



STEUERT DIESES DING UNSER HIRN?

Es ist gut möglich, dass die Toxoplasmose gefährlicher ist als bisher angenommen. Eine Spurensuche.

Von MATHIAS PLÜSS Illustrationen ELISA HUBER

Prager Neustadt, Vinická 7, ein dreistöckiges Haus mit einer hohen, hölzernen Pforte. Aus der Schweiz kommend, wirkte hier in den Jahren 1911 und 1912 der grosse Albert Einstein, eine Tafel

hinter dem Eingang erinnert daran. Nur ein paar Strassen weiter befindet sich auch die weltberühmte Kneipe Zum Kelch des braven Soldaten Schwejk, der sich einen Spass daraus machte, die Welt mit unschuldiger Miene an der Nase herumzuführen.

Die Vinická 7 ist immer noch ein Universitätsgebäude, aber heute arbeiten hier vor allem Biologen. Im zweiten Stock hat Jaroslav Flegr sein Büro — ein Professor, der auf Parasiten und Evolution spezialisiert ist. Flegr ist 52 Jahre alt, und mit seinen

wilden roten Haaren und seinem Dimitri-Lachen sieht er ein bisschen freakig aus. Doch was er sagt, meint er ernst, sehr ernst: «Die Toxoplasmose hat schreckliche Auswirkungen. Die Zahl der Toten weltweit geht jährlich in die Hunderttausende, die wirtschaftlichen Schäden in die Milliarden.»

Das hört sich unglaublich an für eine Krankheit, von der wohl viele Menschen noch nie gehört haben. Und es ist hochgradig umstritten. Aber ein Hirngespinnst ist es nicht. Flegr hat zwanzig Jahre lang Material gesammelt.

Toxoplasmose ist eine Infektionskrankheit. Ausgelöst wird sie vom Parasiten *Toxoplasma gondii*, einem einzelligen Tierchen. Es lebt am liebsten in Katzen oder Raubkatzen, denn nur dort kann es sich sexuell fortpflanzen. Drei bis fünf Wochen nach einer Infektion scheidet eine Katze über den Kot Millionen von Parasiten aus, die dann weitere Katzen infizieren können, aber auch andere Tiere, beispielsweise Mäuse, Hühner, Schafe oder auch Menschen. Diese dienen als Zwischenwirte: *Toxoplasma* versteckt sich in bis zu 0,3 Millimeter grossen Gewebezysten in Muskeln und vor allem im Gehirn und wartet darauf, dass sein Gastgeber gefressen wird. Entweder von einem anderen Zwischenwirt — dann wartet der Parasit eben dort weiter. Lieber aber von einer Katze, damit er sich sexuell vermehren kann.

Toxoplasma hält etliche Rekorde: Beim Menschen ist es der verbreitetste Parasit überhaupt, zumindest in der entwickelten Welt. Man schätzt, dass ein Drittel der Menschheit *Toxoplasma*-Zysten im Gehirn hat. In nordischen Ländern ist die Verbreitung geringer, in Afrika überschreitet sie oft neunzig Prozent. In der Schweiz sind es etwa fünfzig Prozent. Die Wahrscheinlichkeit, sich im Verlaufe seines Lebens mit Toxoplasmose anzustecken, ist aber nochmals grösser. Denn die Gehirnzysten behält man sein Leben lang — darum nimmt die Durchseuchung mit dem Alter zu. Bei den über Sechzigjährigen beträgt sie in der Schweiz fast achtzig Prozent. Medikamente gegen die Gehirnzysten gibt es im Moment noch keine.

Bei den Tieren ist *Toxoplasma* nicht weniger erfolgreich. Das Spektrum an Zwischenwirten umfasst die meisten Säugetier- und Vogelarten, und die Infektionsraten sind hoch. Beim Endwirt schliesslich, bei der Katze, ist die grosse Mehrheit der Tiere betroffen. Weil Katzenkot aber jeweils nur in den zwei bis drei Wochen nach der Erstansteckung Parasiten enthält, schätzt man, dass zu einem beliebigen Zeitpunkt jeweils etwa jede zweihundertste Schweizer Katze infiziert ist.

Toxoplasma ist unglaublich zäh. Im Boden überlebt es bis zu achtzehn Monaten. Auch im Wasser hält es sich gut. Bei minus zehn Grad kann es drei Monate lang bestehen — nur bei Temperaturen von über sechzig Grad stirbt es rasch ab.

Entsprechend vielfältig sind die Übertragungswege. Weil die Katze ihren Kot vergräbt, sind Gartenbeete und Sandkästen häufige Ansteckungsorte, ebenso Katzenkistchen. Oft geht die Infektion über die Nahrung. Ungewaschenes Wurzelgemüse, rohes oder wenig gegartes Fleisch: Es genügt schon, während des Kochens zu probieren. Betroffen ist vor allem Fleisch von Tieren, die draussen leben und so leichter mit Katzenkot in Berührung kommen: Schafe, Freilandhühner oder (über das Heu) auch Kaninchen. Die Hälfte der Lammracks, die in der Schweiz in den Handel kommen, enthalten *Toxoplasma*. Vor allem in der Dritten Welt kann man sich auch über verseuchtes Trinkwasser anstecken. Das Berühren von Katzen hingegen ist ungefährlich.

Die wahre Raffinesse von *Toxoplasma* liegt aber in seiner Unauffälligkeit: Es sitzt in jedem dritten Menschen, und wir mer-

ken nichts davon. Probleme haben nur Menschen mit eingeschränktem Immunsystem, etwa Aids-Patienten. Ein immunkompetenter Mensch aber wird allenfalls in der ersten Woche nach der Infektion leichte Symptome spüren, geschwollene Lymphknoten etwa, da sich der Erreger in dieser Zeit teilt und im Körper verbreitet, bevor er sich in die Zysten zurückzieht.

Gefährlich ist diese Phase während einer Schwangerschaft: *Toxoplasma* kann sich kurz nach einer Erstansteckung auf den Fötus übertragen und zu Fehlgeburten oder Behinderungen führen. Sehr häufig ist dies aber nicht, und in der Schweiz hat man letztes Jahr beschlossen, auf *Toxoplasmose*-Tests für Schwangere zu verzichten. Stattdessen setzt man auf Prävention: Schwangere wird empfohlen, Fleisch gut durchzugaren, bei der Gartenarbeit Handschuhe zu tragen und das Katzenkistchen täglich mit kochendem Wasser zu putzen.

Die allermeisten Menschen aber zeigen keinerlei Symptome, weder während der Ansteckung noch danach. Auch Tieren mit *Toxoplasmose* ist äusserlich nichts anzumerken. Der Erreger vertuscht seine Anwesenheit. Er sitzt in seinen Zysten, unsichtbar für das Immunsystem, und wartet mit schier unendlicher Geduld, bis seine Zeit gekommen ist.

Dachte man jedenfalls bis vor kurzem. Jetzt mehren sich die Zeichen, dass er der Sache womöglich ein bisschen nachhilft.

Keine Angst

Nach dem Doktorat musste Jaroslav Flegr die Prager Karlsuniversität verlassen. Für Leute ohne Parteibuch gab es im kommunistischen Staat keine Stellen. Doch er hatte Glück: 1989 kam die Samtene Revolution, und er konnte an die Fakultät zurück. «Nach der Revolution war alles im Umbruch», sagt er. «Ein grosser Teil der Chefs wurde gegangen. Es entstanden völlig neue Gruppen, und man konnte erforschen, was man wollte. Heute ginge das nicht mehr.»

Flegr nutzte die Gunst des Augenblicks und wählte ein Thema, das laut Lehrbuch gar nicht existierte: die Auswirkung der *Toxoplasmose* auf das Verhalten von Menschen. Ein Grund für diese Wahl war, dass kurz nach der Wende für Ratten oder Mäuse schlicht kein Geld vorhanden war. Menschen aber gab es an der Universität genug, und es kostete nichts, sie Fragebogen ausfüllen zu lassen.

Der Hauptgrund war aber ein anderer: Flegr versuchte, sich selber zu verstehen. «Ich hatte an mir selber manch seltsames Verhalten beobachtet, das ich mir nicht erklären konnte», sagt er. «Ich wusste ausserdem, dass ich *Toxoplasmose* habe. Wahrscheinlich habe ich mich als Kind angesteckt; ich ass gerne rohe Leber. Nun kam ich auf die Idee, dass mein Verhalten etwas mit der *Toxoplasmose* zu tun haben könnte. Es hat mich also ganz persönlich interessiert.»

Flegr hatte zum Beispiel bemerkt, dass er sich oft grundlos mit seinen Vorgesetzten anlegt oder dass er in gefährlichen Situationen kaum Angst hat und keinen Fluchtreflex kennt. «Als Studenten waren wir einmal zu viert im Osten der Türkei, um Mäuse zu fangen», erzählt er. «Wir schliefen zwischen Zementsäcken auf der Ladefläche eines Lastwagens, als die PKK unsere Stadt angriff. Zwanzig Minuten lang flogen die Gewehrketten direkt über unsere Köpfe hinweg. Ich hatte aber keine Emotionen und habe ganz nüchtern überlegt, wie wohl die türkischen Soldaten auf den Angriff reagieren würden. Zum Glück begnügten sie sich damit, die Schaufenster der kurdischen Läden in der Stadt zu zerschliessen.»

Toxoplasmose-Männer sind überdurchschnittlich eigennützig, unangepasst, unordentlich und unzufrieden. Toxoplasmose-Frauen hingegen sind angepasster, gewissenhafter und ordentlicher als nicht infizierte Frauen.

Flegr notierte seine Erfahrungen in verallgemeinerter Form auf Fragebogen. Das klang dann zum Beispiel so: «Mein instinktives Verhalten bei drohender Gefahr ist eher langsam und passiv. In Situationen, wo andere Leute erschrecken und ohne Nachzudenken zur Seite springen, reagiere ich langsam oder zu spät.» Diese Fragebogen legte er bis heute immer wieder seinen Versuchsteilnehmern vor, beispielsweise Studentengruppen. Diese konnten auf einer Skala von 1 bis 5 ankreuzen, wie sehr das Geschilderte laut ihrer Einschätzung auf sie selber zutrifft. Resultat: Einige Fragen, etwa jene zum Verhalten in Gefahrensituationen, beantworteten Menschen ohne Toxoplasmose tatsächlich signifikant anders als infizierte. Offenbar fühlten die Infizierten tendenziell ähnlich wie Flegr selbst.

Parallel dazu begann Flegrs Forschungsteam, mit seinen Probanden standardisierte Persönlichkeitstests zu machen. Bis heute haben mehr als zehntausend Menschen bei ihm Fragebogen ausgefüllt, und oft (aber nicht immer) ergab sich die gleiche Tendenz: Toxoplasma-Infizierte sind eher überlegter, langsamer, schwerfälliger und weniger impulsiv, was ganz gut zum Verhalten in Gefahr passt. Weitere Tests haben ausserdem ergeben, dass sie signifikant schlechtere Reaktionszeiten haben.

Andere Auffälligkeiten sind ans Geschlecht gekoppelt: Toxoplasma-Männer sind überdurchschnittlich eigennützig, unordentlich, unangepasst und unzufrieden. Toxoplasma-Frauen hingegen sind angepasster, gewissenhafter und ordentlicher als nicht infizierte Frauen, aber auch zufriedener, geselliger und extrovertierter. Das ergab sich nicht nur aus den Fragebogen: In Doppelblindstudien (weder Beurteiler noch die Probanden wissen, wer infiziert ist) zeigte sich etwa, dass Toxoplasma-Frauen teurere Kleider und mehr Schmuck tragen und ganz allgemein gepflegter auftreten, während für Toxoplasma-Männer das Gegenteil gilt.

Sind die Persönlichkeitsveränderungen vielleicht ein Nebeneffekt der Infektion? Oder beeinflusst uns Toxoplasma gar absichtlich?

Zombies

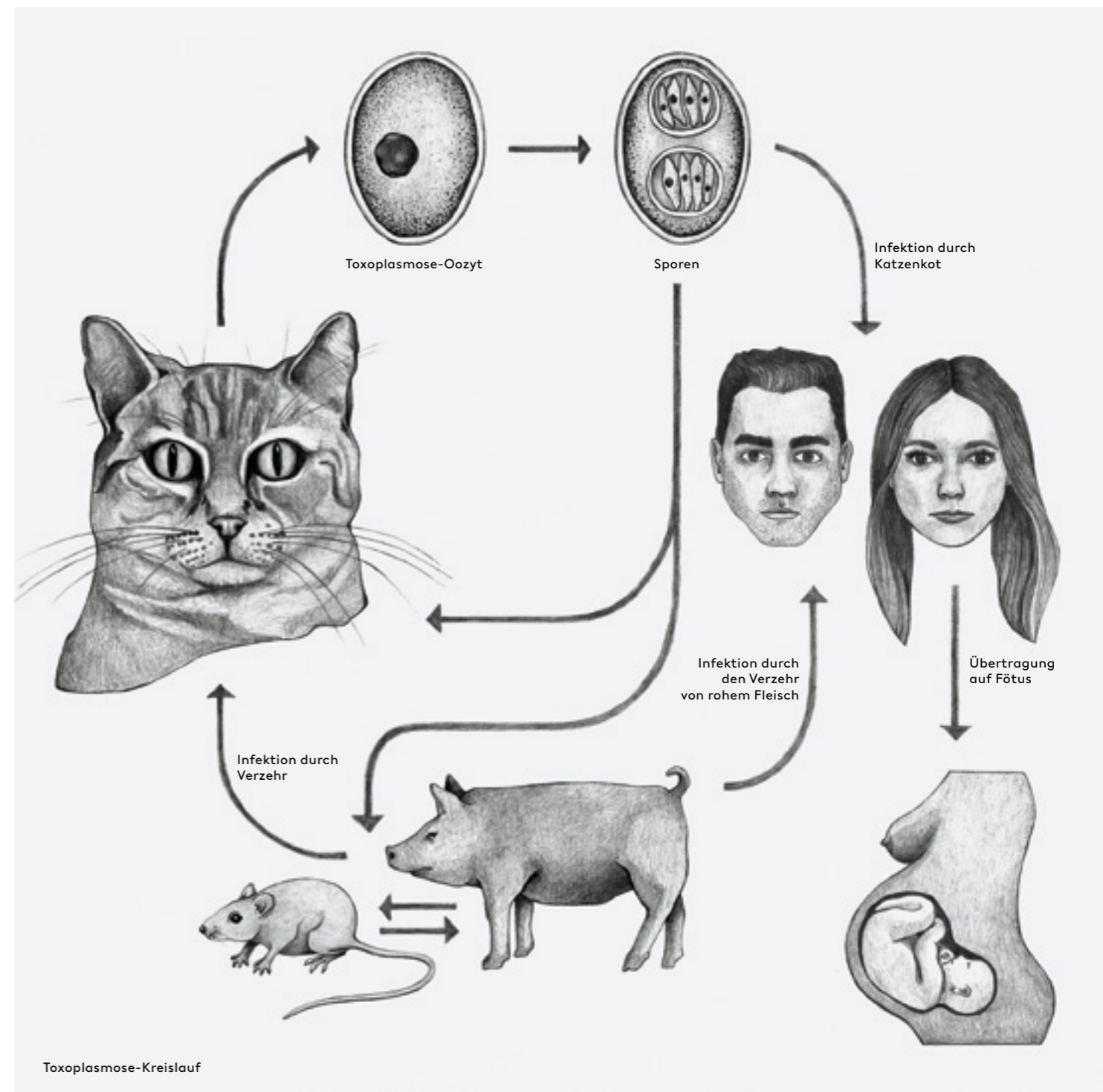
Diese Frage ist nicht leicht zu entscheiden, nicht nur bei Toxoplasma. «Wenn wir Schnupfen oder Husten haben, betrachten wir die Symptome gewöhnlich als ärgerliche Nebenprodukte der Virentätigkeit», schreibt der Evolutionsbiologe Richard Dawkins in seinem Buch «Das egoistische Gen». «In einigen Fällen scheint es jedoch wahrscheinlicher, dass sie von dem Virus absichtlich hervorgerufen werden, um ihm bei seiner Reise von einem Wirt zum anderen zu helfen. Nicht zufrieden damit, einfach in die Atmosphäre hinausgeatmet zu werden, bringt das Virus uns zum Niesen oder explosionsartigen Husten.»

Eine einigermaßen plumpe Manipulation. Der Malaria-Erreger Plasmodium, übrigens ein enger Verwandter von Toxoplasma, geht da schon viel raffinierter vor: Er wechselt hin und her zwischen seinem Zwischenwirt, dem Menschen, und dem Endwirt, der Anopheles-Mücke — und trifft Massnahmen, damit der Transfer möglichst oft gelingt. Plasmodium bewirkt, dass Menschen mit Malaria für die Mücke besonders attraktiv sind. Es behindert zudem die menschliche Blutgerinnung, damit die Mücke leichter trinken kann. Und im Endwirt verändert es die Rezeptoren der Darmwand derart, dass kein Völlegefühl entsteht und die Mücke schneller wieder zutischt.

Wenn man zum ersten Mal davon hört, tönt das unglaublich. Ein gehirnloser Einzeller soll imstande sein, so viel grössere Tiere auf derart raffinierte Weise zu manipulieren? Doch aus Sicht der Evolution ist das gar nicht so abwegig. Auch wir sind ausgestattet mit unglaublich raffinierten Werkzeugen, etwa unseren Augen. Sie zeugen davon, dass hier ein gewaltiger Selektionsdruck geherrscht haben muss. Besseres Sehen hat lange Zeit permanent einen so grossen Selektionsvorteil gebracht, dass sich nach und nach unsere Erbstklassen entwickeln konnten.

Was bei uns das Sehen ist, ist bei vielen Parasiten der Wirtswechsel. Sie können bestimmte Entwicklungsschritte nur in einem, andere nur in einem anderen Wirt vollziehen. Der Wirtswechsel ist für sie eine Frage von Leben und Tod: Wer ihn nicht schafft, kann sich nicht fortpflanzen, und seine Gene verschwinden aus dem Evolutionsprozess. Der allergeringste Vorteil, den sich ein Parasit beim Wirtswechsel ergattert, wird hingegen von der Evolution sofort begünstigt. Das erklärt die unwahrscheinlich anmutenden Tricks mancher Kleinstwesen.

Der Rattenbandwurm *Hymenolepis diminuta* manipuliert seinen Zwischenwirt, den Mehlkäfer, auf vielfältige Weise. Der Mehlkäfer ist das Adulttier des Mehlwurms, der oft zum Fischen benutzt wird, und lebt bevorzugt in Kornsilos oder Bäckereien. Ist Rattenkot von Bandwurmeiern durchsetzt, sondert er einen Duft ab, dem der Käfer nicht widerstehen kann. Wird der Kot samt Eiern gefressen, beginnt der Bandwurm zu wachsen und kastriert erst mal den Käfer, damit dieser nicht unnötig Ressourcen für seine eigene Fortpflanzung verbraucht. Wenn der Bandwurm gross genug ist, sondert er chemische Stoffe ab, die dreierlei bewirken: Erstens verliert der Käfer seine natürliche Angst und beginnt auf Mehlhaufen herumzukrabbeln, statt sich darin wie üblich zu vergraben. Zweitens wird er träge und wehrlos. Drittens hören seine Drüsen auf, jenes übel schmeckende Gift zu produzieren, das ihn normalerweise vor Fressfeinden schützt. Diese Massnahmen sorgen dafür, dass infizierte Mehlkäfer viel eher von Ratten gefressen werden als nicht infizierte.



Toxoplasmose-Kreislauf

Der Käfer agiert in dieser Episode wie ein Zombie: Er hat keinen eigenen Willen mehr — der Bandwurm hat seine Steuerung übernommen. Überspitzt gesagt: Es ist kein Käfer, der da handelt, sondern ein Bandwurm im Käferkleid.

In den letzten Jahren haben nun Tierversuche aufgezeigt, dass der Toxoplasmose-Erreger ähnlich geschickt vorzugehen vermag wie der Rattenbandwurm. Die entscheidende Arbeit trug den Titel «Tödliche Anziehung von Toxoplasma-infizierten Ratten» und stammte von einer englischen Forschungsgruppe, zu der unter anderen Joanne Webster gehörte, heute Professorin für Parasiten-Epidemiologie am Imperial College London. Um das Experiment zu verstehen, muss man wissen, dass Ratten eine angeborene Abneigung gegen Katzenurin haben. Selbst Laborratten, die seit Generationen keine Katze gesehen haben, reagieren normalerweise sehr negativ auf deren Urin.

Die Forscher infizierten nun einzelne Ratten mit Toxoplasmose, die anderen belassen sie gesund und setzten sie in einen Pferch. In die Ecken füllten sie Einstreu, das sie mit vier unterschiedlichen Gerüchen behandelt hatten: neutraler Geruch, Eigengeruch der Ratte, Katzenurin und Kaninchenurin. Dann zählten sie, wie oft die Ratten die einzelnen Ecken besuchten. Resultat: Während es bei den drei anderen Gerüchen keinen Unterschied gab, schnüffelten die infizierten Ratten fast doppelt so häufig am Katzenurin wie die nicht infizierten. Offenbar hatte der Parasit, im Bestreben, möglichst rasch in einem Katzenmagen zu landen, an entscheidenden Schaltstellen der Ratten herumgeschraubt. «Die Manipulation durch Toxoplasma gondii», schrieben die Forscher, «scheint die Risikowahrnehmung der Ratte zu verändern und ihre angeborene Abneigung gegen Katzen in einigen Fällen in eine gefährliche Anziehung zu verwandeln.» →

Weitere Experimente mit Ratten und Mäusen vervollständigten das Bild. Toxoplasma geht unglaublich gezielt vor: Es ist tatsächlich nicht so, wie man vielleicht im ersten Moment vermuten könnte, dass es seinen Wirt einfach schwächt und ihn so für die Katze zu einer leichteren Beute macht. Infizierte Ratten und Mäuse zeigen keinerlei Verfallserscheinungen, und auch ihr sozialer Status bleibt unangetastet. Toxoplasma zerstört auch nicht einfach den Geruchssinn oder die Angstempfindung des Wirts. Vielmehr ist die Manipulation äusserst spezifisch: Nur die Reaktion auf Katzenduft ändert sich. Auf alle anderen Gerüche reagieren die Ratten wie immer, und auch die natürliche Angst vor offenen Flächen, unbekannter Nahrung und grellem Licht bleiben unverändert.

Der amerikanische Biologe und Buchautor Robert Sapolsky («Mein Leben als Pavian») von der kalifornischen Stanford University, der vor ein paar Jahren in die Toxoplasma-Forschung eingestiegen ist, hat dazu einen Vergleich erdacht: «Man stelle sich einen Mann vor, dessen Gehirn von Parasiten befallen wurde. Die Infektion hat keinerlei Einfluss auf seine Gedanken und Gefühle oder auf seinen Intelligenzquotienten. Auch seine Vorlieben für bestimmte Fernsehserien bleiben gleich. Doch damit der ungebetene Gast im Gehirn seinen Lebenszyklus vollenden kann, verspürt der Mann den unwiderstehlichen Drang, in den Zoo zu gehen, über den Zaun des Eisbärengeheges zu klettern und dem grimmigsten aller Bären einen Zungenkuss zu geben.»

Inzwischen weiss man auch schon einiges darüber, wie Toxoplasma seine Manipulation bewerkstelligt: Der Parasit befällt im Gehirn bevorzugt eine Struktur namens Amygdala, die für die Angstkonditionierung zuständig ist. Robert Sapolsky hat herausgefunden, dass bei infizierten Ratten angesichts von Katzenurin nicht wie üblich die Angstzentren aktiviert werden, sondern perfiderweise jene für sexuelle Erregung. Wenn man infizierten männlichen Ratten eine grosse Menge Katzenpheromone unter die Nase hält, werden sogar ihre Hoden grösser. «Irgendwie schafft es dieser verdammte Parasit, Katzenurin für Nagetiere sexuell attraktiv zu machen», sagt Robert Sapolsky. «Total verrückt.»

Einen weiteren Puzzlestein zum Verständnis von Toxoplasma hat 2009 der Biologe Glenn McConkey von der Universität im englischen Leeds hinzugefügt. Der Forscher hat das Erbgut des Parasiten untersucht und entdeckt, dass Toxoplasma zwei entscheidende Gene für die Herstellung von Dopamin besitzt. Im Volksmund «Glückshormon» genannt, ist Dopamin ein Botenstoff im Gehirn, der unter anderem mit Dingen wie Aufmerksamkeit, Motivation, Belohnung und sexueller Befriedigung zu tun hat. Mit seinen Genen kann Toxoplasma direkt die Dopaminproduktion im Gehirn seines Wirts ankurbeln. «Da Dopamin in den Gehirnabläufen eine sehr wichtige Rolle spielt, hat Toxoplasma die Fähigkeit, das Gehirn seines Wirtes bedeutend zu verändern», sagt McConkey.

Was weiss das Virus?

Was bedeutet das nun für den Menschen? Schwächt der Parasit auch unsere Angstreaktion, wie es die flegrschen Fragebogen suggerieren? Die Forschungsergebnisse beim Menschen sind viel weniger klar als bei Ratten und Mäusen. Aber es gibt keinen Grund zur Annahme, dass es Toxoplasma in unseren Gehirnen nicht zumindest auch versucht.

«Der Parasit ist sehr geschickt, denn er kann das Verhalten seines Zwischenwirts manipulieren», sagt Joanne Webster. «Aber

dass er so geschickt ist, dass er zwischen Nagetieren und Menschen unterscheiden kann, wage ich zu bezweifeln. Es ist ziemlich wahrscheinlich, dass er auch uns beeinflusst. Und er sitzt an der idealen Stelle im Gehirn, um dies zu tun.» Allerdings seien beim Menschen die Effekte sehr subtil — schliesslich haben die Infizierten, immerhin ein Drittel der Weltbevölkerung, ja nicht plötzlich massive Verhaltensstörungen. Über die genauen Vorgänge wisse man schlicht noch viel zu wenig, meint Joanne Webster. «Allzu unbeschwert sollten wir jedoch nicht sein angesichts eines Parasiten, der mitten in unseren Gehirnen verharrt.»

Praktisch alle Forscher halten den Menschen für einen sogenannten Fehlwirt — das heisst: Toxoplasma kann in uns leben, hat aber keine Chance, in seinen Endwirt zu gelangen. Allfällige Verhaltensänderungen des Menschen wären demnach einfach eine Folge davon, dass der Parasit in jedem Hirn stets die gleichen Massnahmen trifft: in der Ratte oft mit Erfolg, im Menschen hingegen ohne Aussicht auf Wirtswechsel.

«Toxoplasma weiss gewiss nicht, ob es in einem Menschen- oder einem Mäusegehirn sitzt», sagt Jaroslav Flegr. «Noch viel weniger kann es wissen, dass seit einigen zehntausend Jahren die Chance, dass ein Mensch von einer Raubkatze gefressen wird, ziemlich klein ist.» Er sage bewusst «ziemlich klein» und nicht «null», denn vor ein paar Jahren sei einer seiner Studenten im Prager Zoo von einem Tiger getötet worden. «Ich weiss nicht, ob er Toxoplasmose hatte, aber es würde mich nicht wundern, denn er ist zu den Tigern ins Freigehege geklettert.»

Aufgrund einiger Indizien spekuliert Flegr darüber, ob Affen (und damit Menschen) evolutionär gesehen vielleicht gar kein Fehlwirt für Toxoplasma sind. «Der heute übliche Maus-Katzen-Zyklus funktioniert erst so gut, seit es so viele Hauskatzen gibt, und das ist evolutionär gesehen eine sehr kurze Zeit», sagt er. Umgekehrt wisse man, dass afrikanische Grosskatzen wie Leoparden oder Löwen zu neunzig bis hundert Prozent von Toxoplasma infiziert sind. Bei manchen Grosskatzen sind zudem Affen ein wichtiger Bestandteil der Nahrungspalette, und vielleicht haben früher auch Menschen dazu gehört. Die Unfähigkeit, in einer Schrecksituation instinktiv blitzschnell zu reagieren, wäre danach womöglich gar nicht ein Abklatsch der verdrehten Angstreaktion bei Mäusen, sondern von Toxoplasma tatsächlich beabsichtigt.

Flegr hat mit seinen Probanden auch schon Duft-Bewertungs-Experimente gemacht. Genauer will er nicht verraten, die Resultate seien noch nicht publiziert. Aber offenbar hatten die Toxoplasmose-Infizierten, die nicht wussten, an was sie da schnupern, eine grosse Vorliebe insbesondere für Hyänengeruch.

Mit seinen Studien hat es Flegr schon ein paarmal in die Boulevardpresse geschafft. In der Fachwelt hingegen ist das Echo geteilt. Ein Stück weit ist das auch verständlich, widersprechen Flegrs Ideen doch fundamental den gängigen Vorstellungen. «Sobald man etwas tut, was ein wenig von der Norm abweicht, wird man kritisiert — das ist normal», sagt Joanne Webster. Es wäre auch unklug, die herkömmlichen Theorien allzu rasch über Bord zu werfen.

Doch bei Flegr kommt noch etwas anderes hinzu: Er sitzt zwischen Stuhl und Bank. Zwar ist er Biologe, aber er arbeitet wie ein Soziologe. Nicht das Mikroskop ist sein Arbeitsinstrument, sondern der Fragebogen. Das führt dazu, dass hartgesottene Naturwissenschaftler ihn tendenziell für unseriös halten. Umgekehrt sind seine Thesen für viele Psychologen derart anstössig, dass auch diese ihn nicht ernst nehmen.

«Bei Psychologie-Zeitschriften habe ich keine Chance, etwas zu veröffentlichen», sagt Jaroslav Flegr. «Es ist schon fast lustig, was die mir zurückschreiben: Es sei doch klar, dass die Psychologie des Menschen durch die psychologischen Gesetze bestimmt würden und nicht durch etwas, mit dem man sich angesteckt hat.»

Zwar akzeptieren wir, dass Parasiten in uns eindringen, dass sie uns schwächen, dass sie uns töten können. Aber dass sie unseren Charakter ändern könnten, wenn auch nur ein klitzekleines bisschen, empfinden wir als demütigend. Wahrscheinlich hängt das damit zusammen, dass zumindest in der westlichen Welt die meisten Menschen immer noch Dualisten sind — dass sie also glauben, ihre Psyche hätte mit ihrem Körper nichts zu tun.

Dabei gibt es einen ziemlich bekannten anderen Parasiten, der längst das Gegenteil bewiesen hat: das Tollwutvirus. Ein tollwütiger Mensch wird einerseits sehr aggressiv, andererseits kann er nicht mehr schlucken und entwickelt eine heftige Abneigung gegen Getränke. Aus Sicht des Virus ist dieses seltsame Verhalten sehr zweckmässig: Es steckt im Speichel und will in möglichst viele andere Körper gelangen. Jegliches Trinken würde seine Virulenz beeinträchtigen. Die Wutanfälle hingegen erhöhen die Übertragungswahrscheinlichkeit, denn sie gehen mit heftigen Beissversuchen einher.

Wie das Virus das zustande bringt, ist weitgehend unklar. Wie Toxoplasma scheint es in die entscheidenden Zentren im Gehirn

einzugreifen. «Tollwut weiss mehr über Aggression als wir Neurowissenschaftler», sagt Robert Sapolsky.

Es ist auffällig, wie deutlich die Symptome bei der Tollwut sind, verglichen mit der Toxoplasmose. Man kann dies lesen als Zeichen dafür, wie subtil Toxoplasma bei seiner Manipulation vorgeht. Man kann es aber auch so interpretieren, dass die Persönlichkeitsveränderungen bei der Toxoplasmose in Wahrheit gar nicht existieren.

Diese Meinung vertritt beispielsweise Adrian Hehl, Professor für Parasitologie an der Universität Zürich. «Für mich sind die Studien von Herrn Flegr problematisch», sagt er. «Oft enthalten sie Fehler, die Datenlage ist sehr unsicher. Ausserdem spielen beim Menschen immer auch kulturelle Faktoren mit. Die angeblich gefundenen Verhaltensunterschiede werden überdeckt von einer natürlichen Variation, sodass ich nicht sehe, was damit bewiesen werden soll.» Er sei sogar der Meinung, dass man Flegrs Ideen «nicht oder höchstens unter dem Label «Spekulation» an die Öffentlichkeit tragen» solle.

Ähnlich argumentiert Glenn McConkey, der Entdecker der Dopamin-Gene bei Toxoplasma: «Flegrs Experimente sind schwierig. Er misst das Verhalten mit Fragebogen und Beobachtungsstudien. Da spielen viele andere Faktoren mit, welche die Daten unsauber machen.»

Hier kann man offensichtlich unterschiedlicher Meinung sein. Joanne Webster etwa ist gegenüber Flegrs Persönlichkeits-

Personen mit chronischer Toxoplasmose haben gemäss der Studie ein 2,65-mal grösseres Unfallrisiko als toxoplasmosefreie Personen.

Handyprobleme?

Unsere Amico Experten beraten Sie kompetent am Telefon. Solange bis alles wieder funktioniert.
Jetzt anmelden unter Gratisnummer 0800 803 175 oder swisscom.ch/handyprobleme



studien nicht so negativ eingestellt: «Fragebogen sind keine knallharte Wissenschaft. Aber an den Resultaten ist etwas dran, schliesslich hat Flegr in seinen Studien immer wieder mehr oder weniger das Gleiche gefunden.» Robert Sapolsky findet Flegrs Arbeiten gar «extrem interessant», die Studien seien «gut ausgeführt und unabhängig wiederholt» worden, und nach den üblichen Standards der Wissenschaft sei für ihn bewiesen, dass Toxoplasma das menschliche Verhalten verändere, wenn die gefunden Effekte auch ziemlich klein seien.

Ist das noch wissenschaftlich?

Der gewichtigste Vorwurf, der an Flegr gerichtet wird, lautet, er habe keine wirklichen Beweise für seine These. Alles bloss Korrelation, keine Kausalität — ein in der Wissenschaft nicht selten erhobener Einwand. Wenn etwa Storchenpopulation und Geburtenziffer gleichzeitig sinken, so korrelieren die beiden Zahlen zwar, aber dies ist noch kein Beweis dafür, dass der Storch die Kinder bringt.

Auf unseren Fall übertragen, könnte man behaupten: Dass Frauen mit Toxoplasmose überdurchschnittlich gewissenhaft und angepasst sind, bedeutet nicht automatisch, dass die Toxoplasmose sie gewissenhaft macht. Es könnte sich um einen Zufall handeln, es könnte ein dritter Faktor dahinter stecken, ja es könnte sogar sein, dass die Kausalität umgekehrt ist: dass sich also gewissenhafte Frauen, warum auch immer, überdurchschnittlich

oft mit Toxoplasmose anstecken. Vielleicht halten gewissenhafte Frauen einfach viele Katzen? Und unangepasste Männer essen besonders viel rohes Fleisch?

Man muss Jaroslav Flegr in dieser Sache aber ein wenig in Schutz nehmen. Zum einen hat man in neuen Wissenschaftsgebieten zu Beginn oft nicht mehr als Korrelationen, besonders im Humanbereich. Dass etwa bestimmte Lebensmittel dick machen und andere angeblich vor Herzinfarkt schützen, sind nichts als Korrelationen. Selbst der Zusammenhang zwischen Rauchen und Lungenkrebs war zu Beginn bloss eine Korrelation, und die Kausalkette musste dann — gegen den Widerstand der Tabakbranche — Schritt für Schritt aufgedeckt werden.

Zum andern hat Flegr durchaus mehr anzubieten. So konnte er zeigen, dass das Ausmass der Gewissenhaftigkeit von der Krankheitsdauer abhängt. Je länger bei Frauen die Infektion zurückliegt, desto gewissenhafter sind sie. Das macht es doch viel wahrscheinlicher, dass die Toxoplasmose die Ursache für die Unangepasstheit ist und nicht umgekehrt.

Weiter hat Flegr bei Männern mit Toxoplasmose erhöhte Werte des Geschlechtshormons Testosteron gefunden, was unter anderem zur Folge hat, dass sie im Schnitt drei Zentimeter grösser sind als die parasitenfreien Kollegen. Infizierte Frauen wiederum haben ein Testosterondefizit, und abermals scheinen die Werte von der Dauer der Infektion abzuhängen. Dies alles deutet darauf hin, dass Testosteron hinter den angepassten Frauen und

Der heutige Mensch wird selten von Raubtieren gejagt — egal, ob sich die Toxoplasmose darum bemüht oder nicht. Aber jene Eigenschaften eines Beutetiers, die der Raubkatze das Erlegen erleichtern, könnten auch dazu verhelfen, dass es von einem Auto überfahren wird: Reaktionsschwäche, Trägheit, fehlender Fluchtinstinkt.

unangepassten Männern steckt. Doch warum es diese Geschlechterdifferenz beim Testosteron gibt, ob es sich um eine Reaktion des Körpers handelt oder um irgendeinen Trick des Parasiten, zu welchem Zweck auch immer, bleibt vorderhand ein Rätsel.

Auch bei den Persönlichkeitsveränderungen, die bei Männern und Frauen in die gleiche Richtung gehen, gibt es einen Hinweis auf die Kausalität. Der Verlust an Spritzigkeit, die schlechteren Reaktionszeiten und das längere Überlegen der Toxoplasma-Infizierten sind typische Zeichen eines erhöhten Dopaminspiegels. Das ist genau das, was Toxoplasma mit seinen beiden Genen zu bewerkstelligen imstande ist.

Flegers Meisterstück

Toxoplasma sitzt in unseren Gehirnen. Es kann die Dopaminproduktion frisieren. Und Infizierte verändern ihre Persönlichkeit teilweise in eine Richtung, die von einem erhöhten Dopaminspiegel zeugt. Die Details passen zusammen, aber sie sind noch lange kein Beweis.

Das Problem ist letztlich, dass einem bei der Untersuchung menschlichen Verhaltens gar nichts anderes übrig bleibt, als nach Korrelationen und indirekten Anhaltspunkten zu suchen. Viel einfacher ist es bei den Ratten: Man steckt die Hälfte der Tiere mit Toxoplasmose an, die andere Hälfte nicht, und beobachtet dann die Unterschiede. Beim Menschen verbietet sich dieses Vorgehen. Es ist übrigens auch gegenüber Ratten nicht gerade nett. Trotzdem ist es Flegr gelungen, auch mit Menschen eine Art indirekten Versuch durchzuführen, bei dem die zuvor eher subtil aufscheinenden Folgen der Toxoplasmose nun plötzlich erschreckend real werden. Die Studie ist Flegrs Meisterstück — genial der Einfalt, brutal das Resultat. Und doch wird die Sache am Ende wieder von einem Wind der Uneindeutigkeit umweht, der den einen oder anderen Zweifel aufwirbelt.

«Ich habe scherzhaft von Pseudo-Jagdstudien gesprochen», sagt Flegr. «Der heutige Mensch wird selten von Raubtieren gejagt — egal, ob sich Toxoplasma darum bemüht oder nicht. Aber jene Eigenschaften eines Beutetiers, die der Raubkatze das Erjagen erleichtern, könnten auch dazu verhelfen, dass es von einem Auto überfahren wird.» Reaktionsschwäche. Trägheit. Fehlender Fluchtinstinkt. In der Natur kann dies in die Klauen

eines Raubtiers führen. In der Stadt unter die Räder eines Sportwagens. Ein teuflischer Gedanke.

«Erhöhtes Verkehrsunfallrisiko bei Personen mit chronischer Toxoplasmose» lautete der Titel der Studie, die Flegr 2002 veröffentlichte. Die Forscher haben die Opfer von Verkehrsunfällen untersucht, die zwischen 1997 und 2000 im Prager Vinohrady-Spital behandelt wurden. Diese verglichen sie mit einer Kontrollgruppe von Prager Einwohnern, welche die gleiche Altersstruktur wie die Verletzten aufwiesen, aber nicht in einen Unfall verwickelt waren. Das Resultat war überdeutlich, wie es in der Arbeit heisst: «Personen mit chronischer Toxoplasmose hatten ein 2,65-mal höheres Unfallrisiko als toxoplasmosefreie Personen.» Danach wäre das Fahren mit Toxoplasma im Gehirn etwa gleich gefährlich wie mit 0,7 Promille Alkohol im Blut. Das massiv erhöhte Unfallrisiko galt dabei unisono für Fussgänger wie für Autofahrer, für Männer wie für Frauen.

Wenn man den Faktor 2,65 auf die ganze Welt hochrechnet — und Flegr tut das ohne Wimpernzucken — und dabei berücksichtigt, dass dreissig Prozent der Weltbevölkerung infiziert sind und jährlich anderthalb Millionen Menschen in Verkehrsunfällen sterben, dann kommt man zum Schluss, dass wegen Toxoplasma auf den Strassen dieser Welt jedes Jahr einige Hunderttausend Menschen sterben. Toxoplasmose gehörte damit auf einen Schlag zu den tödlichsten Infektionskrankheiten überhaupt.

Die Frage ist, ob man tatsächlich so rechnen darf. Natürlich liegt auch hier die Vermutung nahe, dass es sich bloss um eine Korrelation handelt und in Wahrheit ein ganz anderer Faktor dahintersteckt. «Die Studienresultate bedeuten keineswegs, dass Toxoplasma-Infizierte ein höheres Unfallrisiko haben», sagt etwa Glenn McConkey. «Männer haben zum Beispiel siebenzig Prozent mehr schwere Unfälle pro Fahrkilometer als Frauen, aber das bedeutet nicht, dass das Tragen eines Penis für vermehrte Unfälle verantwortlich ist.» Vielmehr stecke die Variable «riskantes Verhalten» dahinter: Männer lieben das Risiko — darum haben sie mehr Unfälle. Ähnlich verhalte es sich vermutlich auch bei Flegrs Entdeckungen, sagt McConkey: Risikoliebende Menschen hätten mehr Unfälle, und gleichzeitig infizierten sie sich häufiger mit Toxoplasmose, weil sie zum Beispiel ihr Gemüse schlecht waschen. →

SCHAULAGER

SCHAULAGER PRÄSENTIERT IM HAUS ZUM KIRSCHGARTEN, ELISABETHENSTR. 27, BASEL

12. MÄRZ – 28. AUGUST

FRANCIS ALÿS **FABIOLA**

Öffnungszeiten:
Di, Mi, Fr 10–18 Uhr, Do 10–19 Uhr
Sa 13–17 Uhr, So 10–17 Uhr

Öffentliche Führungen: Do 17.30 Uhr, So 13 Uhr

www.schaulager.org
LAURENZ-STIFTUNG

Unsere Tipps für Ihre Ferien!

Jetzt auch online bestellen unter www.thalia.ch/ferien

DAVID NICHOLLS
Zwei an einem Tag
ISBN 978-3-453-81184-3, 544 Seiten

Emma und Dexter gehen nach ihrer Abschlussfeier getrennte Wege. Was bringt die Zukunft? Hat ihre Liebe eine zweite Chance?

CIARA GERAGHTY
Und plötzlich ist es Glück
ISBN 978-3-453-40820-3, 544 Seiten

Hochzeitsplanerin Scarlett hat alles im Griff! Trennung, Affären, schwanger und nicht wissen, von wem – das würde ihr nie passieren...

TRUDI CANAVAN
Sonea. Die Heilerin
ISBN 978-3-7645-3042-6, 576 Seiten

Lorkin, der Sohn der schwarzen Magierin Sonea, wird entführt. Kann er sein Wissen für sich behalten?

BARBARA PIAZZA
Die Frauen der Pasqualinis
ISBN 978-3-442-37361-1, 768 Seiten

Stefano geht nach Deutschland, als Sofia einen anderen heiratet. Doch nach Jahren steht sie plötzlich vor ihm...

STAUFFACHER
DIE WELT DER BÜCHER & MULTIMEDIA
stauffacher.ch

Thalia.ch
Bücher & mehr

Adrian Hehl von der Universität Zürich argumentiert gleich und sagt: «Ich würde Abstand davon nehmen, diese Studie auch nur als Hinweis darauf zu nehmen, dass Toxoplasma irgendwas mit Verkehrsunfällen zu tun haben könnte.»

Ist also alles nur ein Artefakt? So einfach ist die Sache nicht. Erstens ist der Toxoplasma-Infizierte, wie Flegrs Studien zeigen, eher ein überlegter Mensch, der wenig Lust verspürt, Neues auszuprobieren — nicht gerade der Prototyp eines Risk Seeker. Zweitens reagieren die Träger des Parasiten eben erwiesenermassen langsamer, was eine erhöhte Unfallrate durchaus nahelegt. Allerdings sind die Reaktionszeiten nur um fünf bis zehn Prozent schlechter.

«Ich vermute, dass der Hauptgrund für die Unfälle nicht die längeren Reaktionszeiten sind, sondern das schlechtere Konzentrationsvermögen», sagt Flegr. Die Reaktionstests im Labor hätten ergeben, dass die Toxoplasma-Leute in der ersten Minute gut mithielten, in der zweiten, vor allem in der dritten Minute aber abzufallen begannen, weil ihre Aufmerksamkeit nachlasse. Diese Erklärung passt auch zu der Erkenntnis von Flegrs Forschungsgruppe, dass das Unfallrisiko direkt nach der Toxoplasma-Infektion eindeutig am höchsten ist und dann langsam abzufallen beginnt. Direkt nach der Infektion ist vermutlich auch der Dopaminspiegel am höchsten, was die Konzentration schwächt.

Schliesslich hat im Jahr 2009 eine Forschungsgruppe in Istanbul Flegrs Studie wiederholt und genau die gleichen Resultate gefunden. Das Unfallrisiko mit Toxoplasma war hier sogar um den Faktor 2,96 erhöht. Diese unabhängige Bestätigung mache die von Flegr postulierte Unfallwirkung zu einem «wahrscheinlichen Resultat», sagt Joanne Webster.

Doch dummerweise hat sich Flegr diesmal selber ein Bein gestellt. In einer 2009 veröffentlichten Studie untersuchte er die Unfallhäufigkeit von Militärfahrern, die zu Beginn ihrer Dienstzeit auf Toxoplasma getestet worden waren. Wieder fand er einen Risikofaktor von etwa 2,5, und wieder war das Risiko direkt nach der Ansteckung besonders hoch — aber diesmal nur bei Fahrern mit der Blutgruppe Rhesus-negativ. Beim Rest fand sich nun plötzlich kein Zusammenhang mehr zwischen Toxoplasma und Unfällen. Weil nur eine Minderheit der Bevölkerung Rhesus-negativ ist, in Mitteleuropa etwa ein Sechstel, würde sich damit die Zahl der Toxoplasma-Toten von ein paar Hunderttausend auf ein paar Tausend jährlich reduzieren.

Flegr hat eine komplizierte Theorie aufgestellt, wieso Rhesus-negative Menschen besonders empfindlich auf Toxoplasma reagieren. Doch das erklärt nicht die grosse Diskrepanz zwischen den beiden Studien. Zwar hat er recht mit seiner Bemerkung, bei hochgradig unterschiedlichen Menschengruppen könne man nicht erwarten, dass sich Resultate so leicht reproduzieren liessen wie bei Laborratten, wo man bei Experimenten möglichst immer den gleichen Stamm benutzt. Doch es bleibt fraglich, was man von einem Effekt halten soll, der von einer Studie zur anderen derart schwinden kann.

Wir haben die Schweizer Beratungsstelle für Unfallverhütung um eine Stellungnahme angefragt. Der wissenschaftliche Mitarbeiter Uwe Ewert hat sich Flegrs Studien angeschaut und schreibt uns, Flegrs erste Studie sei «wirklich gut gemacht» gewesen: «Er hat sich etlichen kritischen Argumenten gewidmet und mehrere der Kriterien zur Bestimmung eines kausalen Zusammenhangs erfüllt. Ich war wirklich ziemlich beeindruckt.»

Dummerweise habe sich das in der zweiten Studie aber eben nicht bestätigt, und wenn man von dieser ausgehe, dann hätten bloss noch fünf bis zehn Prozent der europäischen Bevölkerung den erhöhten Unfallfaktor von 2,7 — eben jene, die zugleich Rhesus-negativ und Toxoplasma-positiv sind.

«Mein Fazit ist Folgendes», schreibt Uwe Ewert weiter: «Es ist nicht ausgeschlossen, dass Toxoplasma zu einem erhöhten Unfallrisiko führt. Bisher ist die Evidenz aber noch nicht so stark, dass sich die Beratungsstelle für Unfallverhütung sofort auf dieses Thema stürzen muss. Wir werden aber die weiteren Entwicklungen beobachten.»

Und was zieht Flegr für sich persönlich für Schlüsse aus seinen Studien? «Ich passe auf und versuche, nicht allzu viel Auto zu fahren», sagt er. «Es ist gut zu wissen, ob man infiziert ist — dann kann man seine Fahrweise anpassen.» Er würde aber nicht dafür plädieren, dass man irgendjemandem den Fahrausweis wegnehme. Bei professionellen Chauffeuren oder Piloten hingegen müsse man erwägen, wenigstens die Rhesusfaktor-negativen regelmässig auf Toxoplasma zu testen und sie im Falle einer Ansteckung vorübergehend an eine andere Stelle zu versetzen, bis nach etwa zwei Jahren das Unfallrisiko wieder tiefer sei.

Nur der Anfang

Es fällt nicht leicht, eine Bilanz über das Forschungsgebiet zu ziehen. Gewiss fehlen die handfesten Beweise noch. Aber es gibt genug Hinweise aus volksgesundheitlich wichtigen Bereichen (Schizophrenie, Verkehrsunfälle), denen genauer nachgegangen werden müsste. Und auch wenn es diese Hinweise nicht gäbe: Allein die Möglichkeit, dass ein derart verbreiteter Parasit mög-

licherweise auf unsere Persönlichkeit Einfluss nimmt, ist angesichts unseres auf Autonomie fokussierten Menschenbildes brisant genug.

Es ist ein Rätsel, wieso sich nicht längst weitere Forscher auf dieses Thema gestürzt haben. Viele Fachleute fordern, es müsse nun endlich eine wirklich grosse prospektive Studie gemacht werden: zehntausend Teilnehmer, zwanzig Jahre Laufzeit, regelmässiger Abgleich von Toxoplasma-, Krankheits-, Unfall- und Verhaltensdaten. Aber es scheint niemand in Sicht zu sein, der die Sache anpackt.

Jaroslav Flegr ist sich sicher, dass Toxoplasma erst der Anfang ist. Dass es andere Parasiten gibt, die uns womöglich noch viel mehr beeinflussen. Man darf nicht vergessen, dass der menschliche Körper die Heimat unzähliger Kleinstlebewesen ist. Jeder von uns trägt zwei Kilogramm Bakterien mit sich herum, und wir wissen noch praktisch nichts über sie.

«Ich habe nach dem erstbesten Parasiten gegriffen und konnte gleich einen deutlichen Einfluss nachweisen», sagt Flegr. «Es wäre doch sehr unwahrscheinlich, wenn ich gleich den wichtigsten gefunden hätte. Nein, es gibt zweifellos noch weitere Parasiten, die auf ihren Flegr warten.»

MATHIAS PLÜSS ist redaktioneller Mitarbeiter des «Magazins». mathias.pluess@dasmagazin.ch
ELISA HUBER ist Illustratorin und Grafikerin. info@elisahuber.ch



Die Beratung macht den Unterschied.

Ihre Bedürfnisse sind individuell, unsere Produkte massgeschneidert. Profitieren Sie gezielt von flexiblen Lösungen und unserem persönlichen Service für Private und Unternehmen – erfrischend anders. Jetzt informieren: www.sympany.ch



Jetzt zugreifen, ohne in die Tasche zu greifen.

Sunrise
SUMMER SALE

Vier grossartige Handys zu ganz kleinen Preisen – du hast die Wahl. Einfach ein 12-Monats-Abo schon ab CHF 29.–/Monat abschliessen, und der Supersommer kann kommen.



iPhone 3GS
99.– CHF
statt CHF 548.– ohne Abo



Nokia C7
1.– CHF
statt CHF 448.– ohne Abo



HTC Wildfire S
1.– CHF
statt CHF 398.– ohne Abo



HTC ChaCha
1.– CHF
statt CHF 448.– ohne Abo

iPhone

Gültig bei Neuabschluss von Sunrise flat basic surf (CHF 35.–/Mt.) über 12 Monate. Exkl. SIM-Karte für CHF 40.–. Änderungen vorbehalten und nur solange Vorrat. Alle Infos und Tarife unter sunrise.ch