

NEUARTIGER WASSERSTOFFSPEICHER

Die »Chemischen Unterhaltungen« propagierten die Umwandlung von Ökostrom in Methan, um wetterbedingte Schwankungen bei seiner Erzeugung abzufedern. (»Elektrochemischer Speicher für grünen Strom«, *Spektrum* September 2018, S. 62)

Daniel Gembris, per E-Mail: In dem Artikel heißt es: »Allerdings ist Wasserstoff äußerst flüchtig. Das macht den Transport und die sichere Lagerung entsprechend aufwändig und erfordert spezielle Druckbehälter.« Inzwischen hat es in der Wasserstoff-Technologie einen wichtigen Fortschritt gegeben: Man hat herausgefunden, dass Wasserstoff in einem industriell bereits länger genutzten Öl gut löslich ist und sich auf die Weise sicher lagern und transportieren lässt. Vermarktet wird die Technologie von dem Unternehmen Hydrogenious. Die Energiedichte liegt mit etwa 2,3 Kilowattstunden pro Kilogramm mindestens um eine Größenordnung oberhalb der von Lithium-Ionen-Akkus.

MIKRO- STATT NANOMETER

Nach neuesten Fossilienfunden könnten primitive Einzeller schon vor über vier Milliarden Jahren existiert haben. (»Auf den Spuren der ältesten Fossilien«, *Spektrum* Oktober 2018, S. 46)

Julian Joppich, per E-Mail: Erst einmal vielen Dank für die guten, vielseitigen und interessanten Hefte, die Sie jeden Monat herausbringen! In dem Artikel haben sich allerdings zwei wortwörtlich kleine Fehler eingeschlichen. Ich konnte mir als Absolvent in einem Studiengang der Mikro-/Nanowissenschaften nicht so recht vorstellen, mit welchem Verfahren man farbige Bilder mit einer solchen Auflösung wie auf S. 49 machen kann und was das auf S. 50 wohl für eine Spitze ist, auf der die Probe fixiert ist. Dann habe ich mal in die Originalarbeiten geschaut – in *Spektrum* sind die Skalen jeweils mit Nanometer beschriftet, in den Originalen in Mikrometer angegeben. Das fand ich dann wieder sehr plausibel.

UNTERSCHIEDLICHES ÜBEREINSTIMMUNGSMASS

Die vermeintlich letzten Wildpferde sind in Wahrheit verwilderte Nachkommen von Hauspferden.

(»Die Ahnen der Przewalski-Pferde«, *Spektrum* November 2018, S. 36)

Peter Lemmen, per E-Mail: Im genannten Artikel findet sich der Satz: »Das Erbgut dieser Tiere stimmt im Schnitt nur zu 2,7 Prozent mit dem der Botai-Pferde überein.« Da



Przewalski-Pferde galten lange als letzte überlebende Wildpferde. Jetzt stellte sich heraus, dass sie wohl verwilderte Nachkommen der ersten Hauspferde sind.

andererseits das Erbgut des Menschen mit dem des Schimpansen zu über 99 Prozent übereinstimmt, muss hier wohl ein unterschiedliches »Übereinstimmungsmaß« verwandt worden sein. Könnte das bitte erklärt werden?

Antwort des Autors Roland Knauer:

Die Formulierung ist in der Tat missverständlich. Gemeint ist folgender Sachverhalt: »Das Erbgut der Pferde aus den letzten 4000 Jahren verrät, dass unter ihren Vorfahren nur 2,7 Prozent Botai-Pferde waren.« Wissenschaftlich exakter wäre die Formulierung, dass mit einer Wahrscheinlichkeit von 95 Prozent der Anteil der Botai-Pferde unter den Vorfahren zwischen 2,0 und 3,8 Prozent liegt.

NICHT ÜBERTRAGBAR AUF REALE WELT

Computerprogramme erreichen bei diversen Spielen innerhalb weniger Stunden Weltklasseniveau.

(»Spielend Lernen«, *Spektrum* November 2018, S. 72)

Marius Göcke, Hannover: Das Problem der Übertragbarkeit der Berechnungsergebnisse von künstlicher Intelligenz auf die reale Welt ist, dass diese wesentlich mehr Parameter hat, die es zu beachten gilt. Bei Spielen wie Schach oder Go gibt es nur relativ wenige Regeln, die klar definiert und alle bekannt sind. Das bietet beste Voraussetzungen zum Lernen. Die Algorithmen, die das spielend können, wird man auch in Zukunft nur schwer für naturwissenschaftliche oder medizinische Probleme einsetzen können, weil so viele Variablen (noch) unbekannt sind. Bei sozialen, gesellschaftlichen und linguistischen Themen ist menschliches Vorwissen sogar erforderlich, damit eine künstliche Intelligenz mit ihren Berechnungen überhaupt zu Ergebnissen kommen kann, die dann im Rückschluss wieder mit unserer Gesellschaft und unseren Wertvorstellungen kompatibel sind.

WIE DICK IST DAS ARKTISCHE EIS?

Die Meeresforscherin Jennifer A. Francis berichtete über den dramatischen Klimawandel in der Arktis. (»Auf dünnem Eis«, **Spektrum** Oktober 2018, S. 52)

Klaus Müller, Freinsheim: Im Beitrag wird die maximale Ausdehnung des arktischen Eises mit rund 15 Millionen Quadratkilometern angegeben. Unter der Annahme, dass diese im Winter erreicht wird, passt das angegebene Wintereisvolumen von etwa 15000 Kubikkilometer meines Erachtens nicht dazu, dann wäre das Eis nämlich im Durchschnitt nur einen Meter dick. Das kommt mir trotz des erschreckenden Klimawandels doch etwas dünn vor.

Antwort der Redaktion:

Die Meereisdicke gilt derzeit als einer der am schwierigsten zu messenden Parameter des arktischen Klimas, daher fehlen noch flächendeckende langjährige Datensätze hierzu. Die Schätzungen liegen im Bereich von Zentimetern bis zu wenigen Metern, so dass die Größenordnung zur Ausdehnung und zum Volumen des Wintermeereises passt.

INSPIRIERT ZU EIGENEN VERSUCHEN

Wie erreicht man, dass Spagetti beim Verbiegen nur in zwei Teile zerbrechen? (»Lösung eines legendären Spagetti-Rätsels«, **Spektrum** Oktober 2018, S. 10)

Björn und Marc Allef, per E-Mail: Der Artikel hat uns zu einer eigenen Versuchsreihe inspiriert. Zwei Probanden wurden auserkoren, die Spagetti einer Eigenmarke des örtlichen Handels zu brechen. Wir haben keine Kosten und Mühen gescheut und drei verschiedene Destruktionsverfahren analysiert. Bei einer statistischen Analyse der Ergebnisse entdeckten wir einen nicht zu vernachlässigenden Faktor: Der grundsätzliche experimentelle Aufbau der Berstversuche erwies sich als vergleichsweise irrelevant, wichtiger scheint die Dynamik des Versuchs zu sein.

Wir haben drei Verfahren untersucht: 1. Bersten durch Kippen der beiden in den Händen fest eingespannten Enden als Zwei-Gelenk-Stab mit zwei verkippenden festen Enden, 2. Bersten durch mechanische Überlastung der Spagettitange als Zwei-Gelenk-Stab mit zwei losen Enden, 3. Bersten durch Torsion wie bei den Ingenieuren um Ronald H. Heisser.

Das Ergebnis ist eindeutig: Hohe Dynamik sorgt fast immer für mehrere Bruchstücke. Allerdings ist bei jedem der drei Verfahren die Anzahl der Bruchstücke deutlich geringer, wenn die Belastungszeit der Spagetti kurz vor Erreichen der Bruchkraft etwas verlängert wurde. Bei allen drei Verfahren ließ sich die Anzahl der genau einmal brechenden Spagetti durch Verlangsamung des Vorgangs deutlich erhöhen.

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. Leserbriefe werden in unserer gedruckten und digitalen Heftausgabe veröffentlicht und können so möglicherweise auch anderweitig im Internet auffindbar werden.

KAUSALITÄT IST KOPFSACHE

Physiker streiten über die neue Deutung eines klassischen Experiments zur Realität in der Quantenphysik. (»Kein Ausweg aus der Unwirklichkeit«, **Spektrum** Dezember 2018, S. 12)

Rido Mann, per E-Mail: Wie wird die Welle bei der Messung im ersten der auf S. 15 beschriebenen Versuchsaufbauten zum Teilchen? Das Propagieren der Welle durch den gesamten Raum (Richtung Detektor D1 und Detektor D2) geschieht (unbeobachtet) mit allen möglichen Interferenzen nach der Vorstellung des Experimentators im Laborsystem. Die Energie der Welle kann entweder bei D1 oder bei D2 auftauchen, je nach Interferenzbild und auch nur an einem Ort, weil es nur einen Energiewert gibt, der als solcher erhalten sein muss. Die Verletzung des Kausalprinzips findet hier nur im Kopf des Betrachters statt, der das Koordinatensystem des Labors mit dem des Photons vermischt.

Das eigentlich Merkwürdige sind die Erhaltungssätze (Energieerhaltung, Impuls-, Spinerhaltung) und ihre tieferen Ursachen. Hierin liegt wohl der Grund der Nichtlokalität und Nichtkausalität in der Quantenmechanik. Da die Flugzeit des Photons im System des Photons gemäß der speziellen Relativitätstheorie null ist, befinden sich alle Objekte des Versuchsaufbaus bereits da, wo sie in kausaler zeitlicher Reihenfolge im Beobachtersystem erst aufgebaut werden (2. Strahlteiler, »verzögerte Entscheidung«). Das Photon muss sich gar nicht rückbesinnen um vom Teilchen zur Welle zu werden. Das liegt eben nur im Auge des Betrachters im Laborsystem.

VERRUTSCHTE ELEKTRONENPAARE

In ihrer Kolumne »Chemische Unterhaltungen« stellen Matthias Ducci und Marco Oettker eine verbreitete Klasse von Farbstoffen vor. (»Die bunte Welt der Azofarbstoffe«, **Spektrum** November 2018, S. 68)

Martin Behr, Mörlenbach: Der Artikel war mal wieder eine Freude, enthält aber einen kleinen Fehler: Auf S. 70 unten ist an zwei Stellen ein Elektronenpaar verrutscht, so dass zwei Kohlenstoffatome mit fünf Bindungen auftauchen.