

Mit Wasser energiereiche Teilchen aus dem All fangen

Die energiereichsten Teilchen der kosmischen Strahlung kommen von Schwarzen Löchern. Das ergeben Messungen in der argentinischen Pampa.

Von **Frank Grotelüschen**

Hans Klages rast über den argentinischen Highway 184. Sein Wagen zieht eine Staubwolke hinter sich her – der Highway ist eine Schotterpiste. Vorbei an Kuhherden und dürrer Gras führt sie mitten durch die Pampa. Klages biegt in einen Feldweg ein und stoppt vor einer Tonne aus gelbem Kunstharz, knapp vier Meter dick und schulterhoch. Aus dem Deckel ragen eine Solarzelle und ein Funkmast; sie lassen das Ding wirken wie ein notgelandetes Billig-Ufo.

«Dieser Tank enthält zwölf Tonnen hochreines Wasser und misst kosmische Strahlung», erklärt der Physiker. Der Wassertank ist einer von 1600, schachbrettartig verteilt auf ein Areal sechsmal grösser als der Genfersee. Seit 2004 nimmt das Pierre-Auger-Observatorium in Argentinien Daten und scheint nun im Begriff, eines der grössten Rätsel der Astrophysik zu lüften: Wo kommen die schnellsten, energiereichsten Teilchen der kosmischen Strahlung her? Wahrscheinlich von gigantischen Schwarzen Löchern, weit entfernt von der Milchstrasse, behaupten die Forscher in der aktuellen Ausgabe des Fachmagazins «Science» (Bd. 318, S. 938).

Teilchenlawine in der Atmosphäre

Laufend wird die Erde durch Partikel aus dem Weltall bombardiert, darunter Wasserstoffkerne, Eisenkerne und Gammastrahlen. Der grösste Teil dieser kosmischen Strahlung stammt von der Sonne. Doch einige Exemplare rasen aus den Tiefen des Raums heran und tragen die Energie eines 200 Stundenkilometer schnellen Tennisballs mit sich, konzentriert auf einen einzigen Atomkern. Dringt so ein kosmisches Teilchen in die irdische Lufthülle ein, reisst es auf seinem Weg durch die Atmosphäre Abermillionen anderer Partikel mit.

Es bildet sich eine Teilchenlawine, Luftschauer genannt. Je schneller das ursprüngliche Partikel, desto grösser der Schauer – und desto mehr Tanks in der Pampa werden getroffen. «Wird das Wasser darin von kosmischer Strahlung getroffen, leuchtet es schwach auf», sagt Klages' Kollege Ralph Engel. «Im Tank registrieren Lichtsensoren das Leuchten, ein Mobilfunk-Sender schickt die Signale zur Datenzentrale.»

Engel und Klages arbeiten am Forschungszentrum Karlsruhe; sie zählen zu jenem 250-köpfigen Physikerteam aus 17 Ländern – ohne die Schweiz –, welches das Observatorium in die südamerikanische Pampa gesetzt hat. Antreiber war und ist der US-amerikanische Nobelpreisträger James Cronin. Ohne seinen Namen wären die 50 Millionen Dollar für das Mega-Experiment kaum zusammengekommen.

Der Aufwand hat seinen Grund: Die energiereichen Teilchen, auf die es die Forscher abgesehen haben, sind extrem



BILD FRANK GROTELÜSCHEN

Einer der 1600 Tanks des Pierre-Auger-Observatoriums (Bildmitte), das westlich von Buenos Aires energiereiche Teilchen aus dem All einfangen soll.

selten. Nur einmal in hundert Jahren schlägt eines auf einem Quadratkilometer Erde ein. Um wenigstens ein paar Dutzend pro Jahr aufzuschnappen, braucht es die 1600 Tanks, in einem Abstand von je 1,5 Kilometern über die Pampa verteilt.

Teilchen fotografieren

Das Observatorium, benannt nach dem französischen Physiker und Luftschauer-Entdecker Pierre Auger, liegt bei Malargüe, einer Provinzstadt gut 1000 Kilometer westlich von Buenos Aires. Zum Experiment gehören nicht nur jene 1600 Wassertanks, sondern auch vier Gebäude, verteilt auf die Ränder des Areals. Eines heisst Los Leones und thront auf einem kleinen Vulkan nahe Malargüe, am Horizont blinken die Schneegipfel der Anden. Es beherbergt sechs Spezialteleskope, die ebenfalls nach kosmischen Teilchen suchen, allerdings mit einem anderen Messprinzip als die Wassertanks.

Um keinen Staub ins Gebäude zu tragen, streift sich Ralph Engel Schutzschuhe aus weissem Plastik über: «Wir können die Teleskopspiegel ja nicht ständig waschen.» Dann entschwindet er durch die Tür ins Dunkel. Drinnen ist alles mit schwarzen Vorhängen ausgekleidet, kein Streulicht soll die Teleskope narren. Engel bleibt vor

einem kinderzimmergrossen Hohlspiegel stehen. In dessen Brennpunkt steht eine seltsame Digitalkamera, so gross wie ein Kühlschrank, die Oberfläche pechschwarz und wabenförmig. Engel: «Pro Sekunde nimmt sie zehn Millionen Bilder auf.»

Plötzlich schrillt ein Warnton, das Tor zum Teleskop öffnet sich. In klaren Nächten schaut es nach einer ominösen Leuchterscheinung, hervorgerufen durch kosmische Schauer. «Die Schauer, die mit ihren Milliarden von Teilchen durch die Atmosphäre fliegen, regen den Luftstickstoff zum Leuchten an», meint Hans Klages. «Die Leuchtspur ist zwar so schwach, als würde eine 50-Watt-Birne in 30 Kilometer Entfernung lichtschnell durch die Atmosphäre huschen. Aber unsere Teleskope sind sehr empfindlich und können es beobachten.»

Je stärker das Glimmen ist, desto energiereicher muss das kosmische Teilchen



BILD FRANK GROTELÜSCHEN

Tank mit hochreinem Wasser.

Ausgabe bereits eine spektakuläre Entdeckung: «Wir haben entdeckt, dass die energiereichsten Teilchen nicht gleichmässig von überall herkommen», sagt Hans Blümer vom Forschungszentrum Karlsruhe. «Sie kommen von ausserhalb der Milchstrasse, und es liegt nahe, dass die aktiven Galaxienkerne ihr Ursprung sind.»

Diese Galaxienkerne zählen zu den hellsten Objekten im Universum. In ihnen stecken vermutlich riesige Schwarze Löcher, bis zu hundert Millionen Sonnen-

sein, das das Leuchten verursacht. Anschliessend schlägt der Luftschauer in den Wassertanks ein, und die Forscher können die Messdaten der Teleskope mit denen der Tanks vergleichen.

Seit 2004 misst das Observatorium nun, wenn auch noch nicht in voller Ausbaustufe. Dennoch vermehren die Forscher in der aktuellen «Science»-

massen schwer. Gleich galaktischen Staubsaugern schlürfen sie gewaltige Mengen von Materie in sich hinein. Dabei kommt es zu derart heftigen Turbulenzen, dass ein Teil der Materie als Strahl in den Weltraum gepustet wird, verbunden mit enormen Schockwellen. «Und durch diese Schockwellen können Teilchen auf sehr hohe Energien beschleunigt werden», meint Blümer. Manche dieser praktisch lichtschnellen Raser treffen dann nach einer Reise von Millionen von Jahren auf die Erde und lösen in ihrer Atmosphäre messbare Luftschauer aus.

Grösseres Observatorium in den USA

«Ich habe eigentlich keine Zweifel an dem Ergebnis», kommentiert der Astrophysiker Christian Spiering vom Forschungszentrum Desy in Zeuthen nahe Berlin. «Meiner Ansicht nach ist das wirklich ein Durchbruch.» Doch um die Details zu erforschen, planen Cronin, Blümer und Kollegen nun ein zweites, noch grösseres Observatorium. Es soll 2011 im US-Bundesstaat Colorado entstehen, mit 4000 Wassertanks auf einer Fläche fast doppelt so gross wie der Kanton Bern. Und dieses Observatorium würde dann nach kosmischen Rasern fahnden, die vom Nordhimmel auf die Erde prasseln.

Sinn eines Tierversuchs wird kaum überprüft

Für belastende Tierversuche schreibt das Gesetz eine Güterabwägung vor. Diese fällt oft zu Ungunsten der Tiere aus.

Von **Felix Mais**

Zwischen dem Recht des Menschen auf Gesundheit und dem Recht der Tiere auf Schutz vor Schmerzen, Leiden oder Schäden besteht ein Zielkonflikt. Dem ethischen Dilemma zwischen Tierleid und Erkenntnisgewinn versucht man zu begegnen, indem vor jedem belastenden Tierversuch eine Güterabwägung vorgenommen werden muss. Das schreibt das Schweizer Tierschutzgesetz vor.

In der Praxis sind es die Forschenden, welche diese Güterabwägung selber vornehmen. Die kantonalen Tierversuchskommissionen, welche die Bewilligungsgesuche und damit auch diese Güterabwägung überprüfen, arbeiten in einem weitgehend luftleeren Raum. «Denn man kann Nutzenversprechen nicht falsifizieren. Das ist das Problem», sagte Jörg Luy, Professor für Ethik und Tierschutz an der Freien Universität Berlin diese Woche an einer Fachtagung. Entsprechend werden

denn auch praktisch keine Gesuche abgelehnt.

Franz Gruber, Veterinär und Mitglied der Tierversuchskommission der Universität Freiburg im Breisgau, findet es problematisch, dass bloss die instrumentale Unerlässlichkeit eines Versuchs, die Frage nach der Plausibilität der Versuchsanlage und der Einhaltung aller technischen Kriterien, nicht aber die finale nach dem Sinn des Versuchs geprüft wird.

Ethik aus dem Computer

Tierarzt Bernhard Heiniger, Vizepräsident der kantonalen Tierversuchskommission, pflichtet Gruber bei: Wenn ein Gesuchsteller alle gesetzlichen Auflagen erfüllt und nachweise, dass der erhoffte Nutzen seines Versuchs den Einsatz der Tiere rechtfertigt, habe er ein Anrecht auf die Erteilung einer Bewilligung. Der letzte Sinn des Experiments, die Frage, ob das damit in Kauf genommene Tierleid tatsächlich einen für die Gesellschaft notwendigen Erkenntnisgewinn bringe, sei kaum Entscheidungskriterium.

Umso mehr lobte Heiniger ein neues Computertool, das die Schweizerischen Akademien der Medizin und Naturwissenschaften (SAMW/sc/nat) neuerdings auf ihrer Website anbieten: Dort kann ein For-

scher seinen geplanten Versuch von einem Ethikprogramm überprüfen lassen.

Ähnliche, wenn auch sehr viel transparentere Bemühungen zur Systematisierung der Frage der Güterabwägung sind zurzeit in Deutschland im Gang. Luy, der daran massgeblich beteiligt ist, meldete trotz grundsätzlichen Lob für das Schweizer Ethik-Computertool auch Kritik daran an: Unklar blieben dabei die zu Grunde gelegten Kriterien und Wertungen. Zudem seien Werte, um die es in der Ethik ja zentral gehe, ständig im Wandel.

Luy plädierte deshalb für «Verhandlungslösungen». In erster Linie Forschungs- und Förderinstitutionen wie der Schweizer Nationalfonds sollten sich bei Tierversuchen des mittleren Belastungsgrades auf eine Reihe von Kriterien festlegen. Versuche mit geringer Belastung (Kategorie 1 in der Belastungsskala des Bundesamts für Veterinärwesen) sollten bei wissenschaftlich plausibler Begründung tendenziell erleichtert, schwer belastende Versuche der Kategorie 3 hingegen grundsätzlich nicht zugelassen werden. Unter diese Kategorie fällt zum Beispiel der vom TA publik gemachte Depressionsversuch mit Büschelohrräffchen an der ETH Zürich oder ein Versuch mit Makaken an der Uni Freiburg, denen man das Rückenmark durchtrennte.

Gruber erinnerte in dem Zusammenhang an einen in den 1990er-Jahren ausgearbeiteten Negativkatalog von nicht mehr zulässigen Tierversuchen, auf die auch im Falle eines möglichen hohen Erkenntnisgewinns verzichtet werden soll. «Leider ist das eingeschlafen», so Gruber, der schwer belastende Tierversuche zumindest in der Grundlagenforschung ebenfalls verbieten möchte. «Der Zweck heiligt nicht jedes Mittel», so sein Fazit.

Kein Rechtsanspruch

Gieri Bolliger, Geschäftsführer der Stiftung für das Tier im Recht, betonte, dass auf die Bewilligung von Tierversuchen grundsätzlich kein Rechtsanspruch bestehe, sondern Bewilligungen immer nur Ausnahmebewilligungen seien, die ein begrenztes Abweichen vom Verfassungsauftrag des Tierschutzes erlaubten. Als Praktiker beklagte auch er das Fehlen der Prüfung der finalen Unerlässlichkeit eines Tierversuchs, den das Gesetz eigentlich vorschreibt. «Die Bewilligungsbehörde hat bei ihren Entscheidungen aber einen ermesslichen Spielraum», so seine Einschätzung, die deutlich von der seines Berner Kollegen Heiniger abweicht.

Ethiktool auf www.samw.ch

Impfung gegen Hochdruck

Orlando. – In einem Versuch an 72 Patienten mit leichtem bis mittelschwerem Bluthochdruck hat ein Impfstoff der Schliermere Firma Cytos gewirkt. Die Teilnehmer wurden dreimal geimpft. Sie bildeten daraufhin Antikörper, die das körpereigene Angiotensin II abfangen. Dieses Hormon bewirkt eine Verengung von Blutgefässen, was den Blutdruck steigen lässt. In der Gruppe, welche eine höhere Dosis erhielt, sank der obere Blutdruckwert um 5,6 mm Hg, der untere um 2,8. Den typischen Blutdruckanstieg in den Morgenstunden reduzierte die Impfung um 25 respektive 13 mm Hg. Nebst lokalen Reaktionen an der Injektionsstelle litten einige Teilnehmer an Kopfschmerzen und Müdigkeit. (mfr)

Schoggi ist gut fürs Herz

Zürich. – Dunkle Schokolade ist nicht nur gut für die Seele, sondern auch fürs Herz: Bereits 40 Gramm Schokolade mit einem Kakaoanteil von über 70 Prozent erweitern die Herzkranzgefässe und verbessern die Aktivität der Blutplättchen, wie eine gestern veröffentlichte Studie des Universitätsspitals Zürich ergab. Kakao ist reich an natürlichen Antioxidantien, welche oxidativen Stress vermindern. Dieser spielt eine wichtige Rolle im Alterungsprozess und bei Arteriosklerose und kann zu Herzinfarkt oder Hirnschlag führen. (AP) «Circulation», online