

# The PTB Chronicle

Physikalisch-Technische Reichs- und Bundesanstalt • seit 1887

## 1889 – Der „Urmeter“ und seine Kopien entstehen

Nach zwei Vorläufern (aus Messing und Platin) wird der „Urmeter“ aus Platin-Iridium gegossen. Jeder Mitgliedsstaat der Meterkonvention bekommt eine Kopie.

## 1926 – Kösters-Komparator

Wilhelm Kösters, seit 1917 Leiter des Längenmesslaboratoriums der PTR (und später, von 1948 bis 1959, PTB-Präsident), entwickelt einen Interferenzkomparator für Längenmessungen an Endmaßen bis zu einem Meter. Zwei Jahre später führt er in der PTR Normlampen für die interferenzielle Längenmessung von Endmaßen mithilfe des Komparators ein.

## 1951 – Engelhard entwickelt die Kryptonlampe

Ernst Engelhard, Kösters' Nachfolger im Längenmesslaboratorium, entwickelt eine Kryptonlampe, mit der die Längeneinheit 100-mal genauer als mit dem Urmeter dargestellt werden kann.

## 1960 – Wellenlängendefinition des Meters

Ein Meter ist jetzt das 1650763,73-Fache der Wellenlänge der Strahlung, die von  $^{86}\text{Kr}$  beim Übergang zwischen zwei atomaren Zuständen im Vakuum ausgesendet wird.

## 1983 – Bis heute gültige Meterdefinition

Ab jetzt ist der Meter die Strecke, die Licht im Vakuum in einer sehr kurzen Zeit (1/299 792 458 s) zurücklegt. Die Basiseinheit Meter basiert also auf der Naturkonstante Lichtgeschwindigkeit.

## 1993 – Reinraumzentrum

In ihrem neuen Reinraumzentrum steht der PTB jetzt die geeignete partikelarme Umgebung u. a. für die Mikro- und Nanometrologie, hochpräzise Winkel- und Koordinatenmesstechnik und die optische Metrologie zur Verfügung.

## 1993 – Metrologisches Rastertunnelmikroskop

In der PTB entsteht das weltweit erste metrologische Rastertunnelmikroskop. Es erlaubt rückgeführte Längenmessungen an leitfähigen Nanostrukturen.

## Mit Licht messen



„Zollstock“ und einer der „Meter-Laser“ der PTB (Foto: PTB)

Er hatte es mit den Wellen: Wilhelm Kösters wollte mit ihnen die Einheit Meter auf die Basis einer Wellenlänge stellen. Das gelang dem großen Mann der Längenmessungen in der PTR auch. Nach jahrelangen Testmessungen an verschiedenen Atomen (viele davon durchgeführt von Kösters selber oder seinem Mitarbeiter und Nachfolger Ernst Engelhard) beschloss die internationale Metrologie-Welt 1960, den Urmeter in den Ruhezustand zu schicken und die Einheit Meter fortan auf der Grundlage einer Atom-Eigenschaft zu definieren: nämlich einer bestimmten

## 1995 – Komparator für Maß und Form

Ein in der PTB entwickelter Komparator im Reinraumzentrum ermöglicht Durchmessermessungen an Außen- und Innenstrukturen mit einer Messunsicherheit von 20 nm.

## 2000 – Nanometerkomparator

In Kooperation mit der Firma Hei-

denhain entwickelt die PTB einen Nanometerkomparator, der erstmals Messungen an Längenteilen bis 610 mm mit Unsicherheiten im Nanometer-Bereich erlaubt.

Wellenlänge, die Krypton aussendet, wenn man es per Elektronenstoß anregt. Ab 1983 wurde dann noch einmal umdefiniert: Ab nun war die Einheit Meter auf der Grundlage der Lichtgeschwindigkeit, einer Naturkonstante, bestimmt. Aber leider kann man diese Definition – mit metrologischer Genauigkeit – nur dann in die Praxis umsetzen, wenn man sehr lange Strecken misst, etwa jene zwischen Erde und Mond. Und daher ist es in der seltsamen Welt der Metrologie offiziell erlaubt, den Meter anders zu realisieren, als es der Definition entspricht. So werden Längen heute in der PTB weiterhin mithilfe von Wellenlängen „gemacht“. An der Spitze aller Längenmessungen unseres Landes steht im Prinzip immer eine genau bekannte Wellenlänge. Welche das ist, kommt auf den zu messenden Längenbereich an. Als Primärnormale dienen in der PTB u. a. verschiedene Laser. Um die Sache komplizierter zu machen, lassen sie sich alle

mithilfe eines sogenannten Frequenzkamms direkt an das oberste Frequenznormal anschließen: eine der Cäsium-Atomuhren der PTB. Noch nicht kompliziert genug? Also, hier ist noch eine Methode, um Wellenlängen oder Frequenzen zu „machen“: mithilfe von Elektronen, die man auf eine schnelle Kreis-Flugbahn zwingt und die dabei Energie in Form von Licht abgeben. Da man auch hier die Wellenlänge ganz genau kennt, gelten die entsprechenden Elektronenspeicherlinge BESSY II und Metrology Light Source der PTB in Berlin-Adlershof ebenfalls als Primärnormale. Sie alle sind geeignet, um quasi als „Lineale“ die verschiedensten Längenmessgeräte zu überprüfen: von simplen Gliedermaßstäben („Zollstöcken“) über Parallelendmaße (höchst aufwendig hergestellte „Bauklötze“, die wiederum zur Überprüfung anderer Längenmessgeräte dienen) bis hin zu den komplizierten Rastersondenmikroskopen, die eine Oberfläche auf den Nanometer genau untersuchen können und bisher im Wesentlichen nur in der Forschung eingesetzt werden. Somit wird heute immer noch mithilfe von Licht und seinen Eigenschaften, nämlich seiner Geschwindigkeit oder seiner Wellenlänge, gemessen, was das Zeug hält, damit letztlich die deutsche Industrie ihre hohen Qualitätsmaßstäbe halten kann. Übrigens eine Idee, die es genauso schon in der Gründungszeit der PTR gegeben hatte. es

denhain entwickelt die PTB einen Nanometerkomparator, der erstmals Messungen an Längenteilen bis 610 mm mit Unsicherheiten im Nanometer-Bereich erlaubt.

## 2000 – Nanostrukturuntersuchungen

Ein Rastersondenmikroskop mit Laserinterferometern in den Scanachsen erlaubt die rückgeführte di-

mensionelle Kalibrierung von nanostrukturierten Messobjekten über einen Messbereich von 70 µm.

## 2004 – Metrologisches Rastersondenmikroskop mit großem Messbereich

Ein metrologisches Rastersondenmikroskop mit großem Messbereich (25 mm × 25 mm × 5 mm) dient vielfältigen Anwendungen in der Mikro- und Nanometrologie.