

Schlafforschung

Sie tun es in ihren Betten, in Büros, Konzerten, Kirchen und in Sitzungen

Von Mikroträumen bis zu einhemisphärischen Denkpausen: Die Auszeit gilt inzwischen als ein Muss, doch wozu sie da ist, bleibt rätselhaft

Mäuse tun es und Menschen auch. Vögel und Delfine scheinen nicht ohne auszukommen: Alle schlafen. Die Schlafforschung beschäftigt sich längst mit der grundlegenden Frage, wie wichtig diese Nachtübung eigentlich ist und welchen Nutzen sie hat. Nun bleibt die Funktion des Schlafens zwar nach wie vor im Dunkeln, aber eine Metaanalyse zeigt jetzt zumindest, dass Schlaf offenbar unentbehrlich ist.

Die beiden Schlafforscher Chiara Cirelli und Giulio Tononi von der University of Wisconsin in Madison haben die sogenannte Nullhypothese auf den Prüfstand gestellt. Sie geht davon aus, dass Schlaf zwar nützlich, aber nicht notwendig ist. Für diese Hypothese spricht, dass bis jetzt noch keine Kernfunktion des Schlafes gefunden wurde und dass verschiedene Tierarten unterschiedlich viel Schlaf brauchen. Schon unter Säugetieren variieren die Schlafzeiten extrem. Fledermäuse verschlafen zwanzig Stunden des Tages, Pferde hingegen nur drei. Cirelli und Tononi stellten drei Bedingungen auf, bei deren Erfüllung sich die Nullhypothese bewahrheiten würde: Es müsste Tiere geben, die nicht schlafen, ebenso wie solche, die nach einem längeren Wachzustand kein Schlafdefizit auszugleichen hätten. Außerdem dürfte Schlafentzug keine ernsthaften physischen und psychischen Konsequenzen nach sich ziehen.

Auf der Suche nach einem Tier, das keinen Schlaf braucht, sahen die Wissenschaftler zahlreiche Studien durch. Wie sie kürzlich in dem Online-Magazin „Plos Biology“ berichten (doi: 10.1371/journal.pbio.0060216), fanden sie Hinweise darauf, dass auch Tiere wie die Tauffliege oder der Fadenwurm Anzeichen von Schlaf erkennen lassen. Sogar Fische scheinen nachts während des Schwimmens in einen schlafähnlichen Zustand zu gleiten – in dieser Phase ist ihre Reaktionsfähigkeit gemindert und sie sind anfälliger für Fressfeinde. Dass der Ochsenfrosch, das Paradebeispiel für ein angeblich schlafloses Tier, ohne Schlaf auskommt, bezweifeln die Forscher: Sie kritisieren methodische Mängel an der einzigen vor drei Jahrzehnten über den Frosch veröffentlichten Studie und fordern weitere Experimente. Ihrer Meinung nach gibt es keinen klaren Beweis für eine Tierart, die nicht schläft.

Auch die zweite Bedingung für die Nullhypothese ist laut Autoren bei allen bisher untersuchten Tieren nicht erfüllt. Zwar reagieren Kakerlaken, Honigbienen und Buntbarsche auf Schlafentzug nicht mit einer höheren Schlafzeit. Allerdings sei, so die Wissenschaftler, nicht allein die Zeit des Schlafes ausschlaggebend, sondern auch seine Intensität – ein Faktor, dessen Messung bislang vernachlässigt wurde. Cirelli und Tononi zweifeln ebenfalls die Ergebnisse eines anderen Versuchs an, bei dem Zebrafische ihr Schlafdefizit nicht kompensierten, nachdem sie mit Licht wach gehalten worden waren. Die Auto-



Wenn der Schlaf, wie es das Märchen von Dornröschen will, nur eine von guten Geistern abgemilderte Form des Todes wäre, dann hätte er jedenfalls für das Individuum keine biologische Funktion, sondern wäre nur eine Vorahnung seines Endes. Unser Bild zeigt die in Charles Perraults Märchen- und Marius Petipas Ballettfassung von der bösen Fee Carabosse (links) bewirkte Ohnmacht der Prinzessin Aurora, 1966 aufgeführt vom Leningrader Kirow-Ballett.

Foto Everett Collection

ren weisen darauf hin, dass trotz des Lichts ein gewisses Schlafmaß erhalten bleibt. Die Schlafmenge erhöht sich sogar, wenn die Tiere über längere Zeit hinweg diesem Reiz ausgesetzt sind.

Nach Ansicht der Autoren ist auch die letzte Voraussetzung für die Nullhypothese nicht erfüllt. Denn Schlafentzug ist bei den bislang untersuchten Tieren mit ernsthaften Konsequenzen verbunden. Versuche an Ratten, Fliegen und Kakerlaken hatten gezeigt, dass Schlafentzug tödlich sein kann. Auch Menschen mit einer erblichen

Schlafstörung sterben an der Krankheit. Lediglich Tauben können den Schlafentzug verkraften. Wenn Tiere über längere Zeit vom Schlafen abgehalten werden, ruhen sie sich in sogenannten „Mikroschlaf-Episoden“ aus. Obwohl Ratten in einer Studie scheinbar davon abgehalten wurden, schliefen sie mindestens zehn Prozent der Versuchszeit – allerdings immer nur in so kurzen Phasen, dass es kaum zu bemerken war. Messungen mittels Elektroenzephalographie haben gezeigt, dass die Hirnwellenaktivität eines wachgehalte-

nen Tieres zeitweilig dem eines schlafenden ähnelt, obwohl seine Augen geöffnet sind. Ferner beeinträchtigt Schlafentzug die kognitive Fähigkeit bei Menschen. Andere Studien konnten dieses Ergebnis an Fliegen, Vögeln und Nagetieren allerdings nicht wiederholen.

Schlafentzug hat vor allem für das Gehirn zum Teil schwere Folgen. Ein weiteres Beispiel dafür, dass Schlaf eher notwendig als nur nützlich zu sein scheint, ist der Delfin. Das Tier schläft nur mit einer Hirnhälfte, während die andere aktiv

bleibt und das Auftauchen zum lebensnotwendigen Luftholen koordiniert. Dass der Meeressäuger diesen unihemisphären Schlaf entwickelt hat, anstatt gar nicht mehr zu schlafen, sehen die Wissenschaftler als Hinweis auf die Wichtigkeit des Schlafes. Die Hauptfunktion des Schlafes muss etwas sein, für das reines Ausruhen im Wachzustand nicht ausreicht und für das eine Abkapselung von der Außenwelt wichtig ist. Die Autoren schlagen vor, der Funktion des Schlafes auf Zellebene auf den Grund zu gehen. CATHERINE GRIM

Rechtswissenschaft

Katastrophenbewältigung durch Prozesse

Erdbeben, Tsunamis und andere Unglücke fordern auch die Jurisprudenz heraus. Am Beispiel der Geschichte der Chemiekatastrophe von Bhopal sieht man, wie und warum das Recht scheitern kann.

Vor einem Vierteljahrhundert erschütterte der Störfall in einem indischen Chemiewerk der Union Carbide die Weltöffentlichkeit. Der bis dato wenig bekannte Name des Ortes Bhopal ist seither zu einer Chiffre für industrielles Großversagen geworden, aber auch für ungleiche Zugänge zu effektiver juristischer und humanitärer Hilfe in einer sich globalisierenden Welt. Welche Herausforderungen bei schwersten Schadenfällen zu bewältigen sind, ist Thema eines Rechtsgebiets, dem nach dem 11. September, dem Sommerhochwasser 2002 und dem Tsunami vom 26. Dezember 2004 verstärkt Aufmerksamkeit zuteil wird: dem Katastrophenrecht.

Dass hier vielfältige private und staatliche Vorsorge, effektive Maßnahmen im Ernstfall und umfassende Versicherungslösungen zusammenwirken sollten, verdeutlicht der soeben erschienene Tagungsband von Michael Kloepfer. Demnach handelt es sich beim Katastrophenrecht um eine sogenannte juristische Querschnittsmaterie mit besonderem Risikobezug, und sie gleicht insofern dem von Kloepfer bisher erforschten Umwelt- und Technikrecht. Privatwirtschaft, Staat und internationale Gemeinschaft sind hier gleichermaßen als Akteure gefordert, teils präventiv, um es nicht zu Un-

glücken kommen zu lassen, teils um ihre Folgen zu mildern. Sie müssen transnationale Netzwerke aufbauen, in denen juristisches und naturwissenschaftlich-technisches Wissen zirkuliert – gleich, ob es sich um Naturkatastrophen oder terroristische Anschläge handelt.

Als „Katastrophe“ definiert der Jurist Felix Eckardt „ein Großschadensereignis bei gleichzeitiger Überforderung der grundsätzlichen (!) zu seiner Bewältigung zuständigen Kräfte“. Auch Bhopal illustrierte, wie die Überforderung der Akteure stattfindet: Das schlimmste Industrieunglück in der Geschichte der Menschheit bietet bis heute Anschauung dafür, wie Rechtsinstrumente bei der Katastrophenvorsorge und Katastrophenbewältigung versagen können. Als im Orwelle-Jahr 1984 eine Vierzig-Tonnen-Giftwolke der Pestizidfabrik im indischen Bhopal entwich, war das der Anfang einer bis heute in vielen Details unaufgeklärten, menschengemachten Tragödie.

Sheila Jasanoff, die an der Harvard School of Government lehrt, zeigt in einem Aufsatz, wie sich hier Recht und Naturwissenschaften überschneiden, aber beide im interkulturellen Transfer dramatisch an der Lösung scheiterten.

Schon infolge des unmittelbaren Gasaustritts starben nach dem 3. Dezember 1984 Tausende Bewohner Bhopals (die Schätzungen schwanken zwischen 3800 und 20 000), Hunderttausende wurden teils schwer verletzt, viele sind bis heute krank oder behindert. Angesichts der Schwere der Konsequenzen weiß man erstaunlich wenig über die Ursachen. Die Union Carbide Corporation (UCC) spricht auf ihrer Website von einem „act of sabotage“. Die staatliche indische Seite hat die Sabotage-Theorie niemals akzeptiert.

Das Recht, das oft ein mächtiges Instrument zur Aufklärung von historischen Sachverhalten, der Erzeugung neuen Wissens und effektiver Hilfe für Opfer ist, hat Jasanoff zufolge hier schmachlich versagt. Der indische Staat übernahm 1985 per Gesetz die ausschließliche Ver-

tretung aller juristischen Ansprüche aus dem Unglück. 1989 einigte er sich mit Union Carbide auf eine Entschädigung in Höhe von 470 Millionen Dollar. Damit erloschen nicht nur alle weitergehenden juristischen Ansprüche auf Schadensersatz, auch die offiziellen Untersuchungen zum Unglück wurden eingestellt. 1994 beendete die von der Regierung eingesetzte Kommission sogar die wissenschaftliche medizinische Beobachtung der Folgeschäden. Da waren viele Opferkinder noch nicht geboren, Krebserkrankungen bei anderen Betroffenen noch nicht ausgebrochen.

Dabei gab es durchaus allerlei, das noch aufzuklären gewesen wäre: UCC verneinte sowohl Kenntnis von der Toxizität des ausgetretenen Gifts als auch Wissen um die Organisation und Abläufe

in der indischen Fabrik. Das eine Argument ließ die Opfer unmittelbar nach der Katastrophe ohne wirksame medizinische Behandlung, mit dem anderen Argument entzog sich die Muttergesellschaft der juristischen Verantwortung für die Vorgänge im fernen Indien.

Der Transfer von Wissen, so Jasanoffs Lektüre der Ereignisse, verläuft in den Zeiten der Globalisierung keineswegs gleichberechtigt. Dies betrifft nicht nur das naturwissenschaftlich-technische Knowhow, das von UCC nach Bhopal importiert wurde, um in einem Niedriglohland mit abgesenkten Sicherheitsstandards zu produzieren. Auch juristisch hätte man Wissen und Lösungen für die Großschadensabwicklung gezielt heranziehen können, um einen angemessenen Umgang mit der Katastrophe zu gewähr-

leisten. Doch die indische Argumentation einer juristischen Verantwortlichkeit der als einheitlich begriffenen „multinational corporation“ wurde von UCC scharf zurückgewiesen.

Produzenten und Konsumenten transnationaler Risiken standen daher in einem asymmetrischen Verhältnis und alle juristischen Chancen, diese Asymmetrie auszugleichen, wurden ausgeschlagen. Dies führte zu strukturellen Defiziten und Ungerechtigkeiten. Die Forscherin Jasanoff, die schon 1994 ein Buch zu „Risk management after Bhopal“ herausgegeben hatte, besuchte die Stadt 2004 und sprach mit Betroffenen. Zu diesem Zeitpunkt zahlte die Regierung die letzte Rate an die Opfer der Katastrophe, und die indischen Zeitungen waren voll von Berichten über Missmanagement und Missbrauch der Gelder.

Die Betroffenen fühlen sich nun alleine gelassen, und sie müssen nun mit der Erbschaft einer Industriearbeit auf vergiftetem Boden leben. Immerhin gibt es neue juristische Hoffnung für sie: Weil der indische Staat auf Drängen der Opfer 2004 erklärte, seine Übernahme der Ansprüche sei auf die Katastrophe vom Dezember 1984 begrenzt, können sie wieder selbst aktiv werden. Dabei stützen sie sich auf die Schäden, die die Umweltbedingungen bereits vor der Katastrophe verursacht haben. Denn auch diese, so die Aktivisten, spotteten jeglichen Standards – und zwar erst recht jenen des westlichen Konzerns, der sich im Konflikt verschiedener Werte- und Wissenssysteme weiterer Verantwortlichkeit entziehen konnte und sich bis heute weigert, den hochgiftigen Boden des Industriegebiets zu dekontaminieren. Man könnte das Menetekel mangelnder „Katastrophenbereitschaft“ (Kloepfer) kaum besser illustrieren.

MILOŠ VEC



Risikoruine: So sieht es in Bhopal heute aus.

Foto laif

Sheila Jasanoff, „Bhopal's Trials of Knowledge and Ignorance“, Isis. An International Review Devoted to the History of Science and Its Cultural Influences, 98 (2007), Heft 3; Michael Kloepfer (Hrsg.), „Katastrophenrecht: Grundlagen und Perspektiven“ (Schriften zum Katastrophenrecht 1), Nomos Verlag Baden-Baden 2008.

Bindungsstoffe

Es sieht aus wie ein Durchbruch mit unabsehbaren Folgen für die Welten intimer Kommunikation. Forscher glauben es endlich gefunden zu haben, das Gen, das Männer, manche von ihnen jedenfalls, bindungsunfähig macht. Von Wühlmäusen wussten sie bereits, dass in deren Hirn das Peptid Vasopressin für monogame Einstellungen sorgt. Die genetischen Varianten des entsprechenden Rezeptors für diesen Stoff bzw. seiner Umgebung haben Stockholmer Wissenschaftler an gut zweitausend schwedischen Männern ermittelt und mit deren Bindungsverhalten verglichen. Heraus kam, dass Schweden mit einer bestimmten typischen Gen-Ausprägung dieses Rezeptors signifikant bindungsschwach sind und überdurchschnittlich oft in unehelichen Partnerschaften leben. Oder sie hatten, sofern sie, man möchte sagen: wider ihre Natur, doch verheiratet waren, eine doppelt so hohe Wahrscheinlichkeit als andere Schweden, im vergangenen Jahr eine Ehekrise durchlebt zu haben. Auch zeigten sich die Partnerinnen solcher Männer, die sowohl mütter- wie väterlicherseits eine dementsprechende genetische Prägung geerbt hatten, öfter eheunzufrieden. Was die Autoren der Studie „Genetic variation in the vasopressin receptor 1a gene (AVPR1A) associates with pair-bonding behavior in humans“ (PNAS, doi 10.1073/allerdings nicht berücksichtigen, ist die im Begriff „bindungsunfähig“ oft zusammengezogene Differenz von „bindungsunfähig“ und „zu leicht bindungsfähig“. So wurde die herangezogene „Partner-Bindungs-Skala“ beispielsweise mit Hilfe der Frage „Wie oft küssen Sie Ihre Gefährtin?“ gebildet, ohne dass aber die nicht minder wichtige Frage „Wie viele Gefährtinnen küssen Sie?“ gestellt worden wäre. Wer selten küsst, aber immer dieselbe, wie wäre er, bindungsmäßig, einzuschätzen im Vergleich zum jeweils sehr oft, aber eben immer wieder andere Küssenden? Entsprechend ist es auch nicht nur interessant, ob die Träger von „Allel 334“ – so der Name der beziehungs-krisenförderlichen Ausprägung – überdurchschnittlich oft in unehelichen Partnerschaften leben. Mindestens genauso informativ wäre es zu wissen, ob sie auch überdurchschnittlich viele Partnerschaften durchlebten. Der Soziologe Karl-Otto Hondrich hat ganz in diesem Sinne einmal darauf hingewiesen, dass die Leute sich ja nicht scheiden lassen, weil sie nicht an die Ehe glauben, sondern weil sie an sie glauben. kau

Tierisch erfolgreich

Preise für drei deutsche Zoologen

Sie gehören zu der Sorte Lebenswissenschaftler, die bei der Berufswahl mehr auf ihre eigene innere Stimme als auf den Studienberater hören und die Naturerfahrung nicht nur in Stapeln von Petrischalen suchen: klassische Zoologen, wie ihn Axel Meyer, Jürgen Tautz und Gerhard Heldmaier verkörpern. Die drei Biologen haben sich mit ihrer modernen Auslegung der traditionellen „Wald-und-Wiesen-Forschung“ jeweils eine Auszeichnung verdient. Axel Meyer, der mit seinen Arbeiten über Fische – von der Artbildung der Buntbarsche bis zur vergleichenden Fischgenomik – international einen Namen gemacht hat, wurde gestern in Nizza von der Europäischen Organisation für Molekularbiologie (EMBO) mit dem diesjährigen Kommunikationspreis für Lebenswissenschaften ausgezeichnet. Der achtundvierzigjährige Evolutionsforscher, Schüler des berühmten Neodarwinisten Ernst Mayr und Nachfolger Hubert Markls an der Universität Konstanz, wurde für seine zahlreichen populärwissenschaftlichen Veröffentlichungen, unter anderem für diese Zeitung, belohnt. In der Kategorie Kommunikation erhielt auch Jürgen Tautz, Leiter der Biengruppe am Biozentrum Würzburg, einen Preis der EMBO. Gerhard Heldmaier von der Universität Marburg wurde von der Deutschen Zoologischen Gesellschaft (DZG) die mit zehntausend Euro dotierte Karl-Ritter-von-Frisch-Medaille zuerkannt. Heldmaier wird für seine herausragenden Arbeiten zur Kontrolle der Kälteanpassung von Säugetieren ausgezeichnet. F.A.Z.

Spionage im Erbgut

Gen-Reparatur direkt beobachtet

Die spontane Reparatur eines Fehlers am Erbmateriale konnte jetzt zum ersten Mal ohne Zeitverzögerung beobachtet werden. Forscher um Thijn van der Heijden von der Technischen Universität Delft streckten ein einzelnes DNS-Molekül, das sie mit einer Magnetperle verbunden hatten, zwischen einem Magneten und einer Glasoberfläche aus. Nach Anlegen eines magnetischen Feldes ließ sich das Molekül in kontrollierter Weise drehen und ziehen („Molecular Cell“, Bd. 30, S. 530). Aus den Positionsveränderungen der Magnetperle konnte man Rückschlüsse darauf ziehen, wie während der Vervielfältigung des Genoms der defekte DNS-Strang an der Fehlerstelle aufgeschnitten wurde und im Replikationsbereich Kontakt zum intakten Strang suchte. Dort nahm er offensichtlich die nötige Information auf, den nun richtigen Genbaustein einzubauen. bh