

WISSEN

EINE MINUTE PHYSIK

Schwarze Blitze

Tempostürmen stehen harte Zeiten bevor. Die Blitze der Messgeräte werden unsichtbar

NORBERT LOSSAU

Immer öfter flattern Autofahrer Bußgeldbescheide in den Briefkästen, obwohl sie sich gar nicht daran erinnern können, von einer Radarfalle erwischt worden zu sein. Sie haben kein charakteristisches Rotlicht gesehen. Moderne Geräte kommen nämlich ohne sichtbaren Blitz aus. Im Volksmund nennt man sie bereits „Schwarzblitze“. Dabei verwenden sie zur Aufnahme des Beweisfotos mitnichten „Schwarzlicht“, wie die unsichtbare UV-A-Strahlung ja bisweilen genannt wird. Die Raser werden vielmehr mit Infrarotlicht fotografiert. Auch das ist schließlich für das menschliche Auge unsichtbar.

Vermeintlich kluge Autofahrer sollen schon auf die Idee gekommen sein, ihre Frontscheibe mit Infrarotlicht reflektierendem Glas auszustatten. Solche Gläser werden von manchen Herstellern angeboten, um die Hitze des Sonnenlichts nicht ins Fahrzeuginnere eindringen zu lassen. Doch gegen den unsichtbaren Blitz hilft das Spezialglas dennoch nicht. Die Wellenlänge des vom Geschwindigkeitsmesser genutzten Lichts ist so gewählt, dass es alle zugelassenen Autoscheiben durchdringen kann.

Als Radarfalle kann man die neuen Infrarotlichtblitzer indes auch nicht bezeichnen. Sie verwenden keine Radarwellen, um die Geschwindigkeit von Fahrzeugen zu ermitteln. Vielmehr werden drei mit Piezosensoren bestückte Koaxialkabel parallel in die Fahrbahndecke integriert, die den Druck der Autorreifen registrieren können. Aus dem zeitlichen Abstand, in dem die drei Signalketten ihren Messimpuls an die Elektronik liefern, lässt sich errechnen, wie schnell ein Auto diese Stelle überfahren hat.

KOMPAKT

UMWELT

43 Fischarten im Mittelmeer sind bedroht

43 von 519 Fischarten im Mittelmeer sind vom Aussterben bedroht, so das Ergebnis einer Studie der Internationalen Naturschutzunion. Zu den am stärksten bedrohten Populationen gehörten 23 Rochen- und Hai-Arten. Hauptproblem sei der Gebrauch von Schleppnetzen, in denen sich auch zahlreiche Arten ohne kommerziellen Nutzen verfangen, etwa Delfine, Schildkröten, Wale und Vögel.

UNIVERSITÄTEN

26

Prozent ihrer Arbeitszeit wenden Professoren an deutschen Universitäten für Lehre auf – gut ein Fünftel weniger als im Jahr 1992. Das ergab eine Studie der Universität Kassel. 38 Prozent der Zeit investieren sie in Forschung, 36 Prozent für andere Aufgaben. Fast drei Viertel der Professoren sind mit ihrer Situation „zufrieden bis sehr zufrieden“.

TIERE

Geparden haben ein schlechtes Immunsystem

Die Erbanlagen von Geparden sind nicht gut für neue Krankheiten gerüstet, sagen Forscher des Leibniz-Instituts für Zoo- und Wildtierforschung in Berlin, die die Immungene der Tiere untersucht hatten. Die Gen-Vielfalt reiche nicht, um die Populationen gesund zu halten, wenn sich die Umwelt angesichts des Klimawandels ändere. Der Gepard sei ein Beispiel für Arten, die stark geschrumpft sind, etwa durch die Jagd, und bei denen deshalb Inzucht verbreitet ist.



Das Forschungsflugzeug Sofia fliegt mit einer weit geöffneten Luke am Heck. Durch sie blickt ein Infrarot-Teleskop in den Himmel. Die Vergrößerung unten zeigt den drehbar gelagerten Teleskopspiegel

Fliegendes Tor zum Himmel

Das Infrarot-Teleskop Sofia im Rumpf eines umgebauten Jumbojets hat den ersten Messflug absolviert. Der hochsensible Detektor wurde in Deutschland gebaut

- Nur oberhalb der Atmosphäre, in zehn Kilometer Höhe, lässt sich das Infrarotlicht von Sternen störungsfrei empfangen
- Die größte Herausforderung war die Konstruktion der Luke. Sie muss während des Fluges starke Turbulenzen aushalten

THOMAS BÜHRKE
PALMDALE

Troy Asher ist ein Testpilot, der in seinem Leben fast jeden Jet der amerikanischen Luftwaffe geflogen hat, den es gibt. Doch das Flugzeug, das er jetzt durch die Lüfte steuert, ist einzigartig: ein Jumbojet mit einem scheunentorgrößen Loch im Heck. Es ist das Forschungsflugzeug Sofia – das Stratosphären-Observatorium für Infrarot-Astronomie. In seinem Inneren birgt es ein Teleskop, mit dem Astronomen im Infrarotbereich des Lichts ferne Sterne und Galaxien beobachten. In der vergangenen Woche installierten deutsche Wissenschaftler eine neue Kamera an dem 20 Tonnen schweren Teleskop und brachen zu den ersten Flügen auf.

Einige Stunden vor Sonnenuntergang wird Sofia aus einem Hangar der Dryden Aircraft Operations Facility in Palmdale (Kalifornien) auf das Flugfeld gezogen. Während Pilot Asher und ein erfahrener Bordingenieur die Maschine eingehend überprüfen, sind die Astronomen damit beschäftigt, ihre 500 Kilogramm schwere Kamera Great (German Receiver for Astronomy at Terahertz Frequencies) mit flüssigem Stickstoff zu kühlen und alle Funktionen zu überprüfen.

Kurz nach Sonnenuntergang rollt die Maschine auf die Startbahn, hebt ab und gewinnt zügig an Höhe. Noch ist die Teleskoptrasse geschlossen, doch in 5000 Meter Höhe wendet sich Troy plötzlich um und sagt verschmitzt: „Das Tor ist offen.“ Niemand hat etwas davon bemerkt, selbst der Pilot erkennt es nur an der Cockpit-Anzeige. Es ist wie ein Wunder, denn gerade diese große Öffnung im Rumpf hatte die Ingenieure noch vor wenigen Jahren vor nahezu unüberwindliche Probleme gestellt.

Als die Raumfahrtagentur Nasa und das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt Sofia Mitte der 90er-Jahre ins Leben riefen, standen sie vor einer Aufgabe mit maximalen Anforderungen. „Die Wissenschaftler wollten ein Flug-

zeug, welches das größtmögliche Teleskop in die größtmögliche Höhe bringen und dort so lange wie möglich fliegen kann“, erinnerte sich Nans Kunz vom Ames Research Center der Nasa kürzlich in einem Interview. Man entschied sich für eine Boeing 747SP, eine um 15 Meter verkürzte Version des normalen Jumbojets mit vergrößerter Reichweite.

Dann ging es daran, ein vier mal sechs Meter großes Rolltor im Heck einzubringen. Was bei dessen Öffnen passieren kann, kennt jeder Autofahrer: Lässt er bei schneller Fahrt ein Fenster offen, so kann es zu einem heftigen rhythmischen Bullern kommen: Das Auto wirkt dann wie eine Orgelpfeife, die zum Schwingen gebracht wird. Wenn das bei einem Jumbojet bei 900 Kilometern pro Stunde passiert, können die heftigen akustischen Vibrationen den Rumpf binnen Minuten beschädigen oder zerstören.

Doch die aufwendigen Simulationen, Versuche und Umbauten gelangen schließlich. Nun fliegt Sofia völlig problemlos. In 1,7 Kilometer Höhe beginnen die Beobachtungen. Die Astronomen um Rolf Güsten vom Max-Planck-Institut für Radioastronomie und Jürgen Stutzki von der Universität Köln, unter deren Leitung das Instrument Great entstanden ist, sind bereit. Zur Sicherheit wollen sie anfangs ein möglichst helles Objekt beobachten: Saturn. Gerade haben sie mit den ersten Messungen begonnen, als der Teleskoprechner abstürzt. Kein unüberwindbares Problem, aber durch das erneute Hochfahren geht eine wertvolle Viertelstunde verloren. Anschließend sieht man zufriedene Gesichter, als die Messung gelingt. „Wir dürfen nicht vergessen, dass sich Sofia noch in der Experimentalphase befindet“, sagt Güsten.

Die Planung eines Beobachtungsfluges ist eine komplizierte logistische Angelegenheit. Da das Teleskop nur zur linken Seite aus dem Rumpf hinausschauen kann, muss das Flugzeug genau auf Kurs gebracht werden. Gleichzeitig muss die Route so gelegt werden, dass Sofia nach etwa zehn Stunden wieder in Palmdale landen kann. Vor dem Start muss deswegen der exakte Flugplan vorliegen, nach dem sich der Pilot richtet.

Nach 73 Minuten kündigt Asher eine scharfe Rechtskurve an und wird nun Richtung Norden fliegen. In den folgenden 52 Minuten wollen die Forscher die Wolke eines explodierten Sterns mit der Bezeichnung IC443 studieren. Astronomen wissen seit Längerem, dass dort vielfältige chemische Reaktionen ablaufen, bei denen unter anderem Wassermoleküle entstehen. Das Ziel der For-

scher ist, in einem solchen Gebiet Kohlenmonoxid- (CO) und OH-Moleküle nachzuweisen, die in diesem chemischen Netzwerk ganz entscheidend mitmischen.

Great ist also keine Kamera, die beeindruckende Himmelsaufnahmen schießt, wie das Weltraumteleskop „Hubble“, sondern ein Spektrograf, der die Infrarotstrahlung in ihre Spektralanteile zerlegt. Auf diese Weise lassen sich chemische Verbindungen nachweisen und deren Häufigkeiten bestimmen. Das macht Great nicht im sichtbaren Licht, sondern im fernen Infrarot, bei Wellenlängen um 200 Mikrometer. „Vom Erdboden aus ist das unmöglich, weil der Wasserdampf in der Atmosphäre diese Infrarotstrahlung völlig verschluckt“, erklärt Güsten. In der maximal möglichen Flughöhe von 13,5 Kilometern hat man mehr als 99 Prozent allen Wasserdampfs unter sich gelassen. Sofia bietet deswegen fast so gute Beobachtungsbedingungen wie ein Weltraumteleskop. Demgegenüber hat es aber einen entscheidenden Vorteil: „Wir können immer mit den neuesten Instrumenten beobachten, während die Technik in einem Weltraumteleskop schon bei dessen Start fünf bis zehn Jahre alt

ist“, sagt Stutzki. Die Beobachtung des CO-Gases ist gelungen, doch das Signal von OH-Molekülen erweist sich als sehr schwach. Jetzt würden die Forscher gerne länger beobachten, aber Asher muss nach Osten abbiegen. Es bleiben 71 Minuten für das Sternentstehungsgebiet Cepheus B. Hier wollen die Astronomen eine aufwendige Technik testen. Great kann nur jeweils an einer Position ein Spektrum messen. Jetzt soll das Instrument Cepheus B an 216 Punkten abstrahlen und so eine Karte erstellen, welche die Verteilung von Kohlenstoff und Kohlenmonoxid zeigt. Hierfür muss das Teleskop extrem stabil bleiben.

Dass das Vorhaben gelingt, ist ein Verdienst der Firmen MAN und Kayser Threde. „Sie haben das Teleskop wie eine waagrecht im Flugzeug liegende Hantel gebaut“, erklärt Dietmar Lilienthal vom DLR. Am einen Ende hängt der Sammelspiegel mit 2,70 Meter Durchmesser. Von ihm gelangt das Licht über zwei kleinere Spiegel in die Kamera, die das andere Hantelende darstellt. Die Mitte dieser Hantel befindet sich genau in einem Druckschott, das den vorderen Teil des Flugzeugs mit Great und den Passagieren von dem hinteren, offenen Teil mit dem Teleskop abtrennt. Dieses Schott ist an den Außenwänden des Flugzeugs mit Stoßdämpfern befestigt, sodass sich Schwankungen des Flugzeugs nicht auf das Teleskop übertragen.

Die Karte von Cepheus B ist gelungen. Sie ist der größte Erfolg dieses Fluges. Nach einem Schwenk nach Süden, der den Astronomen den Blick auf einen jungen Stern eröffnet, biegt Sofia um 2,30 Uhr schließlich nach Westen auf die lange Zielgerade ein. Eine lange Beobachtungssequenz von knapp drei Stunden steht den Astronomen nun noch für die Beobachtung des Zentrums der Milchstraße zur Verfügung.

Die Nacht ist lang, Hunger macht sich bemerkbar. Leider sind keine netten Stewardessen an Bord, die Essen servieren. Jeder versorgt sich selbst. Die Astronomen ernähren sich eher nebenbei von Nüssen, Keksen und Schokolade.

Das Zentrum der Milchstraße ist hochinteressant, weil sich dort nach derzeitigem Wissen ein Schwarzes Loch verbirgt, das rund vier Millionen Mal so schwer ist wie unsere Sonne. Es bleibt selbst zwar unsichtbar, macht sich aber durch seine starke Schwerkraftwirkung bemerkbar. Außerdem hat sich in seiner Umgebung heißes Gas angesammelt, in dem sich Sterne gebildet haben. Das erstaunt die Astronomen, weil die physikalischen Bedingungen dort die Sternentstehung eigentlich eher behindern sollten. Rolf Güsten und Kollegen wollen dieses heiße Gas untersuchen. Tatsächlich gelingt das Vorhaben auf Anhieb bei Kohlenmonoxid, bei einem anderen Molekül, dem deuterierten Wasserstoff, tritt ein Instrumentenfehler auf. Dennoch ist die Stimmung gut. Die Datenausbeute hat sich bereits gelohnt.

Kurz vor sechs Uhr bringt Troy Asher das Flugzeugobservatorium ebenso sanft zur Landung, wie er es in große Höhen geschraubt hat. Bis 2014 werden den Astronomen in aller Welt neben Great noch sechs weitere Instrumente zur Verfügung stehen – wenn alles gut in den nächsten zwei Jahrzehnten jeweils an 100 Nächten pro Jahr.



Herz der Anlage ist ein Spektrograf, der Licht von Sternen analysiert

DER TEUERSTE UMBAU EINES FLUGZEUGES

Im Jumbojet ist Platz genug für Wissenschaftler, das Teleskop und den Spektrographen. Dieses Gerät kann das eingefangene Licht ferner Sterne in seine spektralen Anteile zerlegen und so die dort existierenden Gase analysieren. Äußerst schwierig war jedoch die Konstruktion der offenen Luke. Denn extreme Luftwirbel bei 900 Kilometern pro Stunde könnten die Flugzeugstruktur zerstören. Endlose Versuche im Windkanal und Computersimulationen führten schließlich zu dem größten Umbau, der jemals an einem Flugzeug vorgenommen worden ist. Gleichzeitig stiegen die Kosten des Gesamtprojekts gewaltig an und hatten schließlich mit einer Milliarde Dollar das 1997 veranschlagte Budget um das Dreifache überschritten. Nur dem Drängen der Astronomen und des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR), das bereits 2002 das Teleskop fertig abgeliefert hatte, ist es zu verdanken, dass Sofia doch noch fertig wurde und nun den ersten Messflug unternehmen konnte.

Rettung für 200 000 Menschen

Experten geben neue Empfehlung für die Therapie der Malaria

FANNY JIMÉNEZ

Rund 2000 Menschen sterben weltweit jeden Tag an Malaria, die meisten davon sind Kinder unter fünf Jahren. Über 90 Prozent dieser Todesfälle gehen dabei auf das Konto der Malaria tropica. Von den fünf auf den Menschen übertragbaren Malaria-Typen ist sie mit Abstand die gefährlichste. „Sie ist eine der häufigsten Todesursachen von Kindern auf dem afrikanischen Kontinent“, sagt Nicholas White von der Mahidol Oxford Tropical Medicine Research Unit. Der Malaria-Experte unterstützt die Kampagne, die die Organisation Ärzte ohne Grenzen gestern gestartet hat. Sie fordert eine globale Umstellung der Behandlungspraxis für Malaria: vom Medikament Chinin hin zu dem neueren Artesunat. Bis zu 200 000 Menschenleben sollen so jährlich gerettet werden können.

Grundlage ist eine im Jahr 2010 von der Wohlfahrtsorganisation Wellcome Trust durchgeführte und jetzt in Zusammenarbeit mit Ärzten ohne Grenzen veröffentlichte klinische Studie. „Dies ist die größte Medikamentenprüfung für Malaria, die je durchgeführt wurde“, erklärt White. Mehr als 5400 mit Malaria tropica infizierte Kinder aus neun afrikanischen Ländern nahmen teil. Die Hälfte von ihnen bekam das seit Kolonialzeiten mehr oder weniger mit Erfolg eingesetzte Chinin, ein Produkt aus der Chinarinde. Die andere Hälfte wurde mit Artesunat behandelt, einem ursprünglich aus dem Beifuß entwickelten Medikament.

Artesunat senkte die Sterberate bei den Kindern im Vergleich zu Chinin nicht nur um fast ein Viertel und war besser verträglich, es war überdies auch deutlich einfacher einzusetzen. Und gerade das ist im vorherrschenden Verbreitungsgebiet der Malaria tropica südlich der Sahara außerordentlich wichtig. Die Wege zu den Krankenhäusern sind weit. Viele, die durch einen Stich der Überträgermücke Anopheles infiziert wurden, sind unterernährt und bereits sehr schwach, wenn sie in die Behandlungszimmer kommen. Wie schnell und effizient dann Hilfe geleistet wird, entscheidet oft über Leben und Tod.

„Chinin ist dafür bekannt, dass es unpraktisch ist“, sagt Veronique de Clerk, die medizinische Koordinatorin von Ärzten ohne Grenzen in Uganda. „Und das führt zu vielen Fehlern in der Behandlung.“ Das Medikament muss alle acht Stunden für je vier Stunden über einen Tropf intravenös verabreicht und der Patient in dieser Zeit ständig überwacht werden. „Es ist sehr anstrengend, sowohl für die Patienten als auch für das medizinische Personal“, sagt de Clerk. Und risikoreich. Denn läuft die Infusion zu schnell, sinkt der Blutdruck rasant, und das führt im schlimmsten Fall zum Tod. Einer von vier Patienten werde mit Chinin nicht korrekt behandelt, sagt die Gesundheitswissenschaftlerin. Artesunat dagegen kann in weniger als fünf Minuten als intravenöse oder intramuskuläre Injektion gegeben werden.

Gleich nach Veröffentlichung der Studienergebnisse hat die Weltgesundheitsorganisation (WHO) nachgezogen und ihre Behandlungsrichtlinien für Kinder mit Malaria tropica angepasst, zugunsten von Artesunat. Doch das allein genügt nicht. Für Erwachsene gilt das Medikament bereits seit 2006 als Mittel der ersten Wahl – zumindest in den Behandlungsrichtlinien der WHO. Verwendet wird jedoch weiterhin hauptsächlich Chinin. Denn Artesunat hat einen gewichtigen Haken: Es ist mehr als doppelt so teuer. „Wir reden hier von einigen der ärmsten Länder der Erde“, sagt Nathan Ford, Mitautor der Studie und medizinischer Koordinator bei Ärzten ohne Grenzen. „Und wir fordern sie auf, ihre jahrzehntelange Medizinpraxis umzustellen auf ein Medikament, das viel teurer ist.“ Doch wenn es gelingt, die erforderlichen 50 Millionen Dollar zusammenzubringen, ist ein großer Schritt getan. Tropenmediziner Nicholas White ist optimistisch. „100 Dollar für jedes gerettete Leben sollte nicht unmöglich sein.“