

Lebenszeichen gesucht

Seit Juli letzten Jahres liefert das James-Webb-Weltraumteleskop (JWST) spektakuläre Bilder aus den Weiten des Alls. Von technischer Seite setzt der Mission wohl erst der in 20 Jahren ausgehende Treibstoff ein Ende. Dennoch sind mögliche Nachfolgeprojekte wegen des langen Vorlaufs bereits angedacht. Von der ersten Idee bis zum Start des JWST vergingen gut 25 Jahre. Bei einem Treffen der American Astronomical Society zu Beginn des Jahres machte Mark Clampin, Direktor der NASA-Abteilung für Astrophysik, erste Ideen für ein optisches Teleskop öffentlich, das vor allem nach Spuren von Leben auf erdähnlichen Exoplaneten suchen soll.

Das „Habitable Worlds Observatory – HWO“, so der Arbeitstitel, soll wie das JWST vom Lagrange-Punkt L2 aus operieren. Angedacht ist eine Missionsdauer von mehreren Jahrzehnten; das sollen eine robotische Wartung und regelmäßige Upgrades durch neue Instrumente ermöglichen. Grundlage des Designs könnte ein Mittelweg zwischen den bereits vorliegenden Vorschlägen HabEx und LUVOIR werden. HabEx basiert auf einem monolithischen

Spiegel mit vier Metern Durchmesser und einem robotischen „Starshade“ in 100 000 Kilometern Entfernung;¹⁾ LUVOIR sollte mit einem segmentierten Spiegel bis zu 15 Metern Durchmesser erreichen.²⁾

Um Verzögerungen und Kostenexplosionen wie bei JWST zu vermeiden, will sich die NASA für das HWO auf erprobte Technologien verlassen: Sie favorisiert derzeit einen segmentierten Spiegel und einen Koronographen, um das Sternenlicht bei der Planetenbeobachtung auszublenden. Die geplante Beobachtung von sichtbarem Licht erfordert jedoch einen tausendmal präziser gefertigten Spiegel als beim JWST. Zudem muss der Koronograph auch Streulicht effektiv unterdrücken, damit Planeten beobachtbar sind. Daher sollen Service- und Reparaturmissionen das HWO im Laufe seiner Messzeit immer auf dem neuesten technischen Stand halten. Instrumente, die zum Start noch nicht optimal entwickelt sind, könnten sich später ergänzen lassen.

Die erste große Herausforderung auf dem Weg zum HWO wartet bereits bei der Finanzierung der ersten Schritte, da die Abteilung Astrophysik als einzige der vier wissenschaftlichen Säulen der NASA im laufenden

Jahr Budgetkürzungen hinnehmen muss. Ziel ist es daher, zunächst den Kongress von der neuen Mission zu überzeugen.

Kerstin Sonnabend

Das bisschen Haushalt

US-Präsident Joe Biden hat Ende Dezember den föderalen Haushalt für das Finanzjahr 2023 unterzeichnet.¹⁾ Insgesamt beläuft sich das Budget auf 1,7 Billionen Dollar und damit rund 9 Prozent mehr als im Vorjahr. Dieser anscheinend hohe Anstieg ist etwa so groß wie die aktuelle Inflationsrate. Das über 4000 Seiten dicke Zahlenwerk sieht auch für die Wissenschaft generell deutlich höhere Ausgaben vor; allerdings fällt der Zuwachs nicht immer so hoch aus wie von der Biden-Administration vorgeschlagen. Im Einzelnen ergibt sich für die wichtigsten Forschungsinstitutionen folgendes Bild.

Die National Science Foundation erhält mit 10,4 Milliarden Dollar et-

1) Physik Journal, Dezember 2022, S. 16

2) www.luvorlescope.org

3) Physik Journal, Mai 2022, S. 16

Kurzgefasst

Mehr Professorinnen

Laut Statistischem Bundesamt waren 2021 in Deutschland 27 Prozent der hauptberuflichen Professuren von Frauen besetzt (2020: 26%). Der geringste Anteil findet sich bei den Ingenieurwissenschaften (15%), der höchste in den Geisteswissenschaften (42%).

Roadmap für die Katalyse

Die Deutsche Gesellschaft für Katalyse hat einen Fahrplan für die Forschung in den kommenden zehn Jahren veröffentlicht. Themen sind u.a. der Beitrag zur Energiewende und Wasserstoffwirtschaft sowie die Digitalisierung der Katalyse. PDF unter bit.ly/3ZL7Cd0

Eingetrübte Stimmung

Eine Umfrage unter den Mitgliedern des Deutschen Hochschulverbandes hat ergeben, dass sich 71 Prozent um die Wissen-

schaft für das Jahr 2023 Sorgen machen. Die Stimmung ist damit deutlich schlechter als im Vorjahr, wo es nur 56 Prozent waren.

25 Jahre physik.begreifen

Das Schülerlabor des DESY „physik.begreifen“ feiert 25. Geburtstag. Bisher hat es mehr als 110 000 Schülerinnen und Schülern Einblicke in wissenschaftliches Arbeiten gegeben.

Kooperationen für Quanten

Frankreich und die USA wollen gemeinsam zu Quantentechnologien forschen. Die beiden Staaten erweitern damit ihre seit 2018 bestehende Kooperation. Auch Indien und die Europäische Union machen bei Quantentechnologien künftig gemeinsame Sache und wollen darüber hinaus die Zusammenarbeit beim Hochleistungsrechnen und der Klimamodellierung intensivieren.

Wie die ESA arbeitet

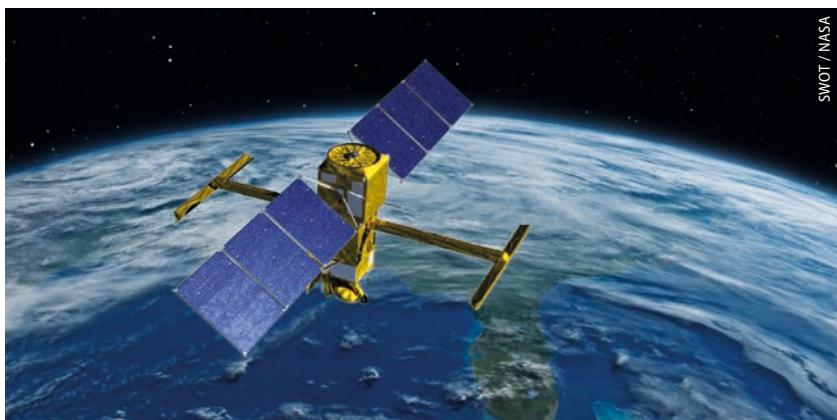
Die ESA stellt mit der Broschüre „One ESA“ ihre Arbeit bunt bebildert vor: in sechs Sprachen jeweils als interaktive Version und als druckbares PDF (bit.ly/3wa2KQY).

Allianz für Photovoltaik

Die „European Solar Photovoltaic Industry Alliance“ hat zum Ziel, in Europa die gesamte Wertschöpfungskette für Photovoltaik-Technologien zu etablieren und sich strategisch unabhängig zu machen (solaralliance.eu).

Bessere Betreuungsquote

In Deutschland gab es 2021 laut Statistischem Bundesamt 28 596 Professuren und rund 1,79 Mio. Studierende an Universitäten und Hochschulen. Das verbessert den Betreuungsschlüssel im Vergleich zum Vorjahr von 65 auf 63 Studierende pro Professur.



SWOT / NASA

wa 10 Prozent mehr. Das passt zu der im „CHIPS and Science Act 2022“ angestrebten Verdoppelung bis 2027 auf dann 18 Milliarden Dollar.⁴⁾ Dafür umging der Kongress seine eigene Ausgabenobergrenze.

Der Etat des Office of Science im Energieministerium steigt um 8,4 Prozent auf 8,1 Milliarden Dollar. Das ermöglicht alle geplanten Bauprojekte, zu denen ein Petawattlaser am SLAC sowie die weitere Beteiligung am Fusionsexperiment ITER gehören. Viele dieser Beschlüsse hat der Inflation Reduction Act vom Herbst 2022 bereits vorgegeben.⁵⁾

Besonders große Zuwächse von 17 Prozent entfallen auf relativ niedrigem absoluten Niveau auf die National Oceanic and Atmospheric Administration. Die zusätzlichen Mittel dienen hier insbesondere der Erforschung klimawandelbedingter Extremwetterlagen.

Auch das National Institute of Standards and Technology wird mit einem Plus von 12,1 Prozent auf knapp eine Milliarde Dollar gut bedacht. Allerdings fließt über die Hälfte der zusätzlichen Gelder in sog. Earmark-Projekte, die vor allem als finanzielle Zuwendung an die Wahlkreise einflussreicher Abgeordneter dienen.

Unterdurchschnittlich schneidet dagegen die NASA ab: Sie erhält mit 25,4 Milliarden Dollar nur sechs Prozent mehr als letztes Jahr – in realen Preisen ein Rückgang. Besonders zu denken gibt der Etat der Science Division, der lediglich um zwei Prozent steigt. Das liegt unter anderem an den hohen Kosten für die technische Infrastruktur des neuen Mondlandeprogramms.

Wo das Wasser weilt

Die NASA hat am 16. Dezember erfolgreich einen neuen Erdbeobachtungssatelliten ins All gebracht. Der 1,2 Mrd. Dollar teure „Surface Water and Ocean Topography satellite“ (SWOT) soll das Oberflächenwasser unseres Planeten in bisher unerreichter Genauigkeit und Vollständigkeit kartieren und analysieren.⁶⁾ Neben der NASA beteiligt sich das französische Centre national d'études spatiales federführend an dem Projekt; die Raumfahrtagenturen Kanadas und Großbritanniens leisteten Beiträge.

Der zwei Tonnen schwere Satellit umrundet die Erde in knapp zwei Stunden auf niedrigem geozentrischen Orbit in 857 Kilometern Höhe. So erfasst er alle Gebiete zwischen 78 °N und 78 °S mit einer Auflösung von 15 bis 25 Kilometer; das entspricht 87 Prozent der Erdoberfläche. Der Hauptsensor, ein Radar-Interferometer, arbeitet zwischen 27 und 43 GHz und misst ausschließlich etwa senkrecht nach unten. Das ermöglicht die hohe Auflösung und Datenrate. Die beiden Radarantennen des Systems befinden sich an den Enden eines zehn Meter langen Mastes, sodass jeder Überflug einen 120 Kilometer breiten Streifen der Erdoberfläche abbildet.

Zusätzlich verfügt der Satellit über ein konventionelles Nadir-Altimeter. SWOT könnte die Hydrologie revolutionieren. Lagen bisher kontinuierliche Daten nur für etwa drei Promille der natürlichen und künstlichen

Seen vor, wird das System fast alle sechs Millionen Gewässer der Erde alle 10 bis 11 Tage vermessen können. Außerdem kann SWOT Meereströmungen überwachen und ozeanische Wirbel dreidimensional abbilden.

Zündende Laser

An der National Ignition Facility (NIF) des Lawrence Livermore National Laboratory im kalifornischen Livermore ist es im Dezember erstmals gelungen, bei einer Kernfusion mehr Energie bereitzustellen, als zuvor für das Zünden der Fusion aufgewendet wurde. Während Fusionsexperimente wie JET im englischen Fulham oder ITER im südfranzösischen Cadarache ein Plasma durch Magnetfelder einschließen und auf Fusionstemperatur erhitzen, nutzt die NIF den sogenannten Trägheitseinschluss. Dabei zielt ein Hochleistungs-



Qualitätskontrolle eines NIF-Targets

laser mit 192 Strahlen auf ein Target aus einer zylindrischen Goldhülle, die eine wenige Millimeter kleine Kapsel enthält. In dieser befindet sich ein gefrorenes Gemisch aus Deuterium und Tritium als Fusionsbrennstoff. Ein „Shot“ erhitzt diesen auf mehrere 100 Millionen Grad und komprimiert ihn auf mehr als 1000 g/cm^3 Dichte, sodass die Fusionsreaktion einsetzt.

Bei dem Experiment am 5. Dezember brachte der Laser eine Energie von 2,05 Megajoule (MJ) ein, während das explodierende Target 3,15 MJ emittierte. Dieses erstmalige Erreichen des „Break-even Point“ ist ein Meilenstein der Fusionsforschung. 2021 hatte die NIF bei einer ersten Zündung bereits über 70 Prozent davon erreicht. Weitere Optimierungen sorgten für ein räumlich noch gleichmäßigeres Einstrahlen der Energie auf das Target.

4) Physik Journal, August/September 2022, S. 22

5) Physik Journal, Januar 2023, S. 16

6) swot.jpl.nasa.gov/mission/overview

In den nächsten Jahren ein kommerzielles Fusionskraftwerk zu planen, wäre aber verfrüht, da der Betrieb der Laser knapp 322 MJ Energie benötigte. Zwar gibt es heute bereits deutlich effizientere Systeme; mit dem Überschuss von 1,1 MJ kommen aber auch sie nicht aus. Darüber hinaus

ist NIF keine Demonstrationsanlage wie ITER, sondern nur teilweise für die Fusionsforschung ausgelegt. Der lange Zeit politisch vorrangige Zweck der Anlage war die Simulation von Kernwaffentests bzw. die Entwicklung neuartiger nuklearer Sprengköpfe: Anstelle des Fusionsbrennstoffs be-

schießt der Laser dazu kleine Plutoniumkugelchen. Um aus dem jetzt erreichten Energieüberschuss durch Kernfusion einen im Dauerbetrieb kommerziell rentablen Reaktor zu entwickeln, ist noch viel Entwicklungsarbeit erforderlich.

Matthias Delbrück

Review für die Forschungsförderung

Das Australian Institute of Physics steht im Fokus einer Bildungsreform der Regierung.

Die australische Regierung hat eine umfassende Bildungsreform angestoßen, die auch die Rolle des Australian Research Council (ARC) und seine Verbindung zu den Universitäten des Landes betrifft.¹⁾ Die 2001 gegründete Förderagentur vergibt in kompetitiven Verfahren Forschungsmittel in allen Disziplinen außer der Medizin. Zudem organisiert sie ein mit dem deutschen System vergleichbares Exzellenzprogramm und nimmt Stellung zu grundlegenden Fragen der Forschungsevaluation. Das ARC hat sich seit seiner Gründung nicht wesentlich geändert; der Jahresetat liegt bei umgerechnet rund 500 Millionen Euro.

Schon vor dem Regierungswechsel im Mai 2022 hatte der australische

Senat die bestehenden Regulierungen des ARC als „zu formal, unflexibel und veraltet“ bezeichnet. Die neue Regierung unter Premierminister Anthony Albanese setzte ein dreiköpfiges „Review Panel“ unter der Leitung der Chemikerin Margaret Sheil ein. Neben moderneren und vereinfachten Abläufen ist für die Physik insbesondere die Frage nach der Gewichtung von Grundlagen- und angewandter Forschung von Bedeutung. Politik und Industrie drängen auf wirtschaftliche Verwertbarkeit und die Lösung übergeordneter gesellschaftlicher Probleme. Die Schwesterorganisation der DPG, das Australian Institute of Physics, setzt dagegen auf eine angemessene Förderung der Grundlagen- und

„Blue-Skies“-Forschung sowie eine stärkere Beteiligung der Wissenschaft an den Entscheidungen des ARC.

Das Review Panel hat seine Arbeit am 5. September aufgenommen. Wissenschaft, Politik, Industrie und Gesellschaft konnten bis Mitte Dezember Stellungnahmen zu einer Liste mit neun Fragen abgeben. Der zum Jahresende angekündigte Zwischenbericht lag zu Redaktionsschluss dieses Heftes noch nicht vor. Der Abschlussbericht mit ausgearbeiteten Handlungsempfehlungen soll Ende März erscheinen.

Matthias Delbrück

1) PDF unter bit.ly/3wc0rNj

HINTERGRUNDRAUSCHEN

Zündende Neuigkeiten

Wie von mancher Partei in Deutschland erhofft, ist ein wissenschaftlicher Durchbruch gelungen, der uns vom Klimawandel erlöst, ganz ohne unseren Energiekonsum zu ändern. Nach mehr als einem Jahrzehnt hat die National Ignition Facility in den USA ihrem Namen endlich alle Ehre gemacht und ein Fusionsplasma gezündet – im August 2021. Ein alter Hut und keine Nachricht wert? Ganz recht, aber wenn knapp anderthalb Jahre später dabei mehr Energie freigesetzt wird, als eine gigantische Laseranlage dem Experiment zugeführt hat, versetzt das die Welt in Aufruhr. Zugegeben: Wasserstoffbomben konnten das schon vor 70 Jahren – aber wie so oft hinkte die friedliche Nutzung der militärischen Anwendung hinterher.

Doch jetzt sorgte ein Energieüberschuss, der drei Liter Wasser zum Kochen bringt, bei unserer Bundesforschungsministerin für einen historischen Tag. Funken sprühend verkündete sie beim Heute Journal, dass schon in zehn Jahren Fusionskraftwerke all unsere Energiesorgen lösen können. Das

ist tatsächlich ein Durchbruch, wird doch diese Zeitspanne seit den 1960er-Jahren mit 30 Jahren angegeben. Aber was ist schon ein Faktor drei? Und kommt es darauf überhaupt an, wenn das Ziel doch immer am Horizont bleibt? Für „nächstes Jahr“ oder „übermorgen“ hat ihr wohl der Mut gefehlt.

Zumindest hat sie bewiesen, dass eine deutsche Ministerin sich anstecken lässt, wenn die Wissenschaft zündet. Überhört hat sie wohl, wie die Direktorin des Lawrence Livermore National Laboratory, der Heimat der National Ignition Facility, den Enthusiasmus ihrer Energieministerin relativierte und von mehreren Dekaden intensiver Forschung sprach: Gleichbedeutend mit vielen Milliarden Dollar, die das US-Labor noch verbrennen wird, bevor das Sonnenfeuer auf Erden tatsächlich leuchtet.

Kerstin Sonnabend

