

# Wissenschaft

## Ebolaviren haben Schwachstellen

Angriffspunkte für Medikamente identifiziert

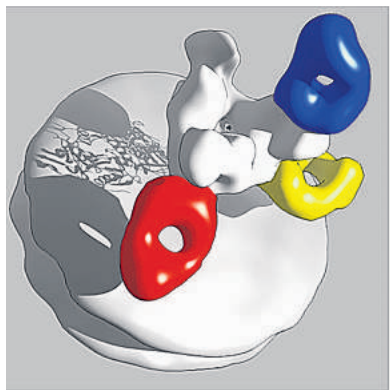
Mithilfe von 3D-Bildern haben Wissenschaftler in den USA die möglichen Schwachstellen des Ebola-Virus entdeckt. Die im Fachmagazin PNAS veröffentlichte Studie liefert nach Angaben der Autoren Erkenntnisse darüber, an welchen Stellen des Ebola-Virus das Medikament ZMapp wirkt. Der Antikörper-Cocktail ist ein experimentelles Medikament. Bevor es kommerziell genutzt werden kann, bedarf es weiterer Forschung. Mangels Alternativen wurde ZMapp aber bereits bei mehreren Ebola-Patienten eingesetzt.

Die 3D-Bilder zeigten exakt, auf welche Stellen des Virus Antikörper oder andere Medikamente zielen müssten, erläutert die Biologin Erica Ollmann Saphire vom Scripps-Institut in Kalifornien die Ergebnisse. „Jetzt, da wir wissen, wie ZMapp Ebola angreift, können wir schauen, wie andere experimentelle antivirale Medikamente sich verhalten und versuchen, effizientere Cocktails zu mischen“, sagt sie.

Mehrere Ebola-Patienten, die mit ZMapp behandelt wurden, überlebten die Krankheit. Noch ist aber unklar, welche Rolle das Medikament bei der Heilung gespielt hat. Wie die Autoren erläutern, hindert ZMapp das Virus am Eindringen in die Zellen und warnt das Immunsystem vor dem Erreger, indem es eine antivirale Reaktion auslöst.

Die Stellen, an denen ZMapp wirkt, sind der Studie zufolge nicht von den genetischen Veränderungen betroffen, welche das Ebola-Virus im Verlauf der aktuellen Epidemie durchlaufen hat. Wie Forscher im August im Fachmagazin Science berichtet hatten, waren es mehr als 300 Mutationen. Die nun veröffentlichte Studie wurde von einem Forschungsverbund vorgenommen, der im Auftrag der US-Gesundheitsbehörden nach einem Medikament gegen das Ebola-Virus sucht.

Die Wissenschaftler testeten Antikörper, die aus 25 Laboren weltweit stammen. Als nächstes sollen die Antikörper untersucht werden, die Überlebende der Krankheit entwickelt haben. ZMapp wurde von der im kalifornischen San Diego ansässigen Firma Mapp Biopharmaceutical entwickelt. Für das kommende Jahr sind die ersten klinischen Tests geplant. (AFP)



Das 3D-Bild zeigt, wie sich Antikörper der Arznei ZMapp an das Ebola-Virus binden.

## Berliner Mikrobiologe wird RKI-Präsident

Lothar Wieler von der FU

Der Berliner Wissenschaftler Lothar H. Wieler wird neuer Präsident des Robert-Koch-Instituts. Das Bundeskabinett habe dem entsprechenden Vorschlag von Gesundheitsminister Hermann Gröhe (CDU) zugestimmt, teilte Gröhes Ministerium am Mittwoch mit. Wieler, der an der Ludwig-Maximilians-Universität München promoviert, ist seit 1998 Professor und derzeit geschäftsführender Direktor des Instituts für Mikrobiologie und Tierseuchen an der Freien Universität Berlin. Sein Vorgänger beim RKI, Reinhard Burger, scheidet aus Altersgründen aus. Der 53-jährige Wieler übernimmt im März 2015.

Das RKI ist die zentrale Bundeseinrichtung für die Überwachung und Vorbeugung von Krankheiten. Einer von Wielers Forschungsschwerpunkten sind Infektionen mit multiresistenten Bakterien, die zu den Herausforderungen in der Infektionsmedizin zählen. (dpa)

## Rauch für Hollywood

Berliner Mathematiker simulieren Strömungen. Die Ergebnisse sind in Animationsfilmen zu sehen

VON ANTJE STIEBITZ

Im Raum 821 des Mathematikgebäudes der Technischen Universität (TU) Berlin stapeln sich Bücher und Papier. Auf einer Tafel dicht an dicht, schwungvoll geschrieben: Formeln. Das Fenster im achten Stock erlaubt einen freien Blick über die Dächer in Berlin-Charlottenburg. Ulrich Pinkall steht in der Tür, die Kaffeetasse in der Hand, Hemd und Hose voller Kreidestaub. Die Spezialität des Mathematikers ist es, die Differentialgeometrie einzusetzen, damit sich computergrafische Bilder bewegen. Lodert in Animationsfilmen Feuer, quillt Rauch oder stürzt ein Wasserfall in die Tiefe, könnte Pinkall am Werk gewesen sein.

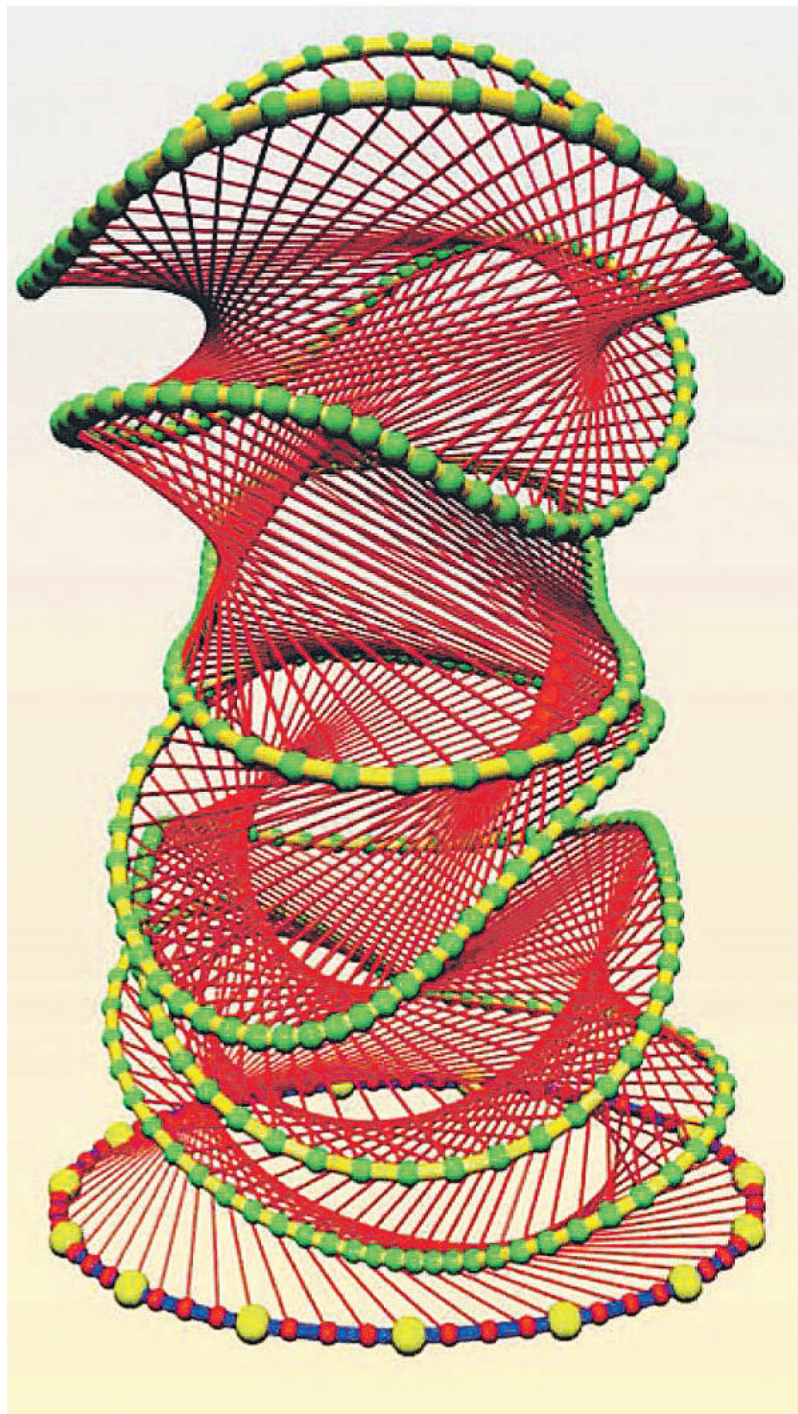
„Wenn in einer Computersimulation ein Stein fliegt und kollert oder zwei Felsbrocken aufeinanderprallen, dann ist das recht einfach umsetzbar“, sagt Pinkall. „Schwierig ist es immer, wenn es strömt, so wie Rauch, oder fließt und spritzt wie Wasser.“ Er rückt die Nickelbrille zu recht und blickt länger in seine Kaffeetasse. „Wenn ich hier Milch reinkippe, entsteht sofort ein Wirbel.“ Mit welcher Geschwindigkeit und in welche Richtungen sich dieser in der Tasse ausbreitet, kann man nach Aussagen von Pinkall zwar mit den Gesetzen der Strömungsmechanik berechnen. Doch das ist sehr aufwendig, weil man dafür jeden einzelnen Punkt in der Kaffeetasse bemessen muss. Dabei entstehen so gewaltige Datenmengen, dass selbst leistungsfähige Computer lange rechnen.

Zu Walt Disneys Zeiten studierten die Trickfilm-Künstler noch genau, wie sich Rauch oder Wasser verhalten, um ihre Beobachtungen möglichst naturgetreu aufzuzeichnen. Aber heutige Trickfilm-Animatoren haben kaum noch Zeit. „Die Künstler brauchen ein Werkzeug, mit dem sie bei ihrer Arbeit herumprobieren können“, sagt Pinkall. „Sie wollen sofort sehen, was dabei herauskommt, wenn der Qualm ein bisschen mehr nach links oder rechts strömt.“ Das künstlerische Gefühl als feste Größe in seine mathematischen Überlegungen einzubeziehen, war für Pinkall eine völlig neue Herausforderung.

### Ein einfacher Ansatz

Auf dem Schreibtisch des Mathematikers steht eine kurvig geschwungene Form aus Metall. Er nimmt sie in die Hand. „Der Aufhänger für meine Beschäftigung mit Strömungen war die Mathematik von Kurvenformen.“ Wie dies zusammenhängt, habe vor kurzem eine Forschungsgruppe aus Chicago eindrucksvoll gezeigt. Die Gruppe habe mit Wirbeln aus Rauch experimentiert und festgestellt: Bläst man einen kreisförmigen Rauchring in die Luft, bewegt er sich gleichmäßig weiter. Ist der Rauchring oval, beginnt er zu schwabbeln. „Das liegt daran, dass er sich an den Stellen, wo er am stärksten gekrümmt ist, am schnellsten bewegt. Das lässt sich ganz einfach mit der Geometrie von Kurven berechnen“, sagt Pinkall. „Also ist es gar nicht nötig, kompliziert die ganze Strömung zu berechnen.“

Im realen Leben verhalten sich Wirbellinien, etwa bei einem Brand oder einem Vulkanausbruch, ziemlich chaotisch. Sie teilen sich, verbinden sich neu, wickeln sich umeinander. „Unsere Idee war es, dass wir aus diesen verschiedenartigen Rauchringen Strömungen zusammensetzen.“ Und das funktioniert: Der Ein-



Ein „doppelt diskreter Rauchring-Fluss“, Modell von Ulrich Pinkall



Animierter Rauch aus dem Film „Megamind“ von DreamWorks (2010).

## SPIELE UND FAHRPLÄNE

Der Mathematiker Ulrich Pinkall ist 1955 geboren. Er studierte in Freiburg, wo er auch bis 1984 Forschungsassistent war. Danach arbeitete er zwei Jahre am Max-Planck-Institut für Mathematik in Bonn. Seit 1986 ist er Professor an der TU Berlin. Verfahren, die er und sein Team entwickelten, fanden Anwendung in Hollywood-Filmen und wurden unter anderem auch in der verbreiteten Spiele-Software „Houdini“ der Firma SideFX integriert.

Weitere Leistungen von Berliner Mathematikern: Unter anderem hat die TU-Mathematikerin Marika Karbstein den VBKI-Wissenschaftspreis 2014 erhalten.

In ihrer Arbeit beschäftigte sich Marika Karbstein mit der Konstruktion eines gut funktionierenden Nahverkehrsnetzes für die Stadt. Der Linienplan in Potsdam wurde auf der Grundlage neu entwickelter Algorithmen mathematisch optimiert.

Den Fahrplan der Berliner U-Bahn haben Forscher der TU Berlin ebenfalls mittels mathematischer Methoden verbessert. Dabei ging es um einen möglichst effizienten Einsatz von Fahrzeugen und Personal, um aufeinander abgestimmte Anschlüsse. Sie senkten damit die Wartezeiten im Spät- und Sonntagsverkehr um durchschnittlich 2,5 Minuten.

## Banker schummeln häufiger

Für Extra-Gewinne nutzen sie die Möglichkeiten zu betrügen öfter, wenn sie zuvor an ihren Beruf im Geldwesen erinnert werden

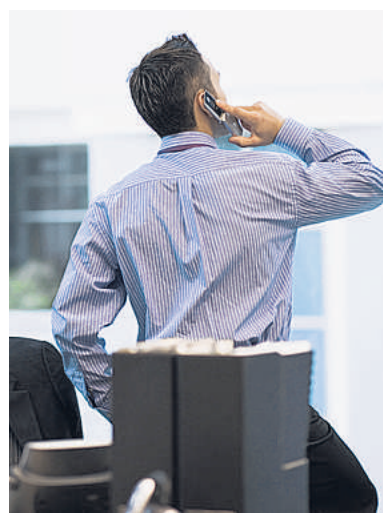
VON ALICE AHLERS

Das Image des Bankers hat durch die Finanzkrise schwer gelitten. Hatte man früher den vertrauenswürdigsten, seriösen Sparkassenangehörigen vor Augen, denkt man heute eher an den gierigen, betrügerischen Investmentbanker. Wissenschaftler der Universität Zürich haben nun untersucht, ob Banker tatsächlich unehrlicher sind als Angehörige anderer Berufe.

Sie führten ein Experiment durch, an dem rund 200 Bankangestellte teilnahmen. Ein großer Teil von ihnen arbeitete bei internationalen Großbanken. Die Banker wurden in zwei Gruppen eingeteilt, denen man zunächst verschiedene Fragen stellte. Der einen wurde der

Eindruck vermittelt, es gehe um ihre Freizeit („Wie oft gucken Sie Fernsehen?“). Die andere Gruppe wurde intensiv an ihre Rolle als Banker erinnert („Was ist Ihre Funktion in der Bank?“). So sollten bei dieser Gruppe berufliche Verhaltensnormen aktiviert werden.

Anschließend nahm jeder Proband an einem Spiel teil, bei dem er Münzen werfen sollte. Wenn er schummelte, hatte er die Chance auf Extra-Gewinne. Durch unehrliches Verhalten ließ sich der Gewinn um bis zu 200 US-Dollar steigern. Die Gruppe, die zuvor an ihre Rolle als Banker erinnert worden war, verhielt sich dabei signifikant unehrlicher. Experimente, die zum Vergleich in anderen Branchen durchgeführt wurden, zeigten hingegen



Privat völlig anständig: der Banker.

fall des 59-Jährigen und die darauf aufbauende Software fanden Anklang. So arbeitete sein Team etwa mit der kalifornischen Filmfirma DreamWorks zusammen, die der Regisseur Steven Spielberg 1994 mitgründete. „Für DreamWorks haben wir eine solche Rauchsimulation durch Rauchringe programmiert. Eingesetzt wurde sie, um Rauchwolken in einer Stadt nachzuahmen.“ Und im Film „Megamind“ von 2010.

Der Clou von Pinkalls Methode liegt in der Konzentration auf einige wenige Wirbellinien. Aus dem gewaltigen Volumen eines Vulkanausbruchs würde der Wissenschaftler ein Knäuel von Wirbellinien isolieren. Im Falle eines Tornados würde sogar eine einzige Linie ausreichen. „Wenn ich weiß, wie sich die Zentrallinie eines Tornados bewegt, dann kann ich berechnen, wie sich alle anderen Luftströme außen herum bewegen.“ Das liege daran, dass sich in Wirbellinien die Strömungsenergie konzentriert.

### Delfine lieben Wirbelringe

Mit dem Zeigefinger fährt Pinkall eine Kurve der Metallform entlang. Jede Kurve, erklärt er, hat das Potenzial, sich zu bewegen. Wie schnell sie sich bewegt, hängt vom Grad ihrer Krümmung ab und lässt sich mit einer Bewegungsgleichung berechnen. „Wie sich eine Kurve geometrisch bewegt, ähnelt der Art und Weise, in der sich eine Wirbellinie in einer Strömung bewegen würde.“ Für den Mathematiker bedeutete das, dass er sein geometrisches Wissen mit den Erkenntnissen der Strömungsmechanik verbinden konnte.

Pinkall deutet mit dem Zeigefinger auf eine mathematische Formel an der Tafel: Gamma Punkt gleich Gamma Strich mal Gamma zwei Strich. Während er erklärt, werden seine Handflächen zu Ebenen und bunte Kreidestricke zu Tangenten und Vektoren. Manchmal fehlt ihm die dritte Hand: „Mit Hilfe dieser Gleichung kann man das Verhalten von Kurven studieren. Weil sie besagt, wie sich die Kurve als Wirbel in Bewegung setzen würde. Kurz: Die Gleichung gibt an, wohin der Rauchring fliegt.“ Schon immer habe ihn dieser mathematische Satz an der Tafel fasziniert, weil man damit Krümmungen studieren könne. Hinzu komme, dass sich in dieser Formel drei Fachgebiete überschneiden: die Physik, die Strömungsmechanik und die Mathematik. Er schmunzelt: „Mit dieser Gleichung kann man eine Rauchsimulation machen, allerdings muss man dafür noch ein bisschen mit ihr herumspielen.“

Spiel, Kunst und Mathematik gehören für Pinkall eng zusammen. Schon als Kind faszinierte es ihn, mit Donald Duck ins „Reich der Mathematik“ zu reisen. Und als die Leiter des Mathematischen Forschungsinstituts in Oberwolfach Jahre später auf der Suche nach einer Skulptur für ihr Hauptgebäude waren, entwarf ihnen der Berliner Mathematiker eine Variante der Boyschen Fläche. Eine solche Plastik, kommentierte er später, könne durchaus ähnliche Erlebnisse im Betrachter auslösen wie wirkliche Kunst. Heute lässt er in der Kaffeepause gemeinsam mit seinen Doktoranden die mathematische Phantasie spielen. Oder er beobachtet auf YouTube, wie Delfine an der Wasseroberfläche Luft holen, unter Wasser einen Wirbelring entstehen lassen und mit ihm spielen. „Delfine lieben Wirbelringe“, sagt er versonnen. Freunde im Geiste.

## „Philae“ findet organische Moleküle

ESA zieht ein erstes Fazit der Forschung auf Komet Tschuri

Der Forschungsroboter „Philae“ hat nach seiner Landung auf dem Kometen Tschuri in der vergangenen Woche die Atmosphäre „erschnüffelt“ und dabei die ersten organischen Moleküle aufgespürt. Das teilt die Europäische Raumfahrtagentur ESA nach der ersten Analyse der Untersuchungen des etwa kühl-schrankgroßen Raumlabors mit. Dieses war am 12. November auf dem Kometen gelandet. Die Primärbatterie reichte zwar nur etwa 60 Stunden, dennoch habe „Philae“ mit zehn Instrumenten an Bord „nach der Atmosphäre geschnüffelt, gebohrt, gehämmert und den Kometen durchleuchtet“, wie die ESA erklärt.

Eine Hoffnung der Forscher war, in Bodenproben organische Moleküle zu finden. Denn eine These der Kometenforscher ist es, dass einst das Leben sowie auch das Wasser über Kometeneinschläge auf den festen Gesteinsplaneten Erde kamen. Bisher gibt es noch keine Informationen über Menge und Gewicht der gewonnenen Bodenprobe. Allerdings hatte ein Instrument bereits bei der Landung erste organische Moleküle erfasst – „wir konnten sie aber noch nicht identifizieren“, sagte der Direktor des Max-Planck-Instituts für Sonnensystemforschung, Ulrich R. Christensen. Die Forscher sind dabei, die Messergebnisse auszuwerten.

Organische Moleküle bestehen aus Verbindungen, die das äußerst reaktionsfähige Kohlenstoffatom bilden. Letztlich bestehen sämtliche Lebewesen der Erde – Tiere und Pflanzen – aus einer Mischung von Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff als Hauptelemente. Dazu kommen Stickstoff, Phosphor, Eisen, Magnesium, Kalium, Natrium, Calcium und viele mehr. Welche Verbindungen in welcher Konzentration auf Tschuri gefunden wurden, weiß man noch nicht. Auch auf dem Mars waren vor Jahren organische Moleküle entdeckt worden. Eine Theorie ist, dass diese einst durch Meteoriten auf den Planeten kamen.

Am 15. November war das Labor „Philae“ in den Schlafmodus gefallen. Die Primärbatterie hatte sich erschöpft. Die Forscher hoffen nun, dass die wiederaufladbare Sekundärbatterie irgendwann durch Sonnenenergie aktiviert wird, obwohl der schattige Landeplatz dafür etwas ungünstig ist. Wahrscheinlich im Frühjahr 2015, so schätzt der Kölner Projektleiter Stephan Ulamec, wird das Lander-Kontrollzentrum wieder kurz mit „Philae“ kommunizieren können. (har)

## Dame Wendy Hall kommt zur Queen's Lecture

Britische Computerforscherin tritt an der TU Berlin auf

Die Computerwissenschaftlerin Professor Dame Wendy Hall von der University of Southampton hält die diesjährige Queen's Lecture an der Technischen Universität (TU) Berlin. Ihr Vortrag „Whose Web is it Anyway?“ – sinngemäß übersetzt: Wem gehört eigentlich das Netz? – findet am Montag, dem 24. November, 17 Uhr, im TU-Audimax, Straße des 17. Juni 135, in Berlin-Charlottenburg statt. Der Eintritt ist frei. Der Vortrag wird in englischer Sprache gehalten.

Der Netzwissenschaftlerin fragt unter anderem: Wohin wird die weitere Entwicklung des Internets unsere Gesellschaft steuern? Wer entscheidet eigentlich, wohin sein Weg in Zukunft führt? „Bislang wird zu wenig beachtet, dass das Netz mehr ist als die Summe seiner Seiten und seiner technischen Protokolle“, sagt Dame Wendy Hall. „Neue Möglichkeiten wie soziale Netzwerke, Crowdsourcing oder kollektive Intelligenz verändern die Gesellschaft von Grund auf.“ Die Queen's Lecture wurde an der TU 1965 anlässlich des Besuchs von Königin Elizabeth II. in Berlin eingeführt. In jedem Jahr sollte ein renommierter britischer Wissenschaftler einen Vortrag über sein Fachgebiet halten. Die Vorträge fanden von 1966 bis 1975 statt und wurden 1997 wiederbelebt. (BLZ)