

Stimmt's?

Bekommt man Fieber, wenn man
Zahnpasta isst?
... fragt **RENÉ LINDENBERG** aus Erfurt

Es geht um einen alten Schülermythos: Wenn eine wichtige Klassenarbeit ansteht und man daran nicht teilnehmen will, soll man am Vorabend Zahnpasta essen – zuverlässig stellt sich dann Fieber ein, also ein objektiv messbarer medizinischer Grund, zu Hause zu bleiben. Wie viel Zahnpasta man essen soll, darüber schweigt sich der Mythos aus.

Was kann an krank machenden Stoffen in der Zahncreme drin sein? Es geht natürlich um das Fluorid, das in fast jeder Zahnpasta steckt und uns vor Karies schützen soll. Der Stoff ist umstritten, zuletzt machte vor drei Jahren die Legende von der schleichenden Vergiftung der Bevölkerung die Runde (siehe *Stimmt's?* Nr. 7114).

Damals verwies ich auf die Regel des Paracelsus, dass die Dosis das Gift macht. Zu viel Fluorid kann tatsächlich schädlich sein. Kurzfristig droht eine akute Fluoridvergiftung, langfristig die chronische Fluorose, die sich vor allem in weißen Flecken auf den Zähnen äußert, bei höheren Dosen können auch die Knochen brüchig werden.

Uns interessiert hier die akute Vergiftung mit Fluoriden. In der wissenschaftlichen Literatur kursiert eine »wahrscheinlich toxische Dosis« (*probably toxic dose*, PTD) von fünf Milligramm Fluorid pro Kilogramm Körpergewicht. Bei einem Gewicht von 70 Kilo sind das 350 Milligramm Fluorid, das entspricht etwa dem Fluoridgehalt in drei Zahnpastataben. Für kleine Kinder sind entsprechend geringere Mengen toxisch. Und Spezial-Fluoridzahngelee, das man nur einmal in der Woche anwendet, kann die zehnfache Konzentration enthalten – wenn ein Kleinkind daran genuckelt hat, sollte man zum Arzt gehen.

Wie äußert sich so eine Fluoridvergiftung? Die Symptome sind Übelkeit, Erbrechen, Durchfall, Magenkrämpfe, eventuell Atembeschwerden. Alles sehr unangenehm – aber von Fieber ist nicht die Rede. Ein Schüler, der sich quält und am Abend vor einer Klausur eine Tube Zahnpasta oder mehr verdrückt (ich weiß nicht, ob man das überhaupt schafft), erlebt unter Umständen eine sehr unangenehme Nacht. Am nächsten Morgen aber ist er höchstwahrscheinlich fieberfrei. Und muss mit Bauchschmerzen an der Prüfung teilnehmen. **CHRISTOPH DRÖSSER**

Die Adressen für »Stimmt's«-Fragen:
DIE ZEIT, Stimmt's?, 20079 Hamburg,
oder stimmts@zeit.de.
Das »Stimmt's«-Archiv: www.zeit.de/stimmts

www.zeit.de/audio

Mehr Wissen



So entdecken Sie sich neu – Ideen von Soziologen, Kreativitätsforschern und einem Motorradfreak

Das neue ZEIT Wissen: am Kiosk oder unter www.zeitabo.de

Sehr seltsame Dinge müssen die Testpersonen in einem abgedunkelten Budapester Labor tun. Sie setzen sich in eine mit weißem Tuch verhängte Kabine. Vor sich haben sie bunte und einige farblose Kristalle, beweglich montiert auf Metallscheiben. Dann beginnen die Probanden die Steine im Licht zu drehen, das von jenseits des Vorhangs kommt. Erstaunliches passiert. Farbeindruck und Helligkeit der Kristalle verändern sich, je nachdem, wie die Versuchspersonen die Objekte bewegen. Eine ihrer Aufgaben ist es, die Position, also den Winkel zum einfallenden Licht, so einzustellen, dass die Halbedelsteine möglichst dunkel wirken. Bei den farblosen Exemplaren ist die Aufgabe eine andere. Das Licht kann sie passieren und projiziert dahinter zwei umeinander tanzende kleine Lichtflecken: Jetzt versuchen die Testpersonen, diese Flecken entweder gleich hell einzustellen oder den maximalen Kontrast zu finden.

Vor tausend Jahren standen schon einmal Menschen vor ähnlichen Aufgaben – es waren wilde Wikinger in den stürmischen Fluten der Nordmeere. Das vermutet Gábor Horváth, Physik-Professor von der Budapester Eötvös-Universität. Aus diesem Grund lässt er seine Probanden nichts anderes tun, als die damalige Arbeit eines Steuermanns auf hoher See zu simulieren. Die Wikinger schafften es nämlich, trotz Dämmerung, Flaute und dichtem Nebel den Kurs über den Nordatlantik gen Grönland zu halten. Wie gelang ihnen das? Ein Magnetkompass war schließlich nicht an Bord. Die Antwort, glaubt Horváth, liegt in den Kristallen.

Mit etwas Übung, erzählt der Professor, brauchen seine Probanden fünf bis zehn Sekunden, um an den Kristallen die gewünschten Winkel zu ermitteln – so wie damals wohl die Nordmänner auf Reisen. Seit Jahren versucht der Wissenschaftler mit seinem Team in immer neuen Versuchen, die Legende der sogenannten Sonnensteine aufzuklären. Mit diesen Navigationshilfen soll es den Wikingern gelungen sein, bei bedecktem Himmel oder in der Dämmerung den Stand der Sonne zu ermitteln.

Bisher gibt es dafür nur Hinweise in alten isländischen Sagas. Der einzige archäologische Fund eines solchen Kristalls an Bord eines Schiffswracks stammt aus dem 16. Jahrhundert – als die gefürchteten Nordmänner bereits 500 Jahre lang Geschichte waren. »Das Problem mit der Legende ist: Wir haben keine Hinweise, dass die Wikinger überhaupt Instrumente zur Navigation benutzten«, sagt Morten Ravn, Kurator im Wikinger-Museum von Roskilde bei Kopenhagen. »Aber es ist faszinierend, dass jetzt Physiker nach geeigneten Kristallen suchen.«

Horváth ist überzeugt, dass die Sonnensteine funktionierten. Seine Kalkulationen ergeben, dass die Wikinger bei Sonnenschein ihren Kurs auf drei Grad genau bestimmen konnten. War der Himmel bedeckt, ermöglichten ihnen Kalkspat-Kristalle, mit einem maximalen Fehler von sechs Grad zu navigieren. Eine Studie dazu veröffentlichte er jüngst in der Fachzeitschrift *Open Science* der Royal Society. Die Experimente in der Stoffkabine liefern Horváth so etwas wie den Schlussstein seiner Theorie. Mit den verwendeten Kristallen – Turmalin,

Illustration: Mirok & Moricau für DIE ZEIT

Hart am Licht

Die Wikinger navigierten ohne Kompass über die Weltmeere.
Wie gelang ihnen das, wenn sie die Sonne nicht sahen?
Forscher haben einen Verdacht **VON CHRISTOPHER SCHRADER**



Für die Hörner am Helm gibt es keine Belege, wohl aber für die Sonnensteine – sie halfen bei Nebel

Cordierit und Kalkspat – lässt sich die Polarisation von Licht ermitteln. Und die Versuche sollten klären, wie gut Probanden damit zurechtkommen. Bei der Polarisation handelt es sich um eine Eigenschaft von Licht, die der Mensch im Gegensatz zu Farbe und Richtung nicht direkt wahrnimmt. Nur mit Hilfsmitteln wie den Kristallen bekommt er eine Ahnung davon. Manche Tiere jedoch, Insekten oder Vögel, haben ein Organ dafür und nutzen es, um sich zu orientieren. Honigbiene und Wüstennameise erkennen auf diese Weise ein Muster am Himmel und finden nach der Nahrungssuche zurück zum Nest.

Lichtwellen sind normalerweise ungeordnet. Werden sie jedoch an horizontalen Flächen wie Wasser reflektiert oder dringen am Himmel durch die Atmosphäre, werden sie polarisiert und schwingen fast nur noch in eine Richtung. Diese Eigenschaft war für die Wikinger besonders interessant. Die Ordnung im polarisierten Licht ist nämlich am stärksten, wenn man im rechten Winkel zur Sonne in den Himmel blickt. Die Schwingungsrichtung der Lichtwellen bildet dann einen 90-Grad-Winkel mit dem einfallenden Sonnenschein. Kann man also durch Wolkenlücken zumindest die Polarisationsrichtung des Lichts bestimmen, dann lässt sich daraus bei verhangenem Himmel ermitteln, wo in diesem Moment die Sonne steht.

Die Wikinger hatten sich wohl folgendes Phänomen zunutze gemacht: Fällt polarisiertes

Licht in einen Kristall, kann es je nach Ausrichtung mal besser, mal schlechter hindurchdringen. Deshalb ändert zum Beispiel Cordierit beim Drehen seine Farbe von Hellgelb zu Violett und dann zu Hellblau. Grüne Turmaline wiederum, die auch die Meisterschale der Fußballbundesliga zieren, werden je nach Stellung zum polarisierten Anteil des Lichts dunkelbraun. Der stets klare Kalkspat schließlich spaltet das einfallende polarisierte Licht auf und erzeugt zwei leicht gegeneinander verschobene Bilder. Wird dieser Kristall gedreht, verschieben sich die beiden Bilder und verdunkeln sich abwechselnd.

Horváth vermutet, dass ein Steuermann der Wikinger seinen Kristall erst vorbereiten musste. Vor der Abfahrt drehte er ihn bei klarem Wetter zum Beispiel in die Position, in der sich der Stein maximal verdunkelte, und markierte die aktuelle Richtung zur Sonne mit einem Kratzer. Dann überprüfte er zu verschiedenen Uhrzeiten, ob die Markierung stimmte.

Damit der Stein mit hoher Genauigkeit funktionierte (bei verhangenem Himmel nur um drei Grad schlechter als bei klarem), mussten die Seemänner einen Kalkspat-Kristall verwenden. Dieser Stein weist in der Natur allerdings meist interne Fehlstellen auf, die die Sicht erschweren. Mit einem Cordierit wäre die Navigation im Extremfall um sieben, mit einem Turmalin sogar um 14 Grad ungenauer geworden als bei klarem Wetter.

Die Präzision der Messung unter verschiedenen Bedingungen ermittelte Horváth, indem er das Licht einer Lampe durch einen Polarisationsfilter schickte, der das ungeordnete Licht sozusagen kämmte. Außerdem stellte er bis zu zwölf Mattglasscheiben auf. Deren raue Oberflächen störten die zuvor geschaffene Ordnung des Lichts. Passierte das Licht vier von ihnen, war nur noch die Hälfte der Polarisation vorhanden. Zwölf Scheiben reduzierten die Polarisation auf weniger als ein Zehntel. Damit stellte das Physikerteam den Effekt einer sich zuziehenden Wolkendecke oder von immer dichterem Nebel nach, die auch am Himmel als Dämpfer wirken.

Solange das Licht genug Ordnung besaß, lieferte Cordierit die besten Messresultate. Sank die Polarisation unter ein Viertel, sorgte eher Kalkspat für brauchbare Ergebnisse. Messungen unter dem Himmel von Budapest und während einer Eisbrecherfahrt durch die Nordpolarregion zeigten den Physikern außerdem, dass sogar bei kompletter Himmelsbedeckung gewisse Lücken in der Wolkenmasse zu finden sind, an denen die Polarisation des Lichts noch groß genug für die Navigation ist.

Die Budapester gehen nicht als Einzige der Legende von den Sonnensteinen nach. Guy Ropars von der französischen Universität Rennes testete anhand des einzigen Originalfunds, ob Kristalle sich als Navigationshilfe eigneten. Der Kalkspat stammt aus dem Wrack eines in den 1590er Jahren vor der Kanalinsel Alderney gesunkenen Schiffs. Der Klotz lag in unmittelbarer Nähe zu Navigationsinstrumenten wie einem Stechzirkel.

Ropars spekuliert darum, dass das Wissen um die Sonnensteine noch 500 Jahre nach den Wikingern erhalten war. Die englischen Schiffe der Tudor-Ära besaßen zwar einen Magnetkompass, aber Kanonen und andere Metallteile an Bord beeinträchtigten dessen Genauigkeit. »Ein Sonnenstein aus Kalkspat hätte es erlaubt, den Kompass gelegentlich zu überprüfen«, sagt Ropars.

Allein die Peilung zur Sonne ergibt allerdings weder eine exakte Himmelsrichtung noch einen Antekurs. Dazu nutzten die Wikinger nach Ansicht der Budapester zusätzlich eine Art Sonnenkompass, nach Auffassung der französischen Forscher hingegen die lokale Uhrzeit. Den Einwand, dass die Nordmänner keine Uhren besaßen, lässt Ropars nicht gelten. Noch heute könnten viele Menschen anhand ihrer inneren Uhr die Zeit gut schätzen.

Nicht ausgeschlossen also, dass die Nordmänner Verfahren kannten, um Kristalle zu nutzen. Vielleicht besaßen die Begabtesten unter ihnen ein extrem gutes Zeitgefühl – und die Fähigkeit, unter vorbeifliegenden Wolken auf dem offenen Deck eines rollenden, stampfenden und schlingenden Boots Punkte im Himmel zu fixieren. Unter solchen Bedingungen haben die Physiker die Sonnensteine noch nicht getestet. Horváth räumt ein: »Die Praktikabilität unserer Methode auf einem beengten Langschiff kann nur bewiesen werden, indem man sie an Bord von Nachbauten ausprobiert.«

Vermutlich wird er, auf der Suche nach Probanden, bald unter seinen Studenten herumfragen: Wer von euch wird nicht seekrank?

www.zeit.de/audio

ANZEIGE

KULTURTIPPS

Theaterspielpläne und Veranstaltungen
Sonnabend, den 16. 7. bis Freitag, den 22. 7. 2016

BADEN-WÜRTTEMBERG

BADEN-BADEN — Theater Baden-Baden — MARKTPLATZ: Sa, So, Do, Fr 20.00 Der Talsman, — TIK: Fr 19.30 Max wird reich, — Tel. 07221/932700

FRIEDRICHSHAFEN

29.7.-7.8. KULTURUFER FRIEDRICHSHAFEN

> 29.7. Igudesman & Joo / Axel Hacke > 30.7. Joris / Oum > 31.7. William Fitzsimmons / Alejandra Ribera / Pigeons on the Gate > 1.8. Cie. Myriam Naisy / Theater Triebgut > 2.8. Lars Reichow / Compagnie Bodecker & Neander > 3.8. N.N. Theater / Claire Huangci > 4.8. eVolution Dance Theater / Traumtheater Valentino > 5.8. Max Mutzko / Zélia Fonseca & Band > 6.8. Louane/ Norbert Schneider & Band > 7.8. Die A cappella Nacht / Alfred Dorfer / Unterbiberger Hofmusik u.v.a.m.

www.kulturufer.de Infos (07541) 203-3300

STUTTGART — Theater tri-bühne Fr 20.30 September, — KULTURSOMMER STUTTGART - OPEN AIR IM ALTEN SCHLOSS: Sa-Mo 20.00 Die Komödie der Irrungen, — Tel. 0711/2364610

BAYERN

AUGSBURG — Theater Augsburg — FREILICHTBÜHNE: Sa, So, Di-Fr 20.30 Cabaret, — Tel. 0821/324-4900 — www.theater-augsburg.de/cabaret

MÜNCHEN — Komödie im Bayerischen Hof Sa, Mo-Fr 20.00, So 18.00 Familie Malente, — Tel. 089/292810 — www.koemodie-muenchen.de

REGENSBURG — Theater Regensburg — BISMARCKPLATZ: Sa, Do 19.30 La Cenerentola, So, Mo, Fr 19.30 Der Prozess, Di 19.30 Bolero, Mi 19.30 Iphigenie - Triumph und Trauma, Fr 19.30 Die Känguru-Chroniken, — Tel. 0941/5072424

BERLIN

BERLIN — Schaubühne am Lehniner Platz — SAAL B: Sa 19.45, So 19.00 Bergen, — SAAL C: Sa 18.00 Dritte Generation, — STUDIO: Sa, So 19.30 Die Mutter, — Tel. 030/890023 — www.schaubuehne.de

BERLIN — Staatsoper im Schiller Theater, Bismarckstraße 110 — IM RAHMEN FESTIVAL INFEKTION!: Sa 19.30 LUCI MIE TRADITRICE, — WERKSTATT: Sa 21.00 ANS (AUTONOMES NERVENSYSTEM), — THEATERFRIEREN 17. JULI BIS 28. AUGUST 2016: — Tel. 030 20 35 45 55 — www.staatsoper-berlin.de

NORDRHEIN-WESTFALEN

BONN — Kontrakreis-Theater Sa 20.00, So 18.00 Laktosefrei Lachen, — Tel. 0228/632307/635517

DÜSSELDORF — Kom(m)ödchen Düsseldorf Christian Ehring: Keine weiteren Fragen, — Tel. 0211/329443

HAGEN — Theater Hagen — RICARDA-HUCH-GYMNASIUM: Sa 17.00 POTTIFICATION IN HAGEN I Weltenbaumhaus Yggdrasil Abschluss-Performance auf dem pottfiction-Camp-Gelände mit und um die pottfiction-Skulptur, Sa 21.00 POTTIFICATION IN HAGEN I U-Turn Abschlusskonzert auf dem pottfiction-Camp-Gelände, — Tel. 02331/2073218/19

KÖLN — Kölner Philharmonie Sa 15.00, Sa, Di-Fr 20.00, So 14.00 29. Kölner Sommerfestival: Ballet Revolución, — Tel. 0221/280280 — koelner-philharmonie.de

ÖSTERREICH

LINZ — Landestheater Linz — GROSSER SAAL MUSIKTHEATER VOLKSGARTEN: Sa, So 15.00, Sa, So, Di-Fr 19.30 Ich war noch niemals in New York, — Tel. 0043/732/761100

NIEDERSACHSEN

OLDENBURG

www.oldenburg-tourist.de

Überraschung.

Internationale Keramiktage Oldenburg
06./07. August 2016

3 ÜN ab 99,- € p.P.

OLDENBURG

Themen und Termine

ZEIT für Kultur

- Festspiele erscheint am 4. 8. 2016
- ZEIT MUSIK & THEATER erscheint am 22. 9. 2016

- ZEIT MUSEUM erscheint am 15. 9. 2016
- Musikspezial erscheint am 13. 10., 24. 11. 2016

DIE ZEIT

Kontakt für Anzeigenkunden
Olivia Horlitz

horlitz@zeitmediaconsult.de
033 203 / 888 911
033 203 / 888 912

WEITERE TERMINE FINDEN SIE UNTER www.zeit.de/kulturanzeigen