

Wirkt es schon?

Ein Bluttest zeigt, ob eine Chemotherapie anschlägt

Krebs ist nicht gleich Krebs, und weil jeder Tumor verschieden ist, sprechen einige besser auf eine Chemotherapie an als andere. Viele Tumoren werden auch mit der Zeit resistent. Die Ärzte können die Wirkung einer Chemotherapie auf einen soliden Tumor derzeit nicht anhand regelmäßiger Blutproben überprüfen. Sie müssen warten, bis der Tumor entweder schrumpft oder weiterwächst. Das kann Wochen oder Monate dauern. Bis dahin erhält der Patient vielleicht eine Chemotherapie, die ihm nichts nützt, sondern ihn nur belastet. Die Ärzte haben daher großes Interesse an einem einfachen Test, der die Wirkung einer Chemotherapie schnell, sicher und mit wenigen Millilitern Blut vorhersagt. Bee Luan Khoo vom „Singapore-MIT Alliance for Research and Technology Centre“ in Singapur und seinen Kollegen scheint die Entwicklung eines solchen Tests nun tatsächlich gelungen zu sein („Science Advances“, doi: 10.1126/sciadv.1600274).

Was sind die entscheidenden Erfolgsfaktoren? Kritisch sind das Gerät, für dessen Konzeption alle Register der Mikro-technik und der Mikrofluidik gezogen werden mussten, und die verwendeten Tumorzellen. Khoo und seine Kollegen arbeiten mit zirkulierenden Tumorzellen aus dem Blut. Diese sind der Ausgangspunkt für die Metastasierung über das Blutgefäßsystem. Zirkulierende Tumorzellen treiben entweder einzeln oder in kleinen Gruppen aus zwanzig bis hundert Zellen durch die Gefäße. Je größer die Cluster sind, desto größer ist auch ihr Metastatisierungspotential. Allerdings gibt es in den Frühphasen einer Krebserkrankung nur wenige zirkulierende Tumorzellen im Blut. Auf einen Milliliter Blut kommen schätzungsweise ein bis zehn dieser Zellen. Zum Vergleich: Bei gleichem Volumen liegt die Zahl der weißen Blutkörperchen bei einigen Millionen, die Zahl der roten Blutkörperchen bei mehr als einer Milliarde. Khoo und seinen Kollegen ist es mit vielen Tricks gelungen, die zirkulierenden Tumorzellen ohne Anreicherung in den winzigen Vertiefungen einer Testplatte zu kultivieren und deren Reaktionen auf verschiedene Zellgifte zu testen.

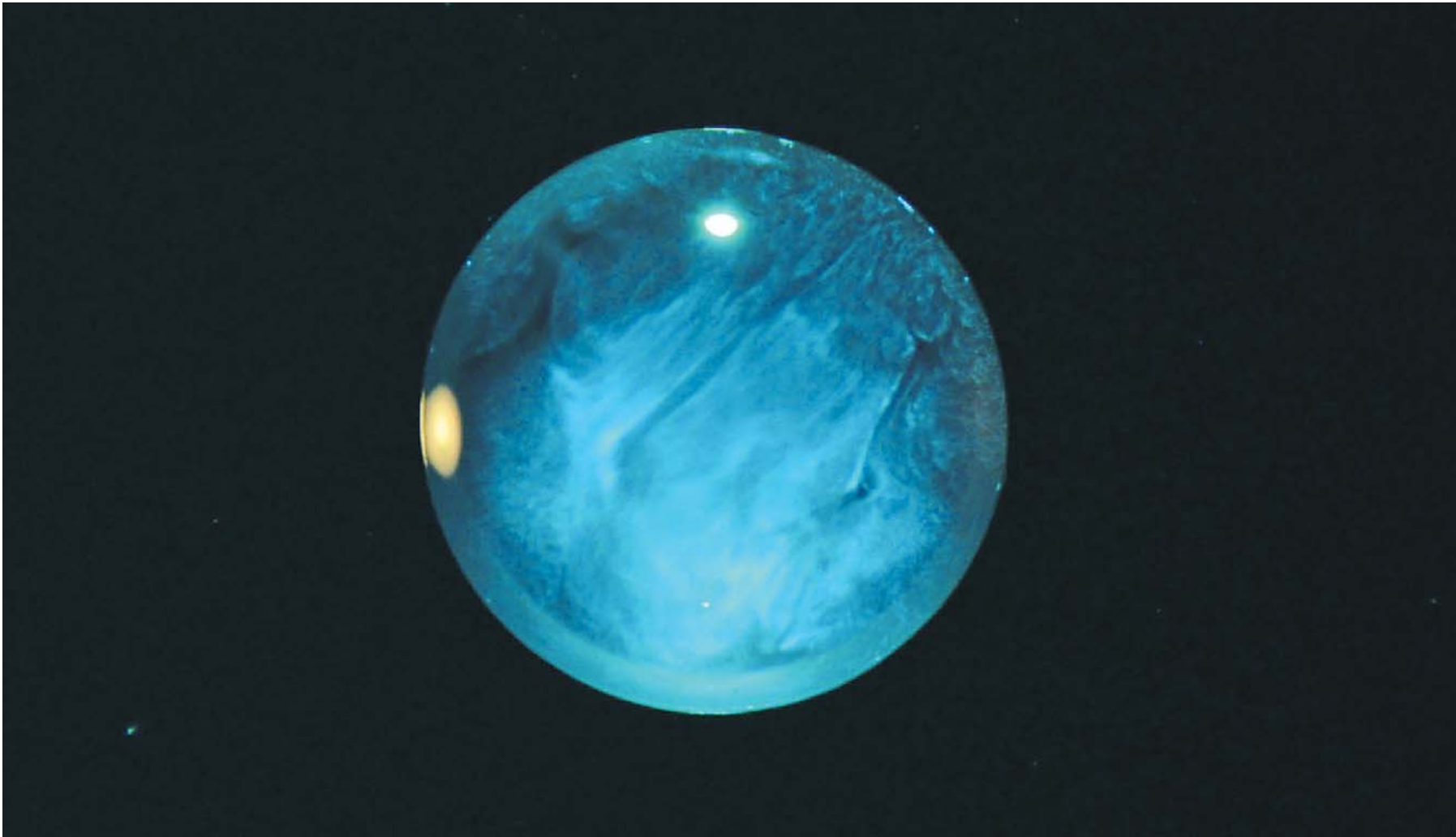
Der Test beginnt mit einer Blutprobe. Danach entfernen Khoo und seine Kollegen die roten Blutkörperchen und das Blutplasma und geben die Tumorzellen und die weißen Blutkörperchen in Tausende von Vertiefungen. Vermehren sich die Tumorzellen in den winzigen Löchern der Testplatte und lagern sie sich zu größeren Clustern zusammen, ist das ein starker Hinweis auf deren metastasierendes Potential. Elf Tag nach dem Beginn der Kultur werden die Tumorzellen dann mit verschiedenen Konzentrationen an Zellgiften konfrontiert. Sterben die Zellen dadurch ab und bilden sich keine Cluster mehr, zeigt dies, dass die Chemotherapeutika wirken und die Therapie greift. Entstehen Cluster, ist die Therapie wirkungslos oder unterdosiert. Letzteres kann anhand der verschiedenen Konzentrationen überprüft werden.

Khoo und seine Kollegen haben den Test mit Blutproben von 24 Patienten überprüft und eine gute Korrelation zu den klinischen Daten festgestellt, allerdings muss der Test weiter geprüft und mit längerfristigen klinischen Daten in Beziehung gesetzt werden. Auch die Robustheit des Tests muss noch weiter erprobt werden. Für eine breite klinische Anwendung sollte er immer und überall funktionieren. Khoo und seine Kollegen hoffen, dass der Test bald dazu genutzt werden kann, die Wirkung einer Chemotherapie bereits in den ersten zwei Wochen nach Beginn der Therapie zu überprüfen, und dass regelmäßige Wiederholungen des Tests die Ärzte frühzeitig auf eine Resistenzentwicklung aufmerksam machen.

HILDEGARD KAULEN

Leidet beim Mondflug das Herz?

Ein Flug zum Mond oder zum Mars erhöht offenkundig das Risiko, an Herz-Kreislauf-Versagen zu sterben. Das glauben Forscher von der Florida State University in Tallahassee, nachdem sie die Sterberate unter den Astronauten der Apollo-Missionen 8 und 10 bis 17 mit derjenigen amerikanischer Astronauten verglichen, die sich entweder nur in einer erdnahen Umlaufbahn aufgehalten haben oder gar nicht in den Weltraum geflogen sind. Während nur etwa zehn Prozent der übrigen Astronauten an Herz-Kreislauf-Erkrankungen starben, waren es bei den Apollo-Astronauten 43 Prozent. Das sind drei der sieben verstorbenen Apollo-Raumfahrer. Ein achter Mondfahrer – Edgar Mitchell (Apollo 14) – wurde nicht mehr in der Studie berücksichtigt, da er nach der Datenanalyse starb. Als Todesursache führen Michael Delp und seine Kollegen die erhöhte kosmische Strahlung an, der man beim Aufenthalt außerhalb des Erdmagnetfeldes ausgesetzt ist. Bei Flügen in niedrige Erdbahnen hält das Erdfeld einen erheblichen Teil der kosmischen Strahlung fern, so dass das Risiko vermindert wird. Die Forscher haben ihre These, die sie in der Zeitschrift „Scientific Reports“ (doi: 10.1038/srep29901), präsentieren, mit Tierversuchen untermauert. F.A.Z.



Kein neuer Planet im All, sondern ein Ouzo-Tropfen im Ölbad, der sich verfärbt, sobald der Alkohol aus seinem Inneren verdampft.

Foto Universität Twente

Tiefer Blick in die Ouzo-Flasche

Der beliebte Anisschnaps ist eine sensible Mischung aus drei verschiedenen Flüssigkeiten. Wird das Gleichgewicht gestört, wird es erst richtig kompliziert.

Von Rainer Scharf

Der griechische Anisschnaps Ouzo und seine französischen und türkischen Pendanten Pastis und Raki sind ganz besondere Spirituosen. Mischt man sie mit Wasser, so wird die zunächst klare Flüssigkeit augenblicklich trübe. Dieser bemerkenswerte „Ouzo-Effekt“, der auch in anderen Flüssigkeitsmischungen auftritt, ist eingehend erforscht worden. Jetzt haben Wissenschaftler in den Niederlanden an einem einzelnen Tropfen Ouzo beobachtet, dass der Ouzo-Effekt auch von selbst auftreten kann.

Anisschnaps ist eine Mischung aus Alkohol, Wasser und Anisöl. Während sich Alkohol und Wasser ohne Schwierigkeiten mischen und sich das Anisöl im Alkohol löst, verträgt sich das Öl nicht mit Wasser und bildet in ihm klei-

ne Tropfen. Im Ouzo ist jedoch der Alkoholgehalt des Wassers groß genug, so dass sich das Anisöl im Gemisch aus Alkohol und Wasser lösen kann. Dabei entsteht eine stabile und homogene Mischung der drei Flüssigkeiten.

Durch Zugabe von Wasser lässt sich diese „ternäre“ Flüssigkeitsmischung aus dem Gleichgewicht bringen. Plötzlich sind die Ölmoleküle von mehr Wassermolekülen umgeben, als ihnen lieb ist, woraufhin sie sich in mikrometergroßen Tröpfchen sammeln. An diesen in der ganzen Flüssigkeit verteilten Mikrotropfen wird das Licht, das den klaren Ouzo ungehindert durchdringen kann, vielfach reflektiert und gestreut, so dass die Flüssigkeit nun trübe erscheint.

Forscher von Huanshu Tan und Detlef Lohse von der Universität Twente in Enschede haben jetzt die zeitliche Entwicklung des Ouzo-Effekts an einem einzelnen Ouzotropfen mikroskopisch untersucht und mit beeindruckenden Videofilmen dokumentiert. Ihre Ergebnisse haben sie in den „Proceedings“ der amerikanischen Nationalen Akademie der Wissenschaften (doi: 10.1073/pnas.1602260113) veröffentlicht.

Für ihr Experiment haben sie einen knapp zwei Millimeter großen Ouzotropfen auf eine wasserabweisende Unterlage gebracht und ihn von oben und von der Seite gefilmt. Zunächst war der Tropfen klar und durchsichtig, doch nach etwa 20 Sekunden begann er sich vom Rand her einzutrüben. Es kam zum „Ouzo-Effekt“. Dabei traten

heftige Bewegungen im Innern des Tropfens auf.

Die Trübung hielt an, während der Tropfen durch Verdampfen des leicht flüchtigen Alkohols schnell schrumpfte. Doch nach etwa zweieinhalb Minuten erschien der Tropfen wieder klar. Anschließend schrumpfte er langsamer, da nun das Wasser verdunstete. Nach etwa acht Minuten, war deutlich zu erkennen, dass ein kleiner Wassertropfen auf einem größeren Öltropfen saß.

Welche Vorgänge im Innern des Tropfens ablaufen, haben die Forscher mit Hilfe von Computersimulationen aufklären können. Da der leicht flüchtige Alkohol des Ouzotropfens zuerst verdampfte, erhöhte sich der relative Wassergehalt des Tropfens. Das hatte denselben Effekt, als wenn man dem Ouzotropfen Wasser hinzugegeben hätte: Der Ouzo-Effekt trat auf. Da der Alkohol aber bevorzugt am Tropfenrand verdampfte, also dort, wo die Tropfenoberfläche mit der Unterlage zusammentraf, setzte der Ouzo-Effekt hier zuerst ein.

Die Oberflächenspannung des Ouzo gab dem Tropfen die Form einer Kugelkappe. Das Verdampfen des Alkohols am Tropfenrand führte dazu, dass hier die Oberflächenspannung besonders groß war. Dadurch setzte sich die Flüssigkeit in Bewegung. Sie strömte entlang der Tropfenoberfläche zum Tropfenrand, von dort an der Tropfenunterseite zur Tropfenmitte und wieder zur Oberfläche zurück. Es bildete sich eine Konvektionsströmung, deren Heftig-

keit die Forscher überraschte. Die Strömung wirbelte das Tropfeninnere kräftig durcheinander, was beim Einsetzen des Ouzo-Effekts deutlich sichtbar war. Zudem führte sie dem Randbereich des Tropfens frische, alkoholreiche Flüssigkeit zu, so dass der Alkohol restlos verdampfen konnte.

Noch bevor der Alkohol gänzlich verdampft war, sammelten sich viele der Ölmikrotropfen am Rand des Wassertropfens und bildeten dort einen Ring. Nach dem Verschwinden des Alkohols entstanden keine neuen Öltropfen mehr. Die noch vorhandenen wurden vom Ölring aufgenommen, so dass der ganze Tropfen wieder klar wurde. Da das Wasser schneller verdampfte als das Öl, schrumpfte der Wassertropfen, und der Ölring wurde immer breiter. Es bildete sich ein etwa 0,5 Millimeter großer Öltropfen, auf dem ein winziges Wassertropfen saß, das schließlich auch verdampfte.

Durch Experimente mit einzelnen Ouzotropfen lassen sich grundlegende Erkenntnisse über das komplizierte und überraschende Verhalten ternärer Flüssigkeitsmischungen gewinnen. Daraus könnten sich neue Anwendungsmöglichkeiten für diese Mischungen ergeben, etwa in der medizinischen Diagnostik, der Lebensmittelindustrie, bei der Extraktion einer Flüssigkeit aus einem Flüssigkeitsgemisch, aber auch bei der Fertigung von organischen Leuchtdioden und Solarzellen durch Tintenstrahl-

Fragen an den amerikanischen Aids-Forscher Chris Beyrer, der als IAS-Präsident Gastgeber der Welt-Aids-Konferenz in Durban war

„Wir müssen HIV-Medikamente auch zur Prävention einsetzen“

Alle zwei Jahre lädt die Internationale Aids-Gesellschaft (IAS) zur Welt-Aids-Konferenz. Chris Beyrer lobt den Einsatz Südafrikas und kritisiert, dass Infizierte stärker diskriminiert werden.

Herr Beyrer, warum hat die diesjährige Welt-Aids-Konferenz zum zweiten Mal in Durban in Südafrika stattgefunden?

Eine Konferenz dieser Größe kann nur in wenigen Metropolen stattfinden. Für 18 000 Delegierte benötigt man einen internationalen Flughafen, genügend Hotels und vor allem ein großes Konferenzzentrum. In vielen Ländern werden auch noch grundlegende Menschenrechte verletzt. Wir können die Konferenz nicht in einem Land abhalten, wo es illegal ist, homosexuell zu sein. Südafrika hat die Infrastruktur für so eine große Konferenz, und es hat eine Verfassung, die die Rechte aller Teilnehmer garantiert. So war Südafrika schon 2000 das einzige afrikanische Land, in dem eine Welt-Aids-Konferenz stattfinden konnte, und daran hat sich 16 Jahre später nichts geändert.

Nach der ersten Konferenz in Durban hat die Regierung Thabo Mbeki noch fast ein Jahrzehnt einen Zusammenhang zwischen HIV und Aids geleugnet. Das hat sich seit 2009 geändert, seither bemüht sich Pretoria, der Epidemie auch mit Medikamenten Einhalt zu gebieten. War die Konferenz eine Art Belohnung für Jacob Zumas Aids-Kampf?

So ist es. Im Jahr 2000 gab es bereits eine wirksame HIV-Therapie, die antiretrovirale Medikamente waren 1996 auf der Konferenz in Vancouver vorgestellt worden. Doch die Kombinationstherapie stand nur wenigen Menschen zur Verfügung. Darum wollten wir damals nach Südafrika, um ein Zeichen gegen die HIV-Leugner und für die Therapie zu set-

zen. Nach Durban stimmte der größte Teil der Weltgemeinschaft überein, dass alle Infizierten ein Recht auf eine HIV-Behandlung haben – selbst in den ärmsten Ländern. 16 Jahre später bekommen nun mehr als 17 Millionen Infizierte die lebensrettende Behandlung, was eine große Errungenschaft ist. Und in keinem anderen Land werden inzwischen so viele Infizierte therapiert wie in Südafrika.

Sie wollten also den Einsatz der Regierung Zuma in Durban preisen?

Ja. Ihr Einsatz ist bemerkenswert und hat dazu geführt, dass 3,4 Millionen Infizierte mit HIV-Medikamenten versorgt werden. Zugleich infizieren sich noch sehr viele Südafrikaner, besonders junge Frauen, aber auch Prostituierte sowie homo- und bisexuelle Männer. Darum freut es uns, dass Südafrika 2015 als zweites Land nach den Vereinigten Staaten die Prä-Expositions-Prophylaxe, kurz PrEP, zugelassen hat, mit der man sich vor einer Infektion schützen kann. Es wäre schön, wenn Deutschland dem Vorbild, HIV-Medikamente vorbeugend als Schutz zuzulassen, folgen würde.

Zuma selbst war aber nicht in Durban.

Er wollte zur Konferenz kommen, doch klappte es leider nicht. Dafür schickte er seinen Stellvertreter Cyril Ramaphosa, der Vorsitzender des „South African National Aids Council“ ist. Das heißt, er ist politisch gesehen der für Aids zuständige Mann. Auch Gesundheitsminister Aaron Motsoaledi und weitere Kabinettskollegen traten bei der Konferenz auf.

Die Konferenz war sehr weiblich.

Das stimmt. Von den 735 Rednern waren etwas mehr als die Hälfte Frauen, und davon wiederum stammten 38 Prozent aus Afrika. Noch nie nahmen so viele afrikanische Wissenschaftler und Politiker an einer internationalen Aidskonferenz teil wie dieses Jahr in Durban.

Es scheint – fast 35 Jahre nach der Entdeckung des HI-Virus – einen Generationenwechsel zu geben.

Es gibt tatsächlich eine neue Generation. Mir folgt als Präsident der Internationalen Aids-Gesellschaft (IAS) Linda-Gail Bekker nach, die in Zimbabwe geboren wurde und nun am „Desmond Tutu HIV Centre“ der Universität von Kapstadt forscht. Sie ist die erste Afrikanerin, die IAS-Präsidentin ist. Wir wollen Talente fördern. Zusammen mit der Nationalen Forschungsagentur Frankreichs



Chris Beyrer in Durban Foto IAS/Marcus Rose

(ANRS) und der französischen Nobelpreisträgerin Françoise Barré-Sinoussi haben wir auf der Konferenz fünf Wissenschaftler unter 35 Jahren als „Young Investigators“ ausgezeichnet. Die Forschung muss weitergehen. Dafür brauchen wir Geld und vor allem feste Zusagen. Insofern bereitet es uns Sorgen, dass der größte Geldgeber, die „National Institutes of Health“ (NIH) der Vereinigten

Staaten, weniger für die HIV-Forschung ausgeben werden. Mehr als 20 Jahre flossen zehn Prozent des Etats in HIV/Aids, 2015 waren das drei Milliarden Dollar. Diese Regelung wurde nun aufgehoben.

Hat das auch mit der veränderten Haltung in Ihrer Heimat gegenüber Schwulen, Migrantinnen und Transgender zu tun?

Das ist ein anderes großes Problem. Es gibt überall Rückschläge, was die Rechte von Lesben, Schwulen, Bisexuellen und Transgender (LGBT) angeht. Auch in Amerika, wo es als Reaktion auf die Anerkennung der gleichgeschlechtlichen Ehe durch den Obersten Gerichtshof zu mehr als 100 Gesetzesinitiativen gekommen ist, die gegen die Rechte von LGBT gerichtet sind. Die republikanische Partei hat gerade erst die sogenannte Reparativerapie in ihr Programm aufgenommen – eine schreckliche Stigmatisierung. Mit der Therapie sollen Homosexuelle von ihrer Homosexualität geheilt werden können, was wissenschaftlich völlig unhaltbar ist. Erwiesenen hingegen ist, dass Peppar bei Homosexuellen zu Suiziden führt.

Könnte ein Präsident Donald Trump die Gelder für das amerikanische Aids-Programm Peppar („The President’s Emergency Plan for Aids Relief“) ganz streichen, das auf bilateraler Ebene jährlich acht Milliarden Dollar für den Kampf gegen Aids zur Verfügung stellt?

Jeder amerikanische Präsident könnte das wohl. Aber Peppar, das von George W. Bush initiiert wurde, ist ein Gesetz, das im Kongress bisher von beiden Parteien getragen wird, und der Kongress hat sonst zuletzt nicht mehr viel zustande gebracht. Insofern gehe ich davon aus, dass Peppar die nächsten Jahre abgesichert sein sollte.

Sie haben auch eine Studie vorgestellt.

Wir haben uns mit der Situation von infizierten Häftlingen beschäftigt, die von allen am meisten benachteiligt und ausgegrenzt werden. Etwa zehn Millionen Menschen sind derzeit eingekerkert. Und

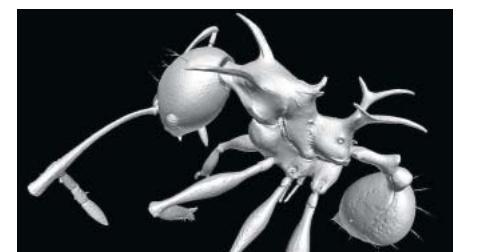
Kreaturen wie im Fantasyfilm

Games of Thrones: Ameisen mit Körperschmuck

Ameisen beeindruckten durch ihre ökologische Relevanz und ihre wohlorganisierte Teamarbeit bei Brutpflege, Nahrungssuche, Verteidigung und Wohnungsbau. Das äußere Erscheinungsbild dieser emsigen Insekten ist freilich nicht sonderlich bemerkenswert; unterschiedliche Ameisenarten kommen recht gleichförmig daher. Aus dem Rahmen fallen allerdings einige Vertreter der mehr als tausend Arten zählenden Gattung Pheidole: Auf ihrem Rücken tragen sie spitze Dornen, die mitunter sogar geweihartig verzweigt sind. Besonders extravagant ausgeprägt ist solcher Zierrat bei der Artengruppe Pheidole cervicornis, heimisch im Berg- und Hügel-land von Neuguinea. Eli Sarnat und Georg Fischer vom Okinawa Institut für Forschung und Technologie in Onna-son studierten diese exotischen Ameisen gemeinsam mit Evan Economo von der University of Michigan in Ann Arbor. Wie sie in der Online-Zeitschrift „Plos One“ (doi: 10.1371/journal.pone.0156709) berichten, nahmen sie ihre Forschungsobjekte nicht nur mit dem Stereomikroskop unter die Lupe, sie setzten auch Röntgen-Mikrotomographie ein.

Anhand von äußeren Merkmalen ließen sich vier Ameisenarten unterscheiden, zwei davon waren bislang unbekannt. Mit Mikrotomographie scheinbar begutachtet, zeigten einige der Insekten, dass ihre Nackenmuskulatur weit in die nächstgelegenen Dornen hineingewachsen ist. Vermutlich sitzen derart aufgefächerte Muskeln an einem längeren Hebelarm, wodurch sie einen schweren Kopf leichter tragen können: In die Dornen am Nacken dringen die Muskelfasern beziehungsweise nur bei solchen Ameisen vor, deren Kopf grotesk überdimensioniert ist. Die riesigen Schädel beherbergen aber kein entsprechend großes Gehirn. Stattdessen sind sie vollgepackt mit Muskeln für kräftig zupackende Kiefer.

Typischerweise sind derart ausgestattete Arbeiterinnen nicht nur für die Verteidigung zuständig. Indem sie harte Samenkörner zerkleinern, mit denen ihre kleineren Kolleginnen überfordert wären, helfen sie auch bei der Zubereitung der Nahrung. Kleine Arbeiterinnen sind ebenfalls mit spitzen Dornen gespickt, die sich primär wohl gegen Fressfeinde richten. Nicht nur auf Neuguinea haben sich Ameisen der Gattung Pheidole eine solche Ausrüstung zugelegt. Anderenorts entwickelten sie ein ähnliches, weniger spektakuläres Outfit, und zwar, wie der Stammbaum zeigt, mehrmals unabhängig voneinander. Nach Einschätzung der Forscher empfehlen sich die skurrilen Ameisen damit als vielversprechende Studienobjekte für Evolutionsbiologen. DIEMUT KLÄRNER



Ameise im Tomographen Foto Eli Sarnat

egal, auf welches Land Sie schauen, die Häftlinge haben stets höhere Infektionsraten als der Rest der Bevölkerung. Das gilt für Aids, Hepatitis und Tuberkulose. Die Wahrscheinlichkeit, sich in einem Gefängnis zu infizieren, ist also sehr hoch. Zugleich wird vielen Gefangenen eine Therapie vorenthalten, in Afrika in der Mehrheit der Länder. Das heißt, wir sperren Menschen ein, berauben sie damit der Möglichkeit, eine Therapie zu bekommen, und geben ihnen auch keine Therapie. Nur in 43 Ländern auf der Welt bekommen Gefangene HIV-Medikamente. In Amerika werden sie zwar therapiert, aber wir konnten zeigen, dass zum Beispiel in Texas 95 Prozent der Häftlinge – vor allem Afroamerikaner und Hispanics – gezwungen sind, ihre Therapie zu unterbrechen, weil sie nach ihrer Entlassung nicht direkt in HIV-Programme übernommen werden. Das ist im Jahr 2016 einfach nicht hinnehmbar.

Einen wissenschaftlichen Durchbruch hat es in Durban nicht gegeben. Was ist für Sie erwähnenswert?

Dreierlei: Wir beginnen erstens zu verstehen, warum es in bestimmten Gruppen noch immer sehr hohe Infektionsraten gibt, bei jungen Frauen im südlichen Afrika zum Beispiel, und was wir dagegen tun können. Zweitens haben ethische Studien gezeigt, dass ein früher Therapiebeginn mit antiretroviralen Medikamenten fast nur Vorteile bringt bis hin zu der Tatsache, dass Menschen unter Therapie das Virus nicht mehr übertragen. Drittens bleibt als große Herausforderung, dass sich das Virus im Körper verstecken kann. Darum haben eine Reihe von Forschern nun auch diese Virus-Reservoirs verstärkt in Angriff genommen.

Für was wird „Durban 2“ also in Erinnerung bleiben?

Durban hat vor 16 Jahren den Zugang zu HIV-Medikamenten ermöglicht, und das für alle Infizierten. Mit „Durban 2016“ hat die Prep-Ära begonnen.

Die Fragen stellte Peter-Philipp Schmitt.