

Die Marionettenspieler

Manche Parasiten machen selbst vor dem Denkorgan nicht Halt. Sie befallen das Gehirn verschiedener Wirtstiere und manipulieren deren Verhalten. Auch der Mensch ist vor solchen Attacken nicht gefeit.

VON SIMONE EINZMANN

AUF EINEN BLICK

Ungebetene Gäste

1 Im Tierreich gibt es zahlreiche Parasitenarten, die das Verhalten ihrer Wirte im Gehirn beziehungsweise über das zentrale Nervensystem beeinflussen.

2 Auch beim Menschen wurden Kleinstlebewesen entdeckt, die das Hirn befallen, etwa der Erreger *Toxoplasma gondii*.

3 Dieser Parasit bildet Zysten im menschlichen Gehirn und steht im Verdacht, Schizophrenie zu begünstigen sowie die Persönlichkeit langfristig zu verändern.

Heuschrecken scheuen das Wasser, denn sie können nicht schwimmen. Trotzdem stürzen sich unzählige von ihnen in die Fluten. Sobald ihre Körper die Wasseroberfläche berühren, schießt ein Wurm aus ihrem Hinterleib – etwa drei- bis viermal so lang wie sie selbst. Wie ein Marionettenspieler treibt der Saitenwurm (*Spinochordodes tellinii*) das willenlose Insekt in den Tod, nachdem er sich in seinem Wirt zum ausgewachsenen Tier entwickelt hat. Er zwingt die Heuschrecke ins Wasser, weil er sich nur hier fortpflanzen kann.

Auch Parasiten haben sich im Lauf der Evolution stetig weiterentwickelt. Im Wettrüsten mit ihrem Wirt mussten sie ihre Techniken kontinuierlich verfeinern und spezialisieren. Nach Millionen von Jahren sind sie in der Schaltzentrale angelangt: im Gehirn. Nirgendwo sonst können sie das Verhalten des Wirts so effektiv zu ihrem Vorteil steuern.

Kakerlaken sind extrem widerstandsfähige Lebewesen, aber gegen Neuroparasiten sind auch sie machtlos. Die blaugrün schimmernde Juwelwespe (*Ampulex compressa*), die in den afrikanischen und indoaustralischen Regenwäldern heimisch ist, macht sich Amerikanische Großschaben (*Periplaneta americana*) zum Untertan, um ihre Nachkommen mit lebender Nahrung zu versorgen. Mit einem gezielten

Stich ins Brustganglion der Schabe lähmt sie deren Vorderbeine für einige Minuten, so dass die Kakerlake dem zweiten, verheerenden Stich in den Kopf nichts mehr entgegensetzen kann (siehe Bild S. 64). Sensoren an der Spitze ihres Giftstachels ermöglichen es der Juwelwespe, diesen wie ein Endoskop durch das Außenskelett der Schabe direkt in das Gehirn einzuführen. Dort injiziert sie das Gift nicht wahllos, sondern manövriert den Stachel, bis sie jene Region gefunden hat, die für den Fluchtreflex zuständig ist: das Protocerebrum.

Das Gift lähmt die Kakerlake nicht vollständig, sondern verhindert lediglich, dass sie ihren Körper steuern kann. Zusätzlich veranlasst der toxische Stoff die Schabe, sich ausgedehnt zu putzen, bevor ihr natürlicher Bewegungsdrang völlig erlischt. »Die Wespe ergreift daraufhin einen Fühler der Kakerlake und führt sie wie einen Hund an der Leine in ihr Nest«, erklärt der Neurobiologe Frederic Libersat von der israelischen Ben-Gurion-Universität des Negev in Beersheba. Die Schabe folgt der zweieinhalb Mal kleineren Wespe in deren dunkle Nisthöhle und bleibt dort artig am Fleck.

In ihrem Versteck klebt der Parasit ein Ei an die Unterseite des Kakerlakenbauchs und verschließt den Nesteingang mit Kieselsteinen. Nach etwa drei Tagen schlüpft die Wespenlarve und



ernährt sich zunächst von der Körperflüssigkeit ihres Wirts, ohne dessen vitale Funktionen dabei zu beeinträchtigen. »Würde die Wespe die Kakerlake sofort töten, wäre diese schon nach 24 Stunden verweset und damit unbrauchbar«, so Libersat. Nach mehreren Tagen bohrt sich die Larve ins Innere ihres Wirts und wächst dort langsam heran. Acht Tage lang höhlt sie die zum Sterben verurteilte Schabe Stück für Stück aus. Dann spinnt sie im Innern der Kakerlake einen Kokon, aus dem sie nach knapp einem Monat als ausgewachsene Wespe ausbricht. Bald darauf beginnt der Zyklus von Neuem.

Blockierte Nervenzellen

Libersat vermutet, dass das Gift der Wespe die Aktivität genau jener Neurone hemmt, die den Neurotransmitter Octopamin ausscheiden. Octopamin ist bei wirbellosen Tieren für die Steuerung komplexer Verhaltensmuster wie Flucht oder Kampf verantwortlich. Es hat damit eine ähnliche Funktion wie Noradrenalin bei Wirbeltieren, so Libersat. Als der Forscher Octopamin direkt in das Gehirn der infizierten Kakerlaken spritzte, erwachten diese aus ihrer Trance und fingen spontan wieder an sich zu bewegen.

Im Regenwald Costa Ricas treibt eine weitere Wespenart ihr Unwesen: die Schlupfwespe *Hymenopimecis argyraphaga*. Während die Juwel-

wespe ihren Wirt lediglich in eine Art Dämmerzustand versetzt, ist die Strategie der Schlupfwespe noch ausgeklügelter. Sie nutzt die Radnetzspinne *Plesiometa argyra* als Wirt für ihre Eier. Der Raubparasit betäubt die Spinne kurzfristig mit einem Stich, um sein Ei sorgfältig an den Hinterleib seines achtbeinigen Opfers zu kleben. Sobald die Spinne wieder zu sich kommt, verhält sie sich mehrere Tage lang ganz normal: Sie spinnt perfekt symmetrische Netze, bessert sie aus und verstärkt sie.

Nach rund zwei Wochen injiziert die Larve jedoch eine weitere Substanz, mit der sie das Nervensystem und damit das Verhalten ihres Wirts verändert. Plötzlich baut dieser ein Netz, das sich drastisch von jenen unterscheidet, die er normalerweise spinnt. Die im Wespengift enthaltenen psychoaktiven Substanzen führen offenbar dazu, dass die Spinne im Frühstadium des Netzbaus stecken bleibt und den einmal begonnenen Abschnitt immer wieder von Neuem spinnt. Statt eines flachen, runden Netzes entsteht so eine verstärkte feste Plattform – das perfekte Versteck für den Wespennachwuchs. Sobald die Plattform fertig ist, injiziert die Larve ein letztes Mal ihr Gift, was sofort zum Tod der Spinne führt. Daraufhin frisst sie ihren Wirt in aller Ruhe auf. Anschließend verpuppt sich die Wespenlarve auf der gewebten Plattform und

TÜCKISCHER MITBEWOHNER

Der Saitenwurm lebt unter anderem im Organismus der Eichenschrecke. Um sich zu vermehren, zwingt er seinen wasserscheuen Wirt ins Nass, wo dieser meist stirbt.

Die meisten Lebewesen werden von Parasiten bewohnt. Es lassen sich zwar kaum genaue Zahlen bestimmen, aber Biologen gehen von einem Befall im Verhältnis von 4:1 aus.

DAVID GEGEN GOLIATH
Mit einem gezielten Stich ins Gehirn setzt die Juwelwespe die mehr als doppelt so große Amerikanische Großschabe schachmatt. Anschließend führt sie die Kakerlake in ihr Nest – als Nahrungsdepot für ihre Brut.

ist nun gegen Wind, Regen und Angriffe von Ameisen geschützt. Ein normales Radnetz wäre niemals stark genug, um den Kokon zu halten.

Der Ethologe William Eberhard von der Universidad de Costa Rica in San José war einer der ersten Wissenschaftler, der dieses Verhalten studierte. Er vermutet, dass die Wespenlarven gezielt jene Nervenzellen manipulieren, die die Routine des Netzwebens steuern. »Wir haben es mit einer sehr effektiven Substanz zu tun, deren Wirkung sich allerdings erst nach und nach zeigt«, erklärt Eberhard. Denn selbst wenn er in Versuchen die Larven von den Wirten entfernte, werkten diese fleißig weiter und produzierten ihre bizarren Netze. Erst nach einigen Tagen kehrten die Spinnen zu ihren gängigen Praktiken zurück. »Es ist faszinierend, dass die Wespenlarven ganz bestimmte Schritte des Netzbaus unterdrücken, so dass ein Netz entsteht, das perfekt auf ihre Bedürfnisse abgestimmt ist«, so Eberhard.

Kaum ein Insekt beherrscht seinen Wirt so lange wie die Brackwespe *Glyptapanteles*. Ihre Opfer sind junge Schmetterlingsraupen (*Thyrinteina leucocerae*). Um die 80 Eier spritzt der Parasit in den Körper der kleinen Raupe. Sobald sie ausgereift sind, fressen sich die Larven durch die Haut ihres Wirts und spinnen an einem nahe gelegenen Zweig einen Kokon. Doch damit ist die Arbeit der Raupe nicht getan. Denn nun

krümmt sie sich wie ein schützender Schirm über die verpuppten Parasiten, ohne sich zu bewegen oder zu ernähren (siehe Bild S. 67). Wenn sich jedoch ein Fressfeind – wie etwa eine Stinkwanze – nähert, schlägt die Raupe wild mit ihrem Kopf um sich, bis sie den Räuber erfolgreich vertrieben hat. Sobald die Wespen geschlüpft sind, stirbt sie.

Das außergewöhnliche Verhalten der Schmetterlingsraupe weckte das Interesse des niederländischen Biologen Arne Janssen von der Universität Amsterdam, der den Einfluss der Wespenlarven auf ihren Wirt genauer untersuchte. 2008 platzierte Janssen 400 mit Parasiten befallene Raupen in Guavenbäume in Brasilien. Nachdem die Larven sich verpuppt hatten, entfernte er bei der Hälfte von ihnen die »Raupen-Bodyguards«. Und tatsächlich: Die manipulative Strategie der Brackwespe war erfolgreich – die Überlebenschance der bewachten Kokons war doppelt so hoch wie die der Kokons, die nicht von Raupen geschützt wurden.

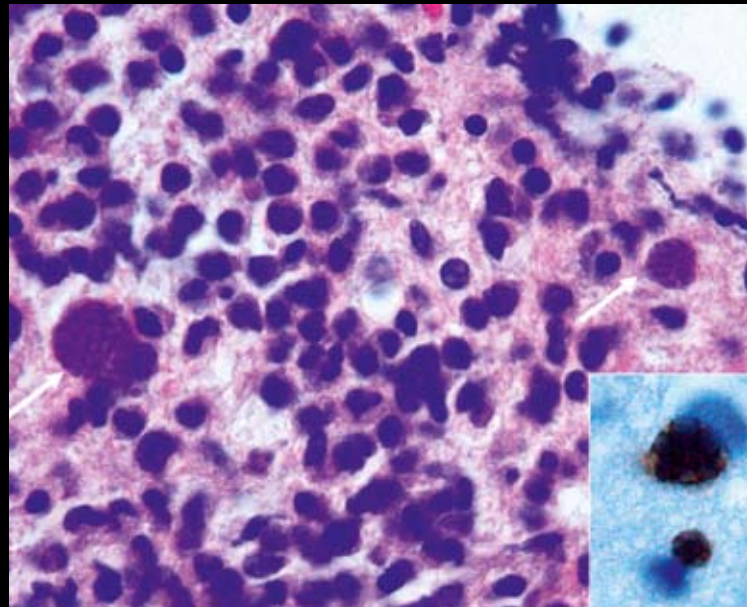
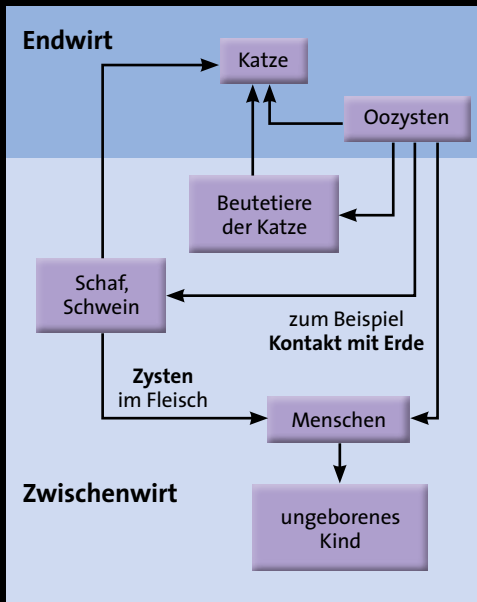
Opfer für die Geschwister

Wie aber konnten die Wespenlarven das Verhalten der Raupe beeinflussen, obwohl sie sich gar nicht mehr in deren Körper befanden? Hatten sie womöglich etwas im Körper ihres Wirts zurückgelassen, das ihn weiterhin kontrollierte? »Als wir die Raupen seziierten, fanden wir jeweils ein oder zwei Larven, die zurückgeblieben waren, selbst als der Rest der Brut bereits einen Kokon gesponnen hatte«, erklärt Janssen. Es ist also anzunehmen, dass sich wenige Larven für ihre Geschwister opfern, um die Raupe weiterhin zu kontrollieren.

Während uns das Verhalten von Tieren in Parasit-Wirt-Beziehungen fasziniert, erscheint die Möglichkeit, dass auch der Mensch Opfer von winzigen Schmarotzern werden könnte, erst einmal wie Sciencefiction. Doch es gibt tatsächlich einen Parasiten, der möglicherweise sogar unser Verhalten beeinflusst: *Toxoplasma gondii*. Der Erreger der Toxoplasmose ist weit verbreitet und befällt hauptsächlich Katzen. Je nach Region sind jedoch auch 15 bis 85 Prozent der Menschen infiziert. Allein in Deutschland verfügen rund 60 Prozent der Bevölkerung über Antikörper gegen *Toxoplasma gondii*, in der Schweiz sind es noch wesentlich mehr. Die Erkrankung verläuft in der Regel ohne erkennbare Folgen – obwohl die Parasiten häufig Zysten im Gehirn ausbilden (siehe Bild rechts). Wenn sich jedoch eine Schwangere erstmals infiziert, kann dies zum Tod des Embryos führen, weshalb ein



MIT FOTO VON FREDERIC LIBESAT UND PAM GAL



Toxoplasma gondii – ein harmloser Geselle?

Der Toxoplasmose-Erreger ist weltweit verbreitet. Er wurde bislang in rund 60 Vogel- und 300 Säugetierarten nachgewiesen. Sein eigentlicher Wirt ist die Katze; nur in ihrem Darm kann der Einzeller eierähnliche Oozysten bilden, wodurch sich der Parasit der Gattung Sporentierchen vermehrt. Mit dem Katzenkot gelangt *Toxoplasma gondii* in die Erde. Durch verunreinigte Nahrung wie ungewaschenes Gemüse oder rohes Fleisch wird der Parasit dann häufig von einem warmblütigen Zwischenwirt aufgenommen – Mäusen, Ratten, aber auch Schafen, Schweinen oder Menschen –, wo er Zysten im Gehirn bildet (siehe Bild oben rechts). Während er das Verhalten von Beutetieren der Katze nachweislich manipuliert (Mäuse und Ratten fühlen sich plötzlich von ihren Fressfeinden angezogen), ist sein Einfluss auf den Menschen noch nicht entschlüsselt.

Da Infektionen in der Regel unbemerkt oder wie eine harmlose Grippe verlaufen, galt bislang die Devise: Kein Grund zur Sorge! Lediglich für stark immungeschwächte Menschen und für Ungeborene stellt der Erreger ein ernstes Risiko dar – er kann zu Missbildung oder zu einer Frühgeburt führen. Eine tschechische Studie von 2006 legt nahe, dass eine schlummernde Toxoplasmose-Infektion auch das Geschlechterverhältnis beim Nachwuchs manipuliert: Frauen, die Antikörper gegen den Erreger gebildet hatten, brachten zwei- bis dreimal häufiger Jungen zur Welt. Die Ursache ist bislang ungeklärt.

(Quelle: Flegr, J. et al.: Women Infected with Parasite *Toxoplasma* Have More Sons. In: *Naturwissenschaften* 94(2), S. 28–1042, 2007)

Toxoplasmose-Test in Deutschland zu den Standarduntersuchungen bei der Geburtsvorbereitung gehört. Menschen können sich über unzureichend gekochtes Fleisch oder über Kontakt mit Katzenkot anstecken (siehe Kasten oben).

Bekannt wurde der Parasit durch ein erstaunliches Phänomen: Befallene Mäuse und Ratten verlieren die Scheu vor Katzen und fühlen sich scheinbar magisch von ihnen angezogen. Eine raffinierte Strategie, denn der Erreger kann seinen Lebenszyklus nur in Katzen vollenden und sich vermehren. Wie ihm das Kunststück gelingt, die Nager in den Freitod zu treiben, verstehen Biologen immer noch nicht ganz. Sie vermuten, dass die Kleinstlebewesen im Gehirn der Wirte Signalwege manipulieren. Untersuchungen infizierter Mäuse ergaben eine veränderte

Konzentration der Neurotransmitter Noradrenalin und Dopamin im limbischen System – der Teil des Gehirns, der bei Alarmreaktionen und Angst aktiv ist. Dadurch sind die Tiere weniger aufmerksam und fühlen sich angezogen, wenn sie Katzenurin riechen. Normalerweise löst der Geruch eine Fluchtreaktion bei den Nagern aus.

Als der Prager Evolutionsbiologe Jaroslav Flegr in den frühen 1990er Jahren erstmals die These aufstellte, dass Toxoplasmose nicht nur in Mäusehirnen ihr Unwesen treibe, sondern auch die menschliche Psyche aus dem Gleichgewicht bringen könne, gab es Aufregung in Fachkreisen. »Beim Menschen verändern unerkannte Infektionen mit dem Parasiten langfristig die Persönlichkeit«, behauptete Flegr. In mehreren Studien hatte er über 1000 Personen, die ent-

ETHYMOLOGIE

Das Wort Parasit kommt von griechisch *parasitos* (*para* = neben und *sitos* = gemästet). So wurden in der Antike die Vorkoster bei Opferfesten bezeichnet. Das deutsche Wort Schmarotzer stammt vom mittelhochdeutschen *smorotzer*, was so viel heißt wie Bettler.

weder an akuter Toxoplasmose litten oder in der Vergangenheit an einer unerkannten Infektion erkrankt waren, zu ihren Charaktereigenschaften befragt. Die Ergebnisse verglich der Forscher mit denen von Gesunden. Flegrs Fazit: Frauen würden unter dem Einfluss des Erregers intelligenter, offener und warmherziger, Männer dagegen dümmer, eifersüchtiger und rebellischer.

In weiteren Untersuchungen stellte Flegr sogar fest, dass Toxoplasmose-Infizierte öfter in Verkehrsunfälle verwickelt waren. Grund dafür

sei vermutlich, dass der Erreger einerseits die Risikobereitschaft der Betroffenen steigere, während er andererseits ihre Reaktionsfähigkeit mindere – ähnlich wie bei den befallenen Mäusen. »Die Menschen veränderten sich umso stärker, je länger sie infiziert waren«, so Flegr. Allerdings gibt er zu, dass es sich bislang nur um statistische Korrelationen, nicht aber um belegte Kausalzusammenhänge handelt. Dafür müssen erst die biochemischen Prozesse im Gehirn untersucht werden, die zu den Persönlichkeitsveränderungen geführt haben könnten.

Auf den ersten Blick scheinen Flegrs Schlussfolgerungen grotesk, schließlich fällt der Mensch für gewöhnlich nicht ins Beuteschema von Katzen; aus evolutionärer Sicht scheint die Manipulation des Menschen durch den Parasiten also Unsinn. Doch Flegr argumentiert, dass der Urmensch im Lauf der Evolution durchaus Opfer von Großkatzen wurde. »Parasiten merken überdies nicht immer, dass ihr jeweiliger Wirt eine Sackgasse für sie bedeutet und spielen einfach weiter ihre sabotierenden Programme ab«, erklärt der Biologe.

Parasitäres Sicherheitsstreben

Als Flegrs Thesen gerade wieder in Vergessenheit zu geraten schienen, entflammte eine Studie des Parasitenforschers Kevin Lafferty von der University of California in Santa Barbara im Jahr 2006 das Interesse an Toxoplasmose neu. Lafferty glaubt nachweisen zu können, dass das Wirken des nur wenige Mikrometer großen Einzellers nicht nur individuelle Persönlichkeitsmerkmale erklärt, sondern auch für Mentalitätsunterschiede zwischen Angehörigen verschiedener Kulturen mitverantwortlich ist. Lafferty hatte Daten über die Infektionsraten in 39 Ländern der Welt mit den Kulturmodellen der jeweiligen Regionen verglichen – darunter tief verankerte Denkmuster und in den jeweiligen Bevölkerungen häufig vorkommende Persönlichkeitsprofile. So könnte eine Injektion das Streben nach materiellem Besitz und Wohlstand fördern sowie die Ausprägung von so genannten maskulinen Werten wie Konkurrenzbereitschaft und Selbstbewusstsein und die Tendenz, Unsicherheit mit festgeschriebenen Gesetzen und Regeln vermeiden zu wollen.

Zudem häufen sich Hinweise auf einen Zusammenhang zwischen Toxoplasmose und Schizophrenie. Ein Team um den Psychiater Edwin Fuller Torrey vom Stanley Medical Research Institute in Bethesda im US-Bundesstaat Maryland fand im Blut schizophrener Patienten zwei-

Das unheimliche Krabbeln

Einer der ersten Gehirnparasiten, deren Verhalten eingehend erforscht wurde, ist der Kleine Leberegel. Er ist ein »Schichtarbeiter«, denn er manipuliert seinen Zwischenwirt, die Ameise, nur bei Dunkelheit. Sobald der Abend anbricht, beginnt sein erbarmungsloses Spiel: Wie von einer unsichtbaren Macht gelenkt, verlässt die infizierte Ameise die Sicherheit ihres Baus, krabbeln bis zur Spitze eines Grashalms – und wartet. Worauf, weiß nur der in ihrem Gehirn nistende Parasit. Sein eigentliches Ziel ist die Leber eines Schafs, wo er sich vermehren kann. Nun ist es nur noch eine Frage der Zeit, bis das Insekt von einem Schaf (oder einem anderen Säugetier) verschlungen wird – und mit ihm der Leberegel. Bleibt der Ameise der Tod erspart, wandert sie zurück ins Nest – um in der folgenden Nacht von Neuem aufzubrechen.

Ameisen haben noch einen weiteren Parasiten zu fürchten, der nach ähnlichem Prinzip arbeitet: den Cordyceps-Pilz. Sobald seine Sporen von einer Ameise eingeatmet werden, senden sie Chemikalien aus, die ihren Orientierungssinn manipulieren. Das Insekt krabbeln daraufhin in die Krone eines Baums und verbeißt sich dort. Der Parasit beginnt derweil im Körper der Ameise zu wachsen, bis er durch den Chitinpanzer bricht (siehe Bild). Die Position der sterbenden Ameise in den Wipfeln der Bäume erleichtert es dem Pilz, seine Sporen im ganzen Wald zu verteilen.



DREAMTIME / TEH SOON HUAT



MIT FREIL. GERN VON JOSE LINDO-NEVO

LEBENDIGER SCHUTZSCHILD

Von Parasiten befallene Schmetterlingsraupen wehren die Fressfeinde der verpuppten Brackwespenlarven ab. Dabei wachen sie tagelang reglos über den Nachwuchs, ohne sich selbst zu ernähren.

halten unbemerkt zu beeinflussen, indem sie die gleichen Substanzen nutzen wie unsere Nervenzellen. Dabei produzieren die Schmarotzer die Botenstoffe entweder selbst, oder sie beeinflussen den Transmitterstoffwechsel ihres unfreiwilligen Gastgebers.

Da die von Parasiten ausgeschiedenen Chemikalien oft mit denen des Wirts identisch sind, vermögen Wissenschaftler noch immer kaum zu entscheiden, ob das Verhalten des Opfers eine direkte Folge der Manipulation durch einen Parasiten ist – oder vielmehr das Resultat einer indirekt ausgelösten Immunreaktion. Es scheint allerdings wahrscheinlicher, dass der Schmarotzer die Herstellung von Neuromodulatoren beim Wirt anregt und diese nicht selbst produziert. »Der Parasit müsste eine sehr hohe Konzentration eines Neurotransmitters herstellen, damit dieser die Blut-Hirn-Schranke überwinden kann«, gibt die Physiologin Shelley Adamo von der Dalhousie University in Halifax (Kanada) zu bedenken. Lebewesen, die sich direkt im Gehirn einnisten, wie etwa der Toxoplasmose-Erreger, umgehen diese Schwierigkeit geschickt.

Doch Parasiten bringen nicht nur Tod und Zerstörung. Sie erzeugen mitunter auch Stoffe, die Anwendung in der modernen Medizin finden. Der Pilz *Tolytocyclus inflatum* (*Cordyceps subsessilis*) beispielsweise, der wie alle Mitglieder seiner Gattung Insekten befallt und durch ihre Haut wächst (siehe Bild links), ist die Quelle für den Arzneistoff Ciclosporin. Er unterdrückt die Immunabwehr und kommt bei Organtransplantationen zum Einsatz. Außerdem werden von Hakenwürmern produzierte Proteine zur Blutverdünnung eingesetzt. Pärchenegel – Saugwürmer der Gattung *Schistosoma* – wiederum verstecken sich geschickt vor unserem Immunsystem. Wüssten wir, wie ihnen dies gelingt, wäre ein weiterer wichtiger Schritt für die erfolgreiche Durchführung von Organtransplantationen getan. So trägt die Erforschung von Gehirnparasiten indirekt auch dazu bei, Leben zu erhalten. ~

Simone Einzmann arbeitet als freie Wissenschaftsjournalistin in Aberdeen, Schottland.

 www.gehirn-und-geist.de/audio

QUELLEN

Costa da Silva, R., Langoni, H.:

Toxoplasma Gondii: Host-Parasite Interaction and Behavior Manipulation. In: Parasitology Research 105(4), S. 893–898, 2009.

Eberhard, W.: Under the Influence: Webs and Building Behaviour of Plesiometa Argyra (Araneae, Tetragnathidae) When Parasitized by Hymenopimecis Argyraphaga (Hymenoptera, Ichneumonidae). In: Journal of Arachnology 29(3), S. 354–366, 2001.

Grosman, A. et al.: Parasitoid Increases Survival of its Pupae by Inducing Hosts to Fight Predators. In: PLoS ONE 3(6), e2276, 2008.

Lafferty, K.D.: Can the Common Brain Parasite, Toxoplasma Gondii, Influence Human Culture? In: Proceedings of the Royal Society B. 273(1602), S. 2749–2755, 2006.

Libersat, F. et al.: Manipulation of Host Behavior by Parasitic Insects and Insect Parasites. In: Annual Review of Entomology 54, S. 189–207, 2009.

mal so häufig Antikörper gegen den Toxoplasmose-Erreger wie im Blut von Gesunden. Als Torrey menschliche Zellen, die mit *Toxoplasma gondii* infiziert waren, in Kulturschalen mit dem Antipsychotikum Haloperidol behandelte, hemmte dies das Wachstum der Parasiten. Das Schizophrenie-Medikament konnte sogar bei befallenen Ratten die natürliche Angst gegenüber Katzenurin wiederherstellen und war damit genauso effektiv wie der Toxoplasmose-Wirkstoff Pyrimethamin.

Doch nicht nur der Toxoplasmose-Erreger hat es auf das menschliche Nervensystem abgesehen, auch das Tollwutvirus ist ein Gehirnparasit. Manche Forscher glauben, er sichere seine Weiterexistenz dadurch, dass er bestimmte Neurone des limbischen Systems und der Großhirnrinde infiziert, die seine Opfer aggressiv machen – Wutanfälle, Schlagen und Beißen sind häufige Folgen. Das manipulierte Verhalten erhöhe damit die Wahrscheinlichkeit, dass der Erreger auf einen neuen Wirt übertragen wird. »Manche Parasiten scheinen mehr über die Arbeitsweise des Gehirns zu wissen als alle Neurowissenschaftler zusammen«, unkt Experte Libersat. Da sich unsere neuronalen Netze stetig an sich verändernde Umweltbedingungen anpassen, können wir flexibel auf neue Herausforderungen reagieren. Doch es gibt eine Kehrseite der Medaille: Die Anpassungsfähigkeit des Gehirns erleichtert es auch Parasiten, unser Ver-