Winternachtschwalbe

Fettschwanzmaki

J. GIUSTINA / WILDLIFE (L.); M. DELPHO / PICTURE PRESS (R.)

BRIAN E. SMALL

Siebenschläfer in einem Blätternest

Tiere mit der Fähigkeit zum Winterschlaf: *Fast bis ins Absurde hat die Natur die Grenze zwischen Leben und Tod hinausgeschoben*

TIERE

Leben auf kleinster Flamme

Biologen zeichnen ein neues Bild des Winterschlafs. Nicht nur Säuger, auch Vögel nutzen den Energiespartrick. Besitzt sogar der Mensch noch die Fähigkeit zum Stand-by-Modus?

Die Hopi-Indianer nennen es Hölchoko: „den Schlafenden“. Bis zu 25 Tage am Stück verbirgt sich das kaum 50 Gramm schwere Tier im Winter in Felsnischen oder unter Kakteen. In eisigen Wüstennächten kann seine Körpertemperatur auf unter 5 Grad sinken. Normalerweise liegt sie bei knapp 40 Grad Celsius.

Erst wenn die Sonnenstrahlen im Frühling genug Wärme liefern und die Insekten herumschwirren, erhebt sich „Phalaenopitlus nuttallii“, die Winternachtschwalbe, wieder in die Lüfte. Der winzige Vogel, in den Wüsten Kaliforniens und Arizonas beheimatet, ist ein Spezialist für das Leben auf kleinster Flamme. Winterschlaf heißt das Phänomen – und lange galt es als Domäne von Murmeltier, Bär und Siebenschläfer, die rund die Hälfte des Jahres verschlafen.

Neue Beobachtungen jedoch belegen: Nicht nur Säugetiere, auch Vögel können ihre Lebensgeister auf ein Minimum drosseln. Neben der Winternachtschwalbe fallen auch Vögel wie der Europäische Ziegenmelker, der Mauersegler oder der in Australien beheimatete Eulenschwalm immer wieder in einen – mitunter auch nur Stunden andauernden – Stand-by-Modus.

Und noch einige weitere althergebrachte Vorstellungen über den vermeintlichen Kälteschlaf mussten die Biologen in jüngster Zeit revidieren: „Was wir bisher Winterschlaf oder Winterstarre nannten, scheint eine ganz generelle Reaktion vieler Tiere auf Notlagen zu sein“, sagt Walter Arnold vom Forschungsinstitut für Wildtierkunde und Ökologie an der Universität Wien. Gerhard Heldmaier, Physiologe an der Universität Marburg, bestätigt: „Winterschlaf ist viel weiter verbreitet als bislang angenommen und keineswegs auf den Winter oder auf Säugetiere beschränkt.“

Nicht Kälte, sondern Nahrungsknappheit oder Wassermangel bedingten zumeist die Flucht in den Energiesparmodus.

Tropische Blütenfledermäuse und Kolibris etwa erstarren bei Mangel an nektarhaltigen Blüten. Halbaffen auf Madagaskar wiederum verschlafen die Trockenzeit, Kalifornische Erdhörnchen den glühenden Sommer.

Und sogar Rehe, Hirsche und die urwüchsigen Przewalski-Pferde können ihren Stoffwechsel auf Sparflamme schalten. Walter Arnold hat all diese Tiere mit implantierten Sensoren untersucht. Auf 15 Grad kann die Temperatur in den Flanken von Hirschen fallen. In den Extremitäten maßen die Forscher gar nur 3 Grad. „Unsere Beine würden sofort erfrieren“, sagt Arnold. Den Tieren jedoch nützt die Unterversorgung: „Ihr Energieverbrauch sinkt dramatisch.“

„Die Fähigkeit, den Stoffwechsel herunterzufahren, ist unter Wirbeltieren so weitverbreitet, dass wir es wahrscheinlich mit einem stammesgeschichtlich sehr alten Mechanismus zu tun haben“, konstatiert Heldmaier. Fritz Geiser von der University of New England im australischen Armidale geht noch weiter. Er glaubt, dass selbst ein zentrales Dogma der Biologie bald fallen könnte: „Es ist durchaus möglich, dass eine konstante Körpertemperatur bei Säugetieren und Vögeln viel seltener ist als bislang angenommen.“

Faszinierendes haben Forscher über die eisigen Rekorde der Langschläfer zusammengetragen. In Heldmaiers Labor in Marburg etwa dämmern Dsungarische Zwerghamster aus Südsibirien in der sogenannten Tagesschlaflethargie, einen nur Stunden währenden Starrezustand. Nebenan kuscheln sich Murmeltiere im kalten Klimaraum zusammen. Auf acht Grad ist ihr Körper abgekühlt. Nur noch zwei- bis dreimal pro Minute schlägt ihr Herz. Kaum mehr Energie als eine Leuchtdiode verbraucht das Fünkchen Leben in jedem dieser Langschläfer.

Braunbär

Kolibri

AGE FOTOSTOCK / MAURITIUS IMAGES

Hirsch

ALLSTAR / CINETEXT (L.); GETTY IMAGES (R.)

Stilllegung lautet das Geheimnis des Energiesparmodus. „Der Stoffwechsel wird zu großen Teilen abgeschaltet“, sagt Heldmaier. Bis zu 98 Prozent Energie könnten kleine Tiere durch ein solches Verhalten einsparen. Gensequenzen werden in den Zellkernen nicht mehr abgelesen, Proteine nicht mehr synthetisiert, ganze Reaktionsketten gleichsam eingefroren.

Auch das Immunsystem stellt weitgehend die Arbeit ein. Besonders radikal ist die Veränderung im Gehirn – im Wachzustand der Energiefresser schlechthin.

„Auf dem EEG ist keine Hirnaktivität mehr sichtbar“, sagt Heldmaier – ein Zustand, der beim Menschen den Hirntod definiert. Bis zu 90 Prozent des Blutflusses versiegen im Gehirn der eiskalten Schläfer. Allein einige überlebenswichtige Bereiche des Hirnstamms bleiben aktiv.

Fast bis ins Absurde hat die Natur die Grenze zwischen Leben und Tod hinausgeschoben. Der Extremist unter den Winterschläfern ist das Arktische Erdhörnchen. Wenn sich im Norden Alaskas der Winter ankündigt, rollt es sich unter der Erde zusammen und erstarrt. Auf bis zu minus 18 Grad Celsius fällt die Bodentemperatur. Doch das Tier widersteht. Bei 2 Grad Minus stabilisiert es seine Körpertemperatur – ohne dass sein Blut gefriert.

„Supercooling“ nennt der Biologe Brian Barnes von der University of Alaska Fairbanks diese Fähigkeit. Die Körperflüssigkeit werde in einem „metastabilen Zustand“ gehalten. Scharfkantige Eiskristalle, die das Gewebe zerstören könnten, bildeten sich auf wundersame Weise nicht. Doch wehe, das filigrane Gleichgewicht wird gestört: Schon die Berührung eines Zehs reiche aus, um das Hörnchen schockzufrieren, berichtet Barnes.

Alle 10 bis 21 Tage erwacht das kaltblütige Tier aus seiner Nahtod-Erfahrung. Der Körper wärmt sich auf. Für Stunden unterbricht das Arktische Erdhörnchen den Tod auf Zeit.

Bei fast allen Winterschläfern kommen diese Aufwachphasen vor. 90 Prozent der angefutterten Energiereserven werden dabei verbraucht. Die Forscher rätseln noch, was der periodische Kaltstart soll. Ist eine Pinkelpause notwendig? Muss das Immunsystem den Körper ausputzen?

In den Hirnzellen der Winterschläfer fanden Forscher Veränderungen wie bei Alzheimer-Kranken.

Wahrscheinlicher erscheint mittlerweile eine andere Theorie: Die Tiere wachen auf, um Hirnschäden zu vermeiden. Die Wiener Zoologin Eva Millesi brachte Zieseln bei, ein Labyrinth zu durchlaufen und sich per Hebel selbst mit Leckereien zu versorgen. Die eine Hälfte der gelehrigen Hörnchen schickte die Forscherin anschließend in die Klimakammer zum monatelangen Winterschlaf. Die andere Hälfte blieb wach.

Das verblüffende Ergebnis: Die Winterschlaf-Fraktion war nach dem Aufwachen den Aufgaben nicht mehr gewachsen. Die wach gebliebenen Ziesel dagegen erledigten sie spielend.

„Das Gehirn für lange Zeit abzukühlen ist offenbar mit dem Risiko von Ausfällen verbunden“, kommentiert Heldmaier, „deshalb muss es periodisch wieder aufgewärmt werden.“

Eine Studie der Biologin Kathrin Dausmann aus Heldmaiers Arbeitsgruppe bestätigt diese Vermutung. Dausmann, inzwischen an der Universität Hamburg, untersuchte Fettschwanzmakis auf Madagaskar. In der Trockenzeit von April bis Oktober verschwinden die possierlichen Halbaffen von der Bildfläche. Dausmanns Befund: Die Tiere halten Winterschlaf – und das bei Tagestemperaturen von über 30 Grad. Und siehe da: Einige von ihnen verzichteten sogar auf die sonst üblichen Aufwachphasen – weil es warm genug ist für die dahindämmernden Gehirne.

„Die Körpertemperatur der schlafenden Tiere schwankt mit der Lufttemperatur in ihrem Winterquartier“, sagt Dausmann. „Wird ihr Körper alle paar Tage auf über 35 Grad erwärmt, wachen sie nicht auf.“ Gerade hohe Temperaturen seien es also, die den Fettschwanzmaki durchschlafen ließen.

Dausmann will nun weitere Makis auf Madagaskar untersuchen. Denn noch etwas anderes elektrisiert die Forscher: Die Halbaffen gehören zu den Primaten, jener Gruppe von Säugetieren, zu denen auch der Mensch zählt. „Keinen ersichtlichen Grund“ sieht daher der Zoologe Arnold, warum nicht auch im Erbgut des Menschen der jahreszeitliche Drang zur Schläfrigkeit angelegt sein sollte.

„Wir wissen, dass kleine Kinder extreme Kälteschocks eher überleben können als

Erwachsene“, sagt Arnold, „bei jungen Menschen scheint diese Fähigkeit also noch besser ausgeprägt zu sein.“

Und noch andere frappierende Parallelen zeigen sich zwischen Mensch und Winterschläfer. Thomas Arendt vom Paul-Flechsig-Institut für Hirnforschung in Leipzig untersuchte die Gehirne winterschlafender Erdhörnchen. Das erstaunliche Ergebnis: „Wir konnten in den Hirnzellen der Tiere ähnlich veränderte Proteine nachweisen, wie sie sich im Gehirn von Alzheimer-Kranken finden“, sagt Arendt. Auch Nervenendungen degenerierten bei den Dauerschläfern auf vergleichbare Weise.

Warum das Gehirn von Winterschläfern nach dem Aufwachen dennoch einwandfrei funktioniert, Alzheimer-Kranke dagegen unaufhaltsam hinwegdämmern, ist eine der Fragen, denen Arendt künftig nachgehen will. Die Studien sollen auch helfen, neue Therapien gegen das Demenzleiden zu finden.

Ohnehin haben die Energiespartricks der Winterschläfer die Wissenschaftler zu spektakulären Visionen inspiriert: So hof-

RONALD WITTEK / ACTION PRESS

Murmeltiere
Energieverbrauch von Leuchtdioden

fen sie, die Lagerungsdauer menschlicher Spenderorgane drastisch verlängern zu können. Künftig könnten gar Astronauten die Reise zu fernen Welten im Winterschlaf meistern. „Nasa und Esa haben vor einiger Zeit bereits ein entsprechendes Forschungsprogramm aufgelegt“, berichtet Heldmaier.

Allerdings warnt der Zoologe vor überzogenen Erwartungen: „Noch ist das alles Grundlagenforschung.“ Ohne genaueste Kenntnis der Mechanismen sei die Technik ohnehin nutzlos: „Für einen Marsflug wäre Gedächtnisverlust natürlich nicht akzeptabel.“

PHILIP BETHGE

PSYCHOLOGIE

„Champagner der Gefühle“

Die US-Psychiaterin Kay Jamison über Menschen mit chronisch guter Laune und ihr Leben als manisch-depressive Professorin

Jamison, 59, lehrt als Professorin für Psychiatrie an der Johns Hopkins University in Baltimore, Maryland, und gilt als Autorität auf dem Gebiet der manischen Depression. Für Aufsehen sorgte sie mit ihrem Bekenntnis, selbst unter krankhaften Stimmungsumschwüngen zu leiden. In ihrem jüngsten Buch beschäftigt sie sich mit Menschen, die auffällig überschwänglich sind.

SPIEGEL: Bislang ging es in Ihrer Arbeit um Selbstmord, Depression und Manie. Nun legen Sie ein Buch über Menschen mit permanent guter Laune vor – um sich selbst aufzuheitern?*

Jamison: Nein, das Phänomen hat viel mit meiner täglichen Arbeit in der Klinik zu tun. Wenn ein Patient auffällig überschwänglich wirkt, ist das oft ein erstes Anzeichen für eine manische Phase. Bei der Recherche merkte ich, dass ich mich auf Neuland begebe: Über Manie ist sehr viel geforscht worden – über Enthusiasmus fast gar nicht.

SPIEGEL: Es gibt doch auch Menschen, die einfach gut drauf sind, ohne dass dies gleich pathologisch sein muss.

Jamison: Ja, um die geht es mir großenteils in dem Buch. Diese Enthusiasten sind unglaublich neugierig, zukunftsorientiert, konzentriert, kreativ und reißen ihre Umgebung mit. Enthusiasmus ist ohnehin ein wunderbares Wort, es leitet sich aus dem Griechischen ab: „En theos“ – der innere Gott.

SPIEGEL: Geben Sie uns doch mal ein Beispiel für eine enthusiastische Persönlichkeit.

Jamison: Der ehemalige US-Präsident Bill Clinton zum Beispiel ist absolut hinreißend. Sobald der einen Raum betritt, sind die Leute bezaubert von ihm – sogar als er einmal frisch entlassen aus dem Krankenhaus kam. Er ist unglaublich neugierig. Manchmal, wenn er unbedingt etwas wissen will, ruft er Leute mitten in der Nacht an. Ein ähnlicher Typ ist auch der Virologe Carleton Gajdusek, der für seine Erforschung der Gehirnkrankheit Kuru den Nobelpreis bekommen hat. Er ist legendär für seine endlos langen, sehr witzigen Monologe. Ich versuchte einmal nach einem Dinner aufzuschreiben, worüber er alles geredet hat: Immunologie, das FBI, Rattengift, Plato, Schizophrenie. Irgendwann habe ich es aufgegeben. Als er den Nobelpreis bekam, brachte er die gesamte Zeremonie durcheinander, weil seine Rede statt 45 Minuten zwei Stunden dauerte. Aber alle waren begeistert – sogar die Veranstalter.

SPIEGEL: In Ihrem Buch stehen auffällig viele Interviews mit Wissenschaftlern – neigen die eher zu Enthusiasmus?

Jamison: Das glaube ich nicht, ich denke, dass in jeder Bevölkerungsgruppe so etwa acht bis zehn Prozent stark enthusiastisch sind. Aber ich muss zugeben, dass mich diese Berufsgruppe reizte, weil Wissenschaftler oft in der Öffentlichkeit als emotionslos, kalt und langweilig dargestellt werden. Dabei sind viele von ihnen sehr unterhaltsam.

SPIEGEL: Wer ist Ihr persönlicher Favorit unter den Enthusiasten?

Jamison: Das extreme Beispiel dürfte der US-Präsident Theodore Roosevelt gewesen sein. Er liebte das Leben, er liebte die Natur, er liebte die Arbeit – und er liebte sogar den Krieg. Er fand einfach alles toll,

PABLO MARTINEZ MONSIVAIS / AP

US-Präsident Clinton (1999): *„Unglaublich neugierig“*

* Kay Redfield Jamison: „Exuberance: The Passion for Life“. Alfred A. Knopf, New York; 2004; 416 Seiten; circa 20,50 Euro.