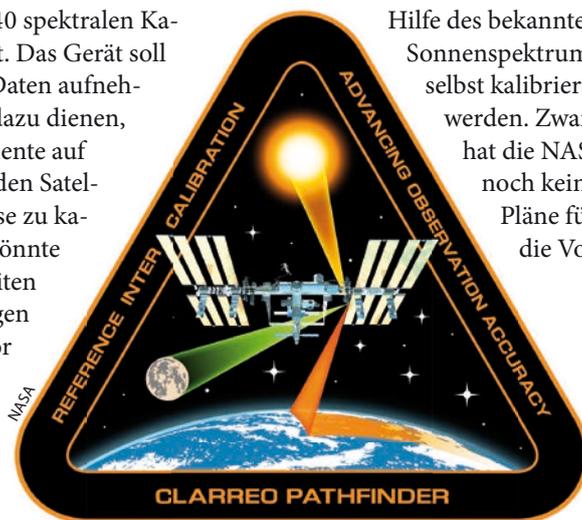


## Gegen Klimawandel arbeiten

Obwohl die Trump-Regierung den menschengemachten Klimawandel leugnet und versucht, entsprechende Forschungsprojekte zu unterbinden,<sup>1)</sup> bleibt die NASA auf diesem Gebiet aktiv. Kürzlich hat sie in die Mission CLARREO Pathfinder 57 Millionen Dollar investiert, um die wesentliche Komponente – ein spezielles Spektrometer für Sonnenlicht – zusammen mit der University of Colorado in Boulder zu entwickeln und zu bauen. Der Prototyp für das Climate Absolute Radiance and Refractivity Observatory soll Anfang der 2020er-Jahre auf der Internationalen Raumstation in Betrieb gehen.<sup>2)</sup> Zu Verzögerungen kam es, weil die US-Regierung die Mission streichen wollte – ein Plan, den erst der Kongress endgültig untersagte.

Beim CLARREO Pathfinder handelt es sich um ein Spektrometer, welches das reflektierte Licht

der Sonne in 640 spektralen Kanälen analysiert. Das Gerät soll keine eigenen Daten aufnehmen, sondern dazu dienen, andere Instrumente auf erdbeobachtenden Satelliten hochpräzise zu kalibrieren. Das könnte die Unsicherheiten in den Messungen um einen Faktor 10 reduzieren und dazu beitragen, Temperaturänderungen von wenigen Zehntel Grad pro Jahrzehnt schneller und sicherer zu erkennen. Dazu muss das Spektrometer einerseits die Beobachtungswinkel der zu kalibrierenden Instrumente imitieren, indem es sich um zwei Achsen bewegen kann. Andererseits muss es sich etwa einmal pro Woche direkt zur Sonne ausrichten, um mit



Hilfe des bekannten Sonnenspektrums selbst kalibriert zu werden. Zwar hat die NASA noch keine Pläne für die Voll-

version von CLARREO vorgelegt. Die beteiligten Wissenschaftler hoffen aber, mit dem Prototypen die Leistungsfähigkeit des Ansatzes zu zeigen und Wege zu finden, die Kosten zu senken.

Von der Kalibration mit dem CLARREO Pathfinder können Instrumente an Bord von Satelliten

1) Physik Journal, Juli 2018, S. 14 und Oktober 2017, S. 16

2) [clarreo.larc.nasa.gov/about-pathfinder.html](http://clarreo.larc.nasa.gov/about-pathfinder.html)

profitieren, die beispielsweise den Flächenverbrauch durch Landwirtschaft überwachen oder den Niederschlag bestimmen. Primär geht es aber darum, den Energieeintrag in die obere Atmosphäre genauer zu ermitteln. Dieser Wert spielt in Klimamodellen eine wichtige Rolle bei der Vorhersage, wie stark sich Luft und Ozeane in den nächsten Jahren erwärmen können.

Wie wichtig genaue Daten für Klimamodelle sind, zeigt auch der jüngste Sonderbericht des Weltklimarats.<sup>3)</sup> Darin heißt es, dass eine Erwärmung zwischen 1,5 °C und 2 °C dramatischere Folgen für Mensch und Natur haben könnte, als bisher angenommen – in Form von Hitzewellen, Starkregen oder extremen Dürren. Wie sehr sich dies auch auf die Wirtschaft auswirkt, hat einer der beiden diesjährigen Preisträger des Alfred-Nobel-Gedächtnispreises für Wirtschaftswissenschaften schon seit den 1970er-Jahren untersucht: Die quantitativen Modelle von William Nordhaus von der Yale University sind auch Basis politischer Entscheidungen beispielsweise zur Einführung von CO<sub>2</sub>-Steuern. Ob Donald Trump dem Wirtschaftswissenschaftler wohl zu der hohen Auszeichnung gratuliert hat?

## Ohne Kreisel nicht stabil

Das Hubble Space Telescope wurde Anfang Oktober in den Sicherheitsmodus versetzt. Zwar sind alle Instrumente an Bord voll einsatzfähig, aber ein defektes Gyroskop verhindert, dass das Teleskop eine exakte und stabile Lage im All einnehmen kann. Bis ein Team aus Wissenschaftlern der Hubble-Mission und Experten aus der Industrie die Frage geklärt hat, ob sich der Kreiselstabilisator wiederbeleben lässt, bleiben wissenschaftliche Untersuchungen ausgesetzt.

Hubble verfügt an Bord über insgesamt sechs Gyroskope, wobei nur drei davon benötigt werden, um mit maximaler Effizienz zu messen. Zuletzt wurde das Teleskop 2009 gewartet,<sup>4)</sup> und die drei im Einsatz befindlichen Gyroskope



Im April 1990 setzte die Crew des Space Shuttle Discovery das Hubble Space Telescope in seinen Orbit aus. Nach eini-

gen Anlaufschwierigkeiten liefert das Teleskop seit 25 Jahren fantastische Bilder aus den Tiefen des Universums.

zeigten seit etwa einem Jahr immer wieder altersbedingte Mängel. Daher hatte die NASA jetzt geplant, auf das weitere Trio umzusteigen. Während zwei der neuen Stabilisatoren einwandfrei laufen, ließ sich der dritte nicht ordnungsgemäß starten. Analysen und Tests sollen nun zeigen, wo der Fehler liegt und ob sich die Probleme beheben lassen.

Sollte die Expertengruppe zu dem Schluss kommen, dass das dritte Gyroskop nicht mehr zu retten ist, wird das Hubble-Teleskop dennoch weiterarbeiten: Selbst einer der Stabilisatoren reicht aus, um Aufnahmen zu machen – allerdings dann nur von einem kleineren Himmelsausschnitt. In diesem Fall käme der Realisierung des geplanten James Webb Space Telescope<sup>5)</sup> noch mehr Bedeutung zu, erst recht wenn Hubble – wie derzeit geplant – 2021 in Ruhestand gehen sollte.

## Weniger international

Während des diesjährigen „March Meeting“ der American Physical Society (APS) haben sich einige Physik-Fakultäten über dramatisch sinkende Zahlen internationaler Studierender beklagt. Daraufhin hat die APS eine Umfrage durchgeführt,<sup>6)</sup> an der sich fast 49 Fakultäten beteiligten, an denen

etwa 40 Prozent aller Graduate-Studenten aus dem Ausland eingeschrieben sind. Im Mittel gab es 12 Prozent weniger Bewerbungen in die dortigen Doktorandenprogramme als im Vorjahr, aber die Zahlen variieren stark: Während einige Institutionen keinen Unterschied beobachteten, berichten andere von mehr als 40 Prozent Rückgang. Insbesondere aus China gibt es weniger Einschreibungen. Einige Fakultätsleiter vermuten, dass die chinesischen Institute mittlerweile selbst eine so hochwertige Ausbildung anbieten, dass der Anreiz für ein Studium in den USA sinkt.

Diesem Wettbewerb sollten sich die USA stellen, auch um die positiven Effekte für die Ökonomie zu erhalten, meint APS-Präsident Roger Falcone. So haben internationale Studierende im Studienjahr 2016/17 fast 37 Milliarden Dollar investiert und mehr als die Hälfte der Startup-Unternehmen, die 2016 eine Milliarde Dollar wert waren, wurde von Immigranten gegründet, die zuvor in den USA studierten. Eine Möglichkeit wäre es, den Zugang zu einem Visum zu erleichtern: Bisher müssen die Studierenden nachweisen, dass sie wichtige Gründe haben, nach dem Studium die USA wieder zu verlassen. Besser wäre es, sie mit dem angeeigneten Wissen zum Bleiben zu ermuntern.

**Kerstin Sonnabend**

3) [www.ipcc.ch/report/sr15](http://www.ipcc.ch/report/sr15)

4) Physik Journal, Juli 2009, S. 13

5) Physik Journal, August/Sept. 2018, S. 18

6) Ein PDF mit den Ergebnissen findet sich unter [www.aps.org/policy/issues/upload/Intl-App-Survey-Results.pdf](http://www.aps.org/policy/issues/upload/Intl-App-Survey-Results.pdf)