

Quantenradierer in Schulen

Quantenradierer selbst gemacht
Juli 2007

Es ist äußerst erfreulich, dass Spektrum der Wissenschaft interessante, motivierende Experimente vorstellt, die der interessierte Laie, aber auch der Lehrende an Schulen und Hochschulen selbst nachzubauen vermag und auf diese Weise anderen Menschen die Faszination der Naturgesetze näherbringen kann.

Im Fall des Quantenradierers möchte ich aber darauf hinweisen, dass ein solches Experiment mit Laserpointer und Polarisationsfolien seit 2002 im Buch von Küblbeck und Müller beim Aulis Verlag veröffentlicht ist.

Auf der Internetseite www.quantenphysik-schule.de findet sich seit dem Jahr 2003 eine detaillierte und bebilderte Bauanleitung, die gegenüber dem Vorschlag in Spektrum meines Erachtens einige Vorteile bietet: So wird an Stelle des Drahts ein richtiger Doppelpalt aus Rasierklingen verwendet und die Polarisationsfolien sind drehbar angebracht, sodass man jeden Winkel zwischen 0 und 90 Grad einstellen kann. Das Ganze wird auf der Hülle einer VHS-Kassette stabil montiert. Damit lässt sich ein Experiment modellhaft nachspielen, von dem Richard Feynman behauptet, dass es das ganze Geheimnis

der Quantenmechanik enthält. Sogar im Abitur von Baden-Württemberg war der Doppelpalt mit Polarisationsfolien dieses Jahr ein Thema. Man sieht also, wir in Deutschland sind durchaus auf der Höhe der Zeit, und das sogar in der Schule.

Wolf-Peter Hirlinger, Heidenheim

Fortschritt und Ansporn zu weiterer Erkenntnis

Die Pein der Verlegenheit, Mai 2007

Es lässt sich durchaus begründen, dass »wissenschaftliches Denken« mit der Erkenntnis von Verlegenheit (griechisch: Aporie) begann.

Die sokratische Methode der »Überführung« (Elenktik) von sicherer Gewissheit in eine peinliche Unwissenheit steht zumindest als hervorragendes Ereignis zu Beginn der Wissenschaften. Ihr Urheber Sokrates musste etwa im Jahr 399 v. Chr. diese unangenehme Gesprächstechnik vor Gericht verteidigen. Dies tat er mit dem Verweis auf einen göttlichen Auftrag, die Nichtwissenheit der Menschen in Verlegenheit erkennbar zu machen. Erst durch diese Verlegenheit gelingt es, weiteres Wissen zu erzeugen beziehungsweise zu »gebären« (Mäeutik).

Die Verlegenheit ist damit sowohl ein erster Fortschritt bei der Erkenntnis als auch der Ansporn zu weiterer Erkenntnis. Wenn man überlegt, wie Wissenschaft entsteht, dann scheint kein Weg an der Verlegenheit des Unwissens vorbeizugehen.

Oder, wie es Meister Kong alias Konfuzius in der gleichen Epoche formulierte: »Wenn du weißt, was du weißt, und du weißt, was du nicht weißt: Das ist Wissen!«

Prof. Dr. Karsten Löhr, Ulm

Turiner Grabtuch

Johannas falsche Knochen
Leserbriefe, August 2007

Bei der Radiokarbondatierung des Turiner Grabtuchs handelt es sich mitnichten um eine »Fehlmesung«, schon gar nicht verursacht durch Verunreinigungen. Selbstverständlich wurden die Stoffproben vor der Datierung gereinigt (*Nature*, Bd. 337, 1989, S. 612 f.). Ungereinigte Proben zu datieren wäre eine Stümperei, die sich ganz sicher nicht die Wissenschaftler dreier Datierungslabors (Oxford, Zürich, Tucson) gleichzeitig zuschulden hätten kommen lassen. Es dürfte wohl kaum ein Zufall sein, dass das Datierungsergebnis zeitlich mit dem ersten Auftauchen des Tuchs in Lirey um 1350 zusammenfällt.

Zum Abbild auf dem Tuch sei gesagt, dass es sich keinesfalls um einen »nicht erklärbaren ›Negativabdruck‹« handelt. Abgesehen davon, dass das Bild kein Negativ im fotografischen Sinn ist, wie häufig behauptet wird, ist es bereits rund zehn Jahre vor der Radiokarbondatierung als Gemälde identifiziert worden: Es besteht aus damals üblichen Eisenocker- und Zinnober-Farbpigmenten in einem Eiweiß-Bindemittel.

Mit dem Turiner Grabtuch verhält es sich also nicht anders als mit (vermutlich) allen Reliquien: Es handelt sich nachweislich um eine Fälschung, was jedoch Gläubige nicht daran hindert, ungeachtet der Fakten an der Echtheit festzuhalten.

Dr. Jürgen Clade, Würzburg

Programmiersprache bildet Fundament

Der Strichpunkt-Krieg
Essay, Juni 2007

Für die Zuverlässigkeit kritischer Software, beispielsweise für den sicheren Betrieb eines Passagierflugzeugs oder für die Steuerung eines Kernkraftwerks, bildet die bei der Konstruktion dieser Software verwendete Programmiersprache das entscheidende Fundament.

Eine solche Programmiersprache muss sowohl den Programmierer bestmöglich vor unbeabsichtigten eigenen Fehlern bewahren als auch die Qualitätssicherung wirkungsvoll unterstützen: Dabei geht es darum, verbleibende Fehler – das können auch böswillig verursachte sein – rasch und mit hoher Sicherheit zu erkennen sowie sicherzustellen, dass das Endprodukt exakt den Spezifikationen entspricht.

Derartige Anforderungen erfüllen gewiss nicht alle Programmiersprachen. Bei den meisten der von Herrn Hayes erwähnten Sprachen waren sie vermutlich



Schon mit einfachem Material können Sie ein Experiment ausführen, das das Geheimnis der Quantenmechanik enthält.

auch kein Designkriterium. Das waren sie aber explizit bei der Sprache Ada, die der Autor nur kurz und in eher unfreundlichem Kontext erwähnt.

Ada ist sicher nicht die einzige Programmiersprache, die für kritische Software geeignet ist. Mit entsprechender Programmierdisziplin, deren Einhaltung allerdings durch strenge Kontrolle sichergestellt werden muss, können auch etliche andere Programmiersprachen eingesetzt werden. Bei Ada wird diese erforderliche Programmierdisziplin aber bereits weitgehend durch die Sprache selbst erzwungen, Kontrolle ist insofern also nicht erforderlich. Naturgemäß ist daher Programmieren in Ada kein Freizeitvergnügen.

Roland Schmitt, Münster

Auch Eichelhäher sind nicht ohne

Intelligenztests für Kolkragen
Juli 2007

Die Beobachtung, dass Raben an Schnüren aufgehängte Fleischstücke heraufholen, indem sie sich mit einem Fuß auf die bereits eingeholte Leine stellen, lässt sich auch bei anderen Vögeln machen.

So habe ich im Winter in meinem Garten beobachtet, dass Eichelhäher (*Garrulus glandarius*), die auch zu den Corvidae gehören, Meisenknödel, die an Schnüren aufgehängt waren, auf die gleiche Weise erbeuten.

Dr. Harry Knitter, Kulmbach

Primärquellen sagen anderes

Wellness in der Antike, Juli 2007

Entgegen Herrn Kissel wurde die Gemeinde Kyme im Jahr 338 v. Chr. keinesfalls unter dem Namen Cumae zu einer römischen Kolonie, sondern lediglich eine *civitas sine suffragio*, sie besaß also passives römisches Bürgerrecht.

Im Jahr 178 v. Chr. gab es keinen Konsul mit dem Namen Gnaeus Cornelius, sondern die beiden Konsuln dieses Jahres trugen die Namen Marcus Iunius Brutus und Aulus Manlius Vulso. Einen Konsul Gnaeus Cornelius (ergänze Scipio Hispallus) gab es erst im Jahr 176. Dieser sucht das Bad aber nicht wegen seines Rheumas auf, sondern weil er nach einem Sturz eine Infektion auskurieren wollte. Ihm hat aber der Aufenthalt bei den Aquae Cumanae nicht viel geholfen, denn er ist anschließend in Cumae verstorben.

Xerxes war erst seit Herbst 486 Großkönig, da bis zu diesem Zeitpunkt sein Vater Dareios das Perserreich regierte. Die persische Flotte, die im Jahr 490 Griechenland angriff, fuhr quer über die Ägäis (Einnahme der Insel Delos) und zog sich im Herbst nach der Niederlage der Landungstruppen bei Marathon wieder auf diesem Weg nach Kleinasien zurück. Die Route entlang der Küste Nordgriechenlands, die die persische Flotte unter Mardonios im Jahr 492 genommen hatte, wobei sie im Sturm am Athos etwa 300 Schiffe verlor, wurde erst wie-

Briefe an die Redaktion ...

... sind willkommen! Tragen Sie Ihren Leserbrief direkt in das Online-Formular beim jeweiligen Artikel ein (klicken Sie unter www.spektrum.de auf »Aktuelles Heft« beziehungsweise »Hefetarchiv« und dann auf den Artikel).

Oder schreiben Sie mit Ihrer vollständigen Adresse an:

Spektrum der Wissenschaft
Frau Ursula Wessels
Postfach 10 48 40
69038 Heidelberg (Deutschland)
E-Mail: leserbriefe@spektrum.com

der im Jahr 480 genommen. Der inzwischen auch archäologisch nachgewiesene Kanalbau am Athos begann im Sommer 483 und war kurz vor dem Erscheinen der persischen Truppen in Nordgriechenland im Sommer 480 abgeschlossen. Die Ingenieure, die das Unternehmen leiteten, stammten übrigens aus Phönizien.

Prof. Peter Herz, Regensburg

Erratum

Sauber, aber nicht rein
Nachgehakt, Juli 2007

Es ist der Gehalt von Uran insgesamt, der in abbauwürdigen Erzen zwischen 0,1 und 20 Prozent liegt. Das Isotop Uran-235 hat daran nur einen Anteil von 0,7 Prozent. Die Red.

Spektrum

DER WISSENSCHAFT

Chefredakteur: Dr. habil. Reinhard Breuer (v.i.S.d.P.)
Stellvertretende Chefredakteure: Dr. Inge Hoefler (Sonderhefte), Dr. Gerhard Trageser
Redaktion: Thilo Körkel (Online Koordinator), Dr. Klaus-Dieter Linsmeier, Dr. Christoph Pöppe, Dr. Adelheid Stahnke;
E-Mail: redaktion@spektrum.com
Ständiger Mitarbeiter: Dr. Michael Springer
Schlussredaktion: Katharina Werle (Ltg.), Christina Peiberg (stv. Ltg.), Sigrid Spies
Bildredaktion: Alice Krüßmann (Ltg.), Anke Lingg, Gabriela Rabe
Art Direction: Karsten Kramarczyk
Layout: Sibylle Franz, Oliver Gabriel, Marc Grove, Anke Heinzelmann, Claus Schäfer, Natalie Schäfer
Redaktionsassistenten: Eva Kahlmann, Ursula Wessels;
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 Könneker, 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: Gerald Bosch, Dr. Peter John, Dr. Rainer Kayser, Thomas Mädlar, Claus-Peter Sesin, Dr. Sven Titz, Dr. Sebastian Vogel.

Leser- und Bestellservice: 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)
Anzeigen: GWP media-marketing, Verlagsgruppe Handelsblatt GmbH; Bereichsleitung Anzeigen: Harald Wahls; 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 61686-150, Fax 030 6159005; Hamburg: Matthias Meißner, Brandstwierte 1 / 6. OG, 20457 Hamburg, Tel. 040 30183-184, Fax 040 30183-283; Düsseldorf: Hans-Joachim Beier, Kasernenstraße 67, 40213 Düsseldorf, Tel. 0211 887-2053, Fax 0211 887-2099; Frankfurt: Axel Ude-Wagner, 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: Bernd Picker, Josephspitalstraße 15/IV, 80331 München, Tel. 089 545907-18, Fax 089 545907-24
Druckunterlagen an: GWP-Anzeigen, Vermerk: Spektrum der Wissenschaft, Kasernenstraße 67, 40213 Düsseldorf, Tel. 0211 887-2387, Fax 0211 887-2686
Anzeigenpreise: Gültig ist die Preisliste Nr. 28a vom 01.01.2007.

Gesamtherstellung: Vogel Druck- und Medienservice GmbH & Co. KG, 97204 Höchberg

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 der Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH unzulässig. Jegliche unautorisierte Nutzung des Werks berechtigt die Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH 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: © 2007 (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. Für unaufgefordert eingesandte Manuskripte und Bücher übernimmt die Redaktion keine Haftung; sie behält sich vor, Leserbriefe zu kürzen.
ISSN 0170-2971

SCIENTIFIC AMERICAN

415 Madison Avenue, New York, NY 10017-1111
Editor in Chief: John Rennie, Chairman: Brian Napack, Vice President and Managing Director, International: Dean Sanderson, Vice President: Frances Newburg, Circulation Director: Christian Dorbrandt, Vice President and Publisher: Bruce Brandon



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

