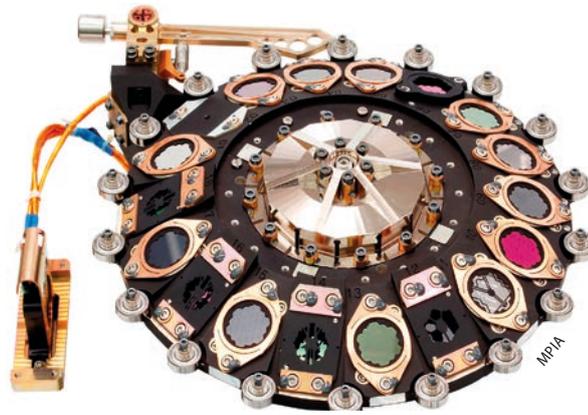


Infrarot-Teleskop konzipiert, das auch im noch langwelligeren mittleren Infrarot beobachten kann. Damit soll es den Blick in die Vergangenheit des Universums von etwa 600 Millionen Jahren wie bei Hubble auf bis zu 200 Millionen Jahre nach dem Urknall verschieben. Hier erwartet man, das Licht der ersten Galaxien und Sterne zu sehen, das die kosmische Rotverschiebung in den langwelligeren infraroten Spektralbereich verschoben hat. Vom JWST erhofft sich die Astronomie Einblicke in die Entstehung der Galaxien und der ersten Sternengeneration, die im Wesentlichen aus Wasserstoff und Helium bestand. „Einzelne Sterne lassen sich mit dem James-Webb-Teleskop natürlich nicht mehr auflösen, wären aber beobachtbar, wenn sie als Supernova explodieren“, sagt Krause.

Für die Erforschung der Exoplaneten eröffnet das JWST ganz neue Möglichkeiten. „Während der vergangenen zwei Jahrzehnte ist dieses



Das Filterrad des Mittel-Infrarot-Instruments wurde mit Ausnahme der optischen Elemente vom Max-Planck-Institut für Astronomie in Heidelberg geplant, konstruiert, gebaut und getestet.

Forschungsfeld geradezu explodiert, und wir kennen mittlerweile mehrere Tausend solcher Exoplaneten. Wir stehen jetzt an der Schwelle, nach einer Epoche der Entdeckungen nun auch die Atmosphären und den Ursprung dieser Objekte im Detail zu studieren“, betont Krause. Er dämpft aber die Hoffnung darauf, eine „zweite Erde“ zu entdecken: „Selbst JWST wird nicht empfindlich genug sein, eine zweite Erde um einen sonnenähnlichen Stern nachzuweisen. Im Grunde ist es

auch ein allzu geozentrischer Ansatz, bei der Frage nach Leben im All unseren eigenen Planeten zum alleinigen Maßstab zu machen.“ Das JWST wird dagegen mit einer Fülle neuer Daten Ordnung in den „Planetenzoo“ bringen und damit die Grundlage dafür schaffen, nach Indizien für Leben auf Exoplaneten zu suchen. „In jedem Fall wird das James-Webb-Weltraumteleskop eine Entdeckungsmaschine sein“, ist Oliver Krause überzeugt.

Alexander Pawlak

Meter statt Ellen

Vor 150 Jahren führte Deutschland das metrische System ein.

Am 1. Januar 1872 trat die „Maß- und Gewichtsordnung des Deutschen Reiches“ in Kraft. Seither nutzt Deutschland das metrische System. Folgerichtig unterzeichnete der damals noch junge Staat drei Jahre später die Meterkonvention: In dem Vertrag verpflichteten sich siebzehn Staaten unter anderem, nationale Metrologieinstitute zu gründen, um das metrische System umzusetzen. Diese Aufgabe erfüllte ab 1887 die Physikalisch-Technische Reichsanstalt in Berlin, die Vorgängerinstitution der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt (PTB).

Das metrische System geht auf die Französische Revolution Ende des 18. Jahrhunderts zurück: Meter und Gramm setzten

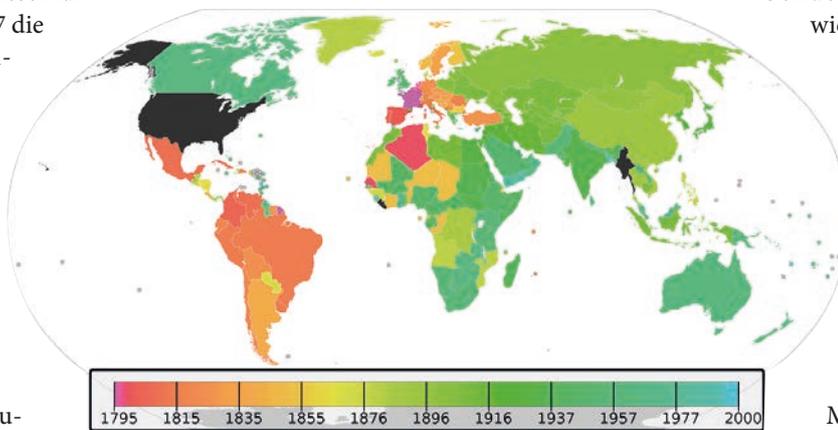
dem Wirrwarr regional definierter Ellen und Pfunde ein Ende. Die Grundeinheiten sollten eine natürliche Basis besitzen und nicht mehr von den Körpermaßen von Königen oder Fürsten abhängen. So beruhte der Meter auf der Meridianvermessung von Pierre Méchain und Jean-Baptiste Delambre und betrug ein Zehnmillionstel der

Erdmeridianlänge vom Nordpol zum Äquator; das Gramm entsprach der Masse eines Kubikzentimeters Wasser bei seiner größten Dichte. Die ersten Maßverkörperungen aus Platin sind auf den 22. Juni 1799 datiert.

Die von Frankreich initiierte Zusammenarbeit in der Metrologie mündete in der Unterzeichnung der Meterkonvention 1875. Aufstrebende Industrienationen

wie Deutschland hatten schon zuvor das metrische Maßsystem eingeführt; auch die international immer stärker kooperierende Wissenschaft strebte ein einheitliches System an. Die Unterzeichnung der

Meterkonvention garantierte den Mitgliedsstaaten den Zugang zu Maßnormalen – Kopien



Das metrische System hat sich seit der Französischen Revolution nach und nach weltweit durchgesetzt (farbig markiert). Nur die USA, Myanmar und Liberia (schwarz) haben es bisher nicht eingeführt.

des Urmeters und Urkilogramms, die das Internationale Büro für Maß und Gewicht (BIPM) in Sèvres bei Paris aufbewahrt.

Aus dem metrischen System ging 1960 das Internationale Einheitensystem oder SI-System hervor, das aus sieben Basiseinheiten besteht: Sekunde (Zeit), Meter (Länge), Kilogramm (Masse), Ampere (Stromstärke), Kelvin (thermodynamische Temperatur), Mol (Stoffmenge) und Candela (Lichtstärke). Aus ihnen lassen sich alle anderen Einheiten ableiten, aber keine Basiseinheit aus den anderen.

Bis 2018 ergaben sich alle Basiseinheiten aus einer Definition, die gleichzeitig die Realisierung des Prototypen angab: „Die Basiseinheit X entspricht...“. Genauere Verfahren, zum Beispiel der Übergang vom Urmeter auf einen Bezug zur



Bis 1960 diente die Kopie Nr. 23 des Urmeters als Normale für die Längenmessung in der Bundesrepublik Deutschland.

Lichtwellenlänge, erforderten dann auch neue Definitionen. Daher hat die Generalkonferenz für Maß und Gewicht (CGPM) das Grundprinzip verändert.¹⁾ Seit dem 20. Mai 2019 beruhen die Definitionen auf Naturkonstanten.²⁾ „Die Konstante A hat den Zahlenwert B, wenn man sie in kohärenten SI-Einheiten ausdrückt.“ Eine Ausnahme macht die Sekunde, die sich nach wie vor aus einem Hyperfeinübergang von ¹³³Cs ergibt.³⁾ Der Meterkonvention gehören heute mehr als hundert Staaten an;

63 davon stellen als Mitglieder Delegierte für die Generalkonferenz. Das metrische System, das Deutschland vor 150 Jahren amtlich eingeführt hat, hat sich in der Wissenschaft weltweit durchgesetzt und im Alltag nahezu überall. Eine der Ausnahmen sind die USA, obwohl sie seit der Erstunterzeichnung der Meterkonvention angehören. Von der US-amerikanischen Metrologie ist daher bisweilen scherzhaft zu hören: „We are approaching the SI system, inch by inch.“

Kerstin Sonnabend

- 1) J. Stenger und J. H. Ullrich, Physik Journal, November 2014, S. 27
- 2) Physik Journal, Januar 2019, S. 7
- 3) F. Riehle, Physik Journal, März 2018, S. 39

Fusion in Göttingen

Die Max-Planck-Institute für biophysikalische Chemie und für Experimentelle Medizin haben sich zusammengeschlossen.

J. Pauly / MPI für Multidisziplinäre Naturwissenschaften



Der City-Campus (links) und der Faßberg-Campus des neuen Max-Planck-Instituts für Multidisziplinäre Naturwissenschaften

Das durch die Fusion neu entstandene Max-Planck-Institut für Multidisziplinäre Naturwissenschaften wird ein breiteres Forschungsspektrum abdecken und die disziplinäre Vielfalt und Zusammenarbeit fördern. Neben Physik und Chemie beinhaltet das Fächerspektrum auch Struktur- und Zellbiologie sowie Neurowissenschaften und biomedizinische Forschung. „Wir können so die naturwissenschaftliche

Grundlagenforschung noch effektiver mit medizinischen Forschungsansätzen vernetzen“, sagte Marina Rodnina, die geschäftsführende Direktorin des früheren MPI für biophysikalische Chemie, die die Fusion federführend mit umgesetzt hat. Ziel ist es, durch ein solch multidisziplinär aufgestelltes Institut herausragende Forschende auf allen Stufen der Karriereleiter zu gewinnen.

Das neue Institut besteht aus 16 Abteilungen und über 25 Forschungsgruppen und ist das größte Institut der Max-Planck-Gesellschaft. In den nächsten zwei Jahren leitet es der Chemiker Patrick Cramer. „Wir haben uns Großes vorgenommen und wollen in den nächsten Jahren mehrere neue Forschungsabteilungen aufbauen,“ sagte er.

MPG / Anja Hauck

Erratum

Zu: T. Stiehm und U. Wurstbauer, Physik Journal, Januar 2022, S. 22

Leider hat sich beim Setzen der Beschriftung von **Abb. 1b** ein Fehler eingeschlichen: Für das untere Leitungsband CB1 gilt: $m_*^* > 0$. In der Online-Fassung des Artikels sowie im E-Paper der Januar-Ausgabe wurde der Fehler korrigiert.