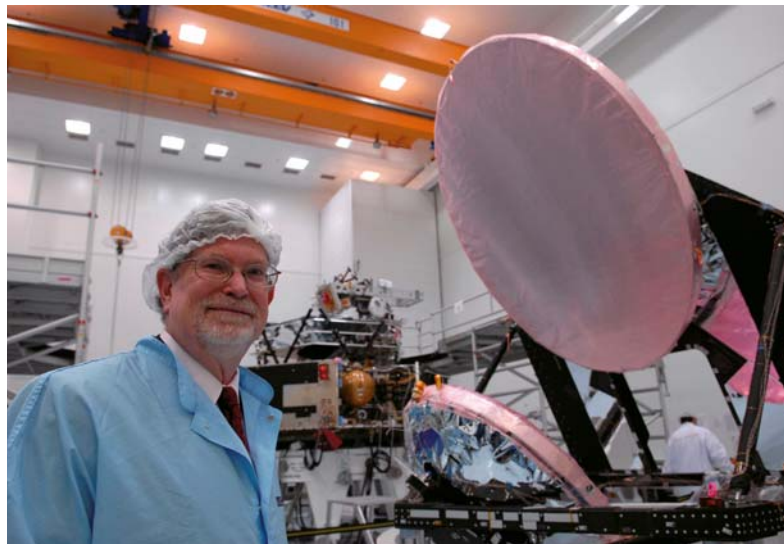


Planck werden die Wissenschaftler wichtige kosmologische Fragen klären und z. B. bestimmen, wie sich normale und Dunkle Materie bzw. Dunkle Energie im Universum verteilen.

Der Planck-Teleskopspiegel mit einem Durchmesser von 1,5 Metern wird das schwache Licht des kosmischen Hintergrunds sammeln und auf zwei Arrays von Radiodetektoren fokussieren. Diese sind so empfindlich, dass sich damit Temperaturschwankungen von wenigen Millionstel Grad nachweisen lassen – mit einer solchen Empfindlichkeit könnte man auf der Erde diejenige Wärme detektieren, die ein Kaninchen auf dem Mond abstrahlt. Um diese hohe Empfindlichkeit zu erreichen, müssen auch die beiden Planck-Instrumente, die Messungen in neun Frequenzbändern erlauben, heliumgekühlt arbeiten. Zwei Konsortien, in denen mehr als 20 wissenschaftliche Institute aus Europa und den USA vertreten waren, zeichnen für die Entwicklung von Planck verantwortlich.

Beide Observatorien verfügen neben ihren Spiegeln und der Nutzlast jeweils über ein Servicemodul, das für die Ansteuerung der Geräte und vor allem die Kommunikati-



Der Physik-Nobelpreisträger von 2006, George Smoot, der für die Untersuchung der kosmischen Hintergrundstrahlung ausgezeichnet wurde, besichtigte das Planck-Teleskop, das den Himmel mit bislang unerreichter Präzision kartieren soll.

on mit der Erde zuständig ist. So wird Herschel 21 Stunden am Tag messen und in den restlichen drei Stunden die Daten an die Erde funken und neue „Messaufträge“ erhalten. Die Forschergruppen, die maßgeblich an der Entwicklung der beiden Weltraumteleskope mitgearbeitet haben, erhalten automatisch Messzeit, andere Wissenschaftler können diese beantragen.

Nur knapp 40 Minuten nach dem Start der Ariane-5-Rakete verkündete Andreas Rudolph vom Europäischen Satellitenkontrollzentrum ESOC, das für die

Dauer der Missionen die beiden Satelliten steuern und kontrollieren wird, die erste Erfolgsmeldung: Die Weltraumantenne New Norcia in Australien hatte die ersten Signale von Herschel und Planck empfangen. Nach dieser freudigen Botschaft hielt es den ESA-Wissenschaftsleiter David Southwood nicht mehr auf seinem Stuhl, auf dem er zuvor gespannt den erfolgreichen Start verfolgt hatte: „Dies ist ein großartiger Moment für die gesamte Astronomie! Gehen wir an die Arbeit!“

Maïke Keuntje

■ Europäische Präzision

Ein umfangreiches Forschungsprogramm der EU stellt die metrologische Forschung erstmals auf ein europäisches Fundament.

Zuverlässige und vergleichbare Standards sind eine unverzichtbare Grundlage für alle Bereiche von Forschung und Technik. Bestes Beispiel sind Atomuhren, ohne die das Satellitennavigationssystem GPS nicht funktionieren könnte. Die staatlichen Metrologie-Institute sind allerdings längst nicht mehr nur die offiziellen Zeitgeber und Bewahrer der SI-Einheiten. Weltweit steigt die Nachfrage nach verlässlichen Standards und Kalibrierungen für Handel und Industriezwecke. Bereits 2003 hatte das Committee for Weights and Measures (CIPM) in einem Bericht darauf hingewiesen, dass kein na-

tionales Metrologie-Institut mehr allein in der Lage sei, die gesamte Bandbreite an Messstandards und -diensten zur Verfügung zu stellen.¹⁾

Am 22. April beschloss das Europäische Parlament daher mit dem European Metrology Research Programme (EMRP) das bisher größte und ehrgeizigste Forschungsprogramm der Metrologie in Europa.²⁾ Damit wollen Forschungsinstitute aus 22 Staaten künftig in gemeinsamen Projekten alle vorhandenen Kräfte bündeln und Freiraum für die Lösung aktueller Forschungsaufgaben schaffen. Die EU finanziert das Programm über die nächsten sieben Jahre mit 200 Millionen

Euro, die beteiligten Forschungsinstitute steuern dieselbe Summe in Form von Personalkosten und Sachmitteln bei. Koordiniert wird das Programm von EURAMET e. V., der gemeinsamen Dachorganisation der Metrologie-Institute in Europa.

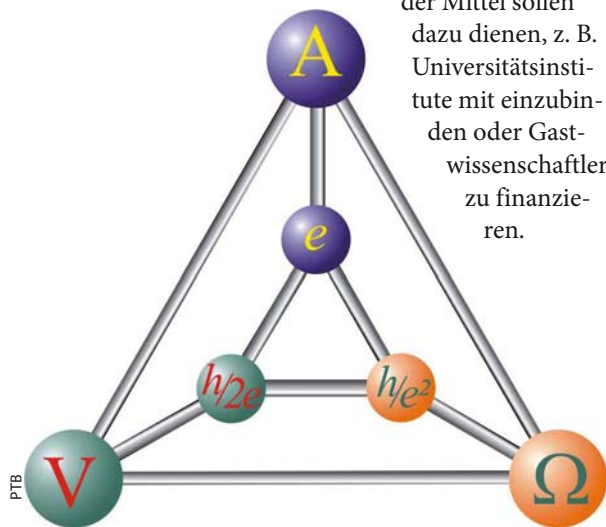
„Die gemeinsame Forschung der europäischen Metrologie-Institute ist der einzige Weg, um den zukünftigen Aufgaben gewachsen zu sein“, betont Ernst O. Göbel, Präsident der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt (PTB). Die PTB als nationales Metrologie-Institut Deutschlands wird aufgrund ihrer Größe rund ein Drittel des Programms bestreiten.³⁾

1) www.bipm.org/utis/en/pdf/kaaris2003-EN.pdf

2) www.emrponline.eu; das Vorläuferprogramm iMERA plus brachte besonders dringliche Projekte bereits Ende 2007 auf den Weg.

3) Physik Journal, Juni 2008, S. 8 (PTB)

Im Rahmen des EMRP ist eine Beteiligung externer Partner fest eingeplant. 10 Prozent der Mittel sollen dazu dienen, z. B. Universitätsinstitute mit einzubinden oder Gastwissenschaftler zu finanzieren.



Die elektrischen Einheiten sollen künftig mithilfe der Naturkonstanten e und h definiert werden.

Besondere Herausforderungen liegen dabei im Gesundheits- und Energiesektor. Zu den Zielen gehört ein verlässliches Modell für Anatomie und Stoffwechsel des Menschen („virtual human“), das als umfassender Standard für die Entwicklung medizinischer Geräte dienen soll. Um bestehende Energiequellen zu verbessern oder neue Energiearten zu erschließen, sind Methoden erforderlich, mit denen sich die Effizienz der unterschiedlichen Energiequellen zuverlässig und genau messen lässt.

Neuer Standard für Basiseinheiten

Die europäischen Metrologie-Institute kooperieren auch dabei, das SI-Einheitensystem weiter zu verbessern und auf fundamentale

Konstanten zurückzuführen. So ist das Meter schon lange nicht mehr durch das Pariser Urmeter definiert, sondern durch die Länge der Strecke, die das Licht im Vakuum während der Dauer von $1/299\,792\,458$ Sekunden zurücklegt. Ähnlich wie die Längeneinheit auf der Konstanz der Lichtgeschwindigkeit c fußt, sollen die elektrischen Einheiten durch Quanteneffekte definiert werden, die mit der elektrischen Elementarladung e und dem Planckschen Wirkungsquantum h zusammenhängen. Die Definition der SI-Basiseinheit für den elektrischen Strom, das Ampere, beruht derzeit allerdings noch auf der Kraft zwischen zwei stromdurchflossenen Leitern. Hiermit lässt sich eine Genauigkeit von 10^{-7} erreichen.

„Seit 1990 benutzt man bei den elektrischen Einheiten in Wirklichkeit nicht mehr das SI-System“, sagt Franz Ahlers, der das Projekt REUNIAM zur Neudefinition des Ampere koordiniert. Mithilfe des Josephson- und des Quanten-Hall-Effekts seien nämlich reproduzierbare Normale für Spannung und Widerstand mit einer Genauigkeit von 10^{-9} möglich. Daraus lasse sich das Ampere mit einer größeren Genauigkeit ableiten als nach der derzeit offiziellen SI-Definition.

Allerdings ist es möglich, auch die elektrische Stromstärke auf Quantengrößen zurückzuführen, indem man einzelne Elektronen mit genau bekannter Taktfrequenz f durch einen weniger als einen

Mikrometer dünnen „Draht“ treibt. Daraus ergibt sich der Strom $I = ef$. Das ist zwar konzeptionell einfacher als die Realisierung von Volt und Ohm mit den erwähnten Quanteneffekten, doch bislang ist die so erzeugte Stromstärke noch zu klein oder nicht präzise genug, um sie messtechnisch zu nutzen. Daher werden die Arbeiten an einem Quanten-Strom-Standard in der PTB in Zusammenarbeit mit metrologischen Instituten aus Großbritannien, Frankreich, der Schweiz, Finnland und den Niederlanden vorangetrieben. Nicht zuletzt würde eine unabhängige Quanten-Realisierung des Ampere einen experimentellen Test der Konsistenz der Beziehungen zwischen den Fundamentalkonstanten h und e erlauben („Elektrisches Dreieck“, Abb.).

„Die präzisere Neudefinition der elektrischen Einheiten hat Konsequenzen über das elektrische System hinaus. Mit e und h lässt sich im Prinzip auch das Kilogramm neu definieren“, erläutert Franz Ahlers. Möglich wäre dies durch die sog. Wattwaage, die elektrische mit mechanischer Leistung vergleicht.⁴⁾ Das Ziel sind Definitionen der SI-Einheiten, die sich sinnvoll gegenseitig stützen und konsistent sind. „Ein auf den richtigen Fundamentalkonstanten basierendes neues SI ist wie ein Uhrwerk, das präziser und stabiler läuft, wenn man es an den richtigen Punkten aufhängt“, sagt Ahlers.

Alexander Pawlak

■ Exzellenz unter Vorbehalt

Die Weiterführung von Hochschulpakt, Exzellenzinitiative und Pakt für Forschung und Innovation ist noch nicht gesichert.

Die Wissenschaftsministerinnen und -minister von Bund und Ländern waren sich einig: In der Gemeinsamen Wissenschaftskonferenz (GWK) sprachen sie sich dafür aus, die drei begonnenen Vorhaben für Bildung, Forschung und Innovation mit insgesamt 18 Milliarden Euro bis zum Jahr 2019 fortzusetzen: Der Hochschulpakt

soll vor allem die Folgen der ansteigenden Studienanfängerzahlen auffangen. Die Exzellenzinitiative hat zum Ziel, im Wettbewerb Erfolg versprechende Entwicklungen an den deutschen Hochschulen anzustoßen, nicht zuletzt um auch im internationalen Wettbewerb bestehen zu können. Der „Pakt für Forschung und Innovation“

schließlich ist dafür gedacht, den Forschungsorganisationen die notwendige finanzielle Sicherheit für ihre strategische Planung zu geben. Doch Finanzminister Peer Steinbrück stellte die drei Programme angesichts der andauernden Wirtschafts- und Finanzkrise kurzerhand unter Haushaltsvorbehalt. Das bedeutet insbesondere,

4) vgl. Ernst O. Göbel, Physikalische Blätter, Januar 2001, S. 35