

PROF. KLEINSTEIN

Warum sehen wir beim Joggen scharf, während selbst ein Fotoapparat mit Bildstabilisator ein verwackeltes Bild abliefern?

B. ZINGG, PER E-MAIL

Das Auge ist ein Wunderwerk der Evolution. In manchen Bereichen ist es der modernen Technologie noch immer überlegen. Aber die Bildstabilisatoren in Kameras und Fotoapparaten leisten schon erstaunlich viel. Gerade wenn es darum geht, ein quirliges Kind abzulichten, greift Kleinstein gern auf diese Technologie zurück. In der Kamera werden Erschütterungen mit einem Sensor registriert und augenblicklich durch bewegliche Linsen oder einen beweglich gelagerten Sensorchip ausgeglichen. Aber bei zu starken Vibrationen wie beim Joggen ist der Fotoapparat noch überfordert.

Der Bildstabilisator des menschlichen Auges ist der sogenannte vestibulookuläre Reflex. Der besagt, dass es eine Verbindung gibt zwischen dem Gleichgewichtsorgan im Ohr und der Bewegung des Auges. Ohne dass man sich dessen bewusst wäre, wird jede Bewegung des Kopfes registriert und über den Gleichgewichtsnerv an gewisse Regionen im Hirnstamm weitergeleitet. Dort wird augenblicklich mithilfe von sechs Muskeln eine Gegenbewegung der Augen ausgelöst. Wird also der Kopf um zwei Grad nach rechts geneigt, rotieren die Augen sofort um zwei Grad nach links. Diese Ausgleichsbewegung der Augen ist Kleinstein auch unter dem Namen «Puppenkopf-Phänomen» geläufig.

Bei gewissen Erkrankungen versagt dieser Bildstabilisator. Wenn etwa beide Gleichgewichtsnerven defekt sind, fehlt das Signal an den Hirnstamm. Solche Patienten müssen anhalten oder gar den Kopf mit der Hand stützen, um scharf zu sehen. Bei jeder Bewegung des Kopfes bekommen sie Probleme. Auch bei Gesunden kommt der vestibulookuläre Reflex an seine Grenzen. Bewegt man den Kopf sehr rasch hin und her, ist dieser Text nicht zu lesen. Aber wenn man es nicht provoziert, lässt uns unser Bildstabilisator im Alltag eigentlich nie im Stich.

Fragen an Professor Dr. Kleinstein?  
SonntagsZeitung, Kleinstein, Postfach, 8021 Zürich  
oder kleinstein@sonntagszeitung.ch

GEWINNER

Monatsquiz Uhren vom 4. Juli

Knapp 3000 Leserinnen und Leser haben am letzten Sonntag versucht, die 18 kniffligen Fragen zum Thema Uhren zu beantworten. Wer den richtigen Lösungssatz fand, hatte die Chance, eine Armbanduhr Brasilia Mini Steel von Ebel im Wert von 3000 Franken zu gewinnen.

Die richtige Lösung lautet: **Zierde am Handgelenk**

Gewonnen hat die von Ebel offerierte Uhr:  
**Vreni Wolf, Fislisbach.**  
Herzliche Gratulation.

BÜCHER

Die Top Ten der Wissenschaftsbücher

- |   |  |
|---|--|
| 1 (1) <b>SCHAFFROTH/SCHNEIDER</b><br>Cool Down<br>Zytllogge, 36 Fr.                       | 6 (6) <b>CAROLINE TAGGART</b><br>Das habe ich doch mal gewusst!, Pendo, 26.90 Fr.        |
| 2 (2) <b>WERNER BARTENS</b><br>Körperglück<br>Droemer Knauer, 33.50 Fr.                   | 7 (9) <b>MANFRED LÜTZ</b><br>Irre – Wir behandeln die ...<br>Gütersloher, 31.90 Fr.      |
| 3 (3) <b>RICHARD DAVID PRECHT</b><br>Wer bin ich - und wenn ja ...<br>Goldmann, 27.50 Fr. | 8 (neu) <b>TONY JUDT</b><br>Das vergessene 20. Jahrhundert, Hanser, 47.90 Fr.            |
| 4 (neu) <b>CHARLES TAYLOR</b><br>Ein säkulares Zeitalter<br>Suhrkamp, 105 Fr.             | 9 (4) <b>METIN TOLAN</b><br>So werden wir Weltmeister<br>Piper, 28.90 Fr.                |
| 5 (5) <b>GÜNTER M. ZIEGLER</b><br>Darf ich Zahlen?<br>Piper, 33.90 Fr.                    | 10 (neu) <b>DAVID J. LINDEN</b><br>Das Gehirn – Ein Unfall der Natur, Rowohlt, 33.50 Fr. |

ERMITTELT DURCH WWW.BUCH.CH

# Ein Feuerwerk im Gleichtakt

Zehntausende Glühwürmchen blinken völlig synchron – für das Warum suchen Forscher nach einer einleuchtenden Erklärung



Strahlende Leuchtkäfer: Das mysteriöse Spektakel fasziniert die Wissenschaft

FOTO: GETTY IMAGES

VON NIK WALTER

Das Naturschauspiel, das sich jeden Sommer in Thailand und Malaysia abspielt, lässt selbst das grandiose Feuerwerk am Zürifäscht verblasen. Tausende, ja Zehntausende von Leuchtkäfermännchen schwirren entlang von Flussufern und in den dortigen Mangrovenwäldern durch die Nacht und blitzen dabei, wie von Geisterhand koordiniert, völlig synchron. Blink, blink, blink – immer im gleichen Takt.

Ein faszinierendes Spektakel, von dem schon vor Hunderten von Jahren die ersten westlichen Besucher angetan waren. «Ein unendlich grosser Schwarm glühender Würmchen fliegt in der Luft und veranstaltet eine derartige Show, als wenn jeder Zweig und jeder Baum eine Kerze wäre», schrieb der britische Seefahrer Sir Francis Drake 1577. Noch im 20. Jahrhundert hatten selbst Wissenschaftler Mühe, das Gesehene richtig einzuordnen. «Das widerspricht sicherlich den Naturgesetzen», schrieb ein Leser 1917 der Zeitschrift «Science». Das Phänomen werde vielmehr durch das eigene Augenzucken verursacht.

Damit lag der Leser natürlich falsch. Das rhythmisch-synchrone Blitzen der asiatischen Glühwürmchen ist real, aber nach wie vor auch mysteriös. Zwar weiss man heute, wie das synchrone Leuchten entsteht; die Frage nach dem Warum – also: weshalb die Männchen alle gleichzeitig blinken – ist aber erst in Ansätzen verstanden.

Lange hat man geglaubt, die südostasiatischen Glühwürmchen der Art *Pteroptyx malaccæ* seien die einzigen der rund 2000 Leuchtkäferspezies, die im Gleichtakt blinken. Dann entdeckte die US-Naturforscherin Lynn Faust vor 20 Jahren eine Glühwürmchenpopulation im Great Smoky Mountains National Park im US-Bundesstaat Tennessee, die das

Gleiche tut: Männchen der Art *Photinus carolinus* leuchten ebenfalls unisono. Und zwar erst noch in einem komplexeren Muster als ihre asiatischen Kollegen. Letztere blinken schön regelmässig; die amerikanischen Glühwürmchen hingegen blitzen sechsmal schnell in drei Sekunden und bleiben dann sechs Sekunden dunkel.

Für das synchrone Verhalten braucht es drei Regeln

Lynn Faust informierte zwei Forscher über ihren spektakulären Fund: den Mathematiker und Experten für Synchronizität Steven Strogatz von der Cornell University und den Biologen Jonathan Copeland von der Georgia Southern University in Statesboro. Strogatz hat seither eine Erklärung dafür gefunden, wie das synchrone Leuchten entsteht (siehe Fussnote), und Copeland hat zumindest ansatzweise die Warum-Frage beantwortet, wie er diese Woche in «Science» berichtete.

Demnach hat das gleichzeitige Blitzen der Männchen vor allem einen Zweck: Die wartenden

Weibchen können sie so besser erkennen, weil das synchrone Blitzen die Männchen von störenden Lichtquellen unterscheidet. Dies zumindest folgern Copeland und Andrew Moiseff von der University of Connecticut aufgrund eines Laborexperiments. Dazu platzierten sie Photinus-Weibchen in eine Petrischale, die von blinkenden LED-Lämpchen umgeben war. Je synchroner die Lämpchen blitzten, desto stärker reagierte das Weibchen mit eigenem Leuchten.

Richtig befriedigend ist Moiseffs und Copelands Antwort auf die Warum-Frage allerdings nicht. So hat es in den Great Smoky Mountains ausser den Sternen kaum ernsthaftige Störlichtquellen. Zudem scheint auch die Männchenperspektive bezüglich des Warum interessanter: Wie profitiert ein einzelnes Männchen davon, sich in der Gruppe aufzugeben? Eine Hypothese lautet: Wenn Weibchen auf das erste blinkende Männchen reagieren, dann ist es für die anderen Männchen von Vorteil, möglichst

schnell in das Leuchtkonzert einzustimmen (weil so der Vorteil des zuerst blinkenden Männchens zunichte gemacht wird).

Leichter ist die Frage nach dem Wie zu beantworten. Laut Steven Strogatz braucht es für das synchrone Verhalten keine besondere Intelligenz, sondern nur drei Regeln. Falls alle Individuen einer Gruppe diese befolgen, entwickelt sich Synchronizität automatisch. Regel 1: Jedes Glühwürmchen hat einen internen Taktgeber. Regel 2: Die Glühwürmchen spüren, wenn der unmittelbare Nachbar blitzt. Regel 3: Sie tendieren dazu, ihren Leuchtzyklus zu beschleunigen, sodass sie selber blitzen, bevor der Nachbar blitzt.

Ähnliche Beispiele finden sich in Fisch- und Vogelschwärmen

Glühwürmchen sind aber nicht die einzigen Organismen oder natürlichen Systeme, die synchrones Verhalten zeigen. Überall in der Natur finden sich Beispiele dafür: Die Bewegungen in einem Fisch- oder Vogelschwarm etwa, das absolut synchrone Zusammensetzen der rund 10000 Schrittmacherzellen im Sinusknoten des Herzens oder auch die Synchronisation der Menstruationszyklen von Frauen, die zusammenleben. Bei all diesen Beispielen sind laut Strogatz ähnliche Regeln am Werk wie bei den synchron blitzenden Glühwürmchen.

Letztere bilden derzeit nur eine verschwindende Minderheit im Reich der Leuchtkäfer. Bei vielen Arten scheren sich die leuchtenden oder blinkenden Männchen keinen Deut darum, ob der Nachbar gerade blitzt oder strahlt – vielleicht, weil sie das Leuchten gar nicht wahrnehmen. Und bei anderen Spezies (siehe Kasten), leuchten nur die Weibchen. Und die können oft gar nicht fliegen.

Steven Strogatz: «Sync» (engl.), Theia, 2004, ca. 32.50 Franken (deutsche Übersetzung vergriffen)

Juni und Juli ist Glühwürmchen-Zeit

In der Schweiz leben nur vier von rund 2000 Leuchtkäferarten.

Am häufigsten ist laut Stefan Ineichen, Präsident des «Glühwürmchen-Projekts» (www.gluehwuermchen.ch), der Grosse Leuchtkäfer (*Lampyris noctiluca*). Das flügellose Weibchen dieser Art sitzt auf einem Grashalm und streckt das grünlich schimmernde Hinterteil in die Höhe. Männchen leuchten nicht. Das Verhalten der hiesigen Glühwürmchen birgt noch viele Rätsel. So erzählt Ineichen von einer Waldlichtung in Zürich, wo an einem Sommerabend Hunderte von Männchen herumschwirren können, obwohl kaum ein Weibchen irgendwo

leuchtet. Warum dem so ist, weiss auch der Biologe (noch) nicht. Die beste Zeit, Glühwürmchen zu beobachten, sind die Monate Juni und Juli. Man findet die ein bis zwei Zentimeter grossen Tiere in Waldlichtungen, feuchten Wiesen, an Böschungen oder in naturnahen Gärten – vorausgesetzt, dass kein störendes Kunstlicht die Insekten vertreibt. Die Larven der Leuchtkäfer leben am oder im Boden und ernähren sich von Schnecken. Zur biologischen Schneckenbekämpfung eignen sie sich laut Ineichen aber trotzdem nicht, weil ihr Lebenszyklus zu langsam ist.