



Aus einer polaren Umlaufbahn beobachtet der Satellit MetOp-B die Erde.

Dies erlaubt es, aus den Wellenbewegungen Rückschlüsse auf Windgeschwindigkeit und -richtung über den Ozeanen zu ziehen. Ein weiteres Instrument nutzt die Tatsache aus, dass aus der Perspektive von MetOp ständig GPS-Satelliten am Horizont auf- bzw. untergehen. Während dieser Okkultationsphasen durchqueren die GPS-Signale

auf ihrem Weg zu MetOp tangential die Erdatmosphäre und werden dabei je nach den Eigenschaften der Atmosphäre gebeugt. Daher lassen sich aus dem Beugungswinkel Dichte, Feuchtigkeit und Temperatur der Luft ableiten. Die anderen acht Instrumente sind baugleich zu Instrumenten auf amerikanischen Satelliten der NOAA (National

Oceanic and Atmospheric Administration), mit der Eumetsat kooperiert.

Gemeinsam mit den amerikanischen NOAA-Satelliten, die sich ebenfalls auf einer polaren Umlaufbahn befinden, stehen mit dem MetOp-Satelliten innerhalb weniger Tage von jedem Punkt der Erde detaillierte Daten zur Verfügung, die für Wettervorhersagen von bis zu zehn Tagen benötigt werden. Darüber hinaus ergänzt das MetOp-Programm die europäischen Meteosat-Satelliten, die auf einer geostationären Bahn 36 000 Kilometer über dem Erdäquator positioniert sind. Von dort senden sie zwar ständig Bilder zur Unterstützung der kurzfristigen Wetterprognosen, sie haben dabei aber nur Teile der Erde im Blick.

Stefan Jorda

■ Physik ist keine Kunst

Die Präsentation quantenphysikalischer Experimente auf der Documenta 13 in Kassel war ein Erfolg.

Mit Spekulationen über das Wahlrecht von Hunden irritierte die Kuratorin der Documenta 13, Carolyn Christov-Bakargiev, im Vorfeld der großen Kunstaussstellung die Öffentlichkeit. Aber ob nun als kalkulierte Provokation gedacht oder nicht, ihr Documenta-Konzept, das den Kunstbegriff so weit wie möglich spannte, scheint angesichts des Zuschauerrekords aufgegangen zu sein. Sogar die Physik erhielt Documenta-Weihen: Unter den Teilnehmern war der österreichische Physiker Anton Zeilinger, der sich unter anderem durch seine Experimente zur „Quantenteleportation“ einen Namen gemacht hat. Ursprünglich war er nur als wissenschaftlicher Berater eingeladen, doch dann überraschte ihn die Kuratorin mit der Frage, ob er nicht auch Experimente präsentieren wolle. Zeilinger war skeptisch, allerdings nicht aus Vorbehalten gegenüber der Kunstwelt. „Ich habe mich eigentlich schon immer für moderne Kunst interessiert“, bekennt er, „aber ich habe gezögert, weil es viel Arbeit bedeutet – Arbeit,



Fakultät für Physik, Universität Wien, Krzysztof Zieliński

Ist das Kunst oder Physik? Mitarbeiter von Anton Zeilinger erklären den Docu-

die meinen Mitarbeitern bei der eigenen Forschung fehlt.“ Doch er stellte sich mit seiner Arbeitsgruppe der Herausforderung, echte quantenphysikalische Experimente und nicht nur abgespeckte Simulationen im Kasseler Fridericianum aufzustellen. Obwohl dort keine idealen Bedingungen für die empfindlichen Versuche herrschen, gelang es, sechs Experimente zu konzipieren und aufzubauen. Unter dem Titel „Quantum Now“ konnten die Aus-

stellungsbesucher so Phänomene erleben, die den Physikern immer noch Kopfzerbrechen bereiten, wie die quantenmechanische Verschränkung, der Welle-Teilchen-Dualismus oder Bell-Messungen. Von der großen positiven Resonanz waren Zeilinger und seine Mitarbeiter angenehm überrascht. „Es ist immer spannend, die Reaktionen der Besucher zu erleben“, sagt Doktorand Christoph Schäff, der mehrere Wochen vor Ort die Versuche



Jens Bischoff

Anton Zeilinger stellt sich den Fragen einer Documenta-Besucherin.

betreute. Von den oft unerwarteten Fragen habe auch er profitiert. „Wir zeigen zum Beispiel, dass Licht sowohl eine Welle als auch ein Teilchen sein kann. Jemand fragte mich, warum es nicht ein Teilchen auf einer Welle sein könne. Da musste ich mir selbst erst einmal

Gedanken machen“, erinnert sich Schäff. Das helfe ihm, die Grundlagen der eigenen Arbeit noch besser zu verstehen.

Anton Zeilinger hat sich zwei Wochen lang vor Ort engagiert einem engeren Austausch mit dem Publikum und den Künstlern gestellt. In seinen Vorträgen versuchte er, den anderen Teilnehmerinnen und Teilnehmern der Documenta die quantenphysikalischen Konzepte näher zu bringen. Die Fragen, die sich dabei von Künstlerseite ergaben, etwa über den kulturellen Kontext seiner Forschung oder das Wesen der Realität, empfand er als anregend. Aber Zeilinger betont, dass es ihm im Rahmen der Documenta um die Physik gehe und nicht darum, ein künstlerisches Statement abzugeben. „Wenn ich etwas überbringen möchte, dann dass in der Physik selbst ein Konzept wie die Unschärfe sehr scharf

und mathematisch präzise definiert ist“, sagt er und legt Wert auf die Feststellung, dass solche Dinge nicht verhandelbar seien wie künstlerische Perspektiven.

Wissenschaftlich geht Zeilinger übrigens nicht leer nach Hause. Das Experiment zur Verschränkung habe so gute Ergebnisse geliefert, dass sie demnächst publiziert werden. Die Versuchsaufbauten sollen darüber hinaus Keimzelle eines Besucherlabors in Wien werden.

Sind Kunst und Naturwissenschaft am Ende komplementäre Sichtweisen der Welt? Da antwortet Anton Zeilinger diplomatisch mit dem Bibelwort: „Der Geist weht, wo er will.“ Das wiederum passt sehr gut zu einem unsichtbaren Kunstwerk im Fridericianum: eine künstlich erzeugte Brise, welche die beinahe leeren Räume des Erdgeschosses durchwehte.

Alexander Pawlak

USA

Drohendes Aus für Teleskope

Ein von der National Science Foundation (NSF) beauftragter Ausschuss hat empfohlen, dass sich die NSF zum Ausgleich ihres Haushalts bis 2017 aus der Finanzierung von sechs großen Teleskopen zurückzieht, denen damit die Stilllegung droht.¹⁾ Noch vor zwei Jahren, als die US-Astronomen ihre Wunschliste präsentierten²⁾, standen die Zeichen auf Wachstum. Damals sollten die NSF-Mittel für die Astronomie von 240 Millionen Dollar

auf 500 Millionen bis 2020 zunehmen. Doch schon dieses Jahr stehen 45 Millionen weniger zur Verfügung als damals angenommen, 2014 könnte der Fehlbetrag 75 Millionen erreichen. Die verfügbaren jährlichen Mittel für Forschungsanträge könnten dadurch von derzeit 92 Millionen Dollar bis 2017 auf 27 Millionen sinken. Damit die NSF auch künftig ausreichend Mittel für Forschungsanträge und neue Projekte wie das Large Synoptic Survey Telescope zur Verfügung hat, wird man sich wohl von „alten“ Geräten trennen müssen. Nach der Empfehlung des NSF-Ausschusses sind das, neben vier optischen Teleskopen auf dem Kitt Peak, vor allem das 110-Meter-Teleskop in Green Bank, Virginia, und das zehn Teleskope umfassende Very Long Baseline Array (VLBA). Das weltweit größte vollbewegliche Radioteleskop in Green Bank war erst 2000 in Betrieb gegangen. Nun sieht der Betreiber des Teleskops, das National Radio Astronomy Observatory, seine Bemühungen gefährdet, weitere Partner für die Nutzung

des Gerätes zu finden. Schon jetzt formiert sich auch politischer Widerstand gegen eine Schließung des Teleskops.

Ein Rückzug der NSF aus der Finanzierung der Teleskope auf dem Kitt Peak hätte vor allem für die Astronomen an Universitäten nachteilige Folgen, da sie keine anderen Observatorien zur Verfügung haben und auf den öffentlichen Zugang zu staatlich finanzierten Teleskopen angewiesen sind. So bietet das vier Meter große Mayall Teleskop auf dem Kitt Peak pro Jahr rund 300 Nächte an öffentlich verfügbarer Beobachtungszeit an. Dies stünde auf dem Spiel, wenn das Mayall Teleskop an BigBOSS, einem Projekt des Lawrence Berkeley National Laboratory zur Erforschung der Dunklen Energie teilnähme, was das Teleskop aber immerhin vor der Stilllegung bewahren würde. Auch die NSF sucht nach Alternativen und hofft, für die Teleskope innerhalb von 18 Monaten neue Betreiber zu finden. Andernfalls müssten sie eingemottet oder stillgelegt werden.

1) www.nsf.gov/mps/ast/portfolioreview/reports/ast_portfolio_review_report.pdf

2) Physik Journal, Oktober 2010, S. 11



Auch das 110-Meter-Teleskop in Green Bank ist von den geplanten Mittelkürzungen durch die NSF betroffen.