



Physikalisch-Technische Bundesanstalt
Nationales Metrologieinstitut

Die PTB – das nationale Metrologieinstitut Deutschlands



Die PTB

Genau? Ja, genau! Aber es geht immer noch genauer. Die Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) arbeitet daran. Die PTB ist das nationale Metrologieinstitut mit wissenschaftlich-technischen Dienstleistungsaufgaben. Sie misst mit höchster Genauigkeit und Zuverlässigkeit – Metrologie als Kernkompetenz.



Forschung und Dienstleistungen der PTB dienen klaren Zwecken der Wissenschaft, der Wirtschaft und der Gesellschaft. Dies spiegelt sich in den vier Geschäftsbereichen wider.

Die PTB ist ...

Die Physikalisch-Technische Bundesanstalt ist die „nationale Größe“ für richtiges und präzises Messen: Sie ist verantwortlich für die Darstellung und die Weitergabe der physikalischen Einheiten, sie ist metrologisches Forschungsinstitut und Dienstleister für Wissenschaft, Wirtschaft und Gesellschaft und sie ist – weit über die nationalen Grenzen hinaus – eine der ersten Adressen der Metrologie überhaupt.

Die Metrologie, die wissenschaftliche Basis des Messens und aller daraus folgenden Anwendungen, ist essenziell für unsere moderne Welt. Kein wissenschaftliches Experiment, kein industrieller Prozess und kein Waren- und Güterverkehr kommt ohne Quantifizierung aus. Messtechnik und ihr wissenschaftliches Rückgrat, die Metrologie, sind heute nahezu zu einer Selbstverständlichkeit geworden. Doch diese Selbstverständlichkeit präziser und vertrauenswürdiger Messungen muss erarbeitet werden; und dies nicht nur einmal, sondern fortwährend – synchron zu ständig steigenden Genauigkeitsforderungen der „metrologischen Kunden“. Der Auftrag an ein nationales Metrologieinstitut (NMI) wie die PTB lautet daher, für ein ständiges Funktionieren zu sorgen, mithin für eine zuver-

lässige und fortschrittliche messtechnische Infrastruktur, die sowohl den Ansprüchen der Wissenschaft und der Hightech-Industrie auf der einen Seite als auch den alltagsnahen Randbedingungen des gesetzlichen Messwesens auf der anderen Seite genügt. Unter dem Dach PTB sind alle diese Facetten vereint.

Weltweit einheitlich

Vergleichsmessungen zwischen den nationalen Metrologieinstituten (NMIs) sind eine wesentliche Voraussetzung, um ein weltweit einheitliches Maßsystem zu etablieren.

Wenn zwei miteinander kommunizieren wollen, sollten sie dieselbe Sprache sprechen. In der wissenschaftlich-technischen Welt, in der Dinge arbeitsteilig produziert, quantifiziert und bewertet werden, stellen Messergebnisse eine solche Sprache dar. Ein weltweit einheitliches Maßsystem ist, zumal in Zeiten der Globalisierung, daher unabdingbar. In der Praxis kommt eine weltweite Einheitlichkeit erst durch konkrete Kooperationen, zahlreiche vertrauensbildende Maßnahmen und transparente Messergebnisse zustande. Und so arbeitet die PTB naturgemäß in vielen unterschiedlichen Kontexten: Sie kooperiert mit den nationalen Metrologieinstituten (NMIs) bei zahlreichen gemeinsamen Forschungs- und Entwicklungsprojekten und sie ist auf internationaler Skala fest in die metrologischen Strukturen eingebunden – von der Meterkonvention und der „Organisation Internationale de Métrologie Légale (OIML)“ bis zur „European Association of National Metrology Institutes (EURAMET)“ und der „Western European Legal Metrology Cooperation (WELMEC)“. Zentrales Element, um ein weltweit einheitliches und harmonisiertes Messwesen zu erreichen und um zugleich nicht-tarifäre Handelshemmnisse zwischen den Staaten abzubauen, sind weltweite Vergleichsmessungen zwischen den nationalen Metrologieinstituten. Dabei wird der Grad der Übereinstimmung der nationalen Normale und der Kalibrier- und Messmöglichkeiten quantitativ erfasst. Die Ergebnisse dieser auf höchstem Niveau durchgeführten Vergleichsmessungen sind in einer Datenbank abgelegt, öffentlich zugänglich und Teil der Qualitätsbeurteilung und -sicherung der beteiligten Institutionen. Bei diesen Vergleichen ist die PTB, da sie für nahezu alle relevanten Größen Speziallaboratorien unterhält, stark gefragt – zwischen 50 und 100 Vergleichsmessungen pro Jahr sind die Regel.

Das Internationale Einheitensystem

Sieben Einheiten bestimmen die Basis allen Messens. Aber diese Basis ist stellenweise wackelig. Ein Umbau des Internationalen Einheitensystems steht bevor – durch die Anbindung der Einheiten an fundamentale Konstanten der Natur.

Das Internationale Einheitensystem (Système international d'unités, SI) fußt auf der Absicht, die grundlegenden Phänomene der physikalischen Welt – Zeit, Länge, Masse, Temperatur, Stromstärke, ... – allgemeingültig zu beschreiben und die physikalischen Einheiten weltweit einheitlich zu definieren. Die Wurzeln hierzu reichen zurück bis in die Zeiten der Französischen Revolution. Dem damals noch herrschenden Wirrwarr der Einheiten sollte Einhalt geboten werden – und genauso wichtig: Die Einheiten sollten nicht willkürlich, sondern universell sein.



Prominente Aushängeschilder: die Atomuhren (hier die beiden Fontänenuhren) der PTB. Keine andere physikalische Größe lässt sich so präzise messen wie die Zeit.

Das Meter und das Kilogramm waren die „ersten Kinder“ dieses revolutionären Gedankens – eines Gedankens, der auch jetzt noch die Wissenschaft bewegt, denn die Basiseinheiten müssen teilweise heute noch mit definitorischen Unzulänglichkeiten leben: Man denke nur an die Masseinheit und ihre Verkörperung durch einen ganz bestimmten Metallzylinder in einem Tresor des Internationalen Büros für Maß und Gewicht (BIPM). Die wissenschaftliche Herausforderung liegt darin, die Basiseinheiten auf ein möglichst festes, unverrückbares Fundament zu stellen, so wie es für die Sekunde und das Meter mit dem Bezug auf atomare Anregungen bzw. zur Lichtgeschwindigkeit bereits gelungen ist. An diesem aktuellen Umbau des Einheitensystems ist die PTB maßgeblich beteiligt: etwa mit dem Avogadro-Projekt zur Neudefinition von Kilogramm und Mol, dem Projekt „Boltzmann-Konstante“ zur Neudefinition

des Kelvin und bei dem Versuch, das Ampere auf die Elementarladung des Elektrons zurückzuführen. Können die Metrologen diese Herausforderung meistern, so wird in Zukunft ein Satz von Naturkonstanten die Basiseinheiten festlegen. Sobald die dazu erforderlichen Experimente hinreichend kleine Unsicherheiten erreicht haben und untereinander konsistent sind, wird die alle vier Jahre einberufene Generalkonferenz der Meterkonvention (CGPM) die neuen Definitionen verabschieden, exakte Werte für die beteiligten Naturkonstanten festlegen und das „neue SI“ etablieren.

Technische Zusammenarbeit

Für das Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung führt die PTB ca. 40 Projekte in über 70 Ländern durch – zur Förderung der Qualitätsinfrastruktur (QI).

Die Verantwortung der PTB erstreckt sich nicht nur auf die letzten, gerade noch messbaren Stellen hinter dem Komma und den internationalen Vergleich dieser Ergebnisse. Die PTB ist auch in zahlreichen Entwicklungs- und Schwellenländern aktiv und fördert Projekte zum Aufbau einer Qualitätsinfrastruktur im Rahmen der deutschen Entwicklungszusammenarbeit. In den 1960er Jahren stand noch der Technologietransfer und der Aufbau von metrologischen Partnerorganisationen im Vordergrund. Heute geht es vor allem um den bedarfsgerechten Auf- und Ausbau aller relevanten Institutionen der Qualitätsinfrastruktur in den Partnerländern, um deren Vernetzung untereinander sowie um die Nutzung der QI-Dienstleistungen durch die Anwender. Die Technische Zusammenarbeit der PTB ist grundsätzlich in die Entwicklungshilfepolitik der Bundesregierung eingebunden und leistet ihre Beiträge zur Armutsbekämpfung überwiegend im Rahmen des Schwerpunkts „Nachhaltige Wirtschaftsentwicklung“. Die PTB berät Partnerregierungen und Ministerien, fördert die Institutionen der Qualitätsinfrastruktur und unterstützt auch kleine und mittlere Unternehmen – eine Arbeit, die weltweit sehr geschätzt wird und deren Erfolg sich auch darin spiegelt, dass viele Partnerländer der ersten Jahre wie Argentinien, Brasilien, China, Indien, Mexiko, Südkorea, später auch Kenia und Südafrika, heute ihre Interessen als Vollmitglieder in den entsprechenden internationalen Fachorganisationen vertreten.

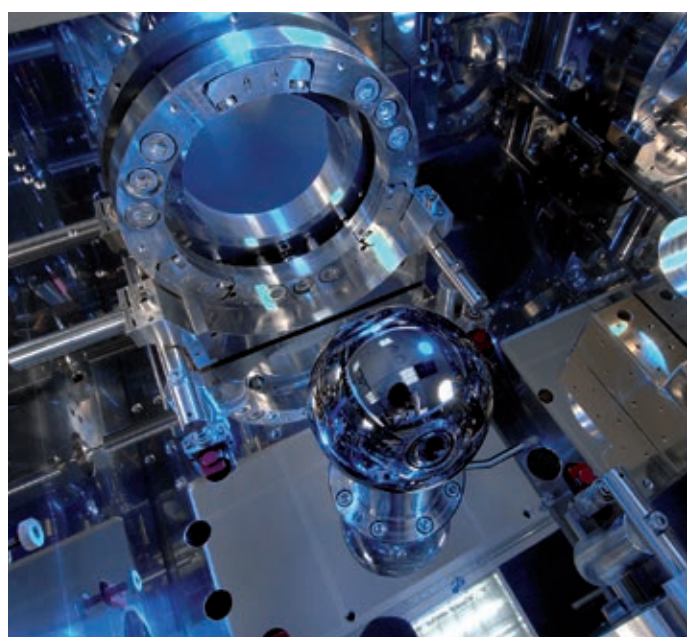


Kalibrierung eines Kraftaufnehmers in Chile

In der deutschen Forschungslandschaft Forschung in Europa

Der Anteil von Forschungs- und Entwicklungsaufgaben innerhalb des gesamten Aufgabenspektrums der PTB beträgt rund zwei Drittel.

Je nach konkreter Situation kann es ein Vor- oder ein Nachteil sein, innerhalb einer Gruppe in zu vielen Merkmalen von den übrigen Gruppenmitgliedern abzuweichen und daraus folgend eine Sonderstellung innerhalb der Gruppe zu besitzen. Für die PTB mit ihrem eindeutigen Schwerpunkt auf metrologischer Forschung und Entwicklung (F&E) trifft dies innerhalb der Gruppe der sogenannten Ressortforschungseinrichtungen (die also einzelnen Bundesressorts zugeordnet sind) zu. Während viele dieser Einrichtungen stark behördlichen Charakter besitzen, versteht sich die PTB in erster Linie als Forschungsinstitut mit einem gehörigen Maß an Autonomie und wissenschaftlicher Freiheit. In die Gruppe der Ressortforschung gehört die PTB deshalb, weil sie formal als eine nachgeordnete Behörde im Geschäftsbereich des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi) geführt wird. Jedoch versteht sich die PTB weder als „klassische“ Behörde, noch handelt sie so. Vielmehr ist sie eine F&E-Einrichtung mit zugleich hoheitlichem Dienstleistungsauftrag, der in derzeit insgesamt 23 Gesetzen und Verordnungen festgehalten ist. Die Forschungsarbeiten in der PTB sind dabei stets metrologisch geprägt, prinzipiell anwendungsorientiert und damit deutlich unterschieden von reiner Grundlagenforschung. Ihr sehr spezieller methodischer Ansatz macht die PTB zu einem wichtigen Partner für die unterschiedlichsten Kooperationsprojekte mit Universitäten und außeruniversitären Forschungseinrichtungen. Innerhalb der deutschen Forschungslandschaft spielt die PTB aufgrund ihrer metrologischen Kompetenz eine zentrale Rolle, die sie allerdings nur dann auch vollständig ausfüllen kann, wenn für sie dieselben Spielregeln wie für alle übrigen Forschungspartner gelten.



Metrologische Forschung braucht (meistens) einen langen Atem. Das Avogadro-Projekt zur Neudefinition von Kilogramm und Mol erstreckt sich über mehr als zwei Jahrzehnte.

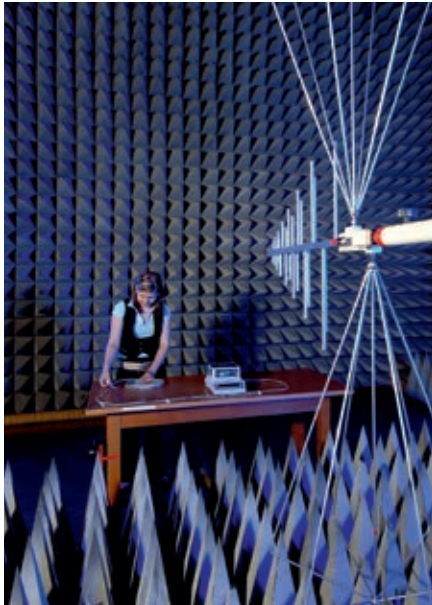
Am europäischen Metrologie-Forschungsprogramm beteiligen sich mehr als 20 europäische Metrologieinstitute.



Innerhalb Europas ist die PTB das größte Metrologieinstitut. Die Geschäftsstelle von EURAMET, der Vereinigung der europäischen Metrologieinstitute, hat ihren Sitz auf dem Gelände der PTB in Braunschweig.

Wie die Lösung zu einem Problem aussieht, ist immer auch abhängig von den verfügbaren Ressourcen. Das bekommt auch die Metrologie zu spüren, die in immer mehr Zusammenhängen für Rat und Tat gebraucht wird. Steht die „klassische“ (physikalisch dominierte) Metrologie permanent vor der Aufgabe, die Messbereiche zu erweitern und die Messunsicherheiten zu verringern, so klopfen längst auch andere Disziplinen, wie die Chemie, die Biotechnologie und die Medizin, an die Türen der Metrologie. Und schließlich steht die Metrologie auch in der Pflicht, zur Lösung der großen Herausforderungen unserer Zeit beizutragen – Gesundheit, Energie, Umwelt, Sicherheit und Mobilität sind hier die großen Themen. Ein einzelnes nationales Metrologieinstitut könnte die Menge dieser Aufgaben allein gar nicht schultern. Ein Gruppenprozess ist daher in Europa angestoßen und auf gutem Weg: Erstmals haben sich die meisten der europäischen Metrologieinstitute verpflichtet, bei den derzeitigen und bei den zukünftigen Forschungs- und Entwicklungsarbeiten zu kooperieren und die daraus resultierenden Projekte gemeinsam durchzuführen. Dieses Vorgehen wird von der Europäischen Kommission in erheblichem Umfang gefördert. Ebenso hoch wie die EU-Förderung muss dabei der Eigenanteil der beteiligten Partner sein. Die PTB als das größte Metrologieinstitut Europas schultert – ihrer Größe entsprechend – rund 40 % der aufzubringenden Mittel. Die bisherigen Ergebnisse bestätigen die hochgesteckten Erwartungen. Der Trend ist eindeutig: Die früher vorwiegend national bestimmte Metrologieforschung wird eine Europäerin.

Partnerin der Industrie



Als metrologischer Dienstleister führt die PTB jährlich mehrere tausend Kalibrierungen und Prüfungen durch. Im Bild: Messungen zur elektromagnetischen Verträglichkeit.

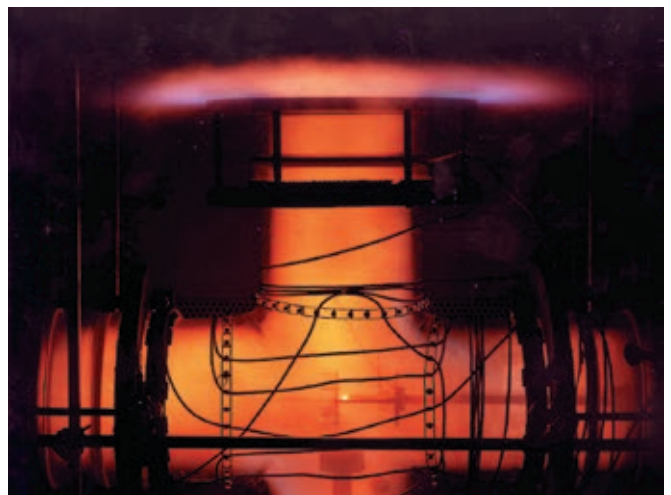
Der Dienstleistungscharakter der PTB spiegelt sich auch in mehreren tausend Kalibrierungen pro Jahr wider.

Zwei Begriffe sind es, die den Kern aller PTB-Aufgaben ausmachen und die auch im Einheiten- und Zeitgesetz explizit der PTB überantwortet werden: die Darstellung und die Weitergabe der Einheiten. Eine physikalische Einheit darzustellen bedeutet dabei, ein nationales Normal für diese Einheit (bzw. nationale Normale für die gesamte Skala dieser Einheit) zu entwickeln, zu betreiben und zu bewahren. Diese Aufgabe allein würde die PTB zu einer „metrologischen Gelehrtenrepublik“ machen – die PTB als Hüterin der Einheiten. Die Einheiten weiterzugeben bedeutet dagegen, Brücken von dieser Insel höchster Genauigkeit in die Welten der Anwendung zu schlagen, etwa in die Industrie mit ihren vielfältigen messtechnischen Anforderungen. Dies leisten Kalibrierungen, wobei die PTB – an der Spitze der metrologischen Hierarchie stehend – sich auf Kalibrieraufgaben beschränkt, bei denen tatsächlich höchste Genauigkeitsansprüche zu erfüllen sind. Die PTB arbeitet hier nach dem Subsidiaritätsprinzip: Kann ein externes Kalibrierlaboratorium die Messaufgabe mindestens so gut wie erfordert erfüllen, überlässt die PTB diesem den Vortritt. Und so wenden sich einerseits Industrieunternehmen aus Hightech-Branchen mit Kalibrierwünschen an die PTB, andererseits vor allem akkreditierte Kalibrierlaboratorien, die ihre eigenen Bezugsnormale regelmäßig kalibrieren lassen müssen, um so die Rückführung auf die nationalen Normale zu erhalten, wie es die einschlägigen Normen der QM-Systeme fordern. Diese akkreditierten Laboratorien ihrerseits bieten dann Kalibrierungen an, sodass eine hierarchische metrologische Infrastruktur mit der PTB an der Spitze entsteht. Aus mehreren tausend Kalibrierungen, die die PTB pro Jahr durchführt, werden so jährlich mehrere Millionen Kalibrierungen in der deutschen Industrie, was in erheblichem Maße zur wirtschaftlichen Wertschöpfung in Deutschland beiträgt.

Schutzfunktion – für Mensch und Umwelt

Jede hochtechnisierte Gesellschaft ist auch dies: eine Risikogesellschaft. Vertrauenswürdige Messtechnik ist nötig, um diese Risiken zu erkennen und zu minimieren.

Moderne Messtechnik wird gebraucht – als Erkenntnisinstrument in der Wissenschaft, als hochspezialisierte Produktionshilfe in der Hightech-Welt, als Abrechnungsmechanismus in Wirtschaft und Handel. Aber nicht nur das. Denn scharfsichtige Messtechnik wird auch gebraucht, um einer Gesellschaft, zumal einer hochtechnisierten, die Risiken, in denen sie lebt, bewusst und durch konkrete Messwerte überhaupt greifbar zu machen. Die Folgen, also potenzielle Schäden, lassen sich so eventuell vermeiden. Wie hoch ist etwa die aktuelle Strahlenbelastung der Umwelt durch natürliche und künstliche Radioaktivität? Welche Stoffe blasen wir in welcher Konzentration aus Auspuffen und Fabrikschornsteinen in die Luft? Mit welchen Maßnahmen können wir den Lärm in unserer Arbeits- und Mobilitätswelt verringern? Wie lassen sich Explosionen in chemischen Produktionsanlagen, Gaspipelines oder in anderen zündfähigen Atmosphären vermeiden oder eindämmen? Auch auf Fragen dieser Art braucht unsere Gesellschaft verlässliche Antworten. Die Möglichkeiten des präzisen und vertrauenswürdigen Messens sind hier die Voraussetzung, um die Risiken überhaupt zu quantifizieren. Und so stellt die PTB in Deutschland die metrologische Basis auch zur Überwachung der Umwelt und zum Schutz des Menschen bereit – etwa mit ihrer Spurenmessstelle für radioaktive Stoffe in der Luft, mit den durchgeführten Bauartprüfungen von Abgasmessgeräten und all den Möglichkeiten ihrer chemischen Analytik, mit ihren Schall- und Ultraschallmessungen oder mit ihrem großen Know-how in der physikalischen Sicherheitstechnik und dem Explosionsschutz. Zuverlässige Messtechnik ist hier Objektivierungs- und Entscheidungshilfe in der Risikogesellschaft.



Sicherheitstechnik wird – nicht nur im Explosionsschutz – großgeschrieben. Im Bild: Zündung eines Gasgemisches durch Laserstrahlung.

Standorte: Braunschweig und Berlin

Neben dem Traditionsstandort Berlin, wo zwei Fachabteilungen des Institut Berlin bilden, ist die PTB mit dem Gros ihrer Aufgaben und Mitarbeiter in Braunschweig beheimatet.

Zwei Standorte, zwei Geschichten, zwei Gesichter, eine Institution. Zunächst Berlin, der Traditionsstandort der PTB. Hier, im heutigen Bezirk Charlottenburg-Wilmersdorf, wurde die Physikalisch-Technische Reichsanstalt (PTR) auf einem Gelände, das Werner Siemens dem preußischen Staat schenkte, in unmittelbarer Nähe zur Technischen Universität gegründet. Über 50 Jahre war die PTR an diesem Ort konzentriert. Dann kamen das Dritte Reich, der Krieg, die Zerstörungen und in der Folge die Auflösung der PTR. 1946 wurden die nach Weida in Thüringen ausgelagerten Teile der PTR in ein Amt für Maß und Gewicht umgewandelt. Erst in den 1950er Jahren wurde auf dem Traditionsgelände das „Institut Berlin“ als Teil der mittlerweile in Braunschweig beheimateten PTB neu gegründet. Heute ist dieser Berliner Zweig der PTB eng mit der Wissenschaftslandschaft in Berlin verflochten: Mit der Technischen Universität und der Humboldt-Universität gibt es zahlreiche wissenschaftliche Kooperationen, in der Medizinphysik sind vor allem die Kooperationen mit den medizinischen Zentren und Universitätskliniken zu nennen, und für die Physik mit Synchrotronstrahlung ist die PTB mit der Metrology Light Source und dem Synchrotronstrahlungslabor am Speicherring Bessy II eng in den Forschungsstandort Adlershof eingebunden. Während in Berlin die PTB eine kleine, wohletablierte Institution in einer großen Wissenschaftslandschaft ist, sind die Verhältnisse der PTB an ihrem Hauptsitz in Braunschweig anders geartet. In der Forschungsregion Braunschweig ist die PTB neben der Technischen Universität, mit der zahlreiche Kooperationen gepflegt werden, die größte Forschungseinrichtung und also bereits ob ihrer Größe deutlich präsenter. Die Öffentlichkeit nimmt die PTB aber nicht wegen ihrer räumlichen und institutionellen, sondern vor allem wegen einer physikalischen Größe wahr: der Zeit. Die Atomuhren der PTB sind es,

auf die die Braunschweiger – mit einer gehörigen Portion Lokalpatriotismus – stolz sind, was sich nicht zuletzt in der Redewendung „In Braunschweig wird die Zeit gemacht“ widerspiegelt. Die PTB gehört damit zu den prominentesten Wahrzeichen der Stadt. Insgesamt ist damit Zweierlei undenkbar: die PTB ohne Berlin und Braunschweig ohne die PTB.



Der Hauptsitz der heutigen PTB liegt im Westen Braunschweigs. Hier arbeiten rund 1500 Mitarbeiter.



Der Campus Charlottenburg, zugleich Gründungsstandort der PTB, beherbergt das Institut Berlin mit rund 450 Mitarbeitern.



Physikalisch-Technische Bundesanstalt
Bundesallee 100
38116 Braunschweig
Presse- und Öffentlichkeitsarbeit
Telefon: (0531) 592-3006
E-Mail: presse@ptb.de
www.ptb.de

Stand: 5/2017



Die Physikalisch-Technische Bundesanstalt, das nationale Metrologieinstitut, ist eine wissenschaftlich-technische Bundesoberbehörde im Geschäftsbereich des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie.

Foto Deckblatt: PTB