

seien zwischen 1996 und 2011 rund 19 000 Forscher nach Deutschland gekommen, aber 23 000 ins Ausland gegangen. Mit einem Negativsaldo von 4000 Abgewanderten liegt Deutschland im internationalen Vergleich lediglich an 19. Stelle und damit deutlich hinter vielen anderen OECD-Staaten.

Besonders problematisch sind aus Sicht der Experten die Qualitätsunterschiede zwischen zu- und abwandernden Wissenschaftlern, wobei die Qualität eines Forschers daran gemessen ist, wie oft er in Fachzeitschriften zitiert wird. Nach dem EFI-Gutachten fällt diese Bilanz für Deutschland klar negativ aus: Die Abwandernden sind im Schnitt besser als die Zuwandernden. „Die internationale Wissenschaftlermobilität führt tendenziell zu einer Reduktion der

Forschungsqualität in Deutschland“, urteilen die Experten.

Aus Sicht von Jürgen Mlynek, Präsident der Helmholtz-Gemeinschaft, zeichnen die EFI-Experten ein unvollständiges und dadurch verzerrendes Bild. Deutschlands Hochschulen und Wissenschaftseinrichtungen hätten im Wettstreit um die klügsten Köpfe in den vergangenen zehn Jahren nicht nur Boden gutgemacht, sondern spielten in vielen Forschungsfeldern längst in der Weltspitze mit. Mlynek empfindet es als irreführend, dass die Experten von einem „negativen Saldo“ sprechen, und kritisiert, dass dieser Schluss zumindest teilweise auf nicht mehr aktuellen Zahlen beruht. „Für all jene Rückkehrer, denen die EFI-Experten mindere Qualität nahelegen, kommt das Gutachten einem

Schlag ins Gesicht gleich“, bedauert er. Für ihn liegen die Probleme im deutschen Wissenschaftssystem eher in der zu hohen Zahl von Zeitverträgen und dem größtenteils immer noch holprigen Übergang zu Professorenstellen.

Das EFI-Gutachten enthält außerdem Empfehlungen zur Förderung der Hochschulen und der außeruniversitären Forschungseinrichtungen nach dem Auslaufen von Hochschulpakt, Exzellenzinitiative und Pakt für Forschung und Innovation ab 2015.

Bundesforschungsministerin Johanna Wanka kündigte an, dass die Bundesregierung das EFI-Gutachten sorgfältig prüfen und im Mai 2014 im Bundesbericht Forschung und Innovation dazu Stellung nehmen werde.

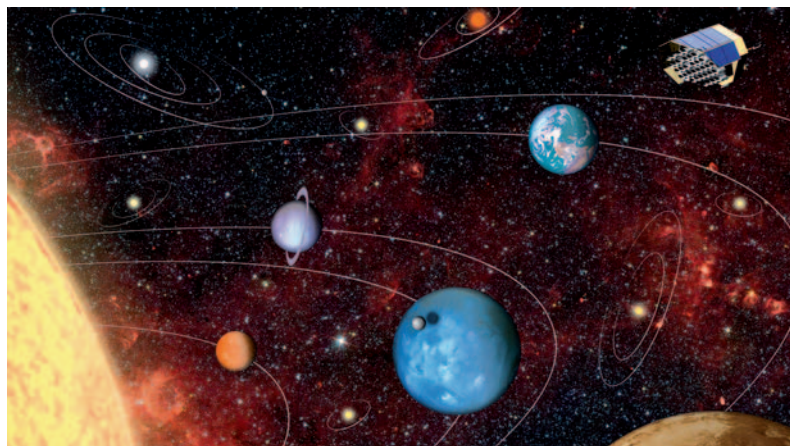
Alexander Pawlak

■ Stein oder nicht Stein? Das ist hier die Frage.

Die ESA hat das Weltraumteleskop Plato aus fünf vorgeschlagenen Missionen ausgewählt. Ab 2024 soll Plato sechs Jahre lang Exoplaneten suchen und diese genau charakterisieren.

Schon lange fasziniert uns die Frage, ob es weiteres Leben im All gibt. Ausdruck dafür sind nicht zuletzt die zahlreichen Filme und Bücher über Außerirdische oder Reisen in fremde Welten. Ob es aber wirklich Leben auf anderen Planeten gibt oder zumindest Sonnensysteme, die unserem ähneln, konnten Astronomen bislang nicht klären. Dies soll sich ab 2024 ändern: Dann nämlich soll das Weltraumteleskop Plato (Planetary Transits and Oscillations of Stars) starten, welches die Europäische Weltraumagentur ESA im Februar als dritte mittelgroße Mission (M-Klasse) ausgewählt hat.

Nachdem die Missionen Kepler und Corot im vergangenen Jahr ihren Betrieb einstellen mussten, ruht die Suche nach Exoplaneten aus dem Weltraum vorerst. Ein Nachfolger steht in den Startlöchern: So beschloss die ESA im Februar den Baubeginn für den Kleinsatelliten Cheops.^{#)} Diese S-Mission soll 2017 starten und bereits bekannte Exoplaneten im Detail untersuchen. Auch auf der Erde tut sich einiges:



DLR

Das Weltraumteleskop Plato wird ab 2024 mit seinen 34 Teleskopen nach einer zweiten Erde suchen.

Anfang des Jahres nahm der Gemini Planet Imager (GPI) am Gemini South Telescope auf dem Cerro Pachón in Chile das erste Bild von einem Exoplaneten auf. Etwa Mitte Mai soll am Very Large Telescope (VLT) auf dem Cerro Paranal, ebenfalls in Chile, das Instrument Sphere in Betrieb gehen und Exoplaneten unter die Lupe nehmen.

Über zehn Jahre lang müssen wir aber noch warten – nämlich auf erste Ergebnisse von Plato –, um erstmals Exoplaneten in der habi-

tablen, also lebensfreundlichen, Zone um einen Stern entdecken und charakterisieren zu können. Bisher sind zwei Gesteinsplaneten bekannt: Corot-7b und Kepler-10b. Beide Planeten kreisen aber zu dicht um ihren Stern, als dass auf ihnen Leben möglich wäre. Für die meisten Exoplaneten sind Masse und/oder Radius nicht genau genug bekannt, um sicher auf ihre innere Struktur schließen zu können.

Plato wird aus 34 Linsenteleskopen bestehen, die in ihrer Fokal-

^{#)} vgl. Physik Journal, Dezember 2012, S. 12

ebene jeweils vier hochempfindliche CCDs besitzen. Von einem der Lagrange-Punkte 1,5 Millionen Kilometer von der Erde entfernt wird Plato fast 50 Prozent des Himmels beobachten. Das Teleskop arbeitet mit der Transitmethode, bei der winzige Helligkeitsänderungen beim Transit eines Planeten in Sichtlinie zum Stern dazu dienen, den Planeten zu entdecken und seinen Radius zu bestimmen. Bei sehr hellen Sternen können große Teleskope vom Boden aus zudem die charakteristischen Veränderungen der Spektrallinien nachweisen, die der Planet verursacht. Die Radialgeschwindigkeitsmethode erlaubt somit den Rückschluss auf die Masse des Planeten. Aus der Kenntnis von Masse und Radius lässt sich auf die mittlere Dichte schließen und eindeutig die Frage klären, ob es sich um einen Gas- oder Gesteinsplaneten handelt. „Die Frage ist deswegen in den letzten Jahren so wichtig geworden, weil wir dank Kepler und Corot Planetenkandidaten haben – auch mit Erdradius.

Aber wir können deren Masse nicht genau genug bestimmen, weil sie um zu dunkle Sterne kreisen“, erklärt Heike Rauer vom DLR-Institut für Planetenforschung und vom Zentrum für Astronomie und Astrophysik der TU in Berlin, die das Missionskonsortium bei Plato leitet. Aus diesem Grund ist bei den meisten Exoplaneten nicht klar, ob es sich um eine Supererde oder einen Minigasplaneten handelt. „Niemand hatte damit gerechnet, dass so etwas passieren würde, denn in unserem Sonnensystem kennen wir keine erdgroßen Gasplaneten“, sagt Rauer.

Im nächsten Schritt werden die an Plato beteiligten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler das Design des Instruments genauer ausarbeiten und optimieren, um für die Begutachtung der ESA Anfang 2016 gerüstet zu sein. Erst nach der endgültigen Bewilligung kann der Bau der 34 Teleskope und über 100 CCDs starten. Für die Wissenschaftler bedeutet dies eine riesige technologische Herausforderung:

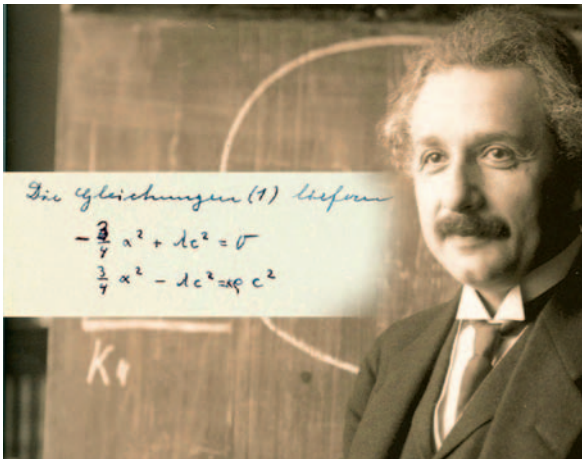
„Noch niemals ist ein Satellit mit mehr Teleskopen und CCDs geflogen“, verdeutlicht Heike Rauer.

Vor Plato wird neben Cheops auch die NASA-Mission Tess starten. Beide Missionen sind darauf ausgelegt, kurzperiodische Planeten anzuschauen. Übertragen auf unser Sonnensystem bedeutet das, dass diese Planeten innerhalb der Merkurbahn kreisen würden und kein Leben auf ihnen möglich wäre. „Keine bisherige und geplante Mission außer Plato ist in der Lage, Gesteinsplaneten in der habitablen Zone von sonnenähnlichen Sternen aufzuspüren und sicher zu identifizieren“, bringt es Heike Rauer auf den Punkt. Darüber hinaus gilt es zu klären, was es mit den Minigasplaneten auf sich hat, die Kepler und Corot identifiziert haben. Wie sind diese entstanden? Warum gibt es sie in unserem Sonnensystem nicht? Und was ist überhaupt ein typisches Sonnensystem? Mit Plato wird die Antwort auf diese Fragen erstmals in greifbare Nähe rücken.

Maika Pfalz

■ Einsteins kosmischer Rechenfehler

Albert Einstein hat sich mit einem Steady-State-Modell befasst, fast zwei Jahrzehnte vor Fred Hoyle.



Ein Rechenfehler mit kosmischen Folgen: Die „-3“ statt einer „9“ hat zur Folge, dass Einsteins Gleichungen nur ein leeres Universum beschreiben.

Als Einstein seine Allgemeine Relativitätstheorie auf das gesamte Universum anwendete, erschien ihm nur ein statisches Universum annehmbar. Doch wie Edwin Hubbles Beobachtungen 1929 zeigten, bewe-

gen sich alle Galaxien voneinander weg, und das Universum ist nicht statisch, sondern dehnt sich ständig aus. Georges Lemaître kam nur zwei Jahre später zu dem Schluss, das heutige Universum müsse seinen Ursprung in einer Art „Uratom“ mit größtmöglicher Dichte haben und sich durch seine Expansion immer weiter ausdünnen. Der britische Astronom Fred Hoyle zog gegen Lemaîtres Idee zu Felde und entwickelte ab 1948 mit seiner Steady-State-Theorie eine Alternative zum „Big Bang“. Dieser von Hoyle spöttisch gemeinte Begriff hat sich im populären wie wissenschaftlichen Sprachgebrauch etabliert.

Nach der Steady-State-Theorie expandiert das Universum zwar auch, aber nicht von einem extrem dichten und heißen Ursprung aus. Stattdessen sollte seine Dichte konstant bleiben, weil immer

neue Materie aus dem Vakuum heraus entsteht. Die Entdeckung des kosmischen Mikrowellenhintergrundes, gewissermaßen des Nachhalls des Urknalls, durch Wilson und Penzias im Jahre 1965 besiegelte allerdings das Ende der Steady-State-Theorie.

Wie gleich zwei Analysen zeigen, hat sich Einstein bereits 1931 mit einem expandierenden Universum befasst, in dem ständig neue Materie entsteht. Darauf deutet ein bisher unveröffentlichtes Manuskript Einsteins hin, das der Astronom Harry Nussbaumer von der ETH Zürich und der irische Physiker Cormac O’Raifeartaigh vom Waterford Institute of Technology mit weiteren Kollegen unabhängig voneinander genauer unter die Lupe nahmen.

Das vierseitige Manuskript mit dem Titel „Zum kosmologischen