2010 (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 Rechteinhaberschaft 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 Dorbandt, Vice President and Publisher: Bruce Brandon



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



Wie stichhaltig sind die Warnungen vor einer Klimakatastrophe?

Spurenleser im Klimalabyrinth, März 2010

Professor Gerald Haug schießt mit seinen Aussagen zum aktuellen Klimawandel weit über das Ziel hinaus.

1. Er behauptet, die atmosphärischen Bedingungen hätten sich in der Vergangenheit noch nie so schnell verändert wie heute. In der langen Erdgeschichte hat es jedoch eine Vielzahl von Klimaänderungen gegeben, darunter einige schneller als der aktuelle Klimawandel. Betrachtet man nur die Nacheiszeit, muss man während des holozänen Klimaoptimums sowie während der Römischen und Mittelalterlichen Wärmephase von ähnlichen Erwärmungsraten ausgehen.

2. Herr Haug schimpft, die Menschen hätten das Klima mit ihrem Verhalten bereits um ein Grad erwärmt. Hierbei vergisst er den Beitrag der Sonne. Auf Grund der guten Korrelation mit der Sonnenaktivität muss man heute davon ausgehen, dass sowohl die Mittelalterliche Wärmephase als auch die Kleine Eiszeit durch Schwankungen in der solaren Aktivität verursacht worden sind (etwa Archer und Rahmstorf: »The Climate Crisis«, 2010, S. 38). Auch die Erderwärmung der letzten 150 Jahre im Anschluss an die Kleine Eiszeit ist zumindest teilweise der Sonne zuzuschreiben und kann als logische Fortsetzung eines solargesteuerten Dansgaard-Oeschger-Zyklus interpretiert werden. Laut diesem Buch (S. 43) hat die Sonne das Klimageschehen bis 1970 maßgeblich mitgeprägt. Das anthropogene Kohlendioxid ist daher nur für einen Teil der aktuellen Erderwärmung von bisher einem Grad verantwortlich.

3. Er behauptet, dass die Pole niemals vereist gewesen seien, wenn der CO₂-Gehalt der Luft 360 ppm überstieg. Während der spätordovizischen Vereisung vor 445 Millionen Jahren war der CO₂-Gehalt der Atmosphäre mit etwa 3000 ppm aber rund 15-mal höher als heute.

4. Schließlich wird gesagt, der Zusammenhang zwischen Kohlendioxid und Temperatur sei in den geologischen Daten eindeutig. Doch erhöhte Kohlendioxidgehalte während der pleistozänen Warmphasen sind Folge und nicht Ursache des Temperaturanstiegs, da der CO₂-Anstieg der Erwärmung um etwa 800 Jahre hinterherhinkt.

Ich bin ebenfalls Geologe, zur gleichen Zeit habilitiert wie Prof. Haug und habe mich auch mit paläoökonomischen Rekonstruktionen beschäftigt. Ich kann mir nicht erklären, warum unsere beiden Interpretationen so weit auseinanderklaffen.

Dr. Sebastian Lüning, Bremen

Prof. Dr. Gerald Haug, ETH Zürich, antwortet:

Zu 1: Herr Dr. Lüning verwechselt lokale Klimateffekte mit der globalen Klimaänderung. Zwar sind an einigen Klimaübergängen seit der letzten Eiszeit regionale Temperaturschwankungen von mehreren Grad Celsius in weniger als zehn Jahren gut dokumentiert. Sie traten jedoch vor allem in Europa und Nordamerika auf und beruhten auf einer Reorganisation des nordatlantischen Strömungssystems. Die erdgeschichtlich größten globalen Klimaschwankungen der letzten Jahrmillionen sind die Übergänge von Eis- zu Warmzeiten. Die Erde erwärmte sich dabei um etwa vier Grad Celsius, was aber mehr als 3000 Jahre dauerte. Die Veränderungsraten (0,0013 °C/Jahr) waren also nur rund ein Zehntel so groß wie beim anthropogenen globalen Temperaturanstieg um 0,6 Grad Celsius in der letzten 50 Jahren (0,012 °C/Jahr).

Es stimmt zwar, dass in einigen Regionen Europas während der Mittelalterlichen Wärmephase sogar höhere Temperaturen als heute rekonstruiert wurden. Doch das sind Lokaleffekte, die nichts mit globalen Temperaturen zu tun haben.

Zu 2: Die Veränderung der Sonnenaktivität spielt eine wichtige Rolle in der Klimaentwicklung, ihr Beitrag zur Erwärmung während der letzten 50 Jahre ist aber im Vergleich zum Treibhauseffekt klein. Außerdem hat die Sonnenaktivität seit den 1970er Jahren abgenommen, während die globale Temperatur weiter stark angestiegen ist. Archer und Rahmstorf kommen deshalb auch keineswegs zu dem Schluss, den Herr Lüning suggeriert – im Gegenteil: Sie betonen, dass die globale Temperaturentwicklung und die Sonnenaktivität seit den 1970er Jahren gegenläufig sind.

Die erwähnten Dansgaard-Oeschger-Zyklen sind ein Klimaphänomen aus dem Glazial, das es im Holozän, das heißt den letzten 10 000 Jahren, nicht gab. Die Kleine Eiszeit hat also definitiv nichts mit solchen rapiden glazialen Klimawechseln zu tun.

Zu 3: Die 360 ppm CO₂ bezogen sich auf die Vereisung beider Pole während der letzten 2,7 Millionen Jahre, was erdgeschichtlich eine große Ausnahme darstellt. Eine unipolare Vereisung gab es häufiger. So hat sich der Südpol schon vor 36 Millionen Jahren bei deutlich höheren atmosphärischen CO₂-Gehalten mit einer Eisdecke überzogen.

Für die kurze Phase im späten Ordovizium, in der ebenfalls nur der Südpol vereist war, wurde im Kohlenstoffisotopensignal von Brachiopodenschalen eine starke Anomalie von etwa sechs Promille gemessen, die auf ein Wegspeichern großer Mengen an Kohlenstoff im Ozean zurückgeführt wird. Es zeigt sich also, dass eine Vereisung auch damals nicht ohne einen bedeutenden Einfluss des Kohlenstoffkreislaufs und damit der atmosphärischen CO₂-Konzentration zu erklären ist. Zu jener Zeit lag der Superkontinent Gondwanaland ziemlich lange auf dem Südpol; die Vereisungsspuren sind aber nur während der gemessenen Kohlenstoffanomalie beschrieben. Weil im Ordovizium die Anordnung der Kontinente völlig anders war als heute und noch keine wirkliche Vegetation auf dem Festland existierte, eignet sich diese erdgeschichtliche Epoche generell nicht als geologisch sinnvolles Analogon für den menschengemachten Klimawandel. Es ist reine Spekulation, dass die atmosphärische CO₂-Konzentration vor 445 Millionen Jahren 3000 ppm betrug, da solche Rekonstruktionen sehr unsicher sind.

Zu 4: Daten aus antarktischen Eisbohrkernen zeigen in der Tat, dass während der Erwärmung am Ende von Eiszeiten die antarktische Temperatur einige hundert Jahre vor der CO₂-Konzentration zu steigen begann. Diese Temperaturzunahme in der Südhemisphäre beruht auf Veränderungen der Sonneneinstrahlung, bedingt durch periodische Verschiebungen der Erdbahn und des Wärmeflusses im Meer. Als Folge entweicht CO₂ vom tiefen Ozean in die Atmosphäre. Das liegt unter anderem an der salzgesteuerten Schichtung des Südozeans, die sich bei steigender Temperatur abschwächt. Das Vorausschieben der Temperatur am Ende einer Eiszeit widerspricht also nur scheinbar der Rolle von CO₂ als entscheidendem Antrieb für Klimaänderungen. Erst der CO₂-Anstieg verstärkt zusammen mit dem Albedoeffekt das schwache anfängliche Klimasignal so, dass der Übergang in eine Warmzeit nicht in den Anfängen stecken bleibt.

Vielleicht würden meine Interpretationen und die von Herrn Lüning nicht auseinanderklaffen, wenn er sich außer mit den paläoökologischen Faktoren auch mit den im Ozean- und Klimasystem involvierten physikalischen, chemischen und biologischen Prozessen beschäftigen und weniger selektiv mit Fakten und Zitate umgehen würde.