

# „Wichtigstes Vorhaben der Metrologie“



Der alte und der neue Leiter des Avogadro-Projektes beim entspannten Spiel mit der Kugel: Peter Becker (links) und Horst Bettin. (Foto: Stephanie Rubrecht/PTB)

**Die Konkurrenz schläft nicht. Das gilt auch bei der Neudefinition des Kilogramms. Ein Gespräch mit Peter Becker, dem „Vater“ des Avogadro-Projekts, und dessen Nachfolger Horst Bettin.**

*Was hat das internationale Avogadro-Projekt erreicht, Herr Becker?*

**Becker:** Wir haben die Avogadro-Konstante mit einer relativen Messunsicherheit von  $3 \text{ mal } 10^{-8}$  bestimmt.

*Reicht diese Genauigkeit, um das Kilogramm neu definieren zu können?*

**Bettin:** Das CCM – das internationale Gremium, das für die Masse zuständig ist – hat drei Bedingungen für die Neudefinition des Kilogramms formuliert. Erstens: Es muss mindestens drei unabhängige Experimente geben, deren Messunsicherheit jeweils höchstens  $5 \text{ mal } 10^{-8}$  sein darf. Zurzeit gibt es aber nur zwei, die diese Bedingung erfüllen: die sogenannte Wattwaage am National Institute of Standards and Technology (NIST) in den USA und uns. Zweitens: Die Unsicherheit eines der drei Experimente darf sogar nicht größer sein als  $2 \text{ mal } 10^{-8}$ . Da sind wir knapp davor. Drittens: Die Ergebnisse der Experimente müssen weitgehend übereinstimmen. Das ist nicht der Fall, denn die Ergebnisse der Wattwaage am NIST und des Avogadro-Projektes widersprechen sich. Im Moment kann also nichts neudefiniert werden.

*Woher kommt die Forderung des CCM, dass ein Experiment ausgerechnet eine Messunsicherheit von  $2 \text{ mal } 10^{-8}$  erreichen muss?*

**Bettin:** Zunächst muss man sich klarmachen, wie supergut man Masse-Messungen heute durchführen kann: Wenn man zwei Platin-Iridium-Körper miteinander vergleicht, ist es problemlos möglich, dies mit einer Genau-

igkeit von einem Mikrogramm – also  $10^{-9}$  Kilogramm – zu tun. Ansonsten beruht die Forderung des CCM auf Überlegungen zur Weitergabe der Einheit Kilogramm, die man in der Kürze kaum erläutern kann. Wir jedenfalls sind der Meinung, dass auch eine Messunsicherheit von 3 mal  $10^{-8}$  ausreichen würde.

*Sie haben die Wattwaagen erwähnt – elektro-mechanische Experimente, bei denen das Kilogramm mit der Planck-Konstante verknüpft wird. Jahrzehntlang gab es einen Wettlauf darum, wer es als Erster schafft, in den Genauigkeitsbereich zu kommen, der für die Neudefinition des Kilogramms erforderlich ist. Haben Sie gewonnen?*

**Becker:** Wir haben gewonnen. Es nützt uns aber nichts, denn wir müssen warten, bis auch die anderen über den Zielstrich gelaufen sind.

**Bettin:** Inzwischen sind wir nicht mehr ausschließlich Konkurrenten. Wir arbeiten sogar zusammen mit dem Ziel, die Mess-Diskrepanzen zwischen den Wattwaagen und dem Avogadro-Projekt zu verringern.

*Sind Sie trotzdem stolz, die Nase vorn zu haben?*

**Becker:** Sind wir. Und ich glaube, auch die ganze PTB ist stolz.

**Bettin:** Vor allem, weil wir den Wattwaagen-Experimenten lange Zeit hinterherhinken.

*Wie lange gibt es Versuche, die Avogadro-Konstante über die Messung von Siliziumkristallen zu bestimmen?*

**Becker:** Die Ursprünge gehen bis in die späten 1960er Jahre zurück. Ich selbst kam 1974 an die PTB und maß hier Gitterabstände in einem Siliziumkristall. 1992 noch hat die PTB Ergebnisse zur Avogadro-Konstante veröffentlicht, bei denen die Messunsicherheit rund 100-mal schlechter war als heute.

*Andere Experimente zur Neudefinition des Kilogramms mussten zwischenzeitlich aufgeben werden. Haben Sie nie befürchtet, dass auch Sie das Ziel verfehlen?*

**Becker:** (lachend) Das darf man nicht. Im Ernst: Als wir die Messunsicherheit mit dem natürlichen Silizium nicht mehr weiter verbessern konnten, hörte man in den Jahren 2002 und 2003 manchmal: „Jetzt könnt Ihr aufhören.“ Es ging dann doch weiter, indem wir den Ausweg klar aufgezeigt haben – und auch, was er kosten wird.

**Bettin:** Die Leitung der PTB hat uns immer unterstützt. Was nicht selbstverständlich ist, denn es ist ein riesiges und teures Vorhaben, an dem allein in der PTB zehn Arbeitsgruppen beteiligt sind. Gerechtfertigt ist das wegen der enormen Bedeutung des Kilogramms als Basiseinheit. Seine Neudefinition ist einfach das wichtigste Vorhaben der Metrologie.

*Noch einmal nachgefragt, Herr Becker: Wie sind Sie als langjähriger Leiter eines solchen Projektes damit umgegangen, dass es auch hätte scheitern können?*

**Becker:** Ein solches Projekt muss eigentlich Ihr Hobby sein. Sie dürfen nicht Ihre gesamte Zeit dafür einsetzen. Ich hatte sozusagen nebenbei noch einen Fachbereich zu leiten, in dem rund 20 Mann arbeiteten. Sie müssen den Zeitpunkt finden, an dem es sich lohnt, sich voll in das Projekt einzubringen und auch andere davon zu überzeugen. Es gibt aber auch immer wieder Phasen, in denen man einfach warten und nachdenken muss.

*Wie geht es jetzt weiter?*

**Bettin:** Wir stehen vor einem Neustart. Der Vertrag zwischen den Staatsinstituten für das internationale Avogadro-Projekt ist im März 2011 ausgelaufen. Das größte Problem für einen neuen Vertrag ist dabei: Wenn in einem der beteiligten Staatsinstitute die Siliziumkugel runterfallen und kaputtgehen würde, dann könnten die anderen verlangen, dass dieses Institut neue Kugeln herstellt und die Messungen wiederholt. Aber kein Institut kann das allein bezahlen. Insofern muss auch im neuen Vertrag stehen, dass auf Regressansprüche verzichtet wird. Bis er abgeschlossen ist, liegen die Kugeln bei uns im Safe und niemand kann daran neue Messungen vornehmen. An der PTB läuft das Projekt aber trotzdem weiter. Wir überlegen gerade, was wir noch besser machen können, planen sorgfältig die nächsten Arbeitsschritte und schreiben an den entsprechenden Anträgen für Fördergelder.

*Was glauben Sie: Wird die Neudefinition des Kilogramms auf der Avogadro-Konstante oder auf der Planck-Konstante basieren?*

**Becker:** Das wird noch diskutiert. Momentan scheint die Tendenz in Richtung Planck-Konstante zu gehen, weil die elektrischen Einheiten wie das Ampere dann unabhängig von der Definition des Kilogramms werden. Doch es gibt auch Widerstand.

*Was wäre Ihnen denn lieber?*

**Becker:** Mir persönlich ist das egal.

**Bettin:** Du bist da erstaunlich unempfindlich. Mir fehlen zwar die harten Argumente, um die Neudefinition über die Planck-Konstante abzulehnen. Doch niemand wird einem Schüler dann noch erklären können, was ein Kilogramm eigentlich ist. Ich rede darüber mit den Journalisten in der stillen Hoffnung, dass es eine Art Aufstand gibt – dass irgendjemand sagt: „So eine Definition könnt Ihr doch nicht machen, auch wenn sie für Wissenschaftler vielleicht interessant und anregend ist, denn für den normalen Menschen ist sie nicht verständlich.“

*Wären Sie nicht wehmütig, wenn das Urkilogramm in Paris abgeschafft würde?*

**Bettin:** Nein, wir haben dazu kein emotionales Verhältnis. Das ist einfach ein Stück Metall. ■

DAS INTERVIEW FÜHRTE FRANK FRICK