

## STÜRZT DAS ELEKTRO-PHYSIOLOGISCHE WELTBILD?

**Nach Ansicht des Physikers Thomas Heimbürg leiten Nerven Signale nicht elektrisch, sondern durch Druckwellen weiter.** (»Das mechanische Gehirn«, *Spektrum* September 2018, S. 12)

**Horst J. Koch, Schneeberg:** Der Artikel erschüttert das bisherige electrophysiologische Weltbild, das sich seit den 1950er Jahren fest etabliert hat. Viele neuronale Phänomene lassen sich mit dem Fluid-Mosaik-Modell und den Ionenkanälen sehr gut erklären. Nicht zuletzt spielen in der Neurologie Kanalerkrankungen eine wichtige Rolle.

Ein interessanter Aspekt ist die Rolle der Druckwelle beim epileptischen Anfall. Wäre es denkbar, dass sich eine stehende Welle ausbildet?

Elektrische und mechanische Phänomene sind Grundlagen der neuronalen Aktivität und lassen sich aus biophysikalischer Sicht nicht wegdiskutieren. Potenzial, Druck oder Temperatur korrelieren wahrscheinlich, ohne dass wir den Zusammenhang bisher genau kennen. Es bleibt spannend, wie sich das »elektromechanische Modell« – in Analogie zu den elektromagnetischen Wellen – weiterentwickelt.

**Christian Nienhaus, Ulm:** Mit der Behauptung im letzten Absatz des Artikels, nur seine Hypothese der mechanischen Druckwellen als einzige Form der Reizweiterleitung bei einem Neuron sei richtig, ignoriert Thomas Heimbürg den Aufbau von Nervenzellen. Die Axone der meisten Nervenzellen sind von einer Myelinscheide (auch Markscheide genannt) umgeben, die den Nervenfortsatz unter anderem elektrisch isoliert. Bei manchen Krankheiten, zum

Beispiel multipler Sklerose, wird diese Isolations-schicht durch das eigene Immunsystem angegriffen und abgebaut. Die Ionenkanäle müssen also an der Ausbildung eines Aktionspotenzials beziehungsweise an der Signalweiterleitung zumindest beteiligt sein. Mit seiner Behauptung, das klassische Hodgkin-Huxley-Modell wäre falsch, weil die Biologen das Thema nur von ihrem Fachgebiet aus betrachten, argumentiert Heimbürg eben so, wie er es seinen Kollegen aus der Biologie vorwirft. Eine gemeinsame, also elektrische und mechanische Ursache scheint auf Grund der im Artikel aufgeführten Informationen doch wahrscheinlicher zu sein.

**Johannes Zauner, per E-Mail:** In der Einführung ist zu lesen, dass bei einer 5-Watt-Glühbirne 40 Milliampere fließen. 40 Milliampere bei einem 5-Watt-Verbraucher benötigen 125 Volt an Spannung. Hat sich Kopenhagen (der Ort der beschriebenen Handlung) aus dem europäischen Verbundnetz mit 240 Volt ausgekoppelt?

### Antwort der Redaktion:

Sie haben vollkommen richtig gerechnet. In dem Artikel ging unser Autor Douglas Fox vom US-amerikanischen Netz aus, das tatsächlich eine Spannung von 120 Volt bereitstellt. In Kopenhagen herrscht wie überall in Europa eine Netzspannung von etwa 230 Volt. Damit fließen 40 Milliampere durch eine 10-Watt-Glühbirne.

## KEINE IDEALE LÖSUNG

**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)

**Peter Notni, Jena:** Die im Beitrag beschriebene Aufrüstung des durch Elektrolyse gewonnenen Wasserstoffs zu Methan dient im Wesentlichen der besseren Handhabung der Gase. Das geht auf Kosten der geringeren Energieausbeute bei der Wiedergewinnung der eingesetzten Strommenge. Sehr missverständlich ist deshalb die dort gemachte Aussage »Im energetischen Vergleich der beiden Reaktionsprodukte des Power-to-Gas-Prozesses hat Methan gegenüber Wasserstoff die Nase vorn. Verbrennt man Methan zu CO<sub>2</sub>, wird etwa dreimal so viel Energie frei wie bei der Reaktion von Wasserstoff und Sauerstoff zu Wasser.« Dann hätten wir ja ein Perpetuum mobile. Der Satz stimmt vermutlich für gleiche Volumina der Gase, da CH<sub>4</sub> nur ein Viertel des Volumens des zur Herstellung verwendeten H<sub>2</sub> hat. Dann müsste es allerdings das Vierfache an Energie sein; das weist auf die Verluste bei der Umwandlung von H<sub>2</sub> zu CH<sub>4</sub> hin.

Leider steckt die unmittelbare Verwendung von H<sub>2</sub> zur Energiegewinnung noch an vielen Stellen in den Kinderschuhen. Die Umwandlung in Methan ist zusätzlich beson-



## 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](mailto:leserbriefe@spektrum.de). Oder kommentieren Sie im Internet auf [Spektrum.de](http://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.

ders unangenehm, da Methan eine vielfach höhere Klimawirkung hat als das der Luft entzogene  $\text{CO}_2$ , so dass schon bei kleineren Gasverlusten, zum Beispiel bei unvollständiger Verbrennung oder bei Lecks, das ganze Vorgehen nicht mehr klimaneutral ist.

**Walter Weiss, Kassel:** Ernten die Erneuerbaren Sonne und Wind mehr Strom, als gerade verlangt wird, so sind es tatsächlich nicht die derzeit für E-Autos zur Verfügung gestellten Akkus, die für die Speicherung des Überstroms ernsthaft in Frage kommen, denn diese Akkus haben keine gute Energieeffizienz und enthalten als wesentlichen Bestandteil seltene Erden, die bekanntlich nur in endlichen Mengen vorkommen und in Ländern gefördert werden, die regelrechte Sklavenarbeit einsetzen.

Das Verfahren Power-to-Gas eignet sich besser für die Speicherung des Überstroms, und das dabei gewonnene Methan lässt sich in die überall in Deutschland vorhandenen Gasleitungen einspeisen. Durch das »Power-to-Liquid« kann sogar flüssiger Betriebsstoff gewonnen werden. Dabei setzt man den aus der Elektrolyse von Wasser erhaltenen Wasserstoff mit Kohlendioxid aus der Luft zu Methanol um. Dieses ließe sich ohne Weiteres lagern – was ja bei gasförmigen Kraftstoffen auf Schwierigkeiten stößt.

## VON DER KOMPETENZ ZUR INKOMPETENZ

**Die Mathematikdidaktiker Ysette Weise und Rainer Kaenders äußerten Zweifel, ob die nach dem Pisa-Schock eingeführten Bildungsstandards sinnvoll sind.** (»Die Kompetenzfalle«, *Spektrum* September 2018, S. 80)

**Thorsten Imkamp, Bielefeld:** Die im Artikel dargestellte Problematik kann ich aus der Praxis zu 100 Prozent bestätigen. Zum einen wird die Mathematik durch teilweise unsinnige Kontexte vernebelt. Da ist von »Modellierungsaufgaben« die Rede, obwohl eine Modellfunktion vorgegeben wird, die häufig noch nicht einmal angemessen ist. Mit echter Modellierung, einem enorm komplexen Prozess, hat dies nicht das Geringste zu tun. Zum anderen

ersetzen Abituraufgaben Qualität durch Länge mit unnötig viel Text. Nur auf die »Kompetenz«, derartige Aufgaben zu lösen, wird häufig hingearbeitet.

**Rudolf Ahr, Weilheim:** Der zitierten Stellungnahme von Kristina Reiss (Projektleiterin der Pisa-Studie 2018) folgend, sollte das Abiturzeugnis dringend umbenannt werden von »Zeugnis der Allgemeinen Hochschulreife« in »Gymnasialer Kompetenznachweis«, damit in Zukunft niemand mehr auf die Idee kommt, das Abschlusszeugnis des Gymnasiums hätte etwas mit Studierfähigkeit zu tun.

**Helmut Zinner, Haar:** In einem Punkt möchte ich die Kritik am Mangel an Anwendungskontext und an Modellierungsdefizit etwas abschwächen: In zwei bayerischen Lehrbüchern finde ich Aufgaben des Typs: »Konstruieren Sie eine Auffahrtsrampe« (Länge und Höhe gegeben, sonst nichts) oder: »Ermitteln Sie die Trajektorie einer Kugel, die zwischen zwei sich schneidenden Ebenen rollt«. Meines Erachtens schon eine Herausforderung für 17- bis 18-Jährige. Auch in der Stochastik findet man zahlreiche Anwendungsaufgaben, zum Beispiel für medizinische Tests. Das Problem ist, dass die Schüler diese Aufgaben hassen und versuchen, einen großen Bogen darum zu machen – und offensichtlich von den Lehrern darin bestärkt werden.

**Gunter Heim, Aachen:** Der beschriebene Befund fehlender Grundkenntnisse und Konzepte ist noch nicht dramatisch genug formuliert. Ich arbeite in einer Lernwerkstatt (Nachhilfe) für Mathematik, Physik und Chemie. Zu unseren Kunden zählen Kinder ab der Klasse 1 bis zu Studenten in den unteren Semestern. Bei neuen Schülern stellen wir immer die folgende Frage: Was gibt 712 geteilt durch 4? In mehr als der Hälfte der Fälle bleibt die Aufgabe auch mit beliebig viel Zeit unlösbar. Das gilt für Viertklässler mit Matheproblemen genauso wie für Ingenieurstudenten im zweiten Semester mit guten Mathe-schulnoten. Eine typische Begründung ist, dass man 7 nicht durch 4 teilen könne, also sei auch 712 nicht durch 4 teilbar.

Vielleicht ist nicht das Konzept der Kompetenzorientierung so sehr das Übel. Nach unserer Erfahrung ließe sich viel erreichen, wenn der Stoffumfang (stark) reduziert wird, so dass Zeit für ein planvolles Training in Kombination mit echten Anwendungsaufgaben frei wird. Damit machen wir die besten Erfahrungen.

## ERRATUM

»Die Kompetenzfalle«, *Spektrum* September 2018, S. 80

In der Wiedergabe der Metaufgabe im Kasten »Distraktorisches Kontexte in Abituraufgaben« ist ein Schreibfehler. In der vierten Zeile muss es heißen » $U_1$  entlang der Geraden  $g_1$ ,  $U_2$  entlang der Geraden  $g_2$ « (nicht  $g_1$ ). Volker Bartheld hat uns auf diesen Fehler aufmerksam gemacht.