

Leserbriefe sind willkommen!

Schicken Sie uns Ihren Kommentar unter Angabe, auf welches Heft und welchen Artikel Sie sich beziehen, einfach per E-Mail an leserbriefe@spektrum.de. Oder kommentieren Sie im Internet auf Spektrum.de direkt unter dem zugehörigen Artikel. Die individuelle Webadresse finden Sie im Heft jeweils auf der ersten Artikelseite abgedruckt. Kürzungen innerhalb der Leserbriefe werden nicht kenntlich gemacht.

RELATIVITÄT UND SONOGRAFIE

Florian Freistetter legte dar, wie stark Christian Dopplers Formel unsere Zivilisation heute durchdrungen hat (»Gestauchte und gedehnte Wellen«, Freistetters Formelwelt, *Spektrum* August 2017, S. 57).

Dieter Föller, Seeheim-Jugenheim: Freistetters Formel $\lambda / \lambda_0 = \sqrt{(c+v)} / \sqrt{(c-v)}$ beschreibt nicht den Doppler-Effekt, wie wir ihn als das »liiiuuu« vorbeifahrender Autos erleben. Diese Formel ist nur für elektromagnetische Wellen gültig und enthält den so genannten Lorentz-Faktor. Dieser berücksichtigt relativistische Effekte bei den Geschwindigkeiten, wie sie in der Astronomie auftreten. Dieser berücksichtigt relativistische Effekte bei den Geschwindigkeiten, wie sie in der Astronomie auftreten. Bei irdischen Geschwindigkeiten spielen solche Effekte keine Rolle, womit sich die Formel zu $\lambda / \lambda_0 = c / (c - v)$ ergibt.

Der akustische Doppler-Effekt, den wir alle täglich wie erwähnt erleben oder eventuell im Rahmen einer angiologischen Doppler-Sonografie beobachten können, betrifft Schallwellen in der uns umgebenden Luft beziehungsweise Ultraschall in unserem Blut. Hier überlagert sich die Fahrgeschwindigkeit v_S eines Autos (S für Sender) beziehungsweise die Fließgeschwindigkeit v_M des Bluts (M für Medium) mit der Schallgeschwindigkeit c_M im Körper.

Die beiden ursprünglichen und in der Akustik für Schallwellen weiter gültigen Doppler-Formeln unterscheiden, ob der Beobachter B oder der Sender S ruht. Sie lassen sich für die vom Beobachter gehörte Frequenz (Tonhöhe) zusammenfassen zu $f_B = f_S (c_M + v_B) / (c_M - v_S)$. Hier sind vereinbarungsgemäß v_S und v_B positiv, wenn sich S und B aufeinander zu- (hoher Ton), und negativ, wenn sie sich voneinander wegbewegen (tiefer Ton).

Bei der Sonografie ruhen S und B beide im Schallkopf, und B empfängt im Idealfall drei von den lokalen Teilchen im Körper gestreute Ultraschallwellen: Die von den ruhenden Körperteilchen hat die Frequenz f_S , die zwei von den im Blut fließenden haben f_1 beziehungsweise f_2 . So findet man etwa für $f_1 = f_S (c_M + v_M) / (c_M - v_M) > f_S$ und analog mit getauschten Vorzeichen $f_2 < f_S$. Im Ultraschallbild erscheinen dann die zum Schallkopf hin- beziehungsweise von ihm wegströmenden Bereiche vom Computer farblich kodiert dargestellt, und zwar zum Schallkopf hin (f_1) rot und von ihm weg (f_2) blau.

FRAGE NACH LEBEN NICHT ÜBERBEWERTEN

Der Molekularbiologe Patrick Forterre untersuchte, inwiefern es sich bei Viren um lebende Organismen handelt (»Die wahre Natur der Viren«, *Spektrum* August 2017, S. 34).

Dietrich H. Nies, Halle (Saale): Nun mal langsam. Immer wieder diese unsinnige Diskussion, ob Viren leben. Können sie nur dann wichtig, verbreitet oder interessant sein? Solide wissenschaftliche Hypothesenbildung hat die Grundforderungen von erstens Falsifizierbarkeit, zweitens »Ockhams Rasiermesser« und drittens dem Aufbau auf grundlegenden Erkenntnissen. Grundlegende Erkenntnisse sind die drei Hauptsätze der Thermodynamik. Der Lebensprozess wurde auf dieser Grundlage beispielsweise von Erwin Schrödinger in »What is Life?« definiert: Energietransformation abgegrenzter Systeme, wobei die interne Ordnung (Negentropie) erhöht wird und dies durch stärkere Entropieabsenkung außen überkompensiert wird. Ganz einfach.

Viren können keine eigenständige Energietransformation durchführen und damit leben sie nicht, wie seit 60 Jahren glasklar ist, egal, wie viel Gene ein Virion trägt und wie verbreitet und wichtig Viren sind. Der Autor weiß dies natürlich und flanscht mal eben eine Hilfs-hypothese an: Die virusinfizierte Zelle lebt! Dies wird als »Viruszelle« flugs neu definiert und somit »Virus« über die Viruszelle als lebendig erklärt unter Akzeptanz der Tatsache, dass ein Virion nicht lebt. Dieser Brechstangen-Argumentation kann ich nicht folgen.

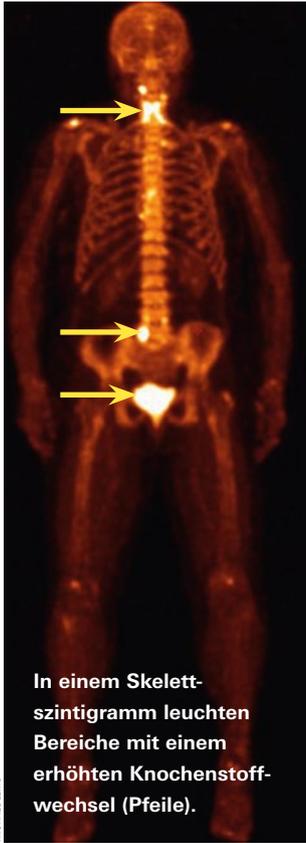
Viren sind tolle, hochinteressante Systeme, haben vermutlich wirklich zur Entstehung des Zellkerns beigetragen (neue Phagenliteratur wurde im Artikel gar nicht erst zitiert), sind weit verbreitet, vielleicht ist die ukrainische Phagentherapie wirklich hilfreich, alles prima, aber warum müssen die Dinger nun unbedingt leben? Dann leben Plasmide, genomische Inseln, konjugative Transposons auch.

Ernst Sauerwein, München: Man sollte die Frage, ob Viren leben, nicht überbewerten. Ich persönlich würde bei der bisherigen Sprachregelung bleiben.

Wir müssen uns aber im Klaren sein, dass das Leben nicht auf einen Schlag begonnen hat, sondern in einem Prozess. Und an diesem Prozess waren Viren maßgeblich beteiligt.

Vielleicht nimmt, wenn man an die Anfänge zurückgeht, der Unterschied zwischen Viren und zellulären Organismen immer weiter ab. Das würde sich außerdem mit der Auffassung decken, dass in dieser Frühzeit des Lebens der laterale/horizontale Gentransfer eine mindestens ebenso große Rolle spielte wie der vertikale (Vererbung). Und der laterale Gentransfer kann durch Viren vermittelt werden.

WENIGER IST MANCHMAL MEHR



In einem Skelettszintigramm leuchten Bereiche mit einem erhöhten Knochenstoffwechsel (Pfeile).

Der Nuklearmedizin geht Technetium-99 aus, da produzierende Reaktoren abgeschaltet werden (»Rückschlag für die Diagnostik«, Forschung aktuell, Spektrum Juli 2017, S. 24).

Michael Lemb, Donnern: Der von Ihnen angesprochene Mangel an Technetium ist der Nuklearmedizin (wie von Ihnen erwähnt) aus den Jahren 2009 und 2010 wohlbekannt. Bereits damals musste man mit Technetium sparsam umgehen und ansonsten auf Zyklotronprodukte ausweichen. Die Kassenärztliche Bundesvereinigung gestattete in dieser Mangelperiode vorübergehend für die Skelettszintigrafie die Verwendung von Fluor-18 an PET-Geräten. Dies hatte eine bedeutende Verbesse-

rung der Bildqualität zur Folge. An einem Fluor-18-Skelettszintigramm aus unserer Praxis (Bild links) sieht auch der medizinische Laie sofort, dass diese Aufnahmen schärfer und kontrastreicher sind als Ihr Bildbeispiel.

Daneben bietet dieses Verfahren eine deutlich bessere Differenzialdiagnose. Es ist ja keinesfalls so, wie Sie schreiben, dass die Skelettszintigrafie zuverlässig und sicher ist. Vielmehr ist sie übersensitiv. Nicht alles, was »leuchtet«, stellt eine Metastase dar. Ein Weniger an Technetium würde also die Diagnostik verbessern.

ANDERE PLAUSIBLE DEUTUNGEN

Streng genommen zählen die Vögel zu den Dinosauriern, erläuterte der Paläontologe Stephen Brusatte (»Das Puzzle der Vogelevolution«, Spektrum September 2017, S. 30).

H. Ullrich, Riesa: Die heute reichlich vorhandenen Daten in Form von Fossilien lassen die hier erzählte Geschichte von Stephen Brusatte über den Ursprung der Vögel durchaus zu, wenn man unter anderem darauf verzichtet, zu erklären, welcher Mechanismus in der Natur in der Lage wäre, etwas wie das Fliegen zu erfinden.

Die Reduktion der Zehenstrahlen wie auch die Entstehung von Federn sind aktuell Gegenstand kontroverser Debatten. Die Daten lassen auch andere plausible Deutungen beziehungsweise Geschichten zu, darüber wird leider im obigen Artikel weitestgehend geschwiegen.

Spektrum
der Wissenschaft

Chefredakteur: Prof. Dr. phil. Dipl.-Phys. Carsten Könneker M.A. (v.i.S.d.P.)

Redaktionsleiter: Dr. Hartwig Hanser

Redaktion: Mike Beckers (stellv. Redaktionsleiter), Robert Gast, Dr. Klaus-Dieter Linsmeier (Koordinator Archäologie/Geschichte), Dr. Christoph Pöppe, Dr. Frank Schubert, Dr. Adelheid Stahnke, E-Mail: redaktion@spektrum.de

Freie Mitarbeit: Dr. Gerd Trageser

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: Barbara Kuhn

Assistenz des Chefredakteurs: Lena Baunacke

Verlag: Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH, Postfach 10 48 40, 69038 Heidelberg

Hausanschrift: Tiergartenstraße 15-17, 69121 Heidelberg, Tel. 06221 9126-600, Fax -751; Amtsgericht Mannheim, HRB 338114

Redaktionsanschrift: Postfach 10 48 40, 69038 Heidelberg, Tel. 06221 9126-711, Fax 06221 9126-729

Geschäftsleitung: Markus Bossle, Thomas Bleck

Herstellung: Natalie Schäfer

Marketing: Annette Baumbusch (Ltg.), Tel. 06221 9126-741,

E-Mail: service@spektrum.de

Einzelverkauf: Anke Walter (Ltg.), Tel. 06221 9126-744

Übersetzer: An diesem Heft wirkten mit: Dr. Claudia Hecker, Dr. Michael Springer, Dr. Sebastian Vogel.

Leser- und Bestellservice: Helga Emmerich, Sabine Häusser, Ute Park, Tel. 06221 9126-743, E-Mail: service@spektrum.de

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

Die Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH ist Kooperationspartner der Nationales Institut für Wissenschaftskommunikation gGmbH (NaWik).

Bezugspreise: Einzelheft € 8,50 (D/A/L) sFr. 14,-; im Abonnement € 89,- für 12 Hefte; für Studenten (gegen Studiennachweis) € 69,90. Abonnement Ausland: € 97,40, ermäßigt € 78,30. E-Paper € 60,- im Jahresabonnement (Vollpreis);

€ 48,- ermäßigter Preis auf Nachweis. Zahlung sofort nach Rechnungserhalt. Konto: Postbank Stuttgart, IBAN: DE52 6001 0070 0022 7067 08, BIC: PBNKDEFF

Die Mitglieder des Verbands Biologie, Biowissenschaften und Biomedizin in Deutschland (VBio) und von Mensa e. V. erhalten Spektrum der Wissenschaft zum Vorzugspreis.

Anzeigen: iq media marketing gmbh, Verlagsgruppe Handelsblatt GmbH, Gesamtbereichsleitung: Michael Zehntmaier, Tel. 040 3280-310, Fax 0211 887 97-8550; Anzeigenleitung: Anja Väterlein, Speersort 1, 20095 Hamburg, Tel. 040 3280-189

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. 38 vom 1.1. 2017.

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 ohne die Quellenangabe in der nachstehen-

den Form 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:

© 2017 (Autor), Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH, Heidelberg. 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. Auslassungen in Zitaten werden generell nicht kenntlich gemacht.

ISSN 0170-2971

SCIENTIFIC AMERICAN

1 New York Plaza, Suite 4500, New York, NY 10004-1562,
Editor in Chief: Mariette DiChristina,
President: Dean Sanderson,
Executive Vice President: Michael Florek



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