

SWR2 Wissen

Meter und Sekunde –

Neue Grundlagen für Maßeinheiten

Von Uwe Springfeld

Sendung: Freitag, 28. Mai 2021, 08.30 Uhr
(Erstsendung: Montag, 20. Mai 2019, 08:30 Uhr)
Redaktion: Lukas Meyer-Blankenburg
Regie: Günter Maurer
Produktion: SWR 2019

Die Grundlagen der Maßeinheiten haben sich immer wieder geändert. Ab 20. Mai 2019 werden sie von den sogenannten Naturkonstanten abgeleitet. Eine neue Revolution?

SWR2 Wissen können Sie auch im **SWR2 Webradio** unter www.SWR2.de und auf Mobilgeräten in der **SWR2 App** hören – oder als **Podcast** nachhören:
<https://www.swr.de/~podcast/swr2/programm/podcast-swr2-wissen-100.xml>

Bitte beachten Sie:

Das Manuskript ist ausschließlich zum persönlichen, privaten Gebrauch bestimmt. Jede weitere Vervielfältigung und Verbreitung bedarf der ausdrücklichen Genehmigung des Urhebers bzw. des SWR.

Die SWR2 App für Android und iOS

Hören Sie das SWR2 Programm, wann und wo Sie wollen. Jederzeit live oder zeitversetzt, online oder offline. Alle Sendung stehen mindestens sieben Tage lang zum Nachhören bereit. Nutzen Sie die neuen Funktionen der SWR2 App: abonnieren, offline hören, stöbern, meistgehört, Themenbereiche, Empfehlungen, Entdeckungen ...

Kostenlos herunterladen: www.swr2.de/app

MANUSKRIFT

Atmo: Zugansage Braunschweig

Musikakzent

Sprecher:

Der Bus vom Hauptbahnhof fährt alle halbe Stunde. An der Endstation gehe ich über einen Parkplatz auf ein Gebäude zu. Unvermutete Schrägen, kurvige Wände – moderne Architektur in Aluminium. Der Haupteingang der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt. Uniformierte Pförtner fragen, was ich will. Dann telefoniert einer von ihnen. Nachdem er aufgelegt hat, erklärt er mir den Weg.

Atmo: Ein Pförtner erklärt den Weg

Sprecher:

Die Physikalisch-Technische Bundesanstalt ist eine Bundesoberbehörde, dem Ministerium für Wirtschaft und Energie zugeordnet, in Berlin und Braunschweig. Dort besteht sie besteht aus auf einem Quadratkilometer lichem Wald verstreuten Gebäuden. Jahresetat: gut zwei Millionen Euro.

Die Aufgaben der Bundesanstalt lauten unter anderem: Uhren bauen, die exakt im Sekundentakt ticken. Längen von genau einem Meter bestimmen, Gewichte herstellen, die buchstäblich ein Kilogramm wiegen und alle andere Maßeinheiten angeben, mit denen man die Phänomene der Welt vermisst. Ganz so, wie es das Bundeswirtschaftsministerium ins Einheiten- und Zeitgesetz hineingeschrieben hat.

Musikakzent

Ansage:

„**Meter und Sekunde – Neue Grundlagen für Maßeinheiten**“. Von Uwe Springfeld.

Sprecher:

Wer weiß heute noch, dass das, was ein Zollstock misst, was eine Küchenwaage wiegt oder die Armbanduhr anzeigt, direkt mit der Freiheit und Gleichheit aller Menschen verbunden ist? Sich aus derselben Quelle speist wie die Menschenrechte? Denn die Welt in Metern zu vermessen ist ein Projekt der Aufklärung, der französischen Revolution. Weil alle Menschen von Natur aus gleich sind, sollten auch alle Maße von der Natur hergeleitet werden. Und nicht, wie bislang, aus der Körpergröße von Herrschern oder aus der Tradition verschiedener Regionen. Um dieses Vorhaben umzusetzen, hatten die Revolutionäre in einer großen Expedition den Umfang der Erde vermessen. Aber: Dieses Vorhaben war fehlgeschlagen.

Atmo: Schritte

Sprecher:

Ein paar hundert Meter muss man noch bis zum Büro von Jens Simon laufen, dem Sprecher der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt. Wenn es jemanden gibt, der Auskunft zum Vorhaben der Revolutionäre geben kann, die Maße aus der Natur herzuleiten, dann dieser Mann.

Sprecherin:

Nur drei Staaten auf der Welt haben den Meter nicht verbindlich eingeführt: Das über Jahrzehnte von der restlichen Welt abgeschlossene Myanmar, das vom Bürgerkrieg zerrissene Libyen und die Inch-verliebte USA. Aber sie wenden ihn an oder akzeptieren ihn zumindest.

Sprecher:

Jens Simon ein kleiner, rundlicher Mann, grau auf dem Kopf, lustig im Gemüt und scharf im Verstand, lächelt, als er mich empfängt.

O-Ton Jens Simon:

Mir persönlich ist wichtig zu sagen, dass die Menschen, die sich damit beschäftigen, sehen, dass sich prinzipiell etwas ändert. Weg von diesen Verkörperungen, von diesen Idealisierungen vielleicht, hin zu Dingen, die in der Natur schon da sind, und die konstant sind tatsächlich. Man bezahlt aber auch den Preis dafür. Der Preis ist halt das Abstraktionslevel.

Sprecherin:

Welche Länge und welches Gewicht man als Standard nimmt und wie man Zeit misst, kann man beliebig auswählen. Meile, Meter, Elle, Fuß, Ruthe oder Zoll. Kilogramm, Pfund, Karat, Quäntchen oder Skrupel. Dilucium, Tagesanbruch, mane, früher Vormittag, ad meridiem, später Vormittag und meridies, Mittag. Oder sechs, acht, zehn, zwölf Uhr. Gemessen in Stunde, Minute und Sekunde. Zehntel und hundertstel Sekunde. Hauptsache ist, man einigt sich.

*Musikakzent***O-Ton Jens Simon:**

In der Natur draußen stehen keine Zahlenwerte dran. Da steht kein Zahlenwert dran. Das sind wir Menschen, die wir dort Zahlenwerte hineinschreiben, und die Zahlenwerte sind halt ausgemessen anhand des alten Einheitensystems. Und damit beißt sich die Katze in den Schwanz, was aber auch beabsichtigt ist, damit wir diese Stetigkeit haben, damit das neue und das alte bruchlos zusammenpassen.

Sprecherin:

Schon Karl der Große verordnete seinem Reich eine Basislänge und ein Grundgewicht. Zum verbindlichen Längenmaß erklärte er seine eigene Schuhgröße, den Fuß von vermutlich knapp 30 Zentimetern Länge. Als Gewicht, notwendig für die Münzprägung, wählte er das Karlsfund, etwa 400 Gramm.

Als der Karls-Fuß im späteren Frankenreich zum Pied de roi, zum Königsfuß wurde, verewigten sich auch andere Herrscher in den Maßeinheiten. Heinrich I. von England

beispielsweise nannte den Abstand von seiner Nasenspitze bis zum Daumen seines ausgestreckten Armes „Yard“. Die Breite seines Daumens „Inch“.

Kaiser und Könige waren das Maß aller Dinge. Und fern des Herrscherhofs auf dem Dorf waren es die eigene Elle, der eigene Eimer oder der des Bürgermeister, des Schultheiß' oder des regionalen Fürsten. Daraus entwickelten sich lokale Maßeinheiten, die nur in einem Radius von wenigen Kilometern gültig waren.

Im Mittelalter kein Problem. Ohne Fahrrad und Auto spielte sich das Leben der meisten Menschen ohnehin in einem Umkreis von zehn Kilometern ab. Nur wenige Spezialisten wie beispielsweise Fernhändler kamen darüber hinaus.

O-Ton Jens Simon:

So ein Einheitensystem ist immer auch so etwas wie eine Sprache. Und sie müssen halt überlegen mit wem wollen Sie reden. Wenn sie nur in ihrem kleinen Dörfchen bleiben, dann können Sie jeden beliebigen Slang und jeden Dialekt sprechen, wenn man sie versteht dann ist ja alles gut. Aber wenn sie in ihr Nachbardorf wollen und dort wird eine andere Sprache vielleicht gesprochen, haben Sie ein Problem.

Sprecherin:

Selbst Maße gleichen Namens unterschieden sich europaweit. Von den zwölf überlieferten Varianten der Brabanter Elle beispielsweise glich keine der anderen. In Bremen war sie kürzer als in Brüssel und Antwerpen, aber länger als in Leipzig. In Frankfurt am Main war sie länger als in Krefeld, aber kürzer als in Hannover.

O-Ton Jens Simon:

Wichtig ist es, dass dieses Einheitensystem natürlich für die Staaten die, ich sage mal, global wirtschaften, die Teil der globalen Wirtschaftskette sind. Wenn man sagt, man ist eine Insel, man handelt wenig mit seinen Nachbarn, dann brauchen sie auch kein Einheitensystem. Dann können sie ein lokales Einheitensystem machen.

Sprecherin:

Dann war Kolumbus nach Amerika gesegelt, Ferdinand Magellan und James Cook hatten die Erde umrundet. Lateinamerika war von privaten Glücksrittern ausgeplündert worden, in Ostasien und Afrika waren erste Handelsniederlassungen entstanden. Vorläufer späterer Kolonien. Erste, global agierende Handelskonzerne hatten sich gegründet. Die britische, die niederländische und all die anderen Ostindien-Kompanien, die heute vergessen sind, aber damals die Meere besegelten.

Musikakzent

Sprecherin:

Während der Fernhandel wuchs, entwickelten sich in Europa die Naturwissenschaften. Neue optische Geräte ließen die Natur schärfer hervortreten. Und man sah: Nicht Gottes unergründlicher Wille, sondern Astronomie und klassische Mechanik erklären die Welt. Aus diesem forschenden Blick entwickelte sich eine geistige und soziale Reformbewegung, die Aufklärung. Man erkannte, dass die Menschen von Natur aus gleich sind. Daraus ergaben sich folgerichtig die Menschenrechte und die Verpflichtung des Staates, nicht mehr der Größe einzelner

Herrscher, sondern dem Allgemeinwohl zu dienen. Eine Forderung, die schließlich unter den Schlagworten Freiheit, Gleichheit, Brüderlichkeit in der französischen Revolution endete.

Atmo: Rue Vaugirard, Straßengeräusche

Sprecher:

Frankreich, Paris. Der Eingang der Hausnummer 36 der Rue Vaugirard liegt etwas zurückgesetzt unter einem Arkadengang. Direkt gegenüber dem Regierungssitz der Revolutionäre, dem Petit Palais Luxemburg, boten Händler ihre Waren auf einem Markt an. Obst und Gemüse, aber auch Kleiderstoffe und Tuche. Deshalb hatte man ein Relief an die Stirnseite des Arkadengangs anbringen lassen. Ein Metermaßstab, noch heute gut sichtbar. Es handelt sich um den sogenannten Metre etalon, den Standardmeter. Das erste Drittel ist noch in Zentimeter unterteilt. Ein Relief, das heute Menschen aller Welt fasziniert.

O-Ton Sunkyoung Oh, darüber Übersetzerin:

Von Anfang an war ich von der Geschichte des Meters angezogen. Mich begeistert diese Geschichte. Es ist die Suche nach einer Utopie.

Sprecher:

Die Künstlerin Sunkyoung Oh aus Südkorea misst den Eichmeter in der Rue Vaugirard nach. Er ist insgesamt einen Millimeter zu lang. Auch die Zentimetereinteilung wäre heute viel zu grob.

Musikakzent

Sprecherin:

Alle Menschen und alle Nationen sind gleich. So lautete der Anspruch der französischen Revolutionäre. Und deshalb sollten auch die neuen französischen Maße niemanden bevorzugen oder benachteiligen. Aber dafür brauchte man eine möglichst neutrale Grundlage für die Maßeinheiten. Meter und Sekunde sollten direkt aus der Natur – das hieß zu der Zeit: unmittelbar von der Erde hergeleitet werden. Nur dann spiegelten die Maßeinheiten die Gleichheit aller Menschen wider, so die Idee. Und nur dann wären sie einfach, klar, eindeutig und für jedermann überall verfügbar und anwendbar.

Sprecher:

Wie lang soll ein Meter sein? Verschiedene Vorschläge lagen auf dem Tisch. Zum Beispiel: die Länge eines Pendels, das eine Sekunde hin- und eine zweite Sekunde her-schwingt. Offen blieb nur die Frage, wie man mit der Beobachtung des Astronomen Jean Richer umgehen sollte. Er hatte festgestellt, dass ein Pendel in Äquatornähe anders schwang als in Paris. Dass er weiter südlich sein Pendel zwei Millimeter kürzen musste.

Der US-amerikanische Kongress hatte das Pendel erst auf den 38., dann auf den 45 Breitengrad geeicht. Der britische Naturforscher John Miller hatte dem britischen Unterhaus vorgeschlagen, diese Definition zu übernehmen, konnte aber mit seiner

Idee nicht durchdringen. Statt des Meters definierte man die Länge des Yards anhand eines Sekundenpendels auf Höhe der Themse. Und in Frankreich versuchte der Diplomat Charles-Maurice de Talleyrand, den Nationalkonvent von der Idee es Sekundenpendels zu überzeugen. Doch warum sollte man eine Region bevorzugen, warum das Pendel auf den 38. Breitengrad und nicht auf den 45. oder auf einen ganz anderen eichen?

Atmo: Gottesdienst:

Sprecherin:

Eine bessere Idee bekamen die französischen Revolutionäre zweihundert Meter von ihrem Regierungssitz in Paris entfernt, in der Kirche Saint Sulpice. Eine im Fenster verborgene Linse warf einen Sonnenfleck auf den Boden – mittags exakt zum Sonnenhöchststand. Und weil die Sonne übers Jahr gesehen mal höher und mal tiefer steht, lief über die Monate der Lichtfleck auf dieser Mittagslinie entlang. Die hatte man mit einem Streifen hellen Marmors markiert. Ein Längengrad. Auf den konzentrierte sich die Suche nach den neuen Maßeinheiten.

Zwei französische Expeditionen hatten schon Längengrade vermessen. Eine in Lappland, die andere im heutigen Ecuador, damals Peru zugehörig. Auf deren Ergebnisse aufbauend vermaß jetzt eine dritte Expedition die Linie von Dünkirchen zum direkt südlich gelegenen Barcelona. Daraus errechneten Wissenschaftler den Erdumfang und bestimmten einen Meter als den 10 Millionsten Teil eines Viertelkreises davon, erklärte vor einiger Zeit der damalige Chefkurator des Musée Arts et Metiers in Paris, Thierry Lalande.

O-Ton Thierry Lalande, darüber Übersetzer:

Die Idee war, nach der Peru- und der Lapplandexpedition eine weitere durchzuführen. Mit neuen Methoden und exakteren Instrumenten. Sie führte von Dünkirchen nach Barcelona. Aus den Ergebnissen dieser Expedition stammt letztendlich die Definition, was ein Meter ist. Das ist es, was passierte.

Sprecherin:

Meter. Die Bezeichnung geht auf den französischen Mathematiker Jean-Charles de Borda zurück. Mit dem Ausdruck griff er auf das griechische Wort für Maß und für Messgerät zurück, heute noch in Worten wie Thermometer und Barometer vorhanden.

Die neue Maßeinheit hatte es in sich. Sie gab nicht nur ein beliebiges Längenstück an, sondern eröffnete auch ganz andere Verwendungsmöglichkeiten als Meile, Elle und Fuß. Der neu geschaffene Meter maß alles. Die Länge eines Stück Tuchs genauso wie eine Strecke eines Tagesmarschs. Die Höhe eines Berges und wie weit die Sonne entfernt ist. Den Durchmesser eines Mühlrads und mit etwas Rechnerei konnte man sogar die Größe eines Ackers und das Volumen eines Lagerhauses in Metern angeben. Der Meter wurde zum universellen Maß, weil er dem neuen Dezimalsystem gehorchte. Millimeter, Zentimeter, Meter, Kilometer. Das war revolutionär.

Damit jedermann die Länge seines Meters überprüfen konnte, hatten die Revolutionäre nicht nur Maßstäbe an die Häuser von Paris anbringen lassen. Sie hatten auch einen Meter in Metall gegossen und sicher verwahrt. Der Urmeter. Damit hatten sie ihre eigene Definition des Längenmaßes geändert. Die Erde war zwar Grundlage, die Länge des Meters zu bestimmen. Aber die neue Metallstange war der Meter selbst. Selbst wenn neuere Messungen des Erdumfangs Fehler der vorangegangenen offenbarten.

Mit diesem Maß aller Dinge hatten sich die Revolutionäre auch ein Problem geschaffen, sagt Jens Simon von der Bundesanstalt...

O-Ton Jens Simon:

Alles, was in der Welt groß ist, verändert sich. Wir kennen nichts, was sich nicht verändert. Niemand kennt etwas, was sich nicht verändert. Das gibt es eigentlich gar nicht. Wir werden alle älter, die Dinge bekommen irgendwie Patina. Da tut sich was. Was natürlich für eine Maßeinheit fatal ist.

Sprecherin:

Der Urmeter selbst veränderte sich. Je nachdem, wie warm es war, kam im Sommer ein Millimeter dazu, im Winter fehlte einer. Man brauchte eine Temperaturskala und eine Regel, bei welcher Temperatur dieser Urmeter den Meter lang ist. Die Temperaturskala erhielt man über das Wasser. Null Grad: Wasser gefriert. Hundert Grad, Wasser kocht. Jedenfalls unter Normalbedingungen, nicht etwa auf Bergen. Dazwischen liegen hundert gleich große Temperaturschritte.

Sprecher:

Hinzu kommt das Gewicht. Das Kilogramm. Um das Urkilogramm zu bestimmen, brauchten die Revolutionäre wieder Wasser – und den Meter, sagt Jens Simon.

O-Ton Jens Simon:

Wir stellen uns mal einen kleinen Würfel vor, der eine Kantenlänge von einem zehntel Meter hat. Und wenn wir den mit reinem Wasser füllen, dann nennen wir das Liter, und die Masse von diesem Liter Wasser, die nennen wir jetzt Kilogramm. Das waren sozusagen die ersten weltumspannenden Maße, die wir bekommen haben. Dank der französischen Revolution.

Musikakzent

Sprecherin:

Der Rest der Geschichte ist schnell erzählt. Auf der ganzen Welt verlangten Wirtschaft und Wissenschaft nach international verbindlichen Maßeinheiten. Ihr Sprachrohr war die Internationale Geodätische Gesellschaft, der Verband zur Vermessung der Erde. 1855 nutzten einige Organisatoren der Weltausstellung in Paris die Gelegenheit, sich auf einer Konferenz international zu organisieren. Zwanzig Jahre später, am 20. Mai 1875, unterzeichneten 17 Staaten die internationale Meterkonvention. Gleichzeitig gründeten sie mehrere Institutionen zur Überwachung der Einheiten. Der Urmeter wurde noch einmal durch ein anderes Stück ersetzt, das genauer dem Erdumfang angepasst war.

Was man aber tatsächlich gemacht hatte, war, die Maßeinheiten auf die Form des Planeten Erde zurückzuführen. Für damalige Zeiten kein Unterschied zur Idee, auf die Natur zurückzugreifen. Aber mit fortschreitenden Wissenschaften zeigten sich Unterschiede.

Die Erde ist zum Beispiel keine exakte Kugel. Hochauflösende Satellitenmessungen zeigen die Form einer Kartoffel mit Buckel und Beulen. Die Längengrade über die Polspitzen sind alle unterschiedlich lang. Das von den Revolutionären vermessene Stück zwischen Dünkirchen und Barcelona ergibt demnach einen geringfügig anderen Meter als ein vom Greenwicher Längengrad genommenes Stück. Oder ein Stück vom Längengrad durch Washington, Moskau oder Peking. Deshalb hebt die Meterdefinition eine Nation und eine Region der Welt hervor. Nämlich Frankreich und alle anderen Staaten, die zufällig auf der vermessenen Linie liegen. Norwegen, Algerien, Mali, Burkina Faso. Und weil beispielsweise auch das Kilogramm aufgrund des Meters festgelegt wurde, sind diese Staaten auch hier bevorzugt.

O-Ton Jens Simon:

Da hat man natürlich Definitionen genommen, die der Zeit entsprechen. Als man halt das Kilogramm sich so schön überlegt hatte, so als dieses kleine Würfelchen Wasser, da hat man schnell gemerkt, na ist nicht so ganz praktisch. Können wir das transformieren, vielleicht in ein anderes Objekt? Und dann kam man irgendwann auf so einen kleinen Metallzylinder Platin, der dann tatsächlich dieselbe Masse wie dieses Klötzchen Wasser hat.

Sprecherin:

Als den Wissenschaftlern klar wurde, wie unregelmäßig die Erde geformt ist, suchten sie in der Natur nach etwas Gleichförmigerem, Konstanten. Gleichförmig ist die Natur aber nicht im Großen und Ganzen, sondern im ganz Kleinen, im Detail. Einzelne Lichtwellen einer bestimmten Farbe zum Beispiel kann man nicht voneinander unterscheiden. Das Gleiche gilt für Atome eines beliebigen chemischen Elements mit gleichem Gewicht. Zwei von ihnen sind sich ähnlicher als eineiige Zwillinge. Nämlich identisch.

Sprecher:

Aber einzelne Lichtwellen, einzelne Atome messen? Erst 1960 war die Technik so weit. Man reihte etwa eineinhalb Millionen Lichtwellen der Farbe eines leuchtenden Edelgases aneinander, um einen Meter zu erhalten. Bis auf ein paar Bruchteile des Millimeters genau die Länge, die der vormalige Urmeter hatte. Den Urmeter selbst, das Stück Metall, schaffte man ab. Seitdem gibt es keinen Gegenstand mehr, der die Definition der Längeneinheit darstellt. Es gibt nur noch einen Versuchsaufbau und ein Rezept, wie man sich einen Meter abmessen kann.

O-Ton Jens Simon:

Jeder Mitgliedsstaat hat quasi seinen nationalen Meter bekommen, der genauso lang war wie der Urmeter, hat sein nationales Kilogramm bekommt, was genauso schwer war wie das Urkilogramm. Und was jetzt alle Staaten bekommen, sind quasi Rezepte für die verschiedenen Maßeinheiten.

Musikakzent

Sprecherin:

Heute bestimmt die Lichtgeschwindigkeit, was ein Meter ist. Die Strecke, die ein Lichtstrahl im Bruchteil einer Sekunde weit gekommen ist. Die Lichtgeschwindigkeit bestimmt auch die Sekunde. Die Zeit, in der er einige hunderttausend Kilometer zurückgelegt hat. Der Urmeter ist nur noch von musealem Interesse.

Die Lichtgeschwindigkeit ist eine von mehreren Konstanten, die Wissenschaftler in Gesetzen der Natur gefunden haben. Mit weiteren Unveränderlichen kann man heute auch die anderen Maßeinheiten bestimmen, mit denen man gegenwärtig die Phänomene der Welt vermisst. Sieben Stück insgesamt.

O-Ton Jens Simon:

Wir müssen ein Maß für die Zeit haben. Dann haben wir die Sekunde. Alles Elektrische. Die elektrische Stromstärke, das ist das Amper. Die Lichtstärke. Fünfte Einheit. die Temperatur, das Kelvin. Das ist die Sechste. Und dann hat man für die Chemiker noch als Stoffmenge das Mol genommen. Mit diesen sieben Grund oder Basiseinheiten kann man tatsächlich alles messtechnisch beschreiben, was sich nur irgendwie messen lässt.

Sprecher:

Damit hat das Projekt der französischen Revolution, die Maße der Welt direkt aus der Natur herzuleiten und darin die Gleichheit aller Menschen sicherzustellen, ihren Abschluss gefunden. Beispiel: das Kilogramm.

Atmo: Schritte, Öffnen einer Tür

Sprecher:

Der bei der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt für das Kilogramm zuständige Abteilungsleiter heißt Horst Bettin. Ein schlanker Mann um die Sechzig mit hoher Stirn und leiser Stimme. Das metallene Urkilogramm habe genauso ausgedient wie der Urmeter, erzählt mir Bettin.

O-Ton Horst Bettin:

Man hat das Vertrauen in diesen Platin-Iridium Zylinder im Laufe der letzten hundert Jahre etwas verloren. Man hatte vor 130 Jahren ähnliche Körper hergestellt, genauso wie Platin-Iridium Zylinder, und man hat die im Laufe der Jahrzehnte immer wieder miteinander verglichen und man sieht, die driften auseinander. Sie haben nicht mehr das gleiche Kilogramm. Es ist tatsächlich so, dass die meisten Kilogramm weg driften.

Sprecher:

Horst Bettin schließt einen Tresor auf und holt einen Glaszylinder heraus. In dem Zylinder ist eine silberne Kugel, so groß wie ein Tennisball, aber um einiges schwerer. Ungefähr ein Kilogramm.

Atmo: Im Labor, Horst Bettin: „Hier haben sie ihr Kilogramm. Es wiegt natürlich kein Kilogramm.“

Sprecher:

Ob im High-Tech-Labor oder im Hobbykeller: Egal wo man misst, alle Messergebnisse sind ungenau. Manche mehr, andere weniger. Wiederholt man eine Messung, bekommt man einen anderen Wert. Misst man exakter und schaut man genauer, verschiebt sich der Fehler um ein paar Stellen hinterm Komma. Aber ganz exakt wird der Messwert dadurch aber nicht.

Die Fehler könne man aber abschätzen, sagt Bettin, indem man die Messergebnisse, wie es heißt, aufbereitet. Über viele Messungen wird die Statistik zu Rate gezogen. So wird der Fehler nochmals kleiner und man kann sagen: ich kenne zwar den wahren Wert nicht. Aber hier irgendwo muss er liegen, in diesem Bereich. Horst Bettin kann zwar keine Metallkugel herstellen lassen, die bis auf die letzte Kommastelle exakt ein Kilogramm wiegt. Aber eine Kugel mit dem Gewicht von einem Kilogramm bis auf die achte Stelle nach dem Komma genau, das kriegt er hin.

O-Ton Horst Bettin:

Ich brauche immer einen Massestück, dem ich eine Masse zuweisen kann. Kann etwas Beliebigen sein. Wir nehmen Silizium Kugeln, weil man damit das Kilogramm wirklich darstellen kann. Das heißt, ich kann mir ausrechnen welche Maße diese Kugel hat. Mithilfe anderer Messungen.

Sprecher:

Sich solche Referenzstücke der Maßeinheiten herzustellen, ist Hochtechnologie. Nicht jeder Staat, der sich der Meterkonvention angeschlossen hat, ist dazu in der Lage. Deshalb verkauft die Physikalisch-Technische Bundesanstalt solche Kilokugeln in alle Welt. Zum Teil für den halben Jahresetat der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt, zum Teil für ein ordentliches Stück davon, erzählt Horst Bettin.

O-Ton Horst Bettin:

Das ist zum Glück nicht die teure Version. Eine Silizium-28 Kugel kostet eine Million Euro. Wobei nicht das Silizium so teuer ist, sondern einfach die Arbeit die darin steckt.

Sprecherin:

Eine Frage bleibt. Nämlich: Was ist Natur? Die französischen Revolutionäre sagten: die Erde. Die Physiker sagen: die Naturgesetze rund um ihre unveränderlichen Konstanten. Die Forscher an der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt sagen: Natur ist, was man misst.

O-Ton Nils Huntemann:

In dem Moment, in dem wir sagen können: Wir haben all unsere möglichen Fehler untersucht, und wir glauben, wir messen so und so genau, und wir finden aber trotzdem eine Veränderung, in dem Moment müssen wir annehmen, dass die real ist. Und wie gesagt: Die Verletzung dieser Konstanz der Konstanten wäre etwas sehr Fundamentales.

Sprecher:

Der Physiker Nils Huntemann hat die Aufgabe zu überprüfen, ob sich Naturkonstanten tatsächlich nicht verändern. Vor einigen Jahren hatten Astronomen

die Vermutung aufgestellt, dass sich einige der Unveränderlichen in den Milliarden Jahren des Universums etwas verschoben haben. Nur ein winziges bisschen, ganz weit hinterm Komma. Deshalb wurde nachgemessen.

O-Ton Nils Huntemann:

Die derzeit genutzten Modelle gehen davon aus, dass Konstanten konstant sind. Natürlich ist aber die Aufgabe der PTB dann auch nachzuschauen, sind Konstanten wirklich konstant. Ist das, was wir uns derzeit sozusagen überlegen im Rahmen der Standardtheorien, vernünftig und gut.

Sprecherin:

Die Ergebnisse auch dieser Messungen sind alle unterschiedlich. Manche sind größer, andere kleiner. Und Nils Huntemann weiß nicht, welche der Messungen genauer, welche ungenauer ist. Also befragt auch er die Statistik, rechnet herum und kommt zum Ergebnis: Alle Messungen stimmen bis zur 17. Stelle nach dem Komma. Ein Meisterwerk der Präzision.

O-Ton Nils Huntemann:

Wir können sagen, innerhalb von fünf Jahren die wir gemessen haben, haben wir keine Veränderung gefunden, die größer war als eine lineare Veränderung mit etwa zehn hoch minus 17 pro Jahr. Wir können nur sagen: Die größte Veränderung, die wir ausschließen können, ist eine Veränderung von z.B. 10 hoch minus 17.

Sprecherin:

Die Physikalisch-Technische Bundesanstalt in Braunschweig. Hier endet eines der größten Projekte der Aufklärung: die Maßeinheiten direkt aus nichts anderem als der Natur herzuleiten. Weder die USA noch Frankreich oder China, nicht Russland, die Europäische Union oder sonst jemand sagt der Welt, in welchen Maßen sie zu messen hat. Nur die Natur. Doch das hat einen hohen Preis, sagt Jens Simon.

O-Ton Jens Simon:

Meter und Sekunde sind in diesem sozusagen Teil des kulturellen Wissens von allen zumindest prinzipiell. Das Kilogramm, das Neue, das können Sie weder einem Philosophie-Professor noch einem Germanisten noch irgendwem erklären. Und das ist ein bisschen schade, dass das Kilogramm sozusagen aus dem kulturellen Horizont eines Intellektuellen Menschen herausfällt.

Sprecherin:

Im Alltag werden die neuen Maßeinheiten nichts ändern. Der Meter wird weiterhin so lang sein wie bisherige Kopien des Urmeters. Doch was hinter den Einheiten steckt, für Meter und Sekunde, die Lichtgeschwindigkeit und für das Kilogramm eine Konstante aus der Quantenmechanik, wird man im Alltag kaum noch verstehen. Aber das Projekt der Aufklärung, alle Maßeinheiten aus der Natur herzuleiten, weil alle Menschen gleich und deshalb keiner das Maß für den anderen sein soll, dieses Projekt ist beendet. Erfolgreich.
