



Physikalisch-Technische Bundesanstalt  
Nationales Metrologieinstitut

# Jahresbericht 2020

Annual Report 2020



### **Digitale PCR für den Nachweis von SARS-CoV-2**

Erstmals wurde die digitale Tröpfchen-PCR in internationalen Vergleichsmessungen zur Qualitätssicherung von SARS-CoV-2-Tests und dabei insbesondere zur Quantifizierung der RNA-Konzentration erfolgreich eingesetzt. Das Bild zeigt eine Multipipette beim Befüllen einer Multiwell-Platte bei der digitalen Tröpfchen-Polymerasekettenreaktion.

### **Corona reference measurement procedure**

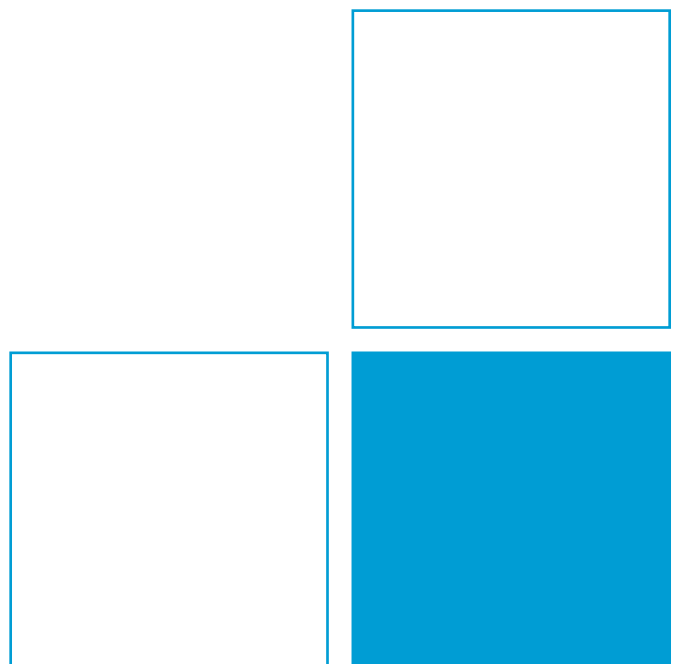
Droplet digital PCR has been used in international comparison measurements to ensure the quality of SARS-CoV-2 tests for the first time. Hereby, this method proved particularly successful to quantify the RNA concentration. The picture shows a multichannel pipette while filling a multiwell plate.



Physikalisch-Technische Bundesanstalt  
Nationales Metrologieinstitut

# Jahresbericht 2020

Annual Report 2020





# Inhaltsverzeichnis / Contents

<b>Vorwort / Foreword</b>	<b>5</b>
<b>Chronik / Chronicle</b>	<b>9</b>
<b>Nachrichten des Jahres / News of the Year</b>	<b>15</b>
<b>Planung des Innovationszentrums für Systemische Metrologie /     Planning the Innovation Center for Systems Metrology</b>	<b>16</b>
<b>GEMIMEG-II: Verlässliche Daten „Made in Germany“ /     GEMIMEG-II: Reliable data made in Germany</b>	<b>17</b>
<b>Windkraft und Flugsicherheit /     Wind power and flight safety</b>	<b>18</b>
<b>Kommunikation und Validierung von smarten     metrologischen Daten auf Basis des SI /     Communication and validation of SI-based smart     metrological data</b>	<b>19</b>
<b>Hochspannungsmessung für die Energiewende /     High-voltage measurement for the energy transition</b>	<b>20</b>
<b>Explosionsschutz-Symposium wird weltweites     virtuelles Diskussionsforum /     Symposium on the mitigation of industrial explosions     turns into worldwide virtual discussion forum</b>	<b>21</b>
<b>Vernetzte optische Atomuhren suchen dunkle Materie /     Connected optical atomic clocks searching for dark matter</b>	<b>22</b>
<b>Einzelne Photonen als Lichtquelle für die Radiometrie /     Single photons as light source for radiometry</b>	<b>23</b>
<b>Helmholtz-Preis für hochpräzise Messungen zur     Relativitätstheorie und zu Nanomaterialien /     Helmholtz Prize for high-precision measurements     of the theory of relativity and nanomaterials</b>	<b>24</b>
<b>Entwicklung eines teilautomatisierten Beatmungsbeutels /     Semi-automated ventilation bag valve mask developed</b>	<b>25</b>
<b>Elektrische und mechanische Messungen an Nanomaterialien /     Electrical and mechanical measurements on nanomaterials</b>	<b>26</b>
<b>Qualitätssicherung in der Strahlentherapie mit geladenen Partikeln /     Quality assurance in radiation therapy with charged particles</b>	<b>27</b>
<b>Neues Konzept für die Widerstandsthermometrie /     New concept for resistance thermometry</b>	<b>28</b>
<b>Mögliches Referenzmessverfahren für die Analyse auf SARS-CoV-2 /     Potential reference measurement procedure for SARS-CoV-2 testing</b>	<b>29</b>
<b>Einheitliche Anforderungen an softwaregesteuerte Messgeräte /     Uniform requirements for software-controlled measuring instruments</b>	<b>30</b>

Maschinelles Lernen: Großer EKG-Datensatz veröffentlicht / Machine Learning: Large ECG dataset has been published	31
Entwicklungszusammenarbeit: „Taskforce Corona“ ins Leben gerufen / Development Cooperation: “Corona Task Force” has been launched	32
Sichere Synchronisation der „Computer-Zeit“ / Secure synchronization of “computer time”	33
Quantencomputer aus Niedersachsen / Quantum computer made in Lower Saxony	34
Quantenlogik-Spektroskopie erschließt Potenzial hochgeladener Ionen / Quantum logic spectroscopy unlocks potential of highly charged ions	35
Rund 9,2 Millionen Euro für Quantenforschung an LUH und PTB / Approx. 9.2 million euros for quantum research at LUH and PTB	36
Ressortforschungseinrichtungen lassen ihre NS-Vergangenheit untersuchen / Departmental research institutes have their national socialist past studied	37
Jens Frahm erhält den Werner-von-Siemens-Ring / Jens Frahm receives Werner von Siemens Ring	38
Veröffentlichungen und Vorträge / Publications and lectures	39
Ausgewählte Publikationen / Selected publications	40
<b>Menschen / People</b>	<b>47</b>
Sitzung des Kuratoriums der PTB / Meeting of PTB’s Kuratorium (Advisory Board)	48
Neu in leitender Funktion / Newly appointed to management posts	51
Preise und Auszeichnungen / Prizes and awards	63
Ausbildung / Vocational training at PTB	70
Akademische Abschlüsse / Academic degrees	74
<b>Zahlen und Fakten / Facts and Figures</b>	<b>83</b>
Personal / Staff	84
Haushalt / Budget	86
Projektpartner der PTB / PTB’s project partners	88
Normung / Standardization	89
Qualitätsmanagement / Quality management	90
Technologietransfer / Technology transfer	92
Besucher / Visitors	94
Umwelt / Environment	95
<b>Organigramm / Organization Chart</b>	<b>96</b>

## Vorwort

Abstand halten, Hygiene beachten, Alltagsmaske tragen und Lüften – mit diesen AHA+L-Regeln, die wir mit Ihrer aller Hilfe an der PTB konsequent umgesetzt haben, haben wir dem SARS-CoV-2-Virus an der PTB die Regie des Handelns entrissen! Bis auf einen kurzzeitigen harten Lockdown in unserem Institut Berlin in den ersten Pandemiewochen konnten wir unseren Betrieb weitestgehend aufrechterhalten, das Infektionsgeschehen an der PTB war und ist auf vergleichsweise niedrigem Niveau: Im Jahr 2020 haben sich insgesamt 22 Mitarbeiter/innen infiziert, wobei dies nahezu ausschließlich außerhalb der PTB geschah. Mit flexiblen Betriebsmodi, der Aufrüstung der Lüftungskonzepte, einer massiven Ausweitung der Möglichkeiten zum Arbeiten im Homeoffice, mit einer steilen Lernkurve bei der Nutzung der Möglichkeiten der E-Akte, der Durchführung von Videokonferenzen und mit zahlreichen kreativen Lösungen im alltäglichen Tun konnten wir unsere zentralen Dienstleistungen erbringen und unsere zahlreichen aktuellen Forschungsprojekte weiter vorantreiben.

Mein besonderer Dank gilt dem sehr engagierten Krisenstab sowie Ihnen allen für Ihre Disziplin, für Ihr Verständnis und Ihr umsichtiges und rücksichtsvolles Verhalten. Viel Mühe gaben wir uns mit der internen Kommunikation, angefangen von der Intranetseite über Präsidiumsbriefe, den Austausch zwischen Präsidium und Abteilungsleitungen bis hin zur eigens eingerichteten Hotline. Die Hotline konnte jederzeit erreicht werden und hat unter anderem die Rolle eines „PTB-internen Gesundheitsamtes“ übernommen – mit der entsprechenden Kontaktnachverfolgung aller vereinzelt auftretenden Coronafälle.

Trotz – und vielleicht sogar wegen – Corona und reduzierter Reisetätigkeit fanden wir die Zeit, grundlegend über die Zukunft der Metrologie nachzudenken und wichtige Weichen für die Zukunft zu stellen. So sind viele oft „disruptive“ Entwicklungen in Gesellschaft, Wirtschaft und nicht zuletzt in der Metrologie nicht mehr allein innerhalb eines einzelnen, eng abgegrenzten Fachgebiets angesiedelt oder auf einzelne Messgrößen beschränkt. Vielmehr werden in Zukunft eine

## Foreword

Keep your distance, follow the rules on hygiene, wear a face mask, and air rooms regularly – with these rules that are new to us all and that all of you helped us to implement consistently at PTB, we have taken control over the SARS-CoV-2 virus at PTB! Apart from a short hard lockdown in our Berlin Institute during the early weeks of the pandemic, we were able to keep our operations going to the greatest possible extent. The infections at PTB were and are at a comparatively low level: In 2020, a total of 22 members of our staff were infected with COVID-19, and these infections occurred almost exclusively outside PTB. We were able to perform our central services and to make progress with our many ongoing research projects. This was all accomplished by introducing flexible operating modes, upgrading our room ventilation concepts, and massively expanding the ways we work from home. We also faced a steep learning curve on how to use our e-files and how to carry out videoconferences, and we found countless creative ways of resolving issues relating to the things we do every day.

My very special thanks go to PTB's extremely committed Crisis Management Team, as well as to all of you for your discipline, for your understanding, and your sensible and considerate behavior. In the last 12 months, we put a lot of effort into internal communication. This included updating our intranet page, letters from the Presidential Board of PTB, intense communication between the Presidential Board and the division heads, as well as setting up a dedicated corona hotline. It was possible to reach the hotline at all times, and one of the roles it took on was that of PTB's "inhouse health authority" – it correspondingly traced the contacts in each individual case of COVID-19.

Despite – and perhaps even because of – COVID-19 and the reduced amount of traveling, we found the time to think fundamentally about the future of metrology and to set the course for the important issues of the future. There are many often "disruptive" developments in society, the economy, and not least in metrology that are no longer just situated within a single, narrowly restricted subject area or are limited

Vielzahl von Sensoren und Messverfahren in autonomen Fahrzeugen, in den Versorgungsnetzen der „Stadt der Zukunft“ oder in der „personalisierten Medizin“ vernetzt. Hunderte oder gar Tausende von Messdaten liegen Entscheidungen zugrunde, die mit Verfahren der künstlichen Intelligenz vorbereitet werden. Dies alles gilt es metrologisch zu charakterisieren und zu verstehen, es gilt systemisch zu denken. Gemeinsam mit unserem Kuratorium haben wir so den Vorschlag für ein „Innovationszentrum für Systemische Metrologie“, IZSM, erarbeitet. Im November wurde er, mit Empfehlung des gesamten Kuratoriums, an das BMWi übergeben. Mit diesem wegweisenden Konzept geht die PTB zukünftige metrologische Herausforderungen in weltweiter Vorreiterrolle an. Im Schluß mit der PTB sollen so Entwicklungszyklen für disruptive Technologien entscheidend verkürzt, die Innovationsfähigkeit Deutschlands gestärkt und das Vertrauen in innovative, vernetzte Produkte „Made in Germany“ in die Welt getragen werden. Mehr als 130 Jahre nach Gründung der Reichsanstalt, die entscheidend mithalf, „Made in Germany“ zu einem Qualitätsbegriff zu machen, geht die PTB so wieder einen mutigen Schritt, um die Zukunft zu gestalten!

In dieser Zukunft spielen Themen wie Digitalisierung, erneuerbare Energien, „grüner“ Wasserstoff, Quantentechnologien, Medizinphysik und Biochemie entscheidende Rollen. Diese haben wir durch unsere Lenkungs-kreise aufgegriffen und alle PTB-Aktivitäten dazu gebündelt. In Rekordzeit haben wir auf der Basis dieser Vorarbeiten zusammen mit den Partnern der Region das „Quantum Valley Lower Saxony“ aus der Taufe gehoben. Unterstützt mit 25 Millionen Euro vom Land Niedersachsen und der VolkswagenStiftung wollen wir gemeinsam in fünf Jahren einen Quantencomputer realisieren, basierend auf Techniken, die an der PTB entwickelt wurden. Zusammen mit der Weiterentwicklung unseres Quantentechnologie-Zentrums sind wir bei dieser Zukunftstechnologie ganz vorne mit dabei!

Außerdem fanden sich alle unsere Querschnittsthemen auch prominent im Konjunkturprogramm der Bundesregierung, sodass wir, gut vorbereitet, unmittelbar detaillierte Vorschläge zur Unterstützung dieses Programms erarbeiten konnten. Deren Realisierungsbedarf wurde insgesamt auf eine stattliche Summe von ca. 90 Millionen Euro geschätzt. Ob unsere Vorschläge akzeptiert werden, steht noch aus. Allerdings bedeuten die zusätzlichen Mittel für die genannten Themen eine großartige Chance – nicht nur für die Weiterent-

to individual measurands. In the future, a large number of sensors and measuring procedures will rather be linked in autonomous vehicles, in the supply networks in the “city of the future”, and in “customized medicine”. Hundreds or even thousands of units of measuring data will be the basis for decisions that are prepared using artificial intelligence procedures. All of this means it is necessary to characterize and understand things metrologically, and it is also necessary to think holistically. With this in mind, we elaborated a proposal for an Innovation Center for Systems Metrology (IZSM) together with PTB’s Advisory Board (Kuratorium). In November 2020, this proposal was submitted to the Federal Ministry for Economic Affairs and Energy (BMWi), backed by a recommendation from the whole of the Kuratorium. This groundbreaking concept is going to help PTB tackle future metrological challenges in its role as one of the world leaders in metrology. In collaboration with PTB, the IZSM will contribute to considerably reducing the development cycles for disruptive technologies, strengthening the innovation capabilities of Germany, and increasing confidence throughout the world in innovative networked products that are “made in Germany”. More than 130 years after PTB’s predecessor, the PTR (Imperial Physical Technical Institute), was founded (a predecessor which crucially helped to make the words “made in Germany” synonymous with “quality”), PTB is taking another courageous step towards shaping the future!


Issues such as digitalization, renewable energies, “green” hydrogen, quantum technologies, medical physics, and biochemistry are going to play a crucial role in this future. We have addressed these issues with our steering groups and have pooled all the activities PTB is undertaking on these topics. With this preparatory work as a basis, we and our partners from the region launched the “Quantum Valley Lower Saxony” in record time. Together we want to realize a quantum computer within the next five years, basing our research on technology that has been developed at PTB and with funding amounting to € 25 million from the state of Lower Saxony and the Volkswagen Foundation. Along with the further development of our Quantum Technology Center, we are at the forefront of such future technology!

In addition, all of our cross-sectional issues were also prominently positioned in the German government’s economic stimulus package, so that we were well prepared and able to immediately put forward detailed pro-



wicklung Deutschlands, sondern auch für die der PTB. Inwieweit wir generell mit unseren Ideen, Möglichkeiten und Angeboten Gehör finden, speziell in Politik und Wirtschaft, ist auch eine Frage der Kommunikation. Aus diesem Grund haben wir uns im letzten Jahr durch eine externe Agentur in dieser Hinsicht beraten lassen: um unser eigenes Leitbild, unsere Werte und unsere Kernbotschaften zu schärfen, um die für uns wesentlichen Stakeholder genauer zu identifizieren und um mögliche Kommunikationsmaßnahmen zu diskutieren. Neben Präsidium und OE-Leitungen haben sich auch insbesondere die Mitarbeiter/innen, Sie alle, an diesem Prozess, zu dem zahlreiche Interviews, mehrere interne Workshops und zwei sogenannte Leitbild-Labs in Braunschweig und Berlin gehörten, aktiv beteiligt. Vielen Dank an alle, die sich hier so engagiert eingebracht haben.

In unserem Leitbild sind drei Werte besonders hervorgehoben: Präzision, Objektivität und Leidenschaft für das Messen. Diese drei Werte wollen wir im kommenden Jahr weiter mit Leben füllen – und dies wohl leider noch eine geraume Zeit unter „Corona-Bedingungen“. Zusammen werden wir aber auch dies meistern. Hoffentlich können wir mit Mitteln des Konjunkturprogrammes wichtige Zukunftskonzepte umsetzen und vielleicht auch schon erste Schritte zur Einrichtung des IZSM gehen. Es erwartet uns also ein spannendes und chancenreiches Jahr 2021!



Prof. Dr. Joachim Ullrich  
Präsident der PTB / President of PTB

posals to support this stimulus package. A substantial total of approx. € 90 million has been estimated as the amount needed to realize this stimulus package. Whether our proposals will be accepted remains to be seen. The additional funds for the above-named issues would certainly signify a great chance – not only for the further development of Germany, but also for the further development of PTB.

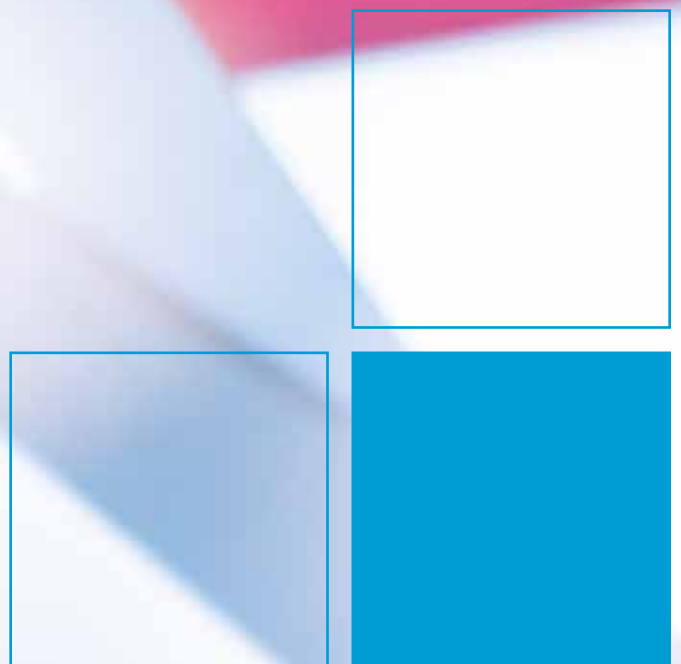
Just how much our ideas, our potential, and our proposals are heard, specifically in the fields of politics and the economy, is also a question of communication. This is why we sought advice on this from an external agency last year. They helped PTB to fine-tune its mission, its values and its core messages in order to identify more exactly who PTB's key stakeholders are and to discuss possible communication measures. Apart from the Presidential Board and the heads of the organizational units, it was especially PTB's staff, all of you, who actively took part in this process. This consisted of a large number of interviews, several in-house workshops, and two events centering on PTB's mission which were held in both Braunschweig and Berlin. A big thanks goes to all of those who contributed to these events so much.

PTB's mission focuses on three values in particular: precision, objectivity, and a passion for measurement. We want to continue to fill these three values with life in the coming year – and we will unfortunately still be doing this under “corona conditions” for quite some time. We will, however, also overcome these challenges together. Hopefully we will be able to put important concepts for the future into practice with funds from the economic stimulus package, and perhaps we will be able to take the first steps towards setting up the IZSM. We can expect 2021 to be an exciting year which is rich in opportunity!



# Chronik

## Chronicle



## Corona-Ampel meldet Betriebszustand

Um auch während der Corona-Pandemie Dienstleistungen und Forschung weitestgehend aufrechtzuerhalten und gleichzeitig die eigenen Mitarbeiter vor einer Ansteckung zu schützen, hat sich die PTB im März einen abgestuften Maßnahmenplan auferlegt. Er sieht drei Betriebszustände vor, die einem Ampelsystem folgen: den „flexibilisierten Betrieb“ (Gelb), den „eingeschränkten Betrieb“ (Orange) sowie den Notbetrieb (Rot). Ein eigens gegründeter Krisenstab entschied im Verlauf des weiteren Jahres fortlaufend über alle notwendigen Maßnahmen.

## Corona “traffic lights” show PTB’s operational status

In order to maintain services and research as much as possible while at the same time protecting our staff from becoming infected during the COVID-19 pandemic, PTB put a staged plan into place in March. It includes three operational statuses based on traffic lights: “flexible operational status” (represented by yellow in the traffic lights), “restricted operational status” (orange) and “emergency operational status” (red). A crisis management team which was created by PTB made decisions about the necessary measures throughout the rest of the year.



März 2020

## Personalwechsel in der PTB-Führungsetage

Die PTB hat im April einen neuen Vizepräsidenten bekommen: Dr.-Ing. Prof. h. c. Frank Härtig, der zuvor die PTB-Abteilung *Mechanik und Akustik* für mehrere Jahre leitete, übernahm das Amt von Hon.-Prof. Dr. Roman Schwartz. Für Schwartz standen als Vizepräsident vor allem die „innenpolitischen Aspekte“ der PTB sowie das gesetzliche Messwesen auf der Agenda. Er bleibt der PTB für die kommenden Jahre im internationalen Netzwerk der Metrologie – als Präsident des Internationalen Komitees für das gesetzliche Messwesen (CIML) – verbunden.

## Changes in PTB’s management

Since April, PTB has had a new Vice President: Dr.-Ing. Prof. h. c. Frank Härtig, formerly the Head of the *Mechanics and Acoustics* division of PTB for many years, took over the position from Hon.-Prof. Dr. Roman Schwartz. While he was the Vice President, Roman Schwartz had above all the “internal affairs” of PTB as well as legal metrology on his agenda. As the President of the International Committee of Legal Metrology (CIML), he will remain in close contact with PTB in the coming years in the international metrology network.



April 2020

## Veranstaltungen / Events

30.1.2020

40. AWA-PTB-Gespräch  
40<sup>th</sup> AWA PTB meeting

23.3.2020

Corona: „Eingeschränkter Betrieb“ im Institut Berlin  
Corona: “Restricted operational status” at the Berlin Institute

31.3.2020

Corona: „Flexibler Betrieb“ in Braunschweig  
Corona: “Flexible operational status” in Braunschweig

## Mehr Geld für Qualitätsinfrastruktur

Im Auftrag des Bundesministeriums für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (BMZ) unterstützt die PTB seit vielen Jahren den Aufbau von Qualitätsinfrastrukturen in Schwellen- und Entwicklungsländern. Im Mai haben BMZ und PTB eine neue Vereinbarung unterzeichnet, die den Auftrag der PTB deutlich ausbaut: Das Volumen für den Aufbau von Qualitätsinfrastruktur in Kooperationsländern der deutschen Entwicklungszusammenarbeit soll zukünftig jährlich mindestens 15 Millionen Euro betragen.

## More funding for quality infrastructure

On behalf of the German Federal Ministry for Economic Cooperation and Development (BMZ), PTB has been supporting the establishment of quality infrastructure in emerging and developing countries for many years. In May, the BMZ and PTB signed a new agreement which greatly extends PTB's mandate: The volume for establishing quality infrastructure in countries partnered with German development cooperation is to amount to at least 15 million euros per year in the future.



Mai 2020

## Förderung des Wasserstoff-Innovationslabors

Ein Forschungsverbund aus Leibniz Universität Hannover, TU Braunschweig, TU Clausthal, Jade Hochschule Wilhelmshaven und PTB wird vom Land Niedersachsen für zunächst fünfzehn Monate beim Aufbau eines Innovationslabors für Wasserstofftechnologie unterstützt. Damit sollen in enger Zusammenarbeit von Hochschulen, Forschungseinrichtungen und Praxispartnern anwendungsnahe und umsetzbare Ideen für überzeugende Forschungs- und Transferkonzepte entwickelt werden. Nach der Konzeptionsphase werden die erfolgreichsten Innovationslabore für die dreijährige Umsetzungsphase ausgewählt.

## Support for an innovation laboratory for hydrogen technology

A research association made up of Leibniz Universität Hannover, TU Braunschweig, TU Clausthal, Jade Hochschule Wilhelmshaven and PTB is receiving support from the Federal State of Lower Saxony initially for 15 months to set up an innovation laboratory for hydrogen technology. With this funding, application-oriented and feasible ideas for convincing research and transfer concepts are to be developed in close cooperation between universities, research institutions and industry. After a conceptual phase, the most successful innovation laboratories will be selected for a three-year implementation phase.

Juli 2020

30.4.2020

Vizepräsidentenwechsel in der PTB  
Change of vice president at PTB

12.–14.8.2020

Leitbild-Lab in Berlin  
Mission Statement Lab (Berlin)

2.–4.9.2020

Leitbild-Lab in Braunschweig  
Mission Statement Lab (Braunschweig)

## Ein neues Leitbild für die PTB

Die Beschäftigten der PTB haben sich an den Standorten Braunschweig und Berlin in sogenannten Leitbild-Labs mit mehr als 1000 Kommentaren an der Entwicklung eines Leitbilds beteiligt. Es soll das interne Selbstbild in Worte fassen und beschreiben, welche Werte alle Beschäftigten bei ihrer gemeinsamen Arbeit leiten. Gleichzeitig soll das Leitbild eine klare Botschaft nach außen sein: Warum tut die PTB, was sie tut? Wofür steht sie und welche Ziele will sie in der Zukunft erreichen?

### PTB's new mission statement

At what were called “mission statement labs” at the Braunschweig and Berlin sites, PTB's staff shared over 1,000 comments to participate in the development of a new mission statement. The way the employees at PTB see PTB should be put into words and the values that inspire all employees in their work together should be described in PTB's mission statement. At the same time, it should also be a clear message to those on the outside: Why does PTB do what it does? What does it stand for and what do we intend to achieve in the future?



August 2020

## Per App: Schüler publizieren wie die Profis

Die Online-Veröffentlichungsreihe *Junge Wissenschaft* (kurz: JuWi), die von der PTB herausgegeben wird, ist seit September auch als App im Apple Store und bei Google Play kostenlos erhältlich. Die JuWi ist eine Plattform für echte wissenschaftliche Publikationen von Forscher/innen bis 23 Jahre. Beispielsweise können erfolgreiche Teilnehmer/innen von *Jugend forscht* ihre Arbeit hier nach allen Regeln der Kunst publizieren, inklusive eines Peer-Review-Prozesses, bei dem erfahrene Wissenschaftler/innen die Arbeit kritisch prüfen.

### Using our app: Students publish like the pros

The online series “*Junge Wissenschaft*” (Young Researchers – JuWi for short) which is published by PTB is now available free of charge as an app from the Apple Store and Google Play. JuWi is a platform for real scientific publications of researchers up to age 23. For example, successful participants in the “*Jugend forscht*” (a contest for young STEM researchers) competition can publish their work there using the best tools, including a peer review process during which experienced scientists critically examine their work.



September 2020

10.9.2020

Verleihung des Helmholtz-Preises  
Awarding of the Helmholtz Prize

15.9.2020

Erste Ausgabe des Newsletters  
INTERNews  
First issue of the newsletter  
INTERNews

2.11.2020

Corona: „Flexibler Betrieb V“ tritt PTB-weit  
in Kraft  
Corona: “Flexible operational status V” comes  
into force PTB-wide



## Runder Geburtstag und Ausbau der Kita

Die Kindertagesstätte auf dem PTB-Gelände ist zehn Jahre alt geworden, und es gab gleich doppelt Grund zum Feiern: Da die Nachfrage nach Betreuungsplätzen sehr groß ist, hat das PTB-Präsidium dem Antrag der Johanniter-Unfall-Hilfe e. V. zugestimmt, die Kita von jetzt 40 auf 80 Plätze zu erweitern und den Erweiterungsbau zu finanzieren. Auf 480 Quadratmetern sollen freundliche, barrierefreie Räumlichkeiten für zusätzliche 15 Krippen- und 25 Kindergartenkinder entstehen. Durch den zusätzlichen Platz können auch Integrationsplätze angeboten werden.

## A special anniversary and the expansion of the day care facility

The day care facility on PTB's grounds turned ten this year, but there were two reasons to celebrate: Because so many families applied for day care places, PTB's Presidential Board approved a request from the Johanniter-Unfall-Hilfe e. V. to increase the number of day care children from 40 to 80 and to finance an add-on. It is planned that cozy and handicap-accessible rooms will be created for an additional 15 nursery and 25 day care children. With the additional space, it will also be possible to offer places to children with special needs.



Oktober 2020

## Prof. Dr. Joachim Ullrich wird Präsident der DPG

Der Vorstandsrat der Deutschen Physikalischen Gesellschaft (DPG) hat den jetzigen Präsidenten der PTB, Prof. Dr. Joachim Ullrich, zum künftigen DPG-Präsidenten gewählt. Dr. Ullrich wird sein Amt bei der DPG im April 2022 antreten und nahezu zeitgleich aus der PTB ausscheiden. Der designierte Präsident blickt mit Vorfreude auf seine neue Aufgabe in der DPG, deren Tradition bis in das Jahr 1845 zurückreicht. Sie ist die älteste nationale und mit mehr als 55 000 Mitgliedern auch größte physikalische Fachgesellschaft der Welt.

## Prof. Dr. Joachim Ullrich elected next President of the DPG

The Council of the German Physical Society (DPG) has elected Prof. Dr. Joachim Ullrich, who is currently the President of PTB, as the next President of the DPG. Dr. Ullrich will take up this position at the DPG in April 2022, and retire from PTB at almost the same time. The president-elect is looking forward to his new tasks at the DPG, an organization with a tradition going back to 1845. It is the oldest (and with more than 55,000 members also the world's largest) physics society.



November 2020

2.11.2020

Antrag zum „Innovationszentrum für Systemische Metrologie“ eingereicht  
Application for “Innovation Center for Systems Metrology” submitted

1.12.2020

Start des Forschungsbündnisses „Quantum Valley Lower Saxony“  
Launch of the “Quantum Valley Lower Saxony” research alliance

2.12.2020

Vollversammlung für das Mess- und Eichwesen  
General Assembly on Metrology and Verification





# Nachrichten des Jahres

News of the Year



## Planung des Innovationszentrums für Systemische Metrologie

Nach intensiver Vorbereitung und auf Empfehlung des gesamten Kuratoriums hat die PTB beim Bundesministerium für Wirtschaft und Energie die Gründung eines Innovationszentrums für Systemische Metrologie beantragt. Mit diesem wegweisenden Konzept will die PTB zukünftige metrologische Herausforderungen in weltweiter Vorreiterrolle anpacken.

Fast alle disruptiven Technologien beruhen auf Daten – und oft auf riesigen Mengen davon. Meist sind das Messdaten, erzeugt von einer Vielzahl vernetzter Sensoren, z. B. in einer „Stadt der Zukunft“.

In der personalisierten Medizin oder der Mobilität der Zukunft sind sie die Basis für Entscheidungen, die durch neuartige Algorithmen der künstlichen Intelligenz (KI) getroffen werden. Das Innovationszentrum für Systemische Metrologie (IZSM) soll die Grundlagen schaffen, solche komplexen Systeme metrologisch fundiert zu charakterisieren, die Datenqualität zu sichern sowie „goldene Standards“ für KI-Verfahren zu

erarbeiten. Diese Grundlagen werden dann in konkreten Projekten in die Anwendung gebracht, z. B. in einem Testzentrum für autonome Fahrzeuge. Im Schulterschluss mit der PTB sollen so Entwicklungszyklen für disruptive Technologien entscheidend verkürzt, die Innovationsfähigkeit Deutschlands gestärkt und das Vertrauen in innovative, vernetzte Produkte „Made in Germany“ in die Welt getragen werden.

## Planning the Innovation Center for Systems Metrology

After an intensive preparation phase and following the recommendation of the entire *Kuratorium* (Advisory Board), PTB has filed an application for the creation of an Innovation Center for Systems Metrology with the Federal Ministry for Economic Affairs and Energy. This groundbreaking concept is to help PTB tackle future metrological challenges in its role as one of the world leaders in metrology.

Nearly all disruptive technologies are based on data – and very often huge quantities of them. These are mostly measurement data generated by a large number of connected sensors (e.g. in a “city of the future”).

Whether in customized medicine or in the mobility of the future, these data are used as a basis for decisions that are taken by novel AI (artificial intelligence) algorithms. The objective of the Innovation Center for Systems Metrology (IZSM) is to pave the way for characterizing such complex systems in a metrologically sound way, to ensure the quality of the data used and to develop “gold standards” for AI procedures. This

basis will then be applied within the scope of concrete projects (e.g. in a test center for autonomous vehicles). In collaboration with PTB, the IZSM will contribute to considerably reducing the development cycles for disruptive technologies, strengthening the innovation capabilities of Germany and increasing confidence throughout the world in innovative connected products that are *made in Germany*.

## GEMIMEG-II: Verlässliche Daten „Made in Germany“

Damit das hohe Qualitätsniveau „Made in Germany“ auch in einer digitalisierten Welt gilt, hat die PTB gemeinsam mit weiteren Forschungspartnern und Unternehmen das Projekt GEMIMEG-II ins Leben gerufen, das vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) mit 12 Millionen Euro gefördert wird. Unter dem Titel „Sichere und robuste kalibrierte Messsysteme für die digitale Transformation“ wollen die 13 beteiligten Partner verlässliche Standards erarbeiten, um in den Prozessen der Qualitätsinfrastruktur eine verlässliche Kommunikation digitaler Daten, Informationen und Zertifikate sicherzustellen. Die Laufzeit des Projektes beträgt drei Jahre. Übergreifendes Ziel ist es, die digitale Transformation voranzutreiben und den Wirtschaftsstandort Deutschland zu stärken.

Innerhalb des GEMIMEG-Arbeitsprogramms spielt die Einführung des in der PTB entwickelten Digitalen Kalibrierscheins in internationale Metrologieinstitute und -gremien eine zentrale Rolle. Einen weiteren Schwerpunkt bilden die Arbeiten zur Erstellung von digitalen Zwillingen, zum Beispiel für die im Aufbau befindliche 20-MNm-Drehmomentnormalmesseinrichtung im Kompetenzzentrum für Windenergie. Unter den GEMIMEG-Projektpartnern befinden sich große Industrieunternehmen wie Bosch, Siemens, Telekom und Zeiss sowie die Fraunhofergesellschaft (Heinrich Hertz Institut Berlin), einige kleine und mittlere Unternehmen sowie zwei Universitäten.



## GEMIMEG-II: Reliable data made in Germany

PTB, together with other research partners and companies, has launched the GEMIMEG-II project in order to maintain the high quality level of the “made in Germany” label in the digitalized world, too. This project has received funding worth 12 million euros from the Federal Ministry for Economic Affairs and Energy (BMWi). Under the designation “Secure and robust calibrated measurement systems for the digital transformation”, the 13 partners participating in the project are intending to develop reliable standards to ensure the reliable communication of digital data, information and certificates in quality infrastructure processes. The term of this project is three years. The overall goal consists in advancing the digital transformation and in strengthening Germany as an industrial base.

Within the scope of the GEMIMEG working program, a major aim is to introduce the Digital Calibration Certificate (DCC), which was developed at PTB, into international metrology institutes and committees. The activities regarding digital twins – as they are used, for example, for the 20 MNm torque standard machine which is currently being set up at PTB’s Competence Center for Wind Energy – represent another key focus. Large industrial companies such as Bosch, Siemens, Telekom and Zeiss, but also the Fraunhofer-Gesellschaft (with the Heinrich Hertz Institute, Berlin), and several small and medium-sized enterprises as well as two universities are among the partners participating in the GEMIMEG project.

## Windkraft und Flugsicherheit

In Zeiten der Energiewende, in denen intensiv nach bebaubaren Flächen gesucht wird, konkurrieren Flugnavigationsanlagen und neue Windparks zunehmend um geeignete Standorte. Inwieweit sich Windenergieanlagen störend auf Einrichtungen der Flugsicherung auswirken und welcher Abstand zwischen ihnen nötig ist, kann dank einer in der PTB entwickelten Prognosemethode nun deutlich genauer ermittelt werden als zuvor. Die neue Berechnungsformel wird seit Juni 2020 in offiziellen Verfahren angewandt.

Die wissenschaftliche Aufgabe war messtechnisch komplex und das Vorgehen weltweit einmalig. Um das gesamte elektromagnetische Feld rund um Navigations- und Windanlagen zu prüfen, haben die

Wissenschaftler unter anderem Drohnen mit Präzisionsnavigation entwickelt, deren acht Rotoren einen stationären Schwebeflug ermöglichen, um Vor-Ort-Messungen in bis zu mehreren hundert Metern Höhe durchzuführen. Mit speziell dafür entwickelter Hochfrequenzmesstechnik und integrierten Antennen ließ sich so erfassen, wie sich Funksignale ausbreiten, an Windrädern reflektiert und gestreut werden und wie sich die reflektierten Signale mit den direkten Signalen der Flugsicherheitsanlagen überlagern. Forschungspartner waren die Universität Hannover, FCS Flight Calibration Services GmbH, die Jade Hochschule Wilhelmshaven, das Institut Computational Mathematics der TU Braunschweig und die steep GmbH.

Ein mit Messtechnik ausgestatteter Oktokopter erfasst Messdaten in verschiedenen Höhen und Entfernungen rund um eine Windkraftanlage.

An octocopter outfitted with measuring equipment generates measurement data at different altitudes and distances in the vicinity of a wind farm.



## Wind power and flight safety

Within the scope of the energy transition (or “Energiewende” in German), an intensive search for areas suitable for constructing new wind turbines is being undertaken; air navigation facilities (VORs) and new wind farms are competing for suitable locations. By means of a forecasting method developed at PTB, it is now possible to determine with much greater accuracy the extent to which wind energy systems interfere with air navigation facilities and the distance required between the two. The new calculation formula has been in use in official procedures since June of 2020.

Metrologically speaking, this scientific task was complex and the project was the only one of its kind in the world. To test the entire electromagnetic field around VORs and wind turbines, the scientists developed

(among other instruments) precision-navigation drones whose eight rotors allow stationary hovering flight in order to carry out on-site measurements at altitudes of up to several hundred meters. Using specially designed high-frequency measurement technology and integrated antennas, it was possible to record how the radio signals propagate, how they are reflected and scattered by wind turbines and how the reflected signals overlap with the direct signals of the air navigation facilities. Leibniz University Hannover, FCS Flight Calibration Services GmbH, Jade Hochschule Wilhelmshaven, the Institute of Computational Mathematics of TU Braunschweig and “steep GmbH”, a technical service provider, were the research partner organizations for this project.

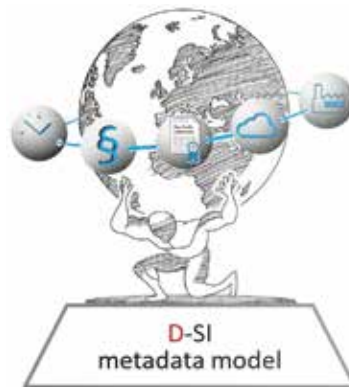
## Kommunikation und Validierung von smarten metrologischen Daten auf Basis des SI

Messdatenformate, die in neuen digitalen Umgebungen wie dem Internet der Dinge und cyber-physikalischen Systemen zum Einsatz kommen, müssen fehlerfrei und sowohl für Maschinen als auch für Menschen eindeutig sein. Digitalanwendungen wie im Gesundheitsbereich oder bei Verbrauchszählern sind schlicht undenkbar, wenn die Zuverlässigkeit der Datenformate nicht gesichert ist. Zu diesem Zweck entwickelt die PTB gemeinsam mit Partnern aus Messtechnik, Industrie und Forschung die dringend benötigten digitalen Messdatenansätze.

In einem ersten Schritt ist es nun gelungen, ein universelles Metadatenmodell (D-SI) für smarte metrologische Daten auf der Basis des Internationalen Einheitensystems (SI) abzustimmen. Das D-SI findet bereits

umfangreiche Verwendung in den europäischen Leuchtturmprojekten SmartCom und GEMIMEG-II zu maschinenlesbaren Digitalen Kalibrierscheinen. Weltweit einzigartig ist zudem die PTB-Online-Zertifizierung für D-SI-Anwendungen.

Für die Zukunft blickt die Metrologie auf die weitere internationale Abstimmung smarter metrologischer Datenformate durch die Meterkonvention – den Verbund aus 62 Mitgliedsstaaten und 40 assoziierten Staaten, der weltweite Standards wie das SI definiert. In zwei neu gegründeten Komitees der Meterkonvention zum „Digital-SI“ bringt die PTB in leitender Position die Entwicklungen aktiv voran.



## Communication and validation of SI-based smart metrological data

The formats of measurement data used in new digital environments, such as the Internet of Things and cyber-physical systems, must be flawless and free of ambiguity for both people and machines alike. Digital applications such as those used in healthcare or for domestic meters would be absolutely unimaginable if the data formats used were not reliable. To this end, PTB, together with partners from metrology, industry and research, is developing urgently needed digital approaches to deal with measurement data.

The first step of this approach has allowed an SI-based universal metadata model (D-SI) to be developed for smart metrological data based on the International System of Units (SI). D-SI is already being widely used in the European flagship projects titled SmartCom and

GEMIMEG-II on machine-readable digital calibration certificates. What is unique worldwide is PTB's online certification for D-SI applications.

The prospects in metrology are the continued international coordination of smart metrological data formats by the Metre Convention – the group of 62 member states and 40 associated states that defines worldwide standards such as the SI. Two new committees on the 'Digital SI' have been created in the Metre Convention. In its leading position, PTB is actively advancing developments in this field.



## Hochspannungsmessung für die Energiewende

PTB-Forscher haben weltweit erstmals eine transportable Prüfeinrichtung für zukünftige „Stromautobahnen“ mit sehr hohen Gleichspannungen entwickelt, um das Stromnetz der Zukunft für die Energiewende fit zu machen. Denn Strom wird zukünftig nicht mehr nur mit etablierter Wechselstromtechnik transportiert, sondern zunehmend auch mit Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung (HGÜ). Doch moderne Energienetze sind äußerst komplexe Systeme mit einer wachsenden Anzahl dezentraler und regenerativer Stromproduzenten. Das schwankende Angebot der elektrischen Energie führt zu verringerter Spannungsqualität und sorgt für mehr Instabilität im Übertragungsnetz – ein Stresstest für viele Komponenten und damit ein Risiko für die

Versorgungssicherheit. Bisher fehlen noch einheitliche Normen, nach denen Netzkomponenten auf ihre Tauglichkeit unter diesen neuen Bedingungen geprüft werden. Durch ihre Forschung schafft die PTB nun die messtechnische Grundlage für standardisierte Prüfungen von Netzkomponenten.

In einem weiteren europäischen Forschungsprojekt steht die Messung des Energieverlusts im Mittelpunkt. Diese Verluste beziffern zu können ist insbesondere im Hochspannungsbereich, wo viel Energie transportiert wird, für die Abrechnung der Kosten wichtig.

Die mobile Messeinrichtung auf dem Freifeld der PTB besteht aus einem Hochspannungserzeuger (im Vordergrund), der Gleichspannungen von bis zu 2 Millionen Volt erzeugen kann. Im Hintergrund steht der Messteiler.

The mobile measuring facility in PTB's free field consists of a high-voltage generator (in the foreground) that is modular, can easily be transported and can generate DC voltages of up to 2 million volts. The divider can be seen in the background.



## High-voltage measurement for the energy transition

Scientists from PTB have developed a facility for generating and testing very high DC voltages for future “power highways”. This facility is the first one worldwide that is modular and can easily be transported. This will contribute to making the power grid fit for the energy transition, as in the future, power will no longer be transported only by means of the well-established AC power technique, but increasingly also by means of high-voltage-DC (HVDC) transmission. Modern energy grids are, however, extremely complex systems with the growing number of decentral producers of regenerative power. Energy generation fluctuates, which leads to reduced voltage quality and to increased instability in the transmission grid. This means a strain for numerous components – and thus a risk for the reliability

of the energy transmission system. Uniform standards for testing grid components as to their suitability under these new conditions had been lacking so far. With its research, PTB has now succeeded in providing a metrological basis for the standardized testing of grid components.

Another European research project is focusing on measuring power losses. Being able to quantify these losses is extremely important to bill the costs, in particular for high voltage, where large amounts of energy are transported.

## Explosionsschutz-Symposium wird weltweites virtuelles Diskussionsforum

Die PTB in Braunschweig und die Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg waren im Juli 2020 Gastgeber des *13<sup>th</sup> International Symposium on Hazards, Prevention and Mitigation of Industrial Explosions*. Anstelle der geplanten Präsenzveranstaltung gelang es, kurzfristig ein virtuelles Diskussionsforum auf die Beine zu stellen, an dem 575 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus 38 Ländern teilnahmen. Die hohe Teilnehmerzahl hat gezeigt, wie wichtig diese Art von Konferenz ist und dass sie auch in virtueller Form bereitwillig akzeptiert wird.

Die Konferenzreihe rotiert im zweijährigen Rhythmus zwischen Asien, Nordamerika und Europa. Sie bietet eine wertvolle Gelegenheit für einen globalen

Austausch über Explosionsphänomene und industrielle Explosionsgefahren und schließt so die Lücke zwischen Wissenschaft und Industrie. Das Hauptanliegen aller Teilnehmer ist es, die physikalischen und chemischen Prozesse und deren Abhängigkeiten zu verstehen und dieses Wissen für eine sichere Implementierung industrieller Prozesse zu nutzen. Die Beiträge umfassen daher neben experimentellen Grundlagenuntersuchungen und Modellentwicklung auch Präventionsstrategien sowie Unfallanalysen. Neue Technologien schaffen im Allgemeinen neue potenzielle Gefahren. Das Symposium greift dies auf und sorgt für Antworten. Aktuelle Beispiele sind die Wasserstofftechnologie und die elektrochemischen Energieträger.

Logo des *13<sup>th</sup> International Symposium on Hazards, Prevention and Mitigation of Industrial Explosions*

Logo of the *13<sup>th</sup> International Symposium on Hazards, Prevention and Mitigation of Industrial Explosions*



## Symposium on the mitigation of industrial explosions turns into worldwide virtual discussion forum

PTB in Braunschweig and the Otto von Guericke University of Magdeburg hosted the *13<sup>th</sup> International Symposium on Hazards, Prevention and Mitigation of Industrial Explosions* in July 2020. Instead of the planned on-site meeting, the hosts managed to organize a virtual discussion forum at short notice with 575 scientists participating from 38 countries. The large number of participants showed how important this kind of conference is and that such symposia are also readily accepted as virtual events.

Every two years, the conference series rotates between Asia, North America and Europe. It offers a valuable opportunity for a global exchange on explosion phe-

nomena and industrial explosion hazards and thereby closes the gap between science and industry. The main concern of all participants is to understand the physical and chemical processes and their interdependencies and to use this knowledge for the safe implementation of industrial processes. In addition to experimental fundamental investigations and model development, the contributions therefore also comprise prevention strategies as well as accident analyses. In general, new technologies create new potential hazards. The symposium addresses these topics and provides answers. Current examples are hydrogen technology and electrochemical energy sources.

## Vernetzte optische Atomuhren suchen dunkle Materie

Das Verständnis dunkler Materie, die den Großteil aller Materie im Universum ausmacht, ist eines der wichtigsten offenen Probleme der heutigen Physik. Es wird angenommen, dass sie im Raum nicht gleichmäßig verteilt ist, sondern sich in Klumpen oder Schichten konzentriert, durch die sich die Erde hindurchbewegen kann. Forscher aus Frankreich, dem Vereinigten Königreich und der PTB haben untersucht, ob sich die Übergangsfrequenzen hochstabiler optischer Uhren ändern, wenn sie in solch eine Ansammlung dunkler Materie aus leichten Teilchen eintauchen. Eine hypothetische Kopplung von dunkler Materie und Naturkonstanten, die die Frequenz der Uhren bestimmen, könnte eine für verschiedene Uhrentypen unterschiedliche Frequenzvariation verursachen.

Da es mit nur einer einzigen Uhr unmöglich ist, eine Frequenzänderung zu messen, wurden optische Uhren an unterschiedlichen Standorten über Glasfasern verglichen und damit gleichzeitig lokale Störungen aus den Daten eliminiert.

Die Frequenzdaten der Uhren wurden zunächst auf zeitabhängige Änderungen untersucht, die sich mit den bekannten Empfindlichkeiten der Uhren in eine Variation der Feinstrukturkonstante  $\alpha$  überführen ließen. Dank der herausragenden Langzeitstabilität der optischen Uhren konnte z. B. die zeitliche Variation für Beobachtungszeiten von 1000 s auf  $|\delta\alpha/\alpha| < 5 \cdot 10^{-17}$  eingeschränkt werden.

In einem zweiten Schritt wurde dann untersucht, wie stark eine Kopplung zwischen dunkler Materie und  $\alpha$  sein könnte. Unter der Annahme, dass der Großteil der dunklen Materie in unserer Galaxie in räumlich begrenzten „Wolken“ vorliegt, konnten mögliche Kopplungen erheblich eingeschränkt werden, insbesondere für Regionen mit Ausdehnungen größer als  $10^4$  km.

## Connected optical atomic clocks searching for dark matter

Understanding dark matter, which makes up the major part of the matter in the universe, is one of the most important unsolved issues of physics today. It is assumed that dark matter is not evenly distributed in space, but that it concentrates in the form of lumps or layers through which the Earth can move. Researchers from France, the UK and from PTB have been investigating whether the transition frequencies of highly stable optical clocks change when they are immersed in such a cluster of dark matter consisting of light particles. A hypothetical coupling between dark matter and the fundamental constants that determine the clocks' frequency could cause different frequency variations in different types of clocks.

Since it is impossible to measure a frequency change with only a single clock, optical clocks located in different places have been compared with each other via an optical fiber link. This simultaneously allowed the elimination of local disturbances from the data.

The frequency data of the clocks were first examined as to time-dependent changes which were then converted into a variation of the fine-structure constant  $\alpha$  by means of the known sensitivities of the clocks.

Thanks to the excellent long-term stability of the optical clocks used, it was possible, for example, to restrict the time-dependent variation to  $|\delta\alpha/\alpha| < 5 \times 10^{-17}$  for observation times of 1000 s.

The second step consisted in examining how strong the coupling between dark matter and  $\alpha$  could be. Assuming that most of the dark matter in our galaxy is present in the form of spatially limited “clouds”, potential coupling processes could be considerably constrained, in particular for regions larger than  $10^4$  km.



## Einzelne Photonen als Lichtquelle für die Radiometrie

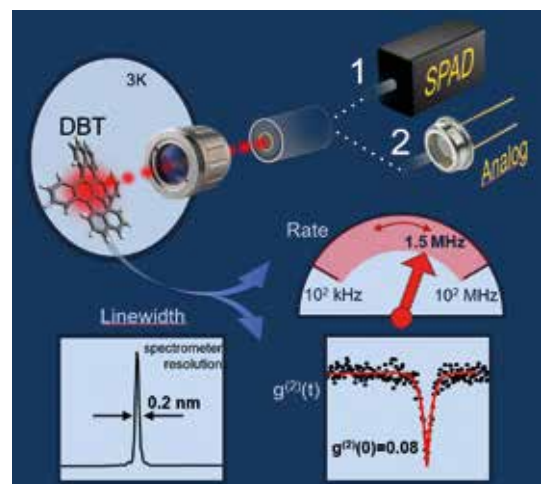
Die PTB arbeitet intensiv an der Entwicklung und messtechnischen Charakterisierung von Einzelphotonenquellen für die Quantenradiometrie. Dies geschieht in Zusammenarbeit mit Forschungspartnern in europäischen Metrologie-Forschungsprogrammen (z. B. EMPIR). Eine im Rahmen des derzeit laufenden EMPIR-Projekts „Single Photon Sources as New Quantum Standards“ (SIQUEST) neu entwickelte Einzelphotonenquelle auf der Basis des organischen Farbstoffmoleküls Dibenzoterrylene stellt einen bedeutsamen Schritt in Richtung der Etablierung einer Normal-Einzelphotonenquelle dar.

Einzelphotonenquellen sind sogenannte nicht-klassische Lichtquellen. Anders als Laser oder Glühlampen senden sie das Licht nur als einzelne Quanten (Photonen) aus. Besonders für den Bereich der Quanten-

radiometrie sind Einzelphotonenquellen interessant, da hier sehr niedrige optische Leistungen im Bereich von Femtowatt (ca. ein Milliardstel der Leistung eines Laserpointers) mit geringer Messunsicherheit gemessen werden müssen. Die einzelnen Photonen werden erzeugt, indem ein einzelnes Atom, Molekül oder Ion angeregt wird, das genau ein Photon pro Anregung aussenden kann. Eine solche Einzelphotonenquelle bietet prinzipiell die Möglichkeit, ein neues Primärnormal für die optische Leistung zu realisieren, das den Schwarzkörperstrahler und die Synchrotronstrahlungsquelle ergänzt.

Schematische Darstellung der Molekül-basierten Einzelphotonenquelle für Anwendungen in der Quantenradiometrie, z. B. für die Kalibrierung eines Einzelphotonendetektors (1, SPAD) über einen Referenzdetektor (2, analog). Der Wert von  $g^{(2)}(0) = 0,08$  bedeutet eine sehr niedrige Wahrscheinlichkeit, dass zwei Photonen gleichzeitig emittiert werden. Die Quelle ist mit einer Linienbreite der Emission von 0,2 nm sehr schmalbandig und emittiert bis zu 1,5 Millionen Photonen pro Sekunde. DBT: Dibenzoterrylene.

Schematic representation of the molecule-based single-photon source for applications in quantum radiometry, for example to calibrate a single-photon detector (1, SPAD) via a reference detector (2, analog). The value of  $g^{(2)}(0) = 0.08$  means there is a very small probability that two photons may be emitted at the same time. With an emission linewidth of 0.2 nm, the bandwidth of the source is very narrow and emits up to 1.5 million photons per second. DBT: dibenzoterrylene.



## Single photons as light source for radiometry

PTB has been working intensively on developing and metrologically characterizing single-photon sources for quantum radiometry. This has been done in collaboration with research partners in European metrology research programs (e.g. EMPIR). Within the scope of the ongoing EMPIR project titled “Single Photon Sources as New Quantum Standards” (SIQUEST), a newly developed single-photon source based on the organic dye molecule dibenzoterrylene represents an important step towards establishing a standard single-photon source.

Single-photon sources are so-called nonclassical light sources. In contrast to lasers or incandescent lamps, these sources emit light only as single quanta (photons).

Single-photon sources are interesting in particular for the field of quantum radiometry, where very low optical powers in the femtowatt range (approx. a billionth of the power of a laser pointer) have to be measured with very small uncertainty. The single photons are generated by exciting one single atom, molecule or ion which can emit exactly one photon per excitation process. In principle, such a single-photon source offers the possibility of realizing a new primary standard for optical power as a complement to the blackbody radiator and the synchrotron radiation source.

## Helmholtz-Preis für hochpräzise Messungen zur Relativitätstheorie und zu Nanomaterialien

Grundlagenphysik rund um Einsteins Spezielle Relativitätstheorie auf der einen Seite und Grundlagen für metrologische Anwendungen im Bereich von Nanometern auf der anderen Seite – so weit spannt sich der Bogen beim diesjährigen Helmholtz-Preis. Den Preis vergibt der Helmholtz-Fonds alle zwei Jahre für hervorragende wissenschaftliche und technische Forschung für Präzisionsmessungen in Physik, Chemie und Medizin. In der Kategorie „Grundlagen“ erhalten ihn drei Wissenschaftler für ihre Arbeit an der PTB. Christian Sanner, Nils Huntemann und Richard Lange ist es mit einem Langzeitvergleich zweier hochpräziser Uhren der PTB gelungen, einen deutlich verbesserten Test einer fundamentalen Symmetrie des Raumes für

Elektronen durchzuführen. In der Kategorie „Anwendungen“ geht der Helmholtz-Preis an ein neunköpfiges Team aus Forschern der Humboldt-Universität zu Berlin und der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg um die Physikerin Saskia F. Fischer und den Mikrosystemtechniker Peter Woias. Die Gruppe hat ebenfalls grundlegend Neues geschaffen: nämlich die wissenschaftlich-technischen Voraussetzungen für standardisierte Messungen an einzelnen Nanostrukturen. In der Wissenschaft vom exakten Messen, der Metrologie, gilt der Helmholtz-Preis als eine der international bedeutendsten Auszeichnungen und ist in beiden Kategorien mit jeweils 20 000 Euro dotiert.

Die Preisträger: Richard Lange, Nils Huntemann und Christian Sanner (von links nach rechts)

The prizewinners: Richard Lange, Nils Huntemann and Christian Sanner (from left to right)



## Helmholtz Prize for high-precision measurements of the theory of relativity and nanomaterials

From fundamental physics related to Einstein's special theory of relativity to fundamentals of metrological applications in the nanometer range – the bandwidth of this year's Helmholtz Prize is considerable. The Helmholtz Prize, which recognizes outstanding scientific and technological research for precision measurement in physics, chemistry and medicine, is awarded every second year. Three scientists have been awarded the prize in the category of "fundamental research" for their work at PTB. By means of a long-term comparison between two highly accurate PTB clocks, Christian Sanner, Nils Huntemann and Richard Lange have succeeded in considerably improving the procedure to test the fundamental symmetry of space for electrons. The Helmholtz Prize in the category of "applied

metrology" has been awarded to a team consisting of nine researchers from the Humboldt-Universität zu Berlin and from the University of Freiburg (Albert-Ludwigs-Universität Freiburg) working with Saskia F. Fischer, a physicist, and Peter Woias, a microsystems expert. This group has also broken new ground by laying down the scientific and technical prerequisites to standardize the measurement of individual nanostructures. In metrology, the science of precise measurement, the Helmholtz Prize, is considered one of the world's most prominent distinctions and includes 20 000 euros in prize money for each of the two categories.

## Entwicklung eines teilautomatisierten Beatmungsbeutels

In einem abteilungsübergreifenden Projekt wurde unter Federführung der Abteilung 5 ein „Teilautomatisierter Beatmungsbeutel“ (TaBea) als Behelfsbeatmungsgerät für den Katastrophenschutz entwickelt. Anlass war die Situation zu Beginn der COVID-19-Pandemie im März 2020. In einigen Staaten zeigte sich, dass die Gesundheitssysteme überfordert waren und insbesondere der rasch steigende Bedarf an medizinischer Schutzausrüstung sowie Beatmungsgeräten nicht gedeckt werden konnte.

In dieser Situation entstand in der PTB das abteilungsübergreifende Projekt mit dem Ziel, kurzfristig ein möglichst einfaches und robustes Behelfsbeatmungsgerät auf Basis eines Standard-Beatmungsbeutels zu

entwickeln, das selbst bei eingeschränkten Lieferketten regional in größeren Stückzahlen hergestellt werden kann. Innerhalb kurzer Zeit entstand im Fachbereich *Wissenschaftlicher Gerätebau* ein erster funktionsfähiger Prototyp, der in den folgenden Wochen unter Berücksichtigung externer Rückmeldungen und Zuarbeit weiterentwickelt wurde. Aus zahlreichen Fachbereichen der PTB kam ebenso Unterstützung wie von der Werkfeuerwehr und dem Malteser Hilfsdienst. Medizinisch beraten wurde das Projekt von mehreren Ärzten, insbesondere einem klinisch tätigen, erfahrenen Notfallmediziner, der im Rahmen mehrerer internationaler Katastropheneinsätze für „Ärzte ohne Grenzen“ praktische Erfahrungen erworben hat.

Prototyp des teilautomatisierten Beatmungsbeutels „TaBea“  
Prototype of the TaBea semi-automated ventilation bag valve mask



## Semi-automated ventilation bag valve mask developed

Within the scope of a project involving several divisions of PTB, a semi-automated bag valve mask (TaBea – short for German *Teilautomatisierter Beatmungsbeutel*) was developed under the auspices of Division 5 as an auxiliary ventilation device for disaster management. This development was initially prompted by the emergency situation at the beginning of the COVID-19 pandemic in March 2020. The healthcare systems of some countries were unable to cope with the situation; specifically, it was not possible to meet the rapidly increasing need for medical protective gear and ventilation equipment.

Against this background, PTB launched this project, which involved several of its divisions. The aim was to develop as simple and robust a ventilation device as possible at short notice. This device was based on

a standard bag valve mask, as such devices can be produced regionally in large numbers even if supply chains are restricted. PTB's *Scientific Instrumentation* Department was able to produce the first functional prototype within a short time. In the following weeks, this prototype was then enhanced by taking external feedback and contributions into account. Support came from numerous departments of PTB and from PTB's in-house fire brigade as well as from Malteser Hilfsdienst, a German non-governmental relief organization. Several physicians advised the project team, including an emergency medical physician with experience in hospital settings and within the scope of several international disaster relief operations (Doctors Without Borders).

## Elektrische und mechanische Messungen an Nanomaterialien

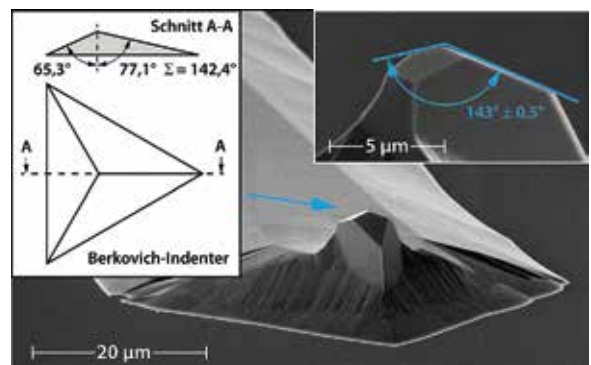
Präzise Messungen an Nanostrukturen sind nicht nur Grundlage für ein besseres Verständnis kleinster Strukturen, sondern sind auch Voraussetzung für eine bessere Standardisierung und letztlich für die Überführung nanoskaliger Materialien und Methoden aus den Forschungslaboratorien in eine industrielle Nutzung. Der neuartige Picoindenter aus der PTB, der die Spitze eines Rasterkraftmikroskops (AFM) als Eindringkörper verwendet, um Nanomaterialien dimensionell und mechanisch zu charakterisieren, wurde jetzt entscheidend erweitert: Im „Laboratory for Emerging Nanometrology“ (LENA) wurden mithilfe eines fokussierten Ionenstrahls weltweit erstmals pyramidenförmige Berkovich-Spitzen auf AFM-Cantilevern hergestellt, die auch im Picoindenter zum Einsatz kommen können. Im Vergleich zu den

herkömmlichen, konisch geformten AFM-Spitzen sind solche Eindringkörper mechanisch stabiler und ermöglichen langfristig schnelle dynamische Messungen sowie aufgrund ihrer hohen Leitfähigkeit auch elektrische Messungen. Sie eignen sich auch für die Charakterisierung innovativer Nanomaterialien mit großen Aspektverhältnissen – etwa Säulen mit Durchmessern im Nanometerbereich.

Das nächste Ziel ist die Herstellung genormter Eindringkörper auf AFM-Spitzen aus hochdotiertem Diamant und Wolframcarbid, um künftig auch harte innovative Materialien wie GaN und ZnO mechanisch charakterisieren zu können.

Berkovich-Spitze auf einem Silizium-AFM-Cantilever (großes Bild) zusammen mit den Idealabmessungen einer Berkovich-Spitze (oben links) und einer Seitenansicht der gefertigten Spitze (oben rechts)

Berkovich tip on a silicon AFM cantilever (large image), together with the ideal dimensions of a Berkovich tip (top left) and a lateral view of the manufactured tip (top right)



## Electrical and mechanical measurements on nanomaterials

Precise measurements on nanostructures are not only the basis for a better understanding of smallest structures, but they are also a prerequisite for a better standardization and – ultimately – for the transfer of nano-scale materials and methods from research laboratories to an industrial utilization. The novel picoindenter ‘made at PTB’ uses the tip of an atomic force microscope (AFM) as an indenter to characterize nanomaterials dimensionally and mechanically. In the Laboratory for Emerging Nanometrology (LENA), a focused ion beam (FIB) was used to produce the – for the first time worldwide – pyramidal Berkovich tips on AFM cantilevers which can also be used in the picoindenter. Compared to conventional, conical AFM tips, such indenters are mechanically more stable and allow fast dynamic measurements in the long run as well as elec-

trical measurements, due to their high conductivity. They are also suited to characterize innovative nanomaterials with high aspect ratios, such as columns with diameters in the nanometer range.

The next objective is to manufacture indenters on AFM tips of highly doped diamond and tungsten carbide to be able to characterize also hard, innovative materials (such as GaN and ZnO) mechanically in the future.

## Qualitätssicherung in der Strahlentherapie mit geladenen Partikeln

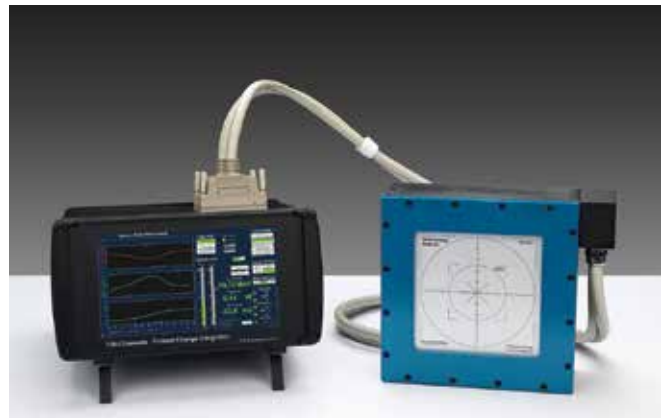
Zur Qualitätssicherung in der Strahlentherapie mit hochenergetischen Elektronen, Protonen oder Kohlenstoff-Ionen muss die Strahlungsenergie regelmäßig überprüft werden. Mangels geeigneter Messtechnik findet bislang in der klinischen Routine lediglich eine Konstanzprüfung statt. Sie ist zudem zeitaufwendig und erfordert teures Equipment.

Um diese Messungen zu vereinfachen, entwickelte ein Mitarbeiter der PTB ein tragbares Gerät auf Basis eines Multi-Leaf-Faraday-Cups (MLFC). Es handelt sich um die Weiterentwicklung eines zuvor für den Forschungselektronenbeschleuniger der PTB gebauten Gerätes, das für die in der Strahlentherapie relevanten Elektronenenergien zwischen 3 MeV und 25 MeV optimiert wurde.

Der MLFC besteht aus 128 in Strahlrichtung hintereinander angeordneten Elektroden-Paaren. Die auf den Elektroden vom Strahl erzeugte energiespezifische Ladungsverteilung wird von einer eigens entwickelten Elektronik ausgelesen und in Echtzeit bewertet.

In Zusammenarbeit mit dem Ionenstrahl-Therapiezentrum MedAustron (Wiener Neustadt) wurde der neue tragbare MLFC auch in klinischen Ionenstrahlungsfeldern erfolgreich erprobt. Die im Vergleich zu den Elektronen höhere Energie und Reichweite der Ionenstrahlung kann durch Reichweitenmodulatoren berücksichtigt werden.

Der MLFC-Detektor (blau) mit dem dazugehörigen Auslesegerät  
The MLFC detector (blue) with the associated readout device



## Quality assurance in radiation therapy with charged particles

For quality assurance in radiation therapy with high-energy electrons, protons or carbon ions, the beam energy has to be checked on a regular basis. Due to the lack of a suitable measuring technique, a mere constancy test has been carried out in routine clinical work to date. This test is time-consuming and requires expensive equipment.

To make these measurements easier, a PTB employee developed a portable instrument on the basis of a Multi-Leaf Faraday Cup (MLFC). This is a further development of an instrument which had been manufactured earlier for PTB's research electron accelerator and was optimized for the electron energies between 3 MeV and 25 MeV, which are relevant in radiotherapy.

The MLFC consists of 128 consecutively arranged electrode pairs. The energy-specific charge distribution, which is generated on the electrodes by the beam, is read out by specially developed electronics and assessed in real time.

In cooperation with MedAustron, the center for ion therapy and research in Wiener Neustadt, the new portable MLFC was also successfully tested in clinical ion-beam radiation fields. The higher energy and larger range of the ion-beam radiation – in comparison with the electrons – can be taken into account by means of range modulators.



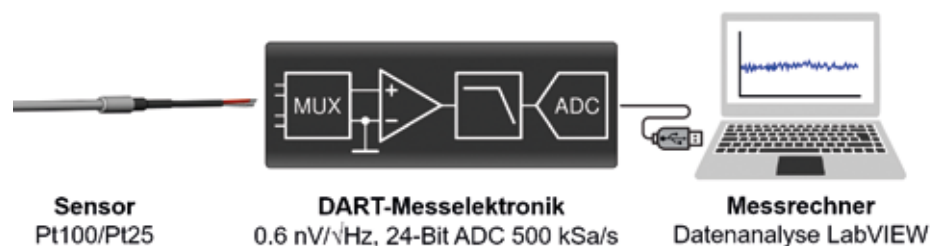
## Neues Konzept für die Widerstandsthermometrie

In der PTB wurde ein neues Konzept zur Temperaturmessung mittels elektrischer Widerstände entwickelt. Es kombiniert die Vorteile der etablierten Widerstandsthermometrie mit der Rauschthermometrie als einer primären Methode zur Messung der thermodynamischen Temperatur. Das Dual-mode Auto-calibrating Resistance Thermometer (DART) wurde als ein praktisches selbst-referenzierendes Widerstandsthermometer für Industrie und Metrologie zunächst für den industriell relevanten Temperaturbereich von 77 K bis 1000 K konzipiert und kürzlich zum Patent angemeldet. Das Konzept ermöglicht die Konstruktion eines handlichen Geräts mit USB-Speisung und erdfreier Messelektronik, das zukünftig auch kommerzialisiert werden soll.

Widerstandsthermometer sind über große Temperaturbereiche einsetzbar und in Industrie und Wissenschaft weit verbreitet. Für rückgeführte Messungen müssen sie jedoch regelmäßig kalibriert werden. Im Gegensatz dazu ist die Rauschthermometrie eine primäre Methode zur Messung der thermodynamischen Temperatur. Rauschthermometrie erfordert jedoch besonders rauscharme Messverstärker sowie aufwendige Maßnahmen zur Unterdrückung des Verstärker-rauschens. Das DART kombiniert die Vorteile von Rausch- und Widerstandsthermometrie. Seine Messelektronik ist hochstabil, sodass ihre Kalibrierung gegen elektrische Quantennormale nur selten notwendig ist.

Schematische Darstellung des DART mit Sensor, Messelektronik und Messrechner. Die vier Anschlüsse des Sensors werden über spezielle Schalter abwechselnd mit dem Eingang des Verstärkers verbunden. Das verstärkte Messsignal wird gefiltert, mittels Analog/Digital-Wandler digitalisiert und per USB an den Messrechner übertragen.

Schematic presentation of the DART including the sensor, measuring electronics and measuring computer. The four terminals of the sensor are alternately connected to the input of the amplifier via special switches. The amplified measurement signal is filtered, digitized with the aid of an analog-digital converter and transferred to the measuring computer via USB.



## New concept for resistance thermometry

PTB has developed a new concept for measuring temperature with the aid of electrical resistances. This method combines the advantages of the well-established resistance thermometry with noise thermometry as a primary method for measuring the thermodynamic temperature. The dual-mode auto-calibrating resistance thermometer (DART) was designed as a practical auto-referencing resistance thermometer for industry and metrology – initially for the industrially relevant temperature range of 77 K to 1000 K, and a patent has recently been filed. The concept allows the construction of a handy instrument with a USB power supply and an unearthen electronic measuring system, which is intended to be commercialized in the future.

Resistance thermometers can be used over large temperature ranges and are widespread in industry and science. For traceable measurements, however, they have to be regularly calibrated. In contrast to this, noise thermometry is a primary method for measuring thermodynamic temperature. However, noise thermometry requires particularly low-noise measuring amplifiers as well as sophisticated measures to suppress amplifier noise. The DART combines the advantages of noise thermometry with the advantages of resistance thermometry. Its electronic measuring system is highly stable so that its calibration against electrical quantum standards will be required only on rare occasions.

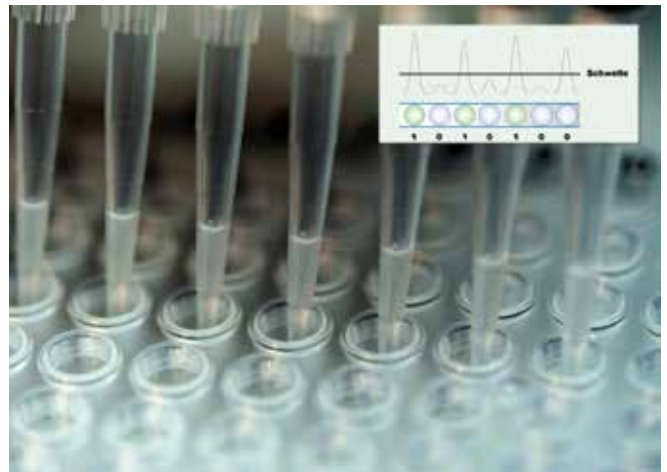
## Mögliches Referenzmessverfahren für die Analyse auf SARS-CoV-2

Wissenschaftler der PTB, Institut Berlin, haben die innovative Methode der digitalen Tröpfchen-PCR für den Nachweis von SARS-CoV-2 angepasst und nun in einer internationalen Vergleichsmessung zur Qualitätssicherung erfolgreich eingesetzt. An dem Vergleich waren 470 medizinische Laboratorien aus 36 Ländern beteiligt. In Zukunft könnte die Methode aus der PTB folglich als Referenzmessverfahren für den Virus-Genomnachweis zur Qualitätssicherung von PCR-Analysemethoden in medizinischen Laboratorien eingesetzt werden. Bei der Methode werden die Tröpfchen, die die typische RNA-Sequenz des Virus enthalten, direkt gezählt. Sie kommt somit ohne Referenzlösung zur Messung der RNA-Konzentration aus und ist sehr genau.

Multipipette beim Befüllen einer Multiwell-Platte. Kleine Grafik: Schema der Digitalisierung von Nukleinsäurefragmenten bei der digitalen Tröpfchen-Polymerase-Kettenreaktion (ddPCR). Befindet sich in den Tröpfchen die gesuchte RNA-Sequenz, wird sie darin vervielfältigt und über ein simultan mit der Vervielfältigung erhöhtes Fluoreszenzsignal detektiert. Nur Tröpfchen mit erhöhtem Fluoreszenzsignal (hier grün dargestellt) werden gezählt.

Multichannel pipette filling a multiwell plate. (Inset) Diagram showing how nucleic acid is digitized for a droplet digital polymerase chain reaction (ddPCR). If the RNA sequence of interest is present in the droplets, it is amplified in those droplets and detected by means of an enhanced fluorescence signal running at the same time as the amplification process. Only droplets exhibiting an enhanced fluorescence signal (here: green) are counted.

Forscher der PTB hatten mit der tröpfchenbasierten digitalen PCR bereits Erfahrungen beim Nachweis anderer Viren, wie etwa von HIV, gesammelt. Die Methode ist für den alltäglichen Einsatz in Analyselaboren zwar relativ aufwendig, könnte aber aufgrund der hohen Genauigkeit einen wichtigen Beitrag zur Überwachung der Zuverlässigkeit, Vergleichbarkeit und Reproduzierbarkeit der Routinetestmethoden liefern. Bis sie offiziell als Referenzmethode anerkannt wird, könnten jedoch noch ein bis zwei Jahre vergehen.



## Potential reference measurement procedure for SARS-CoV-2 testing

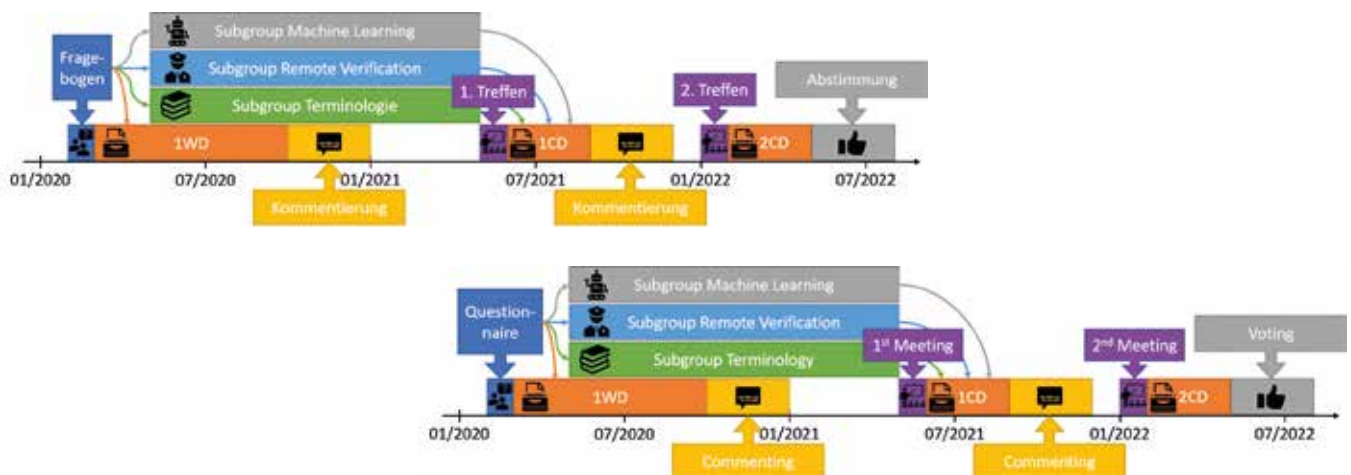
Scientists of the Berlin Institute of PTB have adapted the innovative method of droplet digital PCR to detect SARS-CoV-2 and have applied it successfully within the scope of an international comparison measurement in an external quality assurance scheme. 470 medical laboratories from 36 countries took part in this comparison. In the future, the method from PTB could therefore be used as a reference measurement procedure in medical laboratories to detect and quantify the genome of the virus to assess the quality of PCR analytical methods. This measuring procedure is based on directly counting the droplets containing the typical RNA sequence of the virus. Thus, it does not require a reference material for calibration to measure the RNA concentration and is very accurate.

Researchers from PTB have already gathered experience with droplet digital PCR (ddPCR) for detecting other viruses such as HIV. This method may be quite demanding for everyday use in analytical laboratories, but due to its high accuracy, it could greatly contribute to monitoring the reliability, comparability and reproducibility of routine test methods. One to two years might, however, pass until ddPCR is recognized as a reference method.

## Einheitliche Anforderungen an softwaregesteuerte Messgeräte

Innerhalb der Internationalen Organisation für das gesetzliche Messwesen (OIML) nimmt das Dokument D31 die Rolle eines Softwareleitfadens ein, der von OIML-Projektgruppen genutzt wird, um weltweit einheitliche Anforderungsdokumente für softwaregesteuerte Messgeräte zu erarbeiten. Nach der Verabschiedung der derzeit gültigen Version des Dokuments im Oktober 2019 wurde eine sofortige erneute Revision zur Aufnahme neuer Technologien beschlossen. Die PTB leitet sowohl das SC2 als auch das Revisionsprojekt p4. Im Januar 2020 wurde zunächst ein Fragebogen veröffentlicht, um das breite Spektrum an vorgeschlagenen Themen priorisieren zu können. Basierend auf Rückmeldungen aus 19 OIML-Mitgliedsstaaten wurden Schwerpunkte der Revision festgelegt und

drei Untergruppen zu den Themen „Machine Learning“, „Remote Verification“ und „Terminologie“ eingerichtet, die ihre Arbeit im Mai 2020 aufgenommen und inzwischen erste Vorschläge erarbeitet haben. Die Terminologiegruppe beschäftigt sich dabei insbesondere mit der Vereinheitlichung messdatenspezifischer Begriffe auf Basis der internationalen Vokabulare VIM und VIML. Parallel laufen in der PTB Arbeiten an einem ersten Entwurf, der zusätzlich die Themen „Cloud Computing“ und „Smartphones als Anzeigetechnologie“ adressieren wird und Ende November veröffentlicht werden wird. Das Ziel ist die Revision des D31 bis Ende 2022.



## Uniform requirements for software-controlled measuring instruments

Within the International Organization of Legal Metrology (OIML), Document D31 plays the role of a software guide. This guide is used by OIML project groups to elaborate requirement documents that are uniform throughout the world and apply to software-controlled measuring instruments. After the currently valid version of the document had been adopted in October 2019, it was decided to revise this version immediately so that new technologies would also be included. PTB heads both the SC2 as well as the p4 revision project. As the first step in this process, a questionnaire was published in January 2020 to find out which of the broad range of suggested topics should take priority. Based on feedback from 19 OIML member states, the main focusses for the revision were determined, and three sub-groups were set up on the topics of “Machine Learning”, “Remote Verification” and “Terminology”.

These sub-groups took up their work in May 2020; since then, they have elaborated the first proposals. The Terminology sub-group deals, in particular, with the harmonization of measurement-data-specific terms on the basis of the international VIM and VIML vocabularies. At the same time, PTB has been working on a first draft of D31 which was published at the end of November 2020 and additionally addresses the topics of “cloud computing” and “smartphones used as indicating devices”. The aim is to have D31 revised by the end of 2022.



## Maschinelles Lernen: Großer EKG-Datensatz veröffentlicht

Künstliche Intelligenz ist in der Medizin ein großer Trend. Gerade in Bereichen wie bei der EKG-Auswertung, bei denen sehr viel Erfahrung gefordert ist, kann Maschinelles Lernen potenziell seine großen Vorteile ausspielen. Die Algorithmen erkennen Muster in großen Datenmengen und können den Arzt oder die Ärztin bei der zeitaufwendigen Überprüfung der vielen EKG-Signale unterstützen. Dazu muss das System an möglichst vielen realen Daten trainiert werden. Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler des Fraunhofer Heinrich-Hertz-Instituts (HHI) und der PTB haben die Beschreibung eines Datensatzes von 21 837 10s-EKG-Signalen von 18 885 Patienten veröffentlicht. Er ist damit der größte frei zugängliche Datensatz seiner Art. Er liefert maschinenlesbare Befunde und über 70 verschiedene EKG-Annotationen von Kardiolog/innen.

Der Datensatz ist öffentlich verfügbar, wurde mit besonderem Hinblick auf die Verwendung zur Entwicklung von maschinellen Lernverfahren aufbereitet und zu deren besseren Vergleichbarkeit in Trainings- und Testabschnitte organisiert.

Die publizierten Ergebnisse sollen als Anregung für weitere Wissenschaftler/innen dienen, die mit der Datenbank weiterarbeiten wollen. Denn bevor die Deep-Learning-Algorithmen breite Anwendung in der klinische Praxis Anwendung finden können, werden noch einige Untersuchungen folgen müssen.



Je größer die Erfahrung des Auswertenden, desto besser die Interpretation von EKG-Daten. Das gilt für erfahrene Kardiologen ebenso wie für Methoden der Künstlichen Intelligenz, für die die PTB jetzt in Zusammenarbeit mit dem HHI eine große öffentliche Datenbank zur Verfügung stellt.

The larger the experience of the assessor, the better the interpretation of ECG data. This applies to experienced cardiologists as well as to methods of artificial intelligence for which PTB is now making available a large public dataset in cooperation with the Fraunhofer HHI.

## Machine Learning: Large ECG dataset has been published

Artificial intelligence is a big trend in medicine. In particular in fields such as ECG assessment where much practice and experience are necessary, machine learning may show great advantages. The algorithms are capable of recognizing patterns in the midst of large amounts of data and can support physicians in the time-consuming procedure of checking the numerous ECG signals. For this purpose, the system has to be trained at as many real data as possible. Scientists of the Fraunhofer Institute for Telecommunications, Heinrich Hertz Institute, HHI and PTB have published the description of a dataset of 21,837 10s-ECG signals of 18,885 patients. It is thus the largest freely accessible dataset of its kind. It provides machine-

readable diagnostic findings and over 70 different ECG annotations of up to two cardiologists. The dataset is available to the public and was primarily prepared for the development of machine learning procedures and structured into training and test sections for comparability.

The published results are to be used as an incentive for other scientists who are willing to carry on working with the database. Before deep learning algorithms can be widely applied for clinical practice, several investigations will still have to be made.

## Entwicklungszusammenarbeit: „Taskforce Corona“ ins Leben gerufen

Für die *Internationale Zusammenarbeit* der PTB war das Jahr 2020 ein ganz besonderes. Die ganze Welt musste und muss mit der COVID-19-Pandemie umgehen, von der die Partnerländer der PTB besonders betroffen sind. Gerade jetzt ist eine funktionierende Qualitätsinfrastruktur essenziell, um dort den wirtschaftlichen und sozialen Folgen zu begegnen. Gleiches gilt für Maßnahmen im Gesundheitswesen. Hier geht es beispielsweise um die Zertifizierung medizinischer Schutzkleidung, die Kalibrierung von Infrarotthermometern oder die Prüfung von Beatmungsgeräten, die zur Eindämmung der Pandemie beitragen.

Damit die *Internationale Zusammenarbeit* ihrer Aufgabe, zur Erreichung der Ziele der deutschen Entwick-

lungszusammenarbeit auch in Zeiten der Pandemie beizutragen, gerecht wird, wurde eine interdisziplinäre Taskforce ins Leben gerufen. Hier entwickeln Mitarbeiter/innen Konzepte, die durch die Stärkung der nationalen Qualitätsinfrastruktur zur Abmilderung der Folgen der Pandemie in den Partnerländern beitragen. Expert/innen arbeiten an der Verbesserung von Verfahren, um virtuelle Arbeitsprozesse zu optimieren, damit die Aktivitäten der PTB auch aus der Distanz umgesetzt werden können. Ein Ergebnis der Arbeit der Taskforce ist die Seite [www.covid19.ptb.de](http://www.covid19.ptb.de), mit der die PTB ihre Partnerländer und die interessierte Öffentlichkeit über alle Aktivitäten informiert. Sie wird fortwährend ergänzt.



Die Corona-Webseite der *Internationalen Zusammenarbeit* der PTB bietet eine Vielzahl von Informationen, wie eine funktionierende Qualitätsinfrastruktur zur Gesundheitsversorgung beitragen kann.  
(Foto: iStock, Jenko Sternberg)

The COVID-19 website of PTB's *International Cooperation* Department contains substantial information on how a functioning quality infrastructure can contribute to the healthcare system.  
(Photo: iStock, Jenko Sternberg)

## Development Cooperation: “Corona Task Force” has been launched

For PTB's *International Cooperation* Department, 2020 has proved to be a very special year. The whole world had to (and still has to) deal with the COVID-19 pandemic which has particularly affected PTB's partner countries. Right now, it is of particular importance for PTB to help maintain functioning quality infrastructures to counter the economic and social consequences in those countries. The same is true of carrying out measures related to healthcare. Examples of such measures include the certification of medical protective clothing, the calibration of infrared thermometers and the testing of respiratory equipment that contribute to stemming the pandemic.

To allow the *International Cooperation* Department to fulfill its task of achieving the goals of German

Development Cooperation even during the pandemic, an interdisciplinary Task Force has been founded. Here, staff members are developing concepts that will contribute to lessening the impact of the pandemic in the partner countries by strengthening their national quality infrastructure. Experts are currently working on procedures to optimize virtual work processes in order to be able to realize PTB's activities even from a distance. A result of the Corona Task Force's work is the [www.covid19.ptb.de](http://www.covid19.ptb.de) website used by PTB to inform its partner countries and the general public of all activities. The website will continuously be updated.

## Sichere Synchronisation der „Computer-Zeit“

Die Synchronisation der Uhren von vernetzten Computern und digitalen Geräten ist grundlegende Voraussetzung für viele verteilte Anwendungen, die exakte Zeitstempel benötigen. Dazu gehören beispielsweise Datenbanken, die auf mehrere Server verteilt sind, verteilte Sensordaten in der Industrie 4.0, aber auch autonomes Fahren oder der Hochfrequenzhandel, für die es regulatorische Anforderungen an die Abweichungen der Zeitstempel von der gesetzlichen Zeit gibt. Für die Synchronisation wird besonders häufig das „Network Time Protocol“ (NTP) verwendet, das auch die PTB zur Weitergabe „ihrer“ Zeit UTC(PTB) verwendet.

Doch trotz seines hohen Verbreitungsgrades bot NTP einem Client bis dato kein State-of-the-art-Verfahren, mit dem er die Identität des Zeitservers und die Integri-

tät und Authentizität der ausgetauschten Zeitinformation sicherstellen könnte. Jetzt hat das Standardisierungsgremium IETF unter Beteiligung der PTB ein Verfahren entwickelt, mit dem genau das sichergestellt werden kann.

Der neue Standard RFC 8915 mit dem Namen „Network Time Security“ (NTS) ist bereits in verschiedene NTP-Anwendungen implementiert worden. Die PTB stellt einen NTS-fähigen NTP-Dienst öffentlich unter den Adressen [ptbnts1.ptb.de](https://ptbnts1.ptb.de) sowie [ptbnts2.ptb.de](https://ptbnts2.ptb.de) zur Verfügung.



Ungesichertes NTP war gestern. Der neue Standard mit dem Namen „Network Time Security“ (NTS) hat unter anderem folgende Ziele: Authentifizierbarkeit des Zeitservers, Verifizierbarkeit der Integrität und Authentizität von NTP-Paketen, Skalierbarkeit sowie kein negativer Einfluss auf die Genauigkeit der Uhrensynchronisation.

Unsecured NTP is history. A new standard, called “Network Time Security” (NTS), has the following objectives: clear authentication of the time server, verifiability of the integrity and authenticity of NTP packages, scalability, and no negative influence on the accuracy of clock synchronization.

## Secure synchronization of “computer time”

The synchronization of clocks in networked computers and digital devices is a fundamental precondition for many distributed applications that require accurate time stamps. Examples of such applications include databases that are distributed across several servers, distributed sensor data in Industry 4.0, autonomous driving and high-frequency trade – the latter two being applications for which regulatory requirements exist for the deviations of the time stamps from legal time. A common method of obtaining the required synchronization is the Network Time Protocol (NTP), which PTB also uses to disseminate “its” UTC(PTB) time.

But although NTP is extremely widespread, it has, so far, not offered its clients any state-of-the-art procedure

to verify the time server’s identity and the integrity and authenticity of the exchanged synchronization data. With PTB’s participation, the standardization committee IETF has now developed a procedure which enables this exact verification.

The new standard RFC 8915, named Network Time Security (NTS), has already been implemented in different NTP applications. PTB provides a publicly accessible and NTS-capable NTP service at these addresses: [ptbnts1.ptb.de](https://ptbnts1.ptb.de) as well as [ptbnts2.ptb.de](https://ptbnts2.ptb.de).

## Quantencomputer aus Niedersachsen

Die PTB ist Gründungsmitglied des Forschungsbündnisses Quantum Valley Lower Saxony (QVLS), das bis 2025 einen Quantencomputer für Deutschland entwickeln will. Dabei wird es mit insgesamt 25 Millionen Euro vom Land Niedersachsen und der Volkswagen-Stiftung unterstützt. Unter dem Dach der QVLS soll die exzellente Expertise von mehr als 400 Wissenschaftlern gebündelt werden, um innerhalb von fünf Jahren einen Ionenfallen-Quantencomputer zu entwickeln – eine Leistung, mit der Niedersachsen seine international herausragende Position als Forschungs- und Entwicklungsstandort für Quantentechnologien eindrucksvoll stärken wird.

Die große Attraktivität eines Computers, der mit den Gesetzen und Prinzipien der Quantenmechanik arbeitet,

sehen nicht nur Physiker, sondern zahlreiche Anwender auf den unterschiedlichsten Technologiefeldern – von der Kryptografie, der Molekularbiologie und den Materialwissenschaften bis hin etwa zu den Finanzmärkten oder den zahlreichen Einsatzfeldern Künstlicher Intelligenz. Der Hintergrund ist jeweils die enorme Rechenleistung für spezielle Problemstellungen, die in Quantencomputern steckt, weil diese nicht mehr mit klassischen Bits und ihren strengen Null-Eins-Werten arbeiten, sondern vielmehr mit Quantenbits (Qubits), die sich in einem Überlagerungszustand von Null und Eins befinden können.



Das Herzstück eines Quantencomputers ist das Qubit, das sich in einem Überlagerungszustand von Null und Eins befinden kann – symbolisiert durch die in der Physik berühmte Schrödinger-Katze. (Bild: Adobe Stock/Mopic)

The centerpiece of a quantum computer is the qubit, which can be in a state of superposition of zero and one – symbolized by Schrödinger's cat which is famous in physics. (Figure: Adobe Stock/Mopic)

## Quantum computer made in Lower Saxony

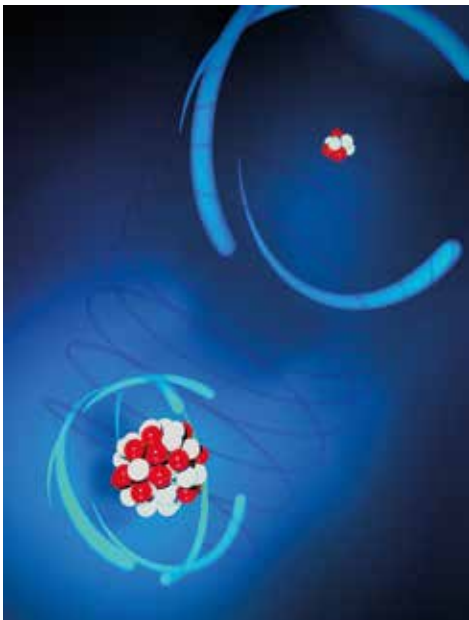
PTB is a founding member of the Quantum Valley Lower Saxony (QVLS) alliance which aims to develop a quantum computer for Germany by 2025. For this purpose, the alliance has been awarded 25 million euros of funding provided by the federal state of Lower Saxony and the Volkswagen Foundation. Under the umbrella of QVLS, the excellent expertise of more than 400 scientists is to be bundled together in order to be able to develop an ion trap quantum computer within the next five years – an accomplishment which will help Lower Saxony to impressively strengthen its internationally outstanding position as a research and development site for quantum technologies.

A computer that works with the laws and principles of quantum mechanics does not only attract physicists but also numerous users in the most diverse technology fields – from cryptography, molecular biology and material sciences to financial markets or the numerous fields of application of artificial intelligence. The background in each case is the enormous computing power which can be found in quantum computers to solve special problems due to the fact that they no longer operate with classical bits and their strict zero or one values but with quantum bits (qubits), which can be in a state of superposition of zero and one.

## Quantenlogik-Spektroskopie erschließt Potenzial hochgeladener Ionen

Wissenschaftler der PTB und des Max-Planck-Instituts für Kernphysik (MPIK) haben erstmals optische Messungen mit bislang unerreichter Präzision an hochgeladenen Ionen durchgeführt. Dazu isolierten sie ein einzelnes  $\text{Ar}^{13+}$ -Ion aus einem extrem heißen Plasma und brachten es in einer Ionenfalle zusammen mit einem lasergekühlten, einfach geladenen Ion praktisch zur Ruhe. Mittels Quantenlogik-Spektroskopie an dem Ionenpaar konnten sie die Präzision gegenüber bisherigen Methoden 100-millionenfach steigern. Dies erschließt die Vielfalt hochgeladener Ionen für neuartige Atomuhren und eröffnet weitere Wege auf der Suche nach neuer Physik.

Hochgeladene Ionen sind – obwohl exotisch klingend – eine sehr natürliche Form der sichtbaren Materie. Sie stellen ideale Systeme für genaue Atomuhren dar, mit denen sich fundamentale Physik testen lässt. Hierbei dienen in der Regel die äußeren Elektronen als empfindliche „Quantensensoren“ z. B. für bislang unbekannte Kräfte und Felder. Das Experiment erschließt somit eine große Vielfalt dieser neuartigen, maßgeschneiderten „Quantensensoren“, die eine vielversprechende Auseinandersetzung mit fundamentalen Fragestellungen ermöglicht: Ist unser Standardmodell der Teilchenphysik vollständig? Was ist dunkle Materie? Sind unsere Fundamentalkonstanten wirklich konstant?



Künstlerische Darstellung des Ionenpaares: lasergekühltes, einfach positiv geladenes Berylliumion (oben rechts) und 13-fach positiv geladenes Argonion (unten links)

Artist's impression of the ion pair: laser-cooled, singly positively charged beryllium ion (top right) and 13-fold positively charged argon ion (bottom left)

## Quantum logic spectroscopy unlocks potential of highly charged ions

For the first time, scientists of PTB and of the Max Planck Institute for Nuclear Physics (MPIK) have carried out optical measurements of highly charged ions with unprecedented accuracy. For this purpose, they isolated a single  $\text{Ar}^{13+}$  ion from an extremely hot plasma and practically brought it to rest in an ion trap together with a laser-cooled, singly charged ion. The accuracy achieved by using quantum logic spectroscopy on this ion pair was 100 million times greater than with previously used methods. This opens up the wide variety of highly charged ions for novel atomic clocks and also opens up further avenues in the quest for new physics.

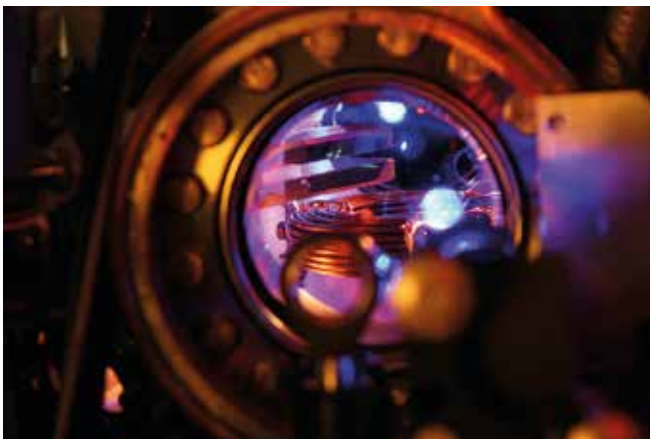
Despite their somewhat exotic name, highly charged ions are a very natural form of visible matter. They represent ideal systems for accurate atomic clocks that can be used to perform fundamental physics tests. For this purpose, electrons from the outer shell are usually used as sensitive “quantum sensors”, e.g., for previously unknown forces and fields. The experiment thus unlocks a huge variety of novel, custom-made “quantum sensors” that allow a promising approach to fundamental questions such as: Is our standard model of particle physics complete? What is dark matter? Are our fundamental constants really constant?



## Rund 9,2 Millionen Euro für Quantenforschung an LUH und PTB

Die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) fördert den Sonderforschungsbereich 1227 - Designed Quantum Material States (DQ-mat) an der Leibniz Universität Hannover für weitere vier Jahre und stellt dafür rund 9,2 Millionen Euro bereit. Auch die PTB ist daran beteiligt. In DQ-mat lassen die Wissenschaftler/innen die Grenzen der klassischen Physik hinter sich und erforschen die Welt der Quantenmechanik, die mit ihren Phänomenen wie Verschränkung und Superposition oft im Gegensatz zur Alltagserfahrung steht. Doch erst das Verständnis der Prinzipien von Quanteneffekten ermöglichte die Entwicklung zahlreicher heute alltäglicher Technologien wie Laser oder Navigationssysteme.

In der ersten Förderperiode wurden bereits wichtige Grundlagen gelegt, auf denen die DQ-mat-Forscher in den nächsten vier Jahren aufbauen wollen. So haben sie beispielsweise ein neues Sensorkonzept mit gekoppelten Lichtfeldern getestet, ein neuartiges Kühlverfahren zur Vereinfachung von Quantensimulatoren entwickelt, erste Schritte zum Aufbau eines Quantencomputers mit Ionen unternommen oder die Verschränkung von einigen tausend Atomen nachgewiesen. Diese Aktivitäten sollen nun fortgesetzt und in neuen Anwendungsfeldern zum besseren Verständnis physikalischer Grundlagen beitragen. Daneben will der Sonderforschungsbereich mit dem außerschulischen Schülerlabor foeXlab die Lücke zwischen der öffentlichen Wahrnehmung von Quantenphysik und der Forschung schließen.



Eine Strontium-Atomwolke bei einigen Millikelvin über dem absoluten Nullpunkt in der optischen Gitteruhr der PTB  
(Foto: Christian Lisdat/PTB)

A strontium nuclear cloud at a few millikelvins above absolute zero in the optical lattice clock of PTB  
(Photo: Christian Lisdat/PTB)

## Approx. 9.2 million euros for quantum research at LUH and PTB

The German Research Foundation (DFG) will promote “Collaborative Research Center 1227 – Designed Quantum Material States” (DQ-mat) at Leibniz University Hannover for four more years and provide roughly 9.2 million euros in funding. PTB is also involved. In DQ-mat, scientists go beyond the limits of traditional physics and are investigating the world of quantum mechanics with its phenomena like entanglement and superposition that often stand in contrast to everyday experience. However, understanding the principles of quantum effects has paved the way for the development of numerous technologies such as lasers or navigation systems which are used daily today.

will build over the next four years. Using this foundation, they have, for example, tested a new sensor concept with coupled light fields, developed a novel cooling procedure to simplify quantum simulators, endeavored to take first steps toward building a quantum computer with ions, or provide evidence of the entanglement of a few thousand atoms. These activities will now be continued and they will contribute to a better understanding of physical foundations in new fields of application. Besides, the Collaborative Research Center is working to close the gap between public awareness of quantum physics and research through the foeXlab extra-curricular school laboratory.

In the first funding period, important foundations were already laid, on which the DQ-mat researchers

## Ressortforschungseinrichtungen lassen ihre NS-Vergangenheit untersuchen

In einem Forschungsprojekt, das im Oktober 2020 gestartet ist, wollen die Ressortforschungseinrichtungen des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi) in einem gemeinsam mit dem Ministerium getragenen Forschungsprojekt ihre Vergangenheit während der NS-Zeit und der Nachkriegsepoche erforschen. Mit an Bord sind die Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM), die Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) sowie die PTB. Sie gehen auf Vorgängerinstitutionen zurück, die schon im 19. Jahrhundert gegründet wurden und auch während der NS-Zeit bestanden. Das Forschungsprojekt ist auf drei Jahre angelegt.



Im September hatte die PTB bereits ein öffentliches Symposium mit dem Titel „Unerwünscht – Verfolgung und Vertreibung von Angehörigen der PTR im Nationalsozialismus“ in Berlin veranstaltet, das zeitgleich als Livestream im Internet verfolgt werden konnte. Es war Teil eines Forschungsprojektes (bearbeitet von dem Wissenschaftshistoriker Prof. Dr. Dieter Hoffmann, Max-Planck-Institut für Wissenschaftsgeschichte), das die Geschichte der Reichsanstalt und ihre Integration in das nationalsozialistische Herrschaftssystem zwischen 1933 und 1945 aufarbeitet. Vortragende waren neben Prof. Dr. Hoffmann auch Prof. Dr. Michael Grüttner (TU Berlin), Dr. Stefan L. Wolff (Deutsches Museum München), Prof. Dr. Hans-Liudger Dienel (TU Berlin) sowie – als Angehörige eines damals Betroffenen – Angela Schock-Hurst (London).

Luftbild der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt in Berlin aus dem Jahr 1937 (PTB-Archiv)

Aerial photo of the Imperial Physical Technical Institute in Berlin taken in 1937 (PTB Archive)

## Departmental research institutes have their national socialist past studied

In a research project that started in October 2020, the departmental research institutes of the Federal Ministry for Economic Affairs and Energy (BMWi) want to look into their past, focusing on the national socialist (Nazi) period and the post-war years in a research project that is jointly supported by the BMWi. The BAM Federal Institute for Materials Research and Testing, the Federal Institute for Geosciences and Natural Resources (BGR) and PTB are all involved. These institutes have predecessors which were founded back in the 19th century and were also in existence during the Nazi period. The research project is set to run for three years.

In September 2020, PTB organized a public symposium in Berlin that was titled “Undesirable – The persecution and expulsion of PTR staff during Nazism”

(*Unerwünscht – Verfolgung und Vertreibung von Angehörigen der PTR im Nationalsozialismus*). The symposium was livestreamed over the Internet. It was part of a research project (undertaken by the science historian Prof. Dr. Dieter Hoffmann, Max Planck Institute for the History of Science) in which the history of the Physikalisch-Technische Reichsanstalt (Imperial Physical Technical Institute – PTR) and its integration into the Nazi regime between 1933 and 1945 are being investigated and documented. Apart from Prof. Dr. Hoffmann, lectures were also given by Prof. Dr. Michael Grüttner (TU Berlin), Dr. Stefan L. Wolff (Deutsches Museum Munich), Prof. Dr. Hans-Liudger Dienel (TU Berlin) and Angela Schock-Hurst (London) – a relative of one of the people affected at the time.

## Jens Frahm erhält den Werner-von-Siemens-Ring

Er hat die Magnetresonanztomografie (MRT) revolutioniert und erhielt dafür in diesem Jahr den Werner-von-Siemens-Ring, den wichtigsten deutschen Technikpreis: der Göttinger Physiker Jens Frahm. Der Professor, der heute die Forschungsgruppe „Biomedizinische NMR“ am Max-Planck-Institut für biophysikalische Chemie leitet, ermöglichte den Siegeszug der MRT-Technik durch die von ihm und seinem Team entwickelte FLASH-Technologie. Sie beschleunigte MRT-Aufnahmen um das 100-fache und ist damit die Grundlage der etwa 100 Millionen jährlichen MRT-Untersuchungen weltweit. Frahms neueste Entwicklung, FLASH 2, macht sie noch einmal schneller und ermöglicht Videos vom schlagenden Herzen oder anderen bewegten Körperorganen – in Echtzeit mit bis zu 100 Bildern pro Sekunde.

Dass Untersuchungen im Magnetresonanztomografen heute vergleichsweise schnell vorstattengehen, ist Jens Frahm und seinem Team zu verdanken.  
(Foto: Frank Vinken/Max-Planck-Gesellschaft)

Thanks to Jens Frahm and his team, magnetic resonance imaging scans are carried out comparatively quickly today.  
(Photo: Frank Vinken/Max Planck Society)



Seit 1916 zeichnet die Stiftung Werner-von-Siemens-Ring alle zwei bis drei Jahre Menschen aus, die die Technikgeschichte entscheidend mitgeprägt haben. Der Preis wird in Form eines jeweils individuell gefertigten Ringes verliehen. Der Namensgeber des Ringes, Werner von Siemens, war zeitlebens davon überzeugt, dass Wissenschaft und Technik untrennbar miteinander verbunden sind und Großes ermöglichen. Und so ist die beeindruckende Liste der Ringträger, zu denen unter anderem auch Carl von Bosch und Konrad Zuse gehören, mittlerweile ein Abriss der Technikentwicklung in Deutschland.

## Jens Frahm receives Werner von Siemens Ring

He revolutionized magnetic resonance imaging (MRI), which is why he has been given this year's Werner von Siemens Ring. "He" being Jens Frahm, the physicist from Göttingen, who has now received the most prestigious German technology prize. Professor Frahm, who today heads the "Biomedical NMR" research group at the Max Planck Institute for Biophysical Chemistry, enabled MRI technology to triumph by developing FLASH technology with his team. FLASH technology accelerated MRI by a factor of 100 and is therefore the basis of the roughly 100 million MRI scans that take place each year around the world. Jens Frahm's latest invention, FLASH 2, has made MRI scans even faster and enables videos of a beating heart or other moving organs – with up to 100 real-time images per second.

Since 1916, the Werner von Siemens Ring Foundation has been honoring people who have greatly shaped the history of technology every two to three years. The prize is a uniquely crafted ring designed for each individual recipient. Werner von Siemens, who gave the ring its name, was convinced throughout his life that science and technology are inseparable and that they enable great things. The impressive list of ring winners, including Carl von Bosch and Konrad Zuse, is therefore now a who's who of technological innovators in Germany.

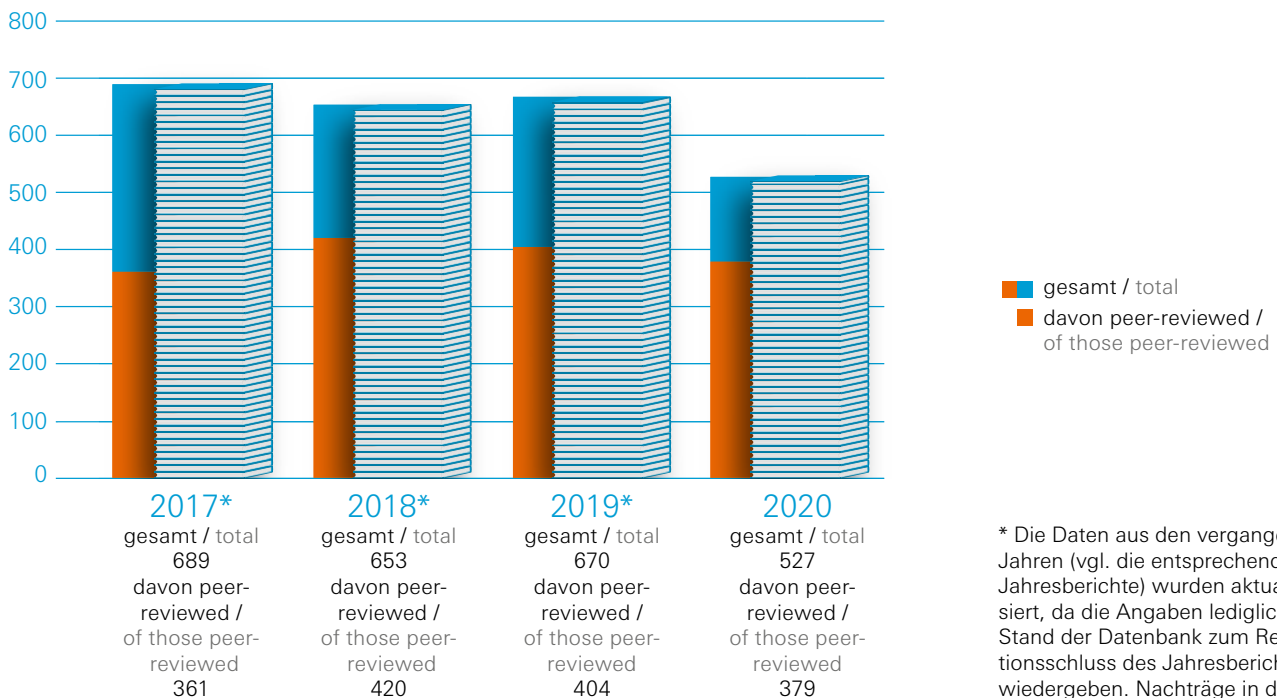


## Veröffentlichungen und Vorträge / Publications and lectures

Anzahl der Veröffentlichungen der PTB-Mitarbeiter/innen (in wissenschaftlichen Journalen, Büchern, Tagungsbänden etc.) in den Jahren 2017 bis 2020 (vgl. Datenbank „PTB-Publica“ im Internet) und Anzahl der auswärtigen Vorträge, die PTB-Mitarbeiter/innen in diesen Jahren gehalten haben.

Number of publications by PTB staff members (in scientific journals, books, conference digests, etc.) between 2017 and 2020 (cf. database “PTB-Publica” on the web) and number of lectures held by PTB staff members outside PTB in these years.

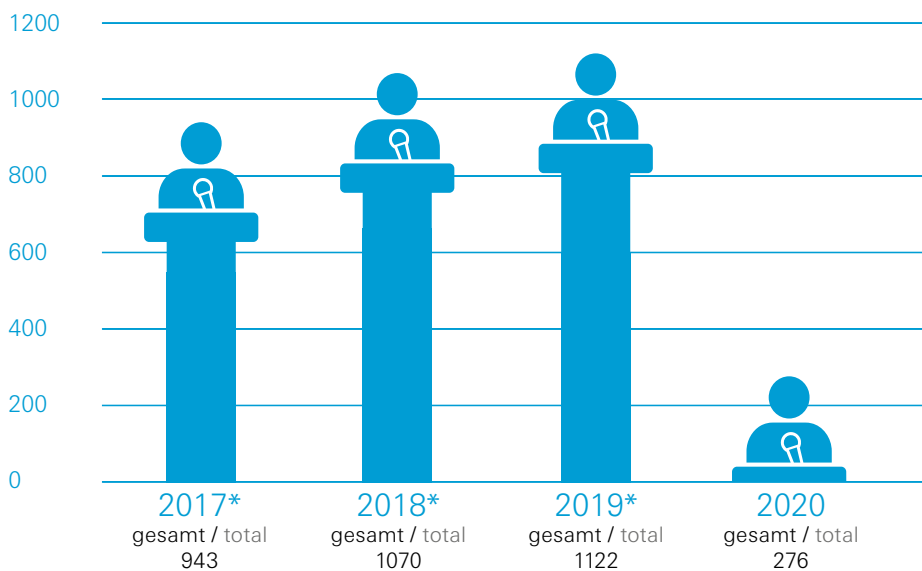
### Veröffentlichungen / Publications



\* Die Daten aus den vergangenen Jahren (vgl. die entsprechenden Jahresberichte) wurden aktualisiert, da die Angaben lediglich den Stand der Datenbank zum Redaktionsschluss des Jahresberichts wiedergeben. Nachträge in der Datenbank führen zu einer deutlichen Erhöhung der ursprünglich genannten Zahlen.

\* The data from previous years (compare the respective Annual Reports) were updated, since the information only gives an account of the state of the database at the time the Annual Report went to press. Subsequent entries in the database lead to distinctly higher numbers.

### Vorträge / Lectures



## Ausgewählte Publikationen /

Selected publications

### Themenbereich: Akustik, Ultraschall, Beschleunigung /

Subject area: Acoustics, ultrasound, acceleration

O. Slanina, S. Quabis, R. Wynands: **Reproducibility of C.I.P.-compatible dynamic pressure measurements.** *tm – Technisches Messen* **87**, Heft 10, Seiten 630–636; <https://doi.org/10.1515/teme-2020-0060>

Fachbereich 1.3 *Geschwindigkeit*, PTB

R. Schöneweiß, C. Kling, C. Koch: **A laboratory study for occupational safety and health on the structure of airborne ultrasound fields.** *Acta Acust.*, **44** (2020) 12; <https://doi.org/10.1051/aacus/2020013>

Fachbereich 1.6 *Schall*, PTB

### Themenbereich: Durchfluss /

Subject area: Fluid flow

D. Schumann, C. Kroner, B. Mickan, J. Tränckner: **Intermittierende Durchflusserzeugung unter Einsatz von Kavitationsdüsen.** *tm - Technisches Messen* **87**, Heft 1; <https://doi.org/10.1515/teme-2019-0087>

Fachbereiche 1.4 *Gase* und 1.5 *Flüssigkeiten*, PTB, in Zusammenarbeit mit der Agrar- und Umweltwissenschaftlichen Fakultät der Universität Rostock

B. Mickan, J. van der Grinten, T. Kappes: **Primary and secondary flow standards for a wide variety of gas compositions – a solid base for reliable traceability facing the energy transition.** North Sea Flow Measurement Workshop

Fachbereich 1.4 *Gase*, PTB, in Zusammenarbeit mit der EP-Ehrler Prüftechnik Engineering GmbH, Niederstetten

### Themenbereich: Elektrizität und Magnetismus /

Subject area: Electricity and magnetism

L. Freise, T. Gerster, D. Reifert, T. Weimann, K. Pierz, F. Hohls, N. Ubbelohde: **Trapping and counting ballistic nonequilibrium electrons.** *Physical Review Letters* **124** (2020), Nr. 12, S. 1; <https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.124.127701>

Fachbereiche 2.4 *Quantenelektronik* und 2.5 *Halbleiterphysik und Magnetismus*, beide PTB

M. Götz, D. Drung, C. Krause, A. Mortara: **Calibration of ultrastable low-noise current amplifiers without direct use of a cryogenic current comparator.** *Metrologia* **57** (2020), Nr. 5, S. 1–9; <https://doi.org/10.1088/1681-7575/ab8f7a>

Fachbereiche 2.4 *Elektrische Quantenmetrologie* und 7.6 *Kryosensorik*, beide PTB, in Zusammenarbeit mit dem METAS (Schweiz)

## Themenbereich: Ionisierende Strahlung /

Subject area: Ionizing radiation

S. Jerome, C. Bobin, P. Cassette, R. Dersch, R. Galea, H. Liu, A. Honig, J. Keightley, K. Kossert, J. Liang, M. Marouli, C. Michotte, S. Pommé, S. Röttger, R. Williams, M. Zhang: **Half-life determination and comparison of activity standards of Pa-231**. ARI (2020) 155; <https://doi.org/10.1016/j.apradiso.2019.108837>

Fachbereich 1 *Radioaktivität*, PTB, in Zusammenarbeit mit NPL (Großbritannien), BIPM (Frankreich), CEA-LIST (Frankreich), NRC (Kanada), NIM (China), JRC (Belgien), LLNL (Großbritannien)

## Themenbereich: Länge und dimensionelle Metrologie /

Subject area: Length, dimensional metrology

B. Andreas, U. Kuetgens: **A continuously scanning separate-crystal single-photon x-ray interferometer**. Meas. Sci. Technol. 31 (2020), 115005 (12pp); <https://doi.org/10.1088/1361-6501/ab9b60>

Fachbereich 4.2 *Bild- und Wellenoptik*, PTB

L. Groos, C. Held, F. Keller, K. Wendt, M. Franke, N. Gerwien: **Mapping and compensation of geometric errors of a machine tool at different constant ambient temperatures**. Precision Engineering 63 (2020) 10–17; <https://doi.org/10.1016/j.precisioneng.2020.01.001>

Fachbereich 5.3 *Koordinatenmesstechnik*, PTB

G. Bartl, C. Elster, J. Martin, R. Schödel, M. Voigt, A. Walkov: **Thermal expansion and compressibility of single-crystal silicon between 285 K and 320 K**. Meas. Sci. Technol. 31 (2020) 065013 (10pp); <https://doi.org/10.1088/1361-6501/ab7359>

Fachbereich 5.4 *Interferometrie an Maßverkörperungen*, PTB

S. Carmignato, L. De Chiffre, H. Bosse, R. K. Leach, A. Balsamo, W. T. Estler: **Dimensional artefacts to achieve metrological traceability in advanced manufacturing**. CIRP Annals - Manufacturing Technology 69 (2020) 693–716; <https://doi.org/10.1016/j.cirp.2020.05.009>

Abteilung 5 *Fertigungsmesstechnik*, PTB, in Zusammenarbeit mit der University of Padova (Italien), der Technical University of Denmark, der University of Nottingham (Großbritannien), INRiM (Italien), NIST (USA)

D. Metz, S. Jantzen, D. Wessel, G. Mies, J. Lüdenbach, M. Stein, K. Kniel, A. Dietzel: **Integration of an isotropic microprobe and a microenvironment into a conventional CMM**. Measurement Science and Technology 30 (2019), 11, 1–15; <https://doi.org/10.1088/1361-6501/ab2fda>

Fachbereich 5.3 *Koordinatenmesstechnik*, PTB, in Zusammenarbeit mit dem Institut für Mikrotechnik der TU Braunschweig und der Klingelberg GmbH

## Themenbereich: Masse und abgeleitete Größen /

Subject area: Mass and derived quantities

K. Lehrmann, D. Knopf, F. Härtig: **Innovative mass standards for the worldwide transfer of the redefined unit kilogram**. Euspen's 20<sup>th</sup> International Conference & Exhibition, Genf, Juni 2020

Fachbereich 1.1 *Masse*, PTB

S. Lin, C. Rothleitner, N. Rogge, S. Vasilyan, T. Fröhlich, F. Härtig, D. Knopf: **Towards a table-top Kibble balance for E1 mass standards in a range from 1 mg to 1 kg – Planck-Balance 1 (PB1)**. 2020 Conference on Precision Electromagnetic Measurements (CPEM), Denver (Aurora), CO, USA, 2020, pp. 1–2, <https://doi.org/10.1109/CPEM49742.2020.9191883>

Fachbereich 1.1 *Masse*, PTB, in Zusammenarbeit mit der TU Ilmenau

## Themenbereich: Digitalisierung /

Subject area: Digital Transformation

D. Hutzschenreuter, H. Weber, S. Schönhals, S. Lin, F. Härtig, B. Acko: **Fundamental physical constants ready for machine communication in a digitalized world**. 2020 IEEE International Workshop on Metrology for Industry 4.0 & IoT, Roma, Italy, 2020, pp. 474–478, <https://doi.org/10.1109/MetroInd4.0IoT48571.2020.9138238>

Abteilung 1 *Mechanik und Akustik*, Z. 14 *Organisation und Controlling*, Fachbereich 1.2 *Festkörpermechanik*, PTB, in Zusammenarbeit mit der Fakultät für Maschinenbau der Universität Maribor, Slowenien

## Themenbereich: Metrologie in der Chemie und Stoffeigenschaften /

Subject area: Metrology in chemistry and properties of substances

L. Flierl, O. Rienitz, P.J. Brewer, H.A.J. Meijer, F.M. Steur: **Absolute isotope ratios of carbon dioxide – a feasibility study**. *J. Anal. At. Spectrom.* **35** (2020), 2545–2564; <https://doi.org/10.1039/D0JA00318B>

Fachbereich 3.1 *Allgemeine und Anorganische Chemie*, PTB, in Zusammenarbeit mit NPL (Großbritannien) und der Universität Groningen (Niederlande)

N. Meddings, M. Heinrich, F. Overney, J.-S. Lee, V. Ruiz, E. Napolitano, S. Seitz, G. Hinds, R. Raccichini, M. Gaberšček, J. Park: **Application of electrochemical impedance spectroscopy to commercial Li-ion cells: a review**. *Journal of Power Sources* **480** (2020), 228742 <https://doi.org/10.1016/j.jpowsour.2020.228742>

Fachbereich 3.1 *Allgemeine und Anorganische Chemie*, PTB, in Zusammenarbeit mit NPL (Großbritannien), METAS (Schweiz), Chonnam National University (Südkorea), Joint Research Centre der Europäischen Kommission und dem National Institute of Chemistry (Slowenien)

B. Shu, X. He, C. F. Ramos, R. X. Fernandes, M. Costa: **Experimental and modeling study on the auto-ignition properties of ammonia/methane mixtures at elevated pressures**. *Proceedings of the Combustion Institute*, September 2020; <https://doi.org/10.1016/j.proci.2020.06.291>

Fachbereich 3.3 *Physikalische Chemie*, PTB, in Zusammenarbeit mit der Universität Lissabon (Portugal)

A. Terres, B. Giechaskiel, A. Nowak, V. Ebert: **The particle number counter as a “black box” – a novel approach to a universal particle number calibration standard for automotive exhaust.** AE Technical Paper 2020-01-2195 (2020); <https://www.sae.org/publications/technical-papers/content/2020-01-2195/>

Fachreich 3.4 *Analytische Chemie der Gasphase*, PTB, in Zusammenarbeit mit der BMW AG und ISPRA (Italien)

Z. Qu, J. Nwaboh, O. Werhahn, V. Ebert: **Towards a dTDLAS-based spectrometer for absolute HCl measurements in combustion flue gases and a better evaluation of thermal boundary layer effects.** Flow Turbulence Combust (2020); <https://doi.org/10.1007/s10494-020-00216-z>

Fachbereich 3.4 *Analytische Chemie der Gasphase*, PTB

## Themenbereich: Metrologie für die Medizin /

Subject area: Metrology for medicine

K. Holm, U. Weber, Y. Simeonov, A. Krauss, O. Jäkel, S. Greulich: **2 D range modulator for high-precision water calorimetry in scanned carbon-ion beams.** 2020 Phys. Med. Biol. 65 215003; <https://doi.org/10.1088/1361-6560/aba6d5>

Fachbereich 6.2 *Dosimetrie für Strahlentherapie und Röntgendiagnostik*, PTB, in Zusammenarbeit mit GSI Darmstadt, THM Gießen, DKFZ Heidelberg

T. Kretz, K.-R. Müller, T. Schäffter, C. Elster: **Mammography image quality assurance using deep learning.** IEEE Transactions on Biomedical Engineering, vol. 67, no. 12, pp. 3317–3326 (2020); <https://doi.org/10.1109/TBME.2020.2983539>

Fachbereich 8.4 *Mathematische Modellierung und Datenanalyse*, PTB, in Zusammenarbeit mit der TU Berlin

L. Winter, F. Seifert, L. Zilberti, M. Murbach, B. Ittermann: **MRI-related heating of implants and devices: a review.** Journal of Magnetic Resonance Imaging 2020; <https://doi.org/10.1002/jmri.27194>

Fachbereich 8.1 *Biomedizinische Magnetresonanz*, PTB, in Zusammenarbeit mit dem Istituto Nazionale di Ricerca Metrologica (Italien), der ZMT Zürich MedTech AG (Schweiz) und der Universidad Politécnica de Valencia (Spanien)

## Themenbereich: Photometrie und Radiometrie /

Subject area: Photometry and radiometry

C. Schinke, H. Pollex, D. Hinken, M. Wolf, K. Bothe, I. Kröger, S. Nevas, S. Winter: **Calibrating spectrometers for measurements of the spectral irradiance caused by solar radiation.** Metrologia 57, 065027 (2020); <https://doi.org/10.1088/1681-7575/abafc5>

Fachbereiche 4.5 *Angewandte Radiometrie* sowie 4.1 *Photometrie und Spektroradiometrie*, beide PTB, in Zusammenarbeit mit dem Institut für Solarenergieforschung Hameln (ISFH)

H. Georgieva, M. López, H. Hofer, J. Christinck, B. Rodiek, P. Schnauber, A. Kaganskiy, T. Heindel, S. Rodt, S. Reitzenstein, S. Kück: **Radiometric characterization of a triggered narrow-bandwidth single-photon source and its use for the calibration of silicon single-photon avalanche detectors.** *Metrologia* 57, 055001 (2020); <https://doi.org/10.1088/1681-7575/ab9db6>

Fachbereich 4.5 *Angewandte Radiometrie*, PTB, in Zusammenarbeit mit der TU Berlin

M. Garin, J. Heinonen, L. Werner, T. P. Pasanen, V. Vähänissi, A. Haarahiltunen, M. A. Juntunen, H. Savin: **Black-silicon ultraviolet photodiodes achieve external quantum efficiency above 130 %.** *Phys. Rev. Lett.* 125, 117702 (2020); <https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.125.117702>

Fachbereich 7.3 *Detektorradiometrie und Strahlungsthermometrie*, PTB, in Zusammenarbeit mit Aalto University (Finnland), Universitat de Vic–Universitat Central de Catalunya (Spanien), Universitat Politècnica de Catalunya (Spanien) und ElFys Inc. (Finnland)

## Themenbereich: Thermometrie /

Subject area: Thermometry

C. Gaiser, B. Fellmuth, W. Sabuga: **Primary gas-pressure standard from electrical measurements and thermophysical ab initio calculations.** *Nat. Phys.* 16, 177–180 (2020); <https://doi.org/10.1038/s41567-019-0722-2>

Fachbereich 7.4 *Temperatur*, PTB

## Themenbereich: Zeit und Frequenz /

Subject area: Time and frequency

R. Schwarz, S. Dörscher, A. Al-Masoudi, E. Benkle, T. Legero, U. Sterr, S. Weyers, J. Rahm, B. Lipphardt, C. Lisdat: **Long term measurement of the  $^{87}\text{Sr}$  clock frequency at the limit of primary Cs clocks.** *Physical Review Research*, 2 (2020), 3, 1–7; <https://doi.org/10.1103/PhysRevResearch.2.033242>

Fachbereiche 4.3 *Quantenoptik und Längeneinheit* sowie 4.4 *Zeit und Frequenz*, beide PTB

P. Micke, T. Leopold, S. A. King, E. Benkler, L. J. Spieß, L. Schmöger, M. Schwarz, J. R. C. López-Urrutia, P. O. Schmidt: **Coherent laser spectroscopy of highly charged ions using quantum logic.** *Nature* 578, 60–65 (2020); <http://doi.org/10.1038/s41586-020-1959-8>

*Institut für experimentelle Quantenmetrologie (QUEST)* in Zusammenarbeit mit dem Max-Planck-Institut für Kernphysik, Heidelberg

H. A. Füst, C.-H. Yeh, D. Kalincev, A. P. Kulosa, L. S. Dreissen, R. Lange, E. Benkler, N. Huntemann, E. Peik, T. E. Mehlstäubler: **Coherent excitation of the highly forbidden electric octupole transition in  $^{172}\text{Yb}^+$ .** *Phys. Rev. Lett.* 125, 163001; <http://doi.org/10.1103/PhysRevLett.125.163001>

*Institut für experimentelle Quantenmetrologie (QUEST)* in Zusammenarbeit mit dem Institut für Quantenoptik, Leibniz Universität Hannover



## Themenbereich: Physikalische Sicherheitstechnik und Explosionsschutz /

Subject area: Physical safety engineering and explosion protection

S. Essmann, D. Markus, H. Grosshans, U. Maas: **Experimental investigation of the stochastic early flame propagation after ignition by a low-energy electrical discharge**. *Combustion and Flame* **211** (2020), 44–53; <https://doi.org/10.1016/j.combustflame.2019.09.021>

Fachbereich 3.5 *Explosionsschutz in der Energietechnik*, PTB, in Zusammenarbeit mit dem Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

F. Baumann, M. Himstedt, D. Möckel, M. Thedens: **Charge-separating processes by spraying water under high pressure**. *Proceedings of the 13<sup>th</sup> International Symposium on Hazards, Prevention and Mitigation of Industrial Explosions (ISHPMIE 2020)*, Braunschweig <https://doi.org/10.7795/810.20200724>

Fachbereich 3.7 *Grundlagen des Explosionsschutzes*, PTB

## Themenbereich: Nanotechnologie /

Subject area: Nanotechnology

M. Wurm, T. Grunewald, S. Teichert, B. Bodermann, J. Reck, U. Richter: **Some aspects on the uncertainty calculation in Mueller ellipsometry**. *Opt. Express* **28** (2020), 8108–8131; <https://doi.org/10.1364/OE.381244>

Fachbereich 4.2 *Bild- und Wellenoptik*, PTB, in Zusammenarbeit mit SENTECH Instruments GmbH, Berlin

T. Siefke, C. Rojas Hurtado, J. Dickmann, W. Dickmann, T. Käseberg, J. Meyer, S. Burger, U. Zeitner, B. Bodermann, S. Kroker: **Quasi-bound states in the continuum for deep subwavelength structural information retrieval for DUV nano-optical polarizers**. *Opt. Express* **28** (2020), 23122–23132; <https://doi.org/10.1364/OE.396044>

Fachbereich 4.2 *Bild- und Wellenoptik* in Zusammenarbeit mit der Nachwuchsgruppe 4.01 *Metrologie funktionaler Nanosysteme*, beide PTB, dem Zuse Institut Berlin und dem Fraunhofer IOF Jena

A. Yacoot, H. Bosse, R. Dixon: **The lattice parameter of silicon: a secondary realisation of the metre**. *Meas. Sci. Technol.* **31** (2020) 121001 (18pp); <https://doi.org/10.1088/1361-6501/abb2ba>

Abteilung 5 *Fertigungsmesstechnik*, PTB, in Zusammenarbeit mit NPL (Großbritannien) und NIST (USA)

G. Dai, L. Xu, K. Hahm: **Accurate tip characterization in critical dimension atomic force microscopy**. *Meas. Sci. Technol.* **31** (2020) 074011 (12pp); <https://doi.org/10.1088/1361-6501/ab7fd2>

Fachbereich 5.2 *Dimensionelle Nanometrologie*, PTB

Z. Li, S. Gao, U. Brand, K. Hiller, H. Wolff: **A MEMS nanoindenter with an integrated AFM cantilever gripper for nanomechanical characterization of compliant materials**. *Nanotechnology* **31** (2020) 305502 (13pp); <https://doi.org/10.1088/1361-6528/ab88ed>

Fachbereich 5.1 *Oberflächenmesstechnik*, PTB, in Zusammenarbeit mit der Technischen Universität Chemnitz

Themenbereich: Herausforderung Quantentechnologie /

Subject area: The Challenges of Quantum Technology

G. Zarantonello, H. Hahn, J. Morgner, M. Schulte, A. Bautista-Salvador, R. F. Werner, K. Hammerer, C. Ospelkaus: **Robust and resource-efficient microwave near-field entangling  $^9\text{Be}^+$  gate**. *Physical Review Letters* **123**, 260503 (2019); <http://doi.org/10.1103/PhysRevLett.123.260503>

*Institut für experimentelle Quantenmetrologie (QUEST) in Zusammenarbeit mit dem Institut für theoretische Physik, Leibniz Universität Hannover*

C. Smorra, Y. V. Stadnik, P. E. Blessing, M. Bohman, M. J. Borchert, J. A. Devlin, S. Erlewein, J. A. Harrington, T. Higuchi, A. Mooser, G. Schneider, M. Wiesinger, E. Wursten, K. Blaum, Y. Matsuda, C. Ospelkaus, W. Quint, J. Walz, Y. Yamazaki, D. Budker, S. Ulmer: **Direct limits on the interaction of antiprotons with axion-like dark matter**. *Nature* **575**, 310 (2019); <http://doi.org/10.1038/s41586-019-1727-9>

*Institut für experimentelle Quantenmetrologie (QUEST) in Zusammenarbeit mit der BASE Kollaboration*

# Menschen

People



## Sitzung des Kuratoriums der PTB

Als wichtigstes Beratungsgremium der PTB ist das Kuratorium mit hochrangigen Persönlichkeiten aus Wirtschaft, Wissenschaft, Bund und Ländern besetzt. Es tritt normalerweise einmal im Jahr zusammen, um über aktuelle Entwicklungen und Ziele der PTB zu beraten und Empfehlungen zu wichtigen Themen zu geben.

Aufgrund der Pandemie fand die Kuratoriumstagung am 19. und 20. Mai diesmal in einem ganz anderen Rahmen statt. Nur der Präsident des Kuratoriums, Stefan Schnorr, und der stellvertretende Präsident, Prof. Dr. Wolfgang Ertmer, reisten persönlich in die PTB Braunschweig. Alle anderen Mitglieder waren online zu Gesprächen und Sitzungen eingeladen. Laborführungen und das wissenschaftliche Kolloquium sowie das große, gemeinsame Abendessen mussten leider entfallen. Trotzdem nahmen fast alle Kuratorinnen und Kuratoren sowie die Gäste des Kuratoriums an der Online-Tagung teil. Für dieses Engagement ein herzliches Dankeschön!

Durch die geänderte Tagesordnung war es dieses Jahr möglich, am ersten Tag der Tagung die Gespräche mit den Kuratorinnen und Kuratoren nicht nur in den Fachabteilungen, sondern erstmals auch in den fünf Lenkungsgruppen der PTB zu führen. Die Lenkungsgruppen waren in den letzten drei Jahren abteilungsübergreifend eingerichtet worden, und zwar zu den Themen Digitalisierung, Quantentechnologie, Medizin, Energie sowie Umwelt/Klima.

In der Online-Sitzung des Kuratoriums am zweiten Tag stellte der PTB-Präsident wie immer wichtige Entwicklungen und Erfolge des vergangenen Jahres vor. Schwerpunkt seines Vortrages war dieses Jahr die Weiterentwicklung des Messwesens in Richtung systemischer Metrologie und das Konzept für ein von der PTB unabhängiges Innovationszentrum für Systemische Metrologie (IZSM). Hierzu war dem Kuratorium vor der Sitzung ein Eckpunktepapier übermittelt worden, das auf große Zustimmung stieß. Es wurde beschlossen, dass die PTB das Konzept unter Einbeziehung des Kuratoriums weiter ausarbeiten und spätestens im November dem BMWi vorlegen solle.

Das Kuratorium beschloss einstimmig, Dr. Jürgen Barwich (BASF SE), Prof. Dr. Sibylle Günter (MPI IPP), Dr. Jan Mrosik (Siemens AG), Chiara Pedersoli (OHB

## Meeting of PTB's *Kuratorium* (Advisory Board)

The *Kuratorium*, PTB's most important advisory body, is composed of high-ranking representatives of industry, science, and the Federal (Bund) Government and state (Land) governments of Germany. It usually convenes once per year to address the current developments and aims of PTB and to make recommendations on important topics.

Due to the ongoing pandemic, the *Kuratorium* held its meeting of 19 and 20 May in a completely different setting. Only the president of the *Kuratorium*, Stefan Schnorr, and the deputy president, Prof. Dr. Wolfgang Ertmer, were present on site at PTB. All other members were invited to attend the discussions and meetings online. It was unfortunately necessary to cancel laboratory tours and the scientific colloquium, as well as the large joint dinner. Despite these downsides, nearly all members of the *Kuratorium* as well as its guests took part in the online meeting; their commitment merits a sincere "Thank You!"

On the first day of the meeting, the alterations to this year's agenda made it possible to hold discussions with the members of the *Kuratorium* not only in PTB's departments but also (for the first time) in its five steering groups. The steering groups set up over the past three years are focused on the fields of digital transformation, quantum technology, medical technology, energy and the environment/climate. They incorporate representatives of multiple divisions.

On the second day of the *Kuratorium's* online meeting, the President of PTB presented important developments and successful events from the past year as he has done previously. His presentation this year was focused on the further development of metrology toward a systems-based approach and the concept for an Innovation Center for Systems Metrology (IZSM) that is to be independent of PTB. To this end, the *Kuratorium* had received a position paper before the meeting that was met with wide approval. It was decided that PTB would further develop this concept while involving the *Kuratorium* and present it to the BMWi by November at the latest.

The *Kuratorium* resolved unanimously to accept Dr. Jürgen Barwich (BASF SE), Prof. Dr. Sibylle Günter (MPI IPP), Dr. Jan Mrosik (Siemens AG), Chiara Pedersoli (OHB Systems AG) and Peter Riedel (Rhode & Schwarz GmbH & Co. KG) as new members. In 2020, Prof. Dr. Axel Haase

Systems AG) und Peter Riedel (Rhode & Schwarz GmbH & Co. KG) in das Kuratorium aufzunehmen. Im Jahr 2020 sind Prof. Dr. Axel Haase (TU München), Dr. Monika Mattern-Klosson (Leybold GmbH), Dr. Matthias Fankhänel (BASF) und Klaus Helmrich (Siemens AG) aus dem Kuratorium ausgeschieden. Am 29. Juli ist leider der langjährige Kurator (seit 1977) und Ehrenkurator (seit 2002) Prof. Dr. Dr. h. c. mult. Heinz-Georg Wagner (Göttingen) verstorben.

Die Amtszeit von Prof. Dr. Dr. h. c. Joachim Ullrich als PTB-Präsident läuft 2022 aus. Im Rahmen der Kuratoriumstagung traf sich deshalb erstmals die bei der letzten Sitzung des Kuratoriums gebildete Findungskommission, um das weitere Verfahren abzustimmen. Die Findungskommission wird dem Kuratorium eine mögliche Kandidatin/einen möglichen Kandidaten vorstellen. Das Kuratorium entscheidet dann, diese Person dem BMWi als Präsidentin/Präsidenten der PTB vorzuschlagen.

#### Präsident des Kuratoriums /

President of the *Kuratorium*

**MinDirig Stefan Schnorr**

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie,  
Berlin

#### Stellvertretender Präsident des Kuratoriums /

Deputy President of the *Kuratorium*

**Prof. Dr. Wolfgang Ertmer**

Institut für Satellitengeodäsie und Inertialsensorik,  
Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover

**Prof. Dr.-Ing. Christine Ahrend**

Technische Universität Berlin

**Dr. Jürgen Barwich**

BASF SE, Ludwigshafen

**Dr. Reinhard Baumfalk**

Sartorius AG, Göttingen

**Prof. Dr. Dr. med. Jürgen Debus**

Radioonkologie und Strahlentherapie,  
Universitätsklinikum Heidelberg

**Prof. Dr. Cornelia Denz**

Institut für Angewandte Physik,  
Westfälische Wilhelms-Universität Münster

(Technical University of Munich), Dr. Monika Mattern-Klosson (Leybold GmbH), Dr. Matthias Fankhänel (BASF) and Klaus Helmrich (Siemens AG) left the *Kuratorium*. We regret to announce that Prof. Dr. Dr. h. c. mult. Heinz-Georg Wagner (Göttingen), who served for many years as a member (starting in 1977) and later as an honorary member of the *Kuratorium* (starting in 2002), passed away on 29 July.

Prof. Dr. Dr. h. c. Joachim Ullrich's term as President of PTB will end in 2022. For this reason, the meeting of the *Kuratorium* included the first-ever meeting of a search committee appointed to coordinate the further proceedings; this committee was formed at the previous meeting of the *Kuratorium*. The search committee will present a possible candidate to the *Kuratorium*, which will then decide whether to recommend to the BMWi that this person be appointed President of PTB.

**Prof. Dr. Olaf Dössel**

Institut für Biomedizinische Technik,  
Karlsruher Institut für Technologie

**Prof. Dr. Claudia Eckert**

Fakultät für Informatik, Technische Universität  
München, und Fraunhofer-Institut für Angewandte  
und Integrierte Sicherheit, Darmstadt

**Tanja Gönner**

Deutsche Gesellschaft für Internationale  
Zusammenarbeit, Eschborn

**Dr. Petra Gowik**

Bundesamt für Verbraucherschutz und  
Lebensmittelsicherheit, Berlin

**Prof. Dr. Sibylle Günter**

Max-Planck-Institut für Plasmaphysik, Garching

#### Ehrenkurator /

Honorary Member of the *Kuratorium*

**Prof. Dr. Dr. h. c. mult. Theodor W. Hänsch**

Max-Planck-Institut für Quantenoptik, Garching,  
und Ludwig-Maximilians-Universität, München

**Prof. Dr.-Ing. Anke Kaysser-Pyzalla**

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt, Köln



**Dr. Anja Kessler**  
Referenzinstitut für Bioanalytik, Bonn

**Prof. Dr. Wolfgang Ketterle**  
Massachusetts Institute of Technology,  
Cambridge, USA

**Dr. Jürgen Kirschner**  
Robert Bosch GmbH, Stuttgart

**Ehrenkurator /**

Honorary Member of the *Kuratorium*

**Prof. Dr. Dr. h. c. mult. Klaus von Klitzing**  
Max-Planck-Institut für Festkörperforschung,  
Stuttgart

**Prof. Dr. Jürgen Mlynek**  
Falling Walls Foundation gGmbH, Berlin

**Dr. Jan Mrosik**  
Siemens AG, Nürnberg

**Dr. Inge Paulini**  
Bundesamt für Strahlenschutz, Salzgitter

**Chiara Pedersoli**  
OHB Systems AG, Bremen

**Dr. Jochen Peter**  
Carl Zeiss AG, Oberkochen

**Dr.-Ing. Eberhard Petit**  
Landesbetrieb Mess- und Eichwesen  
Nordrhein-Westfalen, Köln

**Hartmut Rauen**  
Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau,  
Frankfurt

**Peter Riedel**  
Rohde & Schwarz GmbH, München

**Prof. Dr. Heike Riel**  
IBM, Rüschlikon, Schweiz

**Prof. Dr. Petra Schwill**  
Max-Planck-Institut für Biochemie, Martinsried

**Dr. Thomas Sesselmann**  
Diadur SE, Traunreut

**Dr. Nathalie von Siemens**  
Siemens Stiftung, München

**Prof. Dr. Ulrike Woggon**  
Institut für Optik und Atomare Physik,  
Technische Universität Berlin

## Neu in leitender Funktion

## Newly appointed to management posts

### Dr.-Ing. Prof. h. c. Frank Härtig

Seit dem 1. Mai 2020 ist Frank Härtig neuer Vizepräsident der PTB. Er löst damit Hon.-Prof. Dr. Roman Schwartz ab, der das Amt sechs Jahre lang innehatte. Für Roman Schwartz standen als Vizepräsident vor allem die „innenpolitischen Aspekte“ der PTB sowie das gesetzliche Messwesen auf der Agenda. Als Präsident des Internationalen Komitees für das gesetzliche Messwesen (CIML) bleibt er der PTB auch für die kommenden Jahre im internationalen Netzwerk der Metrologie verbunden. Zum 1. Mai 2020 übergab Roman Schwartz den Staffelstab an den Maschinenbauingenieur Frank Härtig, der ebenfalls viel PTB-Erfahrung für seine neuen Aufgaben mitbringt: Nach über zehnjähriger Erfahrung in der Industrie arbeitete er zunächst Ende der 1990er-Jahre im Fachbereich *Koordinatenmesstechnik*, dessen Leitung er ab dem Jahr 2008 innehatte. Im Jahr 2014 übernahm er von Roman Schwartz die Leitung der Abteilung 1 *Mechanik und Akustik* und trat nun auch dessen Nachfolge als Vizepräsident an. Die Kontinuität bleibt damit in allen Aufgabenfeldern bewahrt. Darüber hinaus widmet sich Härtig auch den Herausforderungen der Zukunft. Als Präsidiumsmitglied ist er für den Bereich der Digitalisierung zuständig, in den er auch seine wegweisenden Erfahrungen für die gesamte PTB einfließen lässt.

Frank Härtig has been the Vice President of PTB since 1 May 2020. He succeeded Hon.-Prof. Dr. Roman Schwartz, who held this position for six years. As the Vice President, Roman Schwartz had, above all, the “internal affairs” of PTB as well as legal metrology on his agenda. As the President of the International Committee of Legal Metrology (CIML), he will remain in close contact with PTB in the coming years in the international metrology network. On 1 May 2020, Roman Schwartz handed the scepter to the mechanical engineer Frank Härtig, who has a lot of experience with PTB for his new tasks as well: After over ten years of experience in industry, he joined PTB’s *Coordinate Metrology Department* at the end of the 1990s. In 2008, he became the Head of the department. In 2014, he took on Roman Schwartz’s position as the Head of Division 1, *Mechanics and Acoustics*, and now he has taken on his position as the Vice President. Continuity is thus guaranteed in all task fields. Beyond that, Frank Härtig is also dedicated to the challenges of tomorrow. As a member of the Presidential Board, he is responsible for the topic of digitalization. Here, he is able to apply his groundbreaking experience to all of PTB.



### Simona Eichelmann, Nicole Künne

Die Diplom-Verwaltungswirtin (FH) Simona Eichelmann und die Diplom-Kauffrau (FH) Nicole Künne sind seit dem 1. Juli 2020 in der *Internen Revision (IR)* tätig. Simona Eichelmann ist seit 1985 in der PTB beschäftigt. Nach längerer Familienzeit war sie seit 2002 bei Z.12 *Personal* als Sachbearbeiterin, seit

Simona Eichelmann, a graduate in public administration, and Nicole Künne, a business graduate, have been working at the *Internal Auditing* unit since 1 July 2020. Simona Eichelmann has worked at PTB since 1985. After a longer period of family leave, she came to the *Personnel Section (Z.12)* in 2002 to work as a case manager.



Simona Eichelmann

2014 als Sachgebietsleiterin zuständig für Fortbildung, Gesundheitsmanagement und das betriebliche Eingliederungsmanagement. Nicole Künne kam 2012 in die PTB und war bei Z.14 *Organisation und Controlling* mit Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen und bei Z.11 *Haushalt und Beschaffung* mit der Bewirtschaftung von Vorhaben betraut. Die *Interne Revision* unterstützt die PTB-Leitung bei der Wahrnehmung ihrer Führungsaufgaben. Risiken, die Finanzen (Vermögenswerte) und Ansehen (Vertraulichkeit, Integrität) der PTB betreffen, sollen durch unabhängige Beratungen und Prüfungen gemindert und das Verwaltungshandeln – wo möglich – verbessert werden. Die IR sieht sich als Unterstützung der Beschäftigten bei deren Aufgabenerledigung, wobei der Gedanke einer offenen und kollegialen Zusammenarbeit im Vordergrund steht.

#### Dr.-Ing. Thorsten Schrader

Seit dem 1. Mai 2020 leitet Thorsten Schrader die Abteilung 1 *Mechanik und Akustik*. Der Elektrotechniker kam 1992 an die PTB und begann seine Tätigkeit in der Abteilung 2 *Elektrizität*. Nach einem einjährigen Auslandsaufenthalt 1999 in den USA kam er zurück in die PTB. Dort war er neben der Mitarbeit im *Präsidentialen Stab* als Leiter für mehrere Arbeitsgruppen zuständig, u. a. für die Einführung eines systematischen Prüfmittelmanagements der PTB, die Nichtlineare Hochfrequenzmesstechnik für die Digitalisierung, die Elektromagnetischen Felder und die Elektromagnetische Verträglichkeit. Er baute die Antennenmesstechnik komplett neu auf. Dann leitete er 15 Jahre lang den Fachbereich *Hochfrequenz und Felder*. Die Abteilung 1 bearbeitet Aufgaben in den drei Themenbereichen „Masse und abgeleitete Größen“, „Durchfluss“ sowie „Akustik, Ultraschall und Beschleunigung“ und ist in die sieben Fachbereiche *Masse, Festkörpermechanik, Geschwindigkeit, Gase, Flüssigkeiten, Schall* sowie *Akustik und Dynamik* gegliedert. Die Abteilung 1 ist häufig Vorreiter für die

Since 2014, she had been the manager of training, health management and the integration of severely disabled staff at PTB. Nicole Künne came to PTB in 2012 and was in charge of economic efficiency evaluations in Section Z.14, *Organization and Controlling*, and of financial management in Section Z.11, *Budget and Procurement*. The *Internal Auditing* unit supports PTB's management in the performance of its duties. Risks which affect PTB's finances (assets) and reputation (confidentiality, integrity) are to be reduced through independent advising and controlling, and – where possible – administrative action should be improved. The Internal Auditing unit regards itself as a team that helps employees complete their tasks. Here, the concept of open and collegial cooperation is at the fore.



Nicole Künne

Thorsten Schrader has been the Head of Division 1, *Mechanics and Acoustics*, since May 1, 2020. The electrical engineer joined PTB in 1992 and started his work in Division 2, *Electricity*. In 1999, after a one-year stay abroad in industry in the USA, he returned to PTB. Besides his work in PTB's *Presidential Staff*, he was responsible as head of several working groups, among others for the introduction of systematic test equipment management at PTB, for the nonlinear high-frequency metrology for digitalization, for electromagnetic fields and for electromagnetic compatibility. He completely rebuilt the antenna measurement technology. He then headed the *Radio Frequency and Fields* Department for 15 years. Division 1 deals with tasks in three subject areas: “mass and derived quantities”, “flow” as well as “acoustics, ultrasound and acceleration” and is divided into seven departments: *Mass, Solid Mechanics, Velocity, Gases, Liquids, Sound, and Acoustics and Dynamics*. Division 1 is often a pioneer for PTB in the digitalization of metrological processes and supports the workflow



PTB in Sachen Digitalisierung der metrologischen Prozessabläufe und unterstützt den medienbruchfreien Workflow digitaler Daten und Zertifikate, auch im internationalen Kontext.

### PD Dr.-Ing. Thomas Kleine-Ostmann

Thomas Kleine-Ostmann leitet seit dem 1. September 2020 den Fachbereich 2.2 *Hochfrequenz und Felder*. Nach dem Studium der Elektrotechnik an der TU Braunschweig und in den USA promovierte er 2005 auf dem Gebiet der THz-Spektroskopie, bevor er 2006 an die PTB kam und dort viele Jahre lang die Arbeitsgruppe *Elektromagnetische Felder und Antennenmesstechnik* leitete. Der Fachbereich *Hochfrequenz und Felder* stellt die Rückführung von Hochfrequenzmessgrößen für DAkkS-akkreditierte Kalibrierlabore, PTB-interne Labore und andere NMIs sicher und entwickelt im Rahmen seiner Forschungsarbeiten neue Messverfahren der Hochfrequenztechnik weiter.

### Dr.-Ing. Enrico Mohns

Enrico Mohns leitet seit dem 1. November 2020 den Fachbereich 2.3 *Elektrische Energiemesstechnik*. Der Fachbereich besteht aus den fünf Arbeitsgruppen *Messwandler und Sensoren, Hochspannungsmesstechnik, Leistung und Energie, Prüfstellenwesen, Messeinrichtungen und -systeme für Elektrizität* sowie *Netzintegrationsmessgrößen*. Die Tätigkeitsschwerpunkte umfassen die Konformitätsbewertung von Messgeräten für elektrische Energie sowie für Smart Meter Gateways und Ladesäulen, Forschung und Entwicklung im Bereich der Messwandler, der Hochspannungstechnik, der Grundlagen der Energiemesstechnik sowie der Messtechnik für die Netzintegration von Speichern und erneuerbaren Energien. Darüber hinaus werden im Fachbereich vielfältige Dienstleistungen wie Prüfungen und Kalibrierungen für

of digital data and digital certificates without media discontinuity, also in an international context.

Thomas Kleine-Ostmann has been the Head of Department 2.2, *High Frequency and Fields*, since September 1, 2020. After studying electrical engineering at TU Braunschweig and in the USA, he obtained a PhD degree for his work on THz spectroscopy in 2005. In 2006, he joined PTB and headed the *Electromagnetic Fields and Antenna Measuring Techniques* Working Group for many years. The *High Frequency and Fields* Department provides traceability for high-frequency measurands for DAkkS-accredited laboratories, PTB's internal labs and other NMIs. Its research work focuses on developing new measurement techniques in radio frequency engineering.



Enrico Mohns has been the Head of Department 2.3, *Electrical Energy Measuring Techniques*, since 1 November 2020. The department consists of five working groups: *Instrument Transformers and Sensors; High-voltage Metrology; Power and Energy, Test Centre System; Measuring Assemblies and Systems for Electrical Energy; and Grid Integration Measurands*. The main areas of activity include conformity assessment of measuring instruments for electrical energy, Smart Meter Gateways and charging stations, research and development in the fields of instrument transformers, high-voltage technology, the fundamentals of energy measuring techniques, as well as measurement technology for the grid integration of energy storage and renewable energies. In addition, Department 2.3 offers a wide range of services, such as testing and calibrations





Prüfstellen, Kalibrierlabore, Industrie und Marktüberwachung sowie deren Beratung und Akkreditierung angeboten. Die im Fachbereich bearbeiteten nationalen und europäischen Projekte greifen aktuelle metrologische Fragestellungen der Energiewende mit Blick auf die Abrechnungs- und Betriebssicherheit auf allen Netzebenen auf.

### Prof. Dr. Tanja Mehlstäubler

Am 1. Mai 2020 hat Tanja Mehlstäubler die Leitung der Forschungsgruppe QUEST 2 *Quantenuhren und komplexe Systeme* übernommen. Nach dem Studium der Physik an der Universität Würzburg und an der State University of New York at Stony Brook promovierte Mehlstäubler 2005 an der Leibniz Universität Hannover und arbeitete dann am LNE-SYRTE, Paris, an Quantensensoren mit kalten Atomen. Seit Dezember 2007 ist sie an der PTB tätig. Dort leitete sie von 2009 bis 2016 die erste Nachwuchsforscherguppe der PTB *Quantensensoren mit kalten Ionen und Atomen* und habilitierte sich 2016 im Fach Physik. Sie ist Mitglied des Vorstands des Exzellenzclusters „QuantumFrontiers“ und seit 2020 gewähltes Mitglied des DFG-Fachkollegiums 308 „Optik, Quantenoptik und Physik der Atome, Moleküle und Plasmen“. Entwicklungs- und Forschungsschwerpunkte der Forschungsgruppe (FG) QUEST 2 sind Untersuchungen der klassischen und der Quantendynamik von lasergekühlten Ionen, die als Emulator und Simulator von Vielteilchensystemen dienen. Fokus ist hier die Nichtgleichgewichtsdynamik selbstorganisierter Systeme. Eine weitere Projektgruppe beschäftigt sich mit der erstmaligen Realisierung und Charakterisierung einer optischen Multi-Ionen-Uhr für hochgenaue und stabile Frequenznormale. Der dritte Bereich der Forschung der FG QUEST 2 zielt auf die Entwicklung skalierbarer und integrierter 3D-Ionenfallen für kompakte und hoch-skalierbare Ionenfallen. Diese Arbeiten werden in Zusammenarbeit mit

for test centers, calibration laboratories, industry and market surveillance, along with consultation and accreditation. The national and European projects being worked on in Department 2.3 take up current metrological questions of energy transition with regard to invoicing and operational security at all network levels.

Tanja Mehlstäubler took on the leadership of the QUEST 2 research group *Quantum Clocks and Complex Systems* on 1 May 2020. After her studies in physics at the University of Würzburg and at the New York State University in Stony Brook, Ms. Mehlstäubler obtained her doctorate in 2005 from the Leibniz University Hannover and then took up work on quantum sensors with cold atoms at LNE-SYRTE in Paris. She has been employed at PTB since 2007. There, she led the first *Quantum Sensors with Cold Ion and Atoms* young researcher group of PTB from 2009 to 2016, and habilitated in physics in 2016. She is a member of the “QuantumFrontiers” Excellence Cluster’s council, and since 2020, she has been an elected member of DFG review board 308 for “Optics, Quantum Optics and Physics of Atoms, Molecules and Plasmas”. The development and research focus points of the QUEST 2 research group are studies of the classic and of the quantum dynamics of laser-cooled ions which serve as the emulators and simulators of multi-particle systems. The focus here rests on the non-equilibrium dynamic of self-organizing systems. Another project group is dedicated to the first-ever realization and characterization of an optical multi-ion clock for highly precise and stable frequency standards. The third area of research of QUEST 2 aims to develop scalable and integrated 3D ion traps for compact and highly scalable ion traps. This work is carried out in cooperation with Department 5.5, *Scientific Instrumentation*, and the Clean Room Center of PTB. In addition, the QUEST 2 research group





dem FB 5.5 *Wissenschaftlicher Gerätebau* und dem Reinraumzentrum der PTB umgesetzt. Die FG QUEST 2 betreut daneben eine Anwenderplattform im neuen Quantentechnologie-Kompetenzzentrum (QTZ) der PTB, wo die Standardisierung und Charakterisierung von Ionenfallen für quantentechnologische Anwendungen erfolgen soll.

### Dr. Annette Röttger

Die Physikerin Annette Röttger kam, nach dem Studium der Kernphysik an der TU Braunschweig, im Jahr 1992 in die PTB und leitet seit dem 1. Januar 2020 die Abteilung 6 *Ionisierende Strahlung*. Ihre fachlichen Schwerpunkte liegen im Gebiet der Metrologie für alle Strahlungsarten sowie der Forschung und Entwicklung neuer Verfahren in Radioaktivität und Dosimetrie in den Bereichen Umwelt, Medizin und in der Umsetzung der Digitalisierung im Strahlenschutz. Als Mitglied der Strahlenschutzkommission berät sie das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU) zu allen Fragen des Strahlenschutzes. Das Aufgabenfeld der Abteilung 6 umfasst grundlegende metrologische Fragestellungen in der Darstellung und Weitergabe der Einheiten Becquerel, Gray, Sievert und der Messgröße Fluenz sowie die Durchführung von Zulassungsverfahren unter dem Mess- und Eichgesetz/der Mess- und Eichverordnung sowie dem Strahlenschutzgesetz. Die besondere Kompetenz der Abteilung in der Umwelt-radioaktivität und Umweltdosimetrie ermöglicht neue metrologische Ansätze in Fragen der Klimabeobachtung und der Stoffkreisläufe in Ökosystemen.

### Dr. Oliver Hupe

Der Physiker Oliver Hupe kam 2003 zur PTB und leitet seit dem 1. Mai 2020 den Fachbereich 6.3 *Strahlenschutzdosimetrie*. Der Fachbereich hat eine starke gesetzliche Beauftragung in der Darstellung und

supervises a user's platform in the new Quantum Technology Competence Center (QTC) of PTB, where the standardization and characterization of ion traps for quantum technology applications are to be carried out.

After completing her studies in atomic physics at the TU Braunschweig, the physicist Annette Röttger came to PTB in 1992. She has been the Head of Division 6, *Ionizing Radiation*, since 1 January 2020. Her scientific focal points lie in the field of metrology for all types of radiation as well as researching and developing new procedures in radioactivity and dosimetry in the areas of the environment and medicine and in the implementation of digitalization in radiation protection. As a member of the German Commission on Radiation Protection, she advises the Federal Ministry of the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety (BMU) regarding all questions related to radiation protection. The range of tasks of Division 6 encompasses fundamental metrology questions in the realization and dissemination of the units becquerel, gray and sievert; the measurand *fluence*; and carrying out approval procedures according to the Measures and Verification Act or the Measures and Verification Ordinance as well as the Radiation Protection Act. The special competence of the division in environmental radioactivity and dosimetry is paving the way to new metrological approaches for questions involving climate observation and material cycles in ecosystems.



Oliver Hupe, a physicist who joined PTB in 2003, has been the Head of Department 6.3, *Radiation Protection Dosimetry*, since 1 May 2020. This department has been given a strong legal mandate to realize

Weitergabe der Messgrößen im Strahlenschutz für Beta- und Photonenstrahlung und in der Brachytherapie, der Bauartzulassung von Röntgen- und Störstrahlern nach Strahlenschutzgesetz sowie der Baumusterprüfung von Orts- und Personendosimetern nach Mess- und Eichgesetz. Damit und gemeinsam mit seinen Forschungsaktivitäten, meistens im Rahmen von Kooperationen, und seinem großen Engagement in der Gremienarbeit deckt der Fachbereich die gesamte Kette von der Produktentwicklung über Typ-Prüfung und Standardisierung bis zum praktischen Einsatz ab und ist so ein starker Partner in der Politikberatung für Bund, Länder und die Strahlenschutzkommission. Für die herausfordernden Messaufgaben im Strahlenschutz, wie z. B. für sehr kleine Ionisationsströme, entwickelt der Fachbereich geeignete Referenzmesstechnik. Oliver Hupe ist seit vielen Jahren in der Standardisierung bei ISO und IEC aktiv und ist Council Member und Treasurer bei EURADOS e. V.

### Corinna Weigelt

Die Slawistin M. A. Corinna Weigelt leitet seit dem 1. August 2020 das Referat 9.31 *Europa und GUS* innerhalb der Gruppe 9.3 *Internationale Zusammenarbeit*. Corinna Weigelt war von 2014 bis 2017 als Koordinatorin für Projekte in Zentralasien und der Mongolei zuständig. Von August 2017 bis Mitte 2019 übernahm sie vertretungsweise die Arbeitsgruppenleitung für Asien. Parallel führte sie seit August 2018 die Arbeitsgruppe 9.31 und war bis Ende 2020 für das BMZ-finanzierte Vorhaben mit den beiden asiatisch-pazifischen Metrologieorganisationen „Asia Pacific Metrology Programme“ und „Asia Pacific Legal Metrology Forum“ verantwortlich. Das Referat *Europa und GUS* führt regionale und bilaterale Projekte der Technischen Zusammenarbeit mit Entwicklungsländern in Südosteuropa, der Östlichen Partnerschaft und in Zentralasien durch.

and disseminate measurands in radiation protection for beta and photon radiation and in brachytherapy; type approval of X-ray tube assemblies and stray radiation sources according to the Radiation Protection Act; and type examinations of area and personal dosimeters according to the Measures and Verification Act. With this, and together with his research activities – primarily within the scope of cooperation projects – and his high degree of commitment to committee work, the department covers the entire chain from product development through type approval and standardization to practical use, making it a strong partner in rendering policy advice to the German government and to the governments of the German federal states (“*Bundesländer*”) and the Radiation Protection Commission. For the challenging measuring tasks in radiation protection, such as for very small ionization flows, the department is developing appropriate reference measurement technology. Oliver Hupe has been active in standardization at the ISO and IEC for many years, and is a council member and treasurer of the association EURADOS e.V.

Corinna Weigelt, who has a Master of Arts degree in Slavic languages, has been the Head of Section 9.31, *Europe and the CIS*, within the *International Cooperation Group* (9.3) since 1 August 2020. As a coordinator, Corinna Weigelt was in charge of projects in Central Asia and Mongolia from 2014 to 2017. From August 2017 until the middle of 2019, she filled in as the Head of the Asia Working Group. At the same time, she began leading Working Group 9.31 in August 2018 and was responsible for a project sponsored by the BMZ which was carried out together with the two Asia-Pacific metrology organizations – the Asia Pacific Metrology Programme and the Asia Pacific Legal Metrology Forum – until the end of 2020. The *Europe and the CIS* section carries out regional and bilateral technical cooperation projects in collaboration with developing



and emerging countries in Southeastern Europe, the Eastern Partnership and Central Asia.

### Uwe Miesner

Der Wirtschaftswissenschaftler (Dipl.-Oec.) Uwe Miesner leitet seit dem 1. August 2020 das Referat 9.32 *Asien* innerhalb der Gruppe 9.3 *Internationale Zusammenarbeit*. Er kam 2006 in die PTB, war zunächst als Projektkoordinator für die Region Süd-asien zuständig und wurde 2012 mit der Leitung der damaligen Arbeitsgruppe *Asien* (Q.52) betraut. 2017 wechselte Miesner für zwei Jahre mit der PTB an den Standort Kathmandu, bevor er im Sommer 2019 erneut die Leitung der Arbeitsgruppe übernahm, die im August 2020 im Zuge der Reorganisation des Fachbereichs in ein Referat umgewandelt wurde. Das Referat 9.32 ist für die internationale Zusammenarbeit im Bereich der Qualitätsinfrastruktur für die Region Asien verantwortlich. Neben regionalen Projekten wie mit dem Asia-Pacific Metrology Programme und ASEAN gehören hierzu bilaterale Vorhaben mit Partnerländern wie Indien, Indonesien und Kambodscha. Zudem ist die Geschäftsstelle China im Referat angesiedelt.

The economist (Dipl.-Oec.) Uwe Miesner has been the Head of Section 9.32, *Asia*, within the *International Cooperation* Group (9.3) since 1 August 2020. When he first came to PTB in 2006, he was responsible as a project coordinator for the Southern Asia region. In 2012, he became the Head of the former *Asia Working Group* (Q.52). In 2017, Uwe Miesner moved to Kathmandu to work there for PTB for two years before becoming the Head of the Working Group again in the summer of 2019. The Working Group was transformed into a Section when the entire *International Cooperation* Department was reorganized in 2020. Within the scope of PTB's *International Cooperation* Group, which is subdivided into different geographical regions, Section 9.32 is in charge of quality infrastructure in Asian countries. In addition to regional projects like the Asia-Pacific Metrology Programme and ASEAN, the section handles bilateral projects with partner countries such as India, Indonesia and Cambodia. Furthermore, the China Cooperation Office is found in this section.



### Ulf Hillner

Seit dem 1. August 2020 hat Ulf Hillner die Personalverantwortung im Referat 9.33 *Lateinamerika und Karibik* inne, das er bereits seit 2017 als Arbeitsgruppenleiter führte. Ulf Hillner arbeitet seit 2001 für die PTB. In den ersten drei Jahren seiner Tätigkeit war er an das Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung abgeordnet. Von 2004 bis 2016 war er als Projektkoordinator in Lateinamerika und der Karibik für bilaterale und regionale Projekte tätig. Das Referat 9.33 sorgt für die Unterstützung der Partnerinstitutionen in der Region und arbeitet im Auftrag des Bundesminis-

Ulf Hillner has been responsible for human resources in Section 9.33, *Latin America and the Caribbean*, since 1 August 2020. Since 2017, he had already been its Head when it was still a Working Group, which was before the reorganization of the *International Cooperation* Department. Ulf Hillner has worked at PTB since 2001. During the first three years of his employment, he was delegated to the Federal Ministry for Economic Cooperation and Development. From 2004 to 2016, he worked as a project coordinator for bilateral and regional projects in Latin America and the Caribbean. Section 9.33 secures the



teriums für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung und die Europäische Union. Kernanliegen sind der Ausbau institutioneller Kapazitäten und technischer Kompetenz sowie die Förderung regionaler Kooperation und die Einbindung der Partnerorganisationen in internationale Strukturen. Wichtige Tätigkeitsfelder in der Region sind Energie, Umwelt, Wasser und Wirtschaftsförderung.

### Janin Fischer

Seit dem 1. November leitet Janin Fischer das Referat der *Internationalen Zusammenarbeit 9.34 Nordafrika und Naher Osten*. Nachdem sie bereits ihre Masterarbeit im Jahr 2016 im Rahmen eines Praktikums in der Gruppe 9.3 geschrieben hatte, absolvierte Janin Fischer ein Postgraduiertenprogramm im Bereich der Entwicklungspolitik. Im Jahr 2017 begann sie als Projektkoordinatorin im Referat 9.31 *Europa und GUS* zu arbeiten, in dem sie zwei regionale Vorhaben mit den Ländern der Östlichen Partnerschaft leitete. Das Referat 9.34 konzipiert und implementiert Vorhaben der technischen Entwicklungszusammenarbeit in den Ländern Nordafrikas und des Nahen Ostens. Partnerländer sind beispielsweise Marokko, die Palästinensischen Gebiete und Tunesien. Ziel der internationalen Zusammenarbeit ist die Förderung der Qualitätsinfrastruktur der Partnerländer nach international anerkannten Standards.

### Dr. Barbara Siegmund

Mit der Umwandlung der Arbeitsgruppe 9.35 *Subsahara-Afrika* in das gleichnamige Referat am 1. August 2020 übernahm Barbara Siegmund auch dessen Leitung. Die Biologin war im November 2015 als Leiterin der Arbeitsgruppe 9.35 in die PTB gekommen. Sie brachte vielfältige Arbeitserfahrung aus der freien Wirtschaft und der öffentlichen Verwaltung

support of partner institutions in the region and works on behalf of the Federal Ministry for Economic Cooperation and Development and of the European Union. The core focus points are expanding institutional capacities and technological competence as well as promoting regional cooperation and integrating partner organizations into international structures. The important fields of activities in the region are energy, the environment, water and the promotion of the economy.

Since 1 November, Janin Fischer has been the Head of the *International Cooperation Group's Section 9.34, Middle East and North Africa*. After completing her master's thesis in 2016 within the scope of an internship in the 9.3 Group, Ms. Fischer completed a post-graduate program on the subject of development policy. In 2017, she took up work as a project coordinator in Section 9.31, *Europe and the CIS*, where she led two regional projects in Eastern Partnership countries. Section 9.34 designs and implements technical development cooperation projects in Middle Eastern and North African countries. The partner countries include, for example, Morocco, the Palestinian territories and Tunisia. The aim of international cooperation work is to promote quality infrastructure in the partner countries according to internationally recognized standards.



At the same time that Working Group 9.35, *Sub-Saharan Africa*, changed to a section with same name on 1 August 2020, Barbara Siegmund took on leadership for the section. The biologist Barbara Siegmund came to PTB in November 2015 to be the Head of Working Group 9.35. She brought a wealth of work experience from the private enterprise and public administration. Before



mit. Bevor sie zur PTB kam, war Barbara Siegmund drei Jahre in der Entwicklungszusammenarbeit in Uganda tätig, im Auftrag der deutschen Bundesregierung und für die Vereinten Nationen. Die Umsetzung von Projekten zur Verbesserung der Qualitätsinfrastruktur in den Ländern südlich der Sahara ist die Aufgabe des Referats 9.35. Das Spektrum der Aktivitäten ist dabei sehr weit. Es beginnt bei der Beschaffung von Massesätzen für Metrologielabore und geht bis zur Beratung der Kommission der Afrikanischen Union bei der Erstellung des Afrikanischen Freihandelsabkommens. Dabei ist es das Ziel, langfristig das Leben der Menschen im Subsahara-Afrika zu verbessern.

taking up work at PTB, Barbara Siegmund worked in development cooperation for three years in Uganda on behalf of the German government and the United Nations. The implementation of projects aimed at improving quality infrastructure in countries south of the Sahara is the task of Section 9.35. The range of activities is very broad. It starts with the acquisition of mass sets for metrology laboratories and extends all the way up to advising the African Union Commission on the drafting of the African Continental Free Trade Agreement. While doing so, the goal is to improve the lives of people in Sub-Saharan Africa long-term.

### Michael Voigt

Der Diplom-Ingenieur (FH) Michael Voigt leitet seit dem 1. November 2019 das Referat Q.23 *Werkfeuerwehr* und ist gleichzeitig Leiter der Werkfeuerwehr. Michael Voigt kam 1998 in die PTB. Seitdem war er in verschiedenen Arbeitsgruppen der Abteilung 5 *Fertigungsmesstechnik* im Bereich der Oberflächen- und Längenmesstechnik tätig. Zu seinen Aufgaben gehörten neben der Entwicklung von Messsoftware und der Betreuung der Messplätze auch die Weiterentwicklung eines Temperaturmesssystems für Thermoelemente und Platin-Widerstandsthermometer inklusive der Kalibrierung dieser Systeme. Der Werkfeuerwehr gehörte er seit 1999 als nebenamtliche Einsatzkraft an. Seit 2004 ist er als Zugführer und Einsatzleiter eingesetzt. Der Aufgabenbereich der Werkfeuerwehr beinhaltet den abwehrenden und vorbeugenden Brandschutz sowie die technische Hilfeleistung/Gefahrstoffeinsätze. Die Werkfeuerwehr führt Begehungen in Gebäuden, Räumungsübungen, Einweisungen und Ausbildungen an Feuerlöschern, Brandschutzunterweisungen und Brandsicherheitswachen durch. Darüber hinaus werden den Fachabteilungen und dem Technischen Dienst verschiedene Dienstleistungen angeboten.

The engineer (Dip.-Ing.) Michael Voigt has been the Head of Section Q.23, *PTB Fire Brigade*, since 1 November 2019, and he is also the leader of PTB's own fire brigade. Michael Voigt came to PTB in 1998. Since then, he has worked in different Working Groups of Division 5, *Precision Engineering*, on the topics of surface and length metrology. In addition to developing measuring software and supervising PTB's measuring stations, his tasks involved developing a temperature measurement system for thermocouples and platinum-resistance thermometers further, including the calibration of these systems. He belonged to the fire brigade as a part-time fireman since 1999. Since 2004, he has been deployed as a platoon leader and incident commander. The range of tasks that PTB's own fire brigade treats includes fighting fires as well as fire prevention, rendering technical assistance and handling hazard material operations. The fire brigade conducts building inspections, evacuation exercises, instructing and training with fire extinguishers, fire protection briefings and fire safety watches. Beyond that, it offers different services to the divisions and the Technical Service department.



## Peggy Schulz

Die Dipl.-Bauingenieurin (FH) leitet seit Oktober 2019 das neu gegründete Referat Q.24 *Bauorganisation*. Peggy Schulz begann 2016 in der PTB als Projektkoordinatorin. Durch ihre langjährige Erfahrung in Planungsbüros und Bauverwaltungen übernahm sie kurz darauf die fachliche Leitung der Fachgruppe. Im Jahr 2019 schloss sie erfolgreich die Ausbildung zur Fachplanerin für Barrierefreies Bauen ab. Das Referat Q.24 führt Bedarfsplanungen und Projektkoordinationen von kleinen und großen Neu-, Um- und Erweiterungsbauten im investiven Bereich sowie größeren Infrastrukturmaßnahmen durch und vertritt die Interessen der PTB gegenüber externen Beteiligten. Auch zeichnet sich Q.24 für die bauliche Entwicklung der Liegenschaft, die Fortschreibung des Masterplanes sowie das Flächen- und Umzugsmanagement verantwortlich und ist Ansprechpartner für die Belange der Barrierefreiheit. Das angeschlossene Zeichenbüro erstellt und pflegt die Grundrisse sowie Flucht- und Rettungspläne der Gebäude in Braunschweig.

The civil engineer Peggy Schulz has been the Head of the newly founded Section Q.24, *Building Organization*, since October 2019. She began working at PTB in 2016 as a project coordinator. Through her many years of experience in planning offices and building administration, she was able to take on the professional leadership of the Technical Group soon afterwards. In 2019, she successfully completed her training as a technical planner for accessible buildings. Section Q.24 carries out the planning and project coordination of small and large new, remodeled and added-on buildings in investment areas and of larger infrastructure measures and represents PTB's interests vis-à-vis external participants. Q.24 is also responsible for building development of the site, continuing master plan work, for surface and moving management, and is the contact partner for accessibility. The connected architectural office drafts and updates building plans as well as the evacuation and rescue plans of the buildings in Braunschweig.



## Tobias Duden

Der Bankkaufmann und Wirtschaftsinformatiker Tobias Duden leitet seit dem 1. August 2019 das Referat Q.41 *Metrologienetze*. Duden kam 2008 zur PTB und begann seine Tätigkeit zunächst als Werkstudent der IT-Hotline. Nach seinem Studium wurde er im Fachbereich *Informationstechnologie* als IT-Projektleiter eingesetzt, führte Projekte wie das IT-Notfallhandbuch oder die beweisichere elektronische Langzeitspeicherung durch, erarbeitete ein Rahmenkonzept zum Forschungsdatenmanagement und engagierte sich als Gremienvertretung in der Stabsstelle Q.01 Sicherheit. Das Referat *Metrologienetze* stellt die Kommunikationsinfrastruktur für die PTB-Standorte Braunschweig und Berlin-Charlottenburg bereit. Dazu gehören beispielsweise neben den Zugängen zum

Tobias Duden, who is a banker and a business informatics specialist, has been the Head of Section Q.41, *Metrology Networks*, since 1 August 2019. When he came to PTB in 2008, his first job was as a student employee for the IT hotline. After he completed his studies, Tobias Duden became an IT project leader in the *Information Technology* Department and led projects such as the “*IT-Notfallhandbuch*” (IT emergency handbook) or secure long-term data storage, drafted a framework concept for research data management and was committed in his role as a representative in the *Staff Unit for Security* (Q.01). The *Metrology Networks* section provides communications infrastructure at PTB's Braunschweig and Berlin-Charlottenburg sites. This includes, in addition to access to the internet and to the net-





Internet und zu den Behördennetzen das Sicherheitsgateway, die internen Netzwerke, die Zulassung von IP-Geräten, aktive Netzkomponenten sowie die Telekommunikations- und Brandmeldeinfrastruktur.

works of government authorities, a secure gateway, internal networks, authorizing IP devices, active network components as well as the telecommunications and fire alarm infrastructure.

### Gabriele Vauti

Die Diplomphysikerin und Diplomwirtschaftsphysikerin Gabriele Vauti leitet seit dem 1. Januar 2020 das Referat Q.42 *Zeitverteilung mittels IP*. Vauti begann ihre Tätigkeit in der PTB im Jahr 2005 in der damaligen Arbeitsgruppe Q.42 im Bereich der zentralen Speicherinfrastruktur. Später kamen die verwandten Themengebiete „Dateiserver“ und „Datensicherung“ hinzu. Vauti führte zahlreiche Projekte zur Erneuerung dieser Infrastrukturen durch. Das Referat Q.42 betreibt die internen und externen Zeitserver der PTB zur Verteilung der gesetzlichen Zeit über das Internetprotokoll (IP). Mehrere hundert physikalische und virtuelle Server sowie einige hundert TB an Daten werden von Q.42 unter Gesichtspunkten wie Verfügbarkeit, Ausfallsicherheit, Datensicherheit und Datenintegrität betreut. Mit dem Betrieb der E-Mail-Infrastruktur und der Oracle-Datenbanken sowie Unterstützung bei der Benutzerverwaltung und Ausstellung von Zertifikaten liegen noch weitere zentrale IT-Themen in der Verantwortung von Q.42.

The physicist and econophysicist Gabriele Vauti has been the Head of Section Q.42, *IP-Based Dissemination of Time*, since 1 January 2020. Ms. Vauti began her work at PTB in 2005 at the former Working Group Q.42 on the topic of central data storage infrastructure. The related topics of file servers and data storage followed afterwards. Numerous projects to update these infrastructures were implemented by her. Section Q.42 operates the internal and the external time server of PTB to disseminate legal time via the internet protocol (IP). Several hundred physical and virtual servers as well as a few hundred terabytes of data in terms of availability, failure prevention, data security and data integrity are managed by Q.42. With the operation of the e-mail infrastructure and of the Oracle databases as well as supporting user administration and issuing certificates, Q.42 is responsible for further core IT topics.



### Dr. Daniel Lübbert

Der Physiker Daniel Lübbert leitet seit dem 15. Juli 2019 das Referat Q.45 *Hochleistungsrechnen*. Lübbert wechselte im Sommer 2019 von einer benachbarten Ressortforschungseinrichtung zur PTB. Seine wissenschaftlichen Wurzeln liegen in der Forschung mit Synchrotronstrahlung und bei numerischen Simulationen zur Röntgenbeugung an Nanostrukturen. Im Gepäck hat er außerdem zehn Jahre Erfahrung in wissenschaftlicher Politikberatung beim Deutschen Bundestag, wo er u. a. numerische Analysen zur Wahlmathematik etablierte, sowie ein Aufbaustudium Public Management an der Berliner Hertie School of Go-

The physicist Daniel Lübbert has been the Head of Section Q.45, *High Performance Computing*, since 15 July 2019. Lübbert changed from a neighboring departmental research institute to PTB. His academic roots lie in researching synchrotron radiation and numerical simulations of radiation diffractions on nanostructures. He also brings along ten years of experience in rendering scientific advice to policy makers at the Bundestag (German Federal Parliament), where he, among other things, established numerical analyses of election mathematics, and further university studies in public management at the Hertie School

vernance. Das Referat Q.45 am PTB-Standort Berlin erbringt Infrastruktur-Dienstleistungen rund um den Charlottenburger Serverraum. Es betreibt zudem für die gesamte PTB ein zentrales Parallelrechencluster mit derzeit 60 Rechenknoten und etwas über 1700 Kernen (cores), die von allen Abteilungen für anspruchsvolle wissenschaftliche Anwendungen aus dem Bereich „Computational physics“ genutzt werden können. Aus einer eher technischen Tradition kommend, wird das Referat sein Dienstleistungs-Portfolio sukzessive hin zu einem Kompetenzzentrum für Wissenschaftliches Rechnen/scientific computing erweitern.

of Governance in Berlin. Section Q.45 at PTB's Berlin site carries out infrastructure services related to the server room in Charlottenburg. It also operates a central parallel computing cluster which currently has a total of 60 computer nodes and slightly more than 1700 cores which can be used by all divisions of PTB for sophisticated scientific applications in the field of computational physics. Stemming from a rather technical tradition, the section will gradually expand its service portfolio to be a competence center for scientific computing.

## Preise und Auszeichnungen

## Prizes and awards

### Prof. Dr. Dr. h. c. Joachim Ullrich

Der PTB-Präsident hat die Stern-Gerlach-Medaille der Deutschen Physikalischen Gesellschaft (DPG) erhalten. Damit würdigt die DPG seine „bahnbrechenden experimentellen Beiträge zur Atom- und Molekülphysik, insbesondere der Entwicklung und Anwendung von Reaktionsmikroskopen zur vollständigen kinematischen Rekonstruktion der Wechselwirkungsprozesse zwischen Atomen, Molekülen und Photonen“. Die Stern-Gerlach-Medaille ist die höchste Auszeichnung der DPG für herausragende Leistungen auf dem Gebiet der experimentellen Physik. Mit seiner Gruppe ging Joachim Ullrich unter anderem den Wechselwirkungen von Atomen und Molekülen mit hochintensiven Laserfeldern nach, studierte so die Dynamik chemischer Reaktionen auf der Femtosekunderskala und führte Experimente mit ultrakurzen Röntgen-Lichtblitzen am Freie-Elektronen-Laser am DESY in Hamburg und am SLAC National Accelerator Laboratory in Stanford, USA, durch. Besondere Verdienste hat sich Ullrich um den Aufbau des Hamburger „Center for Free Electron Laser Science“ (CFEL) erworben, das von der Max-Planck-Gesellschaft, dem DESY und der Universität Hamburg getragen wird. Nach seinem Ausscheiden aus der PTB im April 2022 wird Joachim Ullrich der DPG als Präsident vorstehen. Die DPG, deren Tradition bis ins Jahr 1845 zurückreicht, ist die älteste nationale und mit mehr als 55 000 Mitgliedern auch größte physikalische Fachgesellschaft der Welt. Gemeinnützig fördert sie den Wissenstransfer innerhalb der wissenschaftlichen Gemeinschaft und möchte allen Neugierigen ein Fenster zur Physik öffnen. Die Wahl des DPG-Präsidenten erfolgt in einem zweijährigen Turnus.

The President of PTB has received the Stern-Gerlach Medal from the German Physical Society (DPG). He received this award “in recognition of his groundbreaking experimental contributions to atomic and molecular physics, and specifically to the development and application of reaction microscopes for the complete kinematic reconstruction of the interaction processes between atoms, molecules and photons”. The Stern-Gerlach Medal is the most prestigious honor of the DPG for outstanding achievements in experimental physics. With his group, Joachim Ullrich investigated, among other things, the interaction of atoms and molecules with high-intensity laser fields. He studied thus the dynamics of chemical reactions on the femtosecond scale and carried out experiments with ultra-short X-ray flashes at the free-electron laser at DESY in Hamburg and at the SLAC National Accelerator Laboratory in Stanford, USA. Joachim Ullrich deserves special recognition for his achievements in setting up the Hamburg “Center for Free-Electron Laser Science” (CFEL), which is supported by the Max Planck Society, DESY and Hamburg University. After leaving PTB in April 2022, Joachim Ullrich will become the President of the DPG. With a tradition going back to 1845, the DPG is the world’s oldest – and with more than 55,000 members also the largest – physics society in the world. As a non-profit institution, it promotes the transfer of knowledge within the scientific community, and wishes to provide a window to all who are curious to learn more about physics. The President of the DPG is elected in a two-year cycle.



**Dr.-Ing. Prof. h. c. Frank Härtig, Katharina Lehrmann, Alexander Lück,  
Dr.-Ing. Rudolf Meeß, Thomas Wiedenhöfer**

Das Team um den PTB-Vizepräsidenten Frank Härtig wurde für das Projekt „Die rundesten Kugeln der Welt – der deutsche Mittelstand und die PTB Hand in Hand“ mit dem bundesweiten Seifriz-Preis des Vereins Technologietransfer Handwerk e. V. in Baden-Württemberg ausgezeichnet. Der Preis würdigt Projekte, in denen Handwerksbetriebe und wissenschaftliche Einrichtungen gemeinsam ein Produkt marktreif entwickelt haben. In diesem Fall hat die PTB gemeinsam mit der Firma Häfner Gewichte GmbH (Oberrot) und der J. Hauser GmbH & Co. KG (Solms) einen Weg gefunden, die rundesten Siliziumkugeln der Welt in industriellem Maßstab zu fertigen, um sie auf dem globalen Markt anbieten zu können. Die Kugeln dienen als hochgenaue Referenz für die Einheit der Masse: das Kilogramm. Es ist bereits der zweite hochkarätige Technologietransferpreis, den das „Kugelprojekt“ erhält. (Wiedenhöfer: *Präsidentialer Stab*, Lehrmann: *Fachbereich 1.1 Masse*, Meeß und Lück: *Fachbereich 5.5 Wissenschaftlicher Gerätebau*)

The project “*Die rundesten Kugeln der Welt – der deutsche Mittelstand und die PTB Hand in Hand*” (The roundest spheres in the world – German SMEs and PTB working hand in hand) from PTB’s Vice President Frank Härtig’s team was awarded the Seifriz Prize which is awarded to projects all over Germany by the *Technologietransfer Handwerk e.V.* association in Baden-Württemberg. The prize honors projects in which craft businesses and scientific organizations jointly develop a product to market maturity. In this case, PTB, together with Häfner Gewichte GmbH (Oberrot) and J. Hauser GmbH & Co. KG (Solms), has found a way to manufacture the roundest silicon spheres in the world on an industrial scale for sale on the global market. The spheres serve as a highly precise reference for the unit of mass: the kilogram. This is already the second top-level technology transfer prize that the “sphere project” has received. (The following employees of PTB were involved in the project: Thomas Wiedenhöfer: *Presidential Staff*, Katharina Lehrmann: *Department 1.1 Mass*, Rudolf Meeß and Alexander Lück: *Department 5.5 Scientific Instrumentation.*)



**Dr. Michael Rinker**

Der Mitarbeiter des Fachbereichs 1.5 *Flüssigkeiten* hat auf der 55. CIML-Sitzung im Oktober einen „OIML Letter of Appreciation“ erhalten. Damit wird seine herausragende Arbeit im OIML TC 8/SC 3 und auf dem Gebiet der Messanlagen für Flüssigkeiten außer Wasser gewürdigt.

Michael Rinker, who is a staff member of Department 1.5, *Liquid Flow*, received an “OIML Letter of Appreciation” at the 55<sup>th</sup> CIML meeting in October. This letter honors his outstanding work in OIML TC 8/SC 3 and in the field of measuring systems for liquids other than water.

**Andreas Schramm**

Der Mitarbeiter des Fachbereichs 2.1 *Gleichstrom und Niederfrequenz* hat die Abschlussprüfung im Ausbildungsberuf „Elektroniker für Geräte und Systeme“ mit dem Studiengang „Elektro- und Informationstechnik im Praxisverbund“ mit großem Erfolg bestanden und gehörte zu den Prüfungsbesten des Jahres 2019 aus den Behörden im Geschäftsbereich des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie.

Andreas Schramm, a staff member of Department 2.1, *Direct Current and Low Frequency*, completed the final examination of the apprenticed profession of “electronics engineer for instruments and systems” as a part of the dual degree program “Electrical Engineering and Information Technology as an Integrated Degree Program” with great success and was among the best examinees of the year 2019 from institutions within the competence of the Federal Ministry for Economic Affairs and Energy.





### Ralf Scholz



In seinem Ausbildungsberuf als „Elektroniker für Energie- und Gebäudetechnik“ hat der Mitarbeiter des Fachbereichs 2.4 *Quantenelektronik* mit herausragenden Prüfungsergebnissen teilgenommen und gehörte zu den besten Ausbildungsabsolventen des Jahres 2019 aus den Behörden im Geschäftsbereich des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie.

Ralf Scholz, a staff member of Department 2.4, *Quantum Electronics*, received outstanding results on his examination and was one of the best apprenticed profession graduates of 2019 stemming from institutes within the competence of the Federal Ministry for Economic Affairs and Energy.

### PD Dr. Hans Werner Schumacher

Der Leiter des Fachbereichs 2.5 *Halbleiterphysik und Magnetismus* wurde für die Amtsperiode von 2020 bis 2024 in das DFG-Fachkollegium 307 „Physik der kondensierten Materie“ gewählt.

Hans Werner Schumacher, who is the Head of Department 2.5, *Semiconductor Physics and Magnetism*, was elected to the DFG's Review Board 307 “Condensed Matter Physics” for the 2020–2024 membership period.



### Dr. Bernd Güttler, Dr.-Ing Olaf Rienitz, Dr. Axel Pramann

Im Mai 2020 erhielten der Leiter der Abteilung 3 *Chemische Physik und Explosionsschutz* Bernd Güttler und die beiden Wissenschaftler im Fachbereich 3.1 *Allgemeine und Anorganische Chemie* die Auszeichnung „Top Downloaded Paper 2018–2019“ für die Veröffentlichung „The avogadro constant for the definition and realization of the mole“ in der Fachzeitschrift *Annalen der Physik*.

Bernd Güttler, who is the Head of Division 3, *Chemical Physics and Explosion Protection*, and the two scientists from Department 3.1, *General and Inorganic Chemistry*, received the award for the “Top Downloaded Paper 2018–2019” for the publication entitled “The Avogadro constant for the definition and realization of the mole” in the scientific journal *Annalen der Physik* in May 2020.

### Lena Michaliszyn, Dr. Tongxiang Ren, Dr. Anita Röthke, Dr.-Ing. Olaf Rienitz

Die Mitarbeiter/innen des Fachbereichs 3.1 *Allgemeine und Anorganische Chemie* erhielten im April 2020 den „CITAC Best Paper Award 2020“ für die Veröffentlichung „A new method for the SI-traceable quantification of element contents in solid samples using LA-ICP-MS“ im *Journal of Analytical Atomic Spectrometry*.

Lena Michaliszyn, Tongxiang Ren, Anita Röthke and Olaf Rienitz, staff members of Department 3.1, *General and Inorganic Chemistry*, received the “CITAC Best Paper Award 2020” for the publication “A new method for the SI-traceable quantification of element contents in solid samples using LA-ICP-MS” in the *Journal of Analytical Atomic Spectrometry*.



### Solmaz Nadiri

Die Poster-Veröffentlichung der Mitarbeiterin im Fachbereich 3.3 *Physikalische Chemie* wurde im Juni 2020 als „One of the three best posters in the 8<sup>th</sup> international conference of the cluster of excellence: Fuel science – From production to propulsion“ ausgezeichnet.

The poster “Fuel science – From production to propulsion” which was submitted by Solmaz Nadiri, a staff member of Department 3.3, *Physical Chemistry*, was honored as one of the three best posters at the 8<sup>th</sup> international conference of the cluster of excellence in June 2020.



## Felix Witt

Die Masterarbeit von Felix Witt wurde vom Niedersächsischen Forschungszentrum für Luftfahrt (NFL) mit dem Karl-Doetsch-Nachwuchspreis ausgezeichnet. Die Arbeit, die im Rahmen eines gemeinsamen Projektes zwischen dem Institut für Flugführung (IFF) an der TU Braunschweig und dem PTB-Fachbereich 3.4 *Analytische Chemie der Gasphase* entstand, beschäftigt sich mit der Entwicklung eines neuen, sehr schnellen Hygrometers für die absolute, laseroptische Messung des Wassergehaltes in der Atmosphäre.

The master's thesis by Felix Witt was awarded the *Karl-Doetsch-Nachwuchspreis* (an award for junior scientists) from the Aeronautics Research Centre Niedersachsen (NFL). The thesis which resulted within the scope of a cooperation project between the Institute of Flight Guidance (IFF) of the TU Braunschweig and PTB's Department 3.4, *Analytical Chemistry of the Gas Phase*, focuses on the development of a new, very rapid hygrometer for the absolute, laser-optic measurement of water content in the atmosphere.



## Dr. Andreas Nowak, Dr. Jorge Saturno

Die beiden Mitarbeiter des Fachbereichs 3.4 *Analytische Chemie der Gasphase* erhielten im August/September 2020 auf der European Aerosol Conference 2020 den „Best Poster Award 2020“ für das Poster „Optical properties of laboratory generated soot: Application for optical modelling validation“.

Andreas Nowak and Jorge Saturno, who are staff members of Department 3.4, *Analytic Chemistry of the Gas Phase*, received the “Best Poster Award 2020” for the poster “Optical properties of laboratory generated soot: Application for optical modelling validation” at the European Aerosol Conference 2020 in August/September 2020.

## Dr. Holger Großhans



Mit einem „ERC Starting Grant“ erhält der Mitarbeiter des Fachbereichs 3.5 *Explosionsschutz in der Energietechnik* insgesamt 1,5 Millionen Euro Förderung für ein fünfjähriges Projekt, in dem es um die Verhinderung von Explosionen während des pneumatischen Pulvertransports geht. Das Projekt, an dem fünf Mitarbeiter beteiligt sein werden, hat zum Ziel, ein Open-Source-Tool zur Vorhersage, Evaluation und Begrenzung elektrostatischer Ladungen zu entwickeln.

Holger Großhans, a staff member of Department 3.5, *Explosion Protection in Energy Technology*, is receiving 1.5 million euros in funding through an “ERC Starting Grant” for a five-year project on explosion prevention during pneumatic powder transport. The project, in which five staff members will participate, aims to develop an open source tool to predict, evaluate and limit electrostatic charges.

## Prof. Dr. Stefanie Kroker

Am 17. November erhielt Stefanie Kroker den Preis für Nachwuchswissenschaftler und -wissenschaftlerinnen des Landes Niedersachsen. Stefanie Kroker ist seit 2016 Juniorprofessorin für Funktionale Nanostrukturen für die Metrologie an

Stefanie Kroker received the “*Wissenschaftspreis Niedersachsen*” (a science prize awarded by the Federal State of Lower Saxony) in the category of “Junior Scientist” on 17 November. Ms. Kroker has been a junior professor for functional



der TU Braunschweig und leitet an der PTB die Nachwuchsgruppe 4.01 *Metrologie für funktionale Nanosysteme*, die im „Laboratory for Emerging Nanometrology“, kurz LENA, an der Schnittstelle zwischen PTB und TU Braunschweig angesiedelt ist. Dort entwickelt sie unter anderem optische Bauteile für den Quantencomputer des „Quantum Valley Lower Saxony“. Durch ihre Zusammenarbeit mit Gruppen des Max-Planck-Instituts für Gravitationsphysik in Hannover treibt sie die Vernetzung von PTB und TU Braunschweig mit bedeutenden Einrichtungen am Standort Niedersachsen voran. Außerordentlich für eine so frühe Phase in der Karriere ist besonders ihre Rolle bei der Entwicklung des Exzellenzclusters „QuantumFrontiers“. Stefanie Kroker erhielt den mit 20 000 Euro dotierten Preis aus der Hand des niedersächsischen Ministers für Wissenschaft und Kultur Björn Thümler.

nanostructures for metrology at the TU Braunschweig and is the Head of PTB's Junior Scientist Group 4.01, *Metrology for Functional Nanosystems*, which is located at the “Laboratory for Emerging Nanometrology” (LENA for short) at the interface between PTB and the TU Braunschweig. There, she is developing, among other things, optical components for “Quantum Valley Lower Saxony's” quantum computers. Through her cooperation with groups at the Max Planck Institute for Gravitational Physics in Hannover, she is pushing the connection of PTB and the TU Braunschweig with important institutions in Lower Saxony forward. Her role in developing the “QuantumFrontiers” Cluster of Excellence so early in her career is quite extraordinary. Stefanie Kroker received the prize which is endowed with 20,000 euros from the Minister for Science and Culture of Lower Saxony, Björn Thümler.

#### Dr. Christian Sanner, Dr. Nils Huntemann, Richard Lange

Die beiden Wissenschaftler im PTB-Fachbereich 4.4 *Zeit und Frequenz*, Huntemann und Lange, sowie ihr ehemaliger PTB-Kollege Sanner (heute am JILA, Boulder, USA) wurden für ihre an der PTB durchgeführte Arbeit „Einzel-Atom-Spektroskopie mit achtzehnstelliger Genauigkeit zur Symmetrie-Vermessung der Raumzeit“ mit dem Helmholtz-Preis 2020 in der Kategorie „Präzisionsmessungen in der Grundlagenforschung“ ausgezeichnet. Den dreien ist es mit einem Langzeitvergleich zweier optischer Ytterbiumuhren der PTB gelungen, einen deutlich verbesserten Test der Lorentz-Symmetrie für Elektronen durchzuführen. Ihre Ergebnisse wurden in *Nature* veröffentlicht.

Nils Huntemann and Richard Lange, who are both scientists at PTB's Department 4.4, *Time and Frequency*, as well as their former PTB colleague Christian Sanner (now at JILA in Boulder, USA) received the 2020 Helmholtz Prize in the category of “Precision Measurements in Fundamental Research” for their work on single-atom spectroscopy with 18<sup>th</sup> place precision for symmetry measurements in space-time which was carried out at PTB. By means of a long-term comparison between two optical ytterbium clocks of PTB, the three scientists have succeeded in considerably improving the procedure to test the Lorentz symmetry for electrons. Their results were published in *Nature*.

#### Hristina Georgieva



Die Doktorandin im Fachbereich 4.5 *Ange wandte Radiometrie* hat bei der Summer School 2020 „Precision Experiments in Theory and Application“ der Braunschweig International Graduate School of Metrology den 1. Preis für ihren Beitrag zum Thema „Quantum radiometry by counting single photons from a narrow-bandwidth quantum emitter“ erhalten.

Hristina Georgieva, who is a doctoral candidate at Department 4.5, *Applied Radiometry*, was awarded the first prize for her submission “Quantum radiometry by counting single photons from a narrow-bandwidth quantum emitter” during the “Precision Experiments in Theory and Application” Summer School 2020 of the Braunschweig International Graduate School of Metrology.

## Justus Christinck

Bei der Summer School 2020 „Precision Experiments in Theory and Application“ der Braunschweig International Graduate School of Metrology errang der Doktorand im Fachbereich 4.5 *Angewandte Radiometrie* den 3. Platz mit seinem Poster „A thin layer model for the angular emission of nitrogen-vacancy centers in nanodiamond“.

During the “Precision Experiments in Theory and Application” Summer School 2020 of the Braunschweig International Graduate School of Metrology, Justus Christinck, who is a doctoral candidate at Department 4.5, *Applied Radiometry*, obtained 3<sup>rd</sup> place for his poster “A thin layer model for the angular emission of nitrogen-vacancy centers in nanodiamond”.



## Prof. Dr. Tanja Mehlstäubler



Die Leiterin der Forschungsgruppe QUEST 2 *Quantenuhren und komplexe Systeme* erhielt Ende 2019 einen Ruf auf eine W3-Professur an der Leibniz Universität Hannover, den sie im Frühjahr 2020 annahm. Mehlstäubler hält damit die Professur für „Experimentalphysik mit Schwerpunkt Quantenoptik und Metrologie“ am Institut für Quantenoptik der Leibniz Universität.

Tanja Mehlstäubler, the Head of the QUEST 2 research group, *Quantum Clocks and Complex Systems*, was called to a W3 professorship at Leibniz University Hannover at the end of 2019. She accepted the position in the spring of 2020. Tanja Mehlstäubler now holds the professorship for “Experimental physics with a focus on quantum optics and metrology” at the Institute for Quantum Optics of the Leibniz University.

## Dr. Laura Dreissen

Die Wissenschaftlerin des *QUEST-Institutes an der PTB* wurde mit einem Forschungsstipendium der Alexander von Humboldt-Stiftung ausgezeichnet. Sie wird in der Forschungsgruppe *Quantenuhren und komplexe Systeme* an neuen Präzisionstests der allgemeinen Relativitätstheorie in lasergekühlten Ionenketten forschen.

Laura Dreissen, who is a scientist at the QUEST Institute at PTB, was awarded a research grant from the Alexander von Humboldt Foundation. She will do research on new precision tests of the general theory of relativity in laser-cooled ion chains in the QUEST 2 Research Group *Quantum Clocks and Complex Systems*.



## Dr. Fabian Wolf

Der Mitarbeiter des *QUEST-Institutes an der PTB* wurde mit dem „Carl Zeiss Award for Young Researchers“ ausgezeichnet. Damit ehrt der Ernst-Abbe-Fonds im Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft Wolfs Arbeit zu quantenverstärkten Messungen mit Fock-Zuständen der Bewegung von gefangenen Ionen. Die Ergebnisse

Fabian Wolf, a staff member of the QUEST Institute at PTB, was honored with the “Carl Zeiss Award for Young Researchers”. With this prize, the Ernst Abbe Fund, a member of the *Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft* (Donors’ Association for the Promotion of Science and Humanities in Germany),

dieser Arbeit sind in der Veröffentlichung „Motional Fock states for quantum-enhanced amplitude and phase measurements with trapped ions“ in der Zeitschrift *Nature Communications* zusammengefasst.

is recognizing Wolf’s work on “Motion-al Fock states for quantum-enhanced amplitude and phase measurements with trapped ions” in the journal *Nature Communications*.

### Dr. Paul Köchert

Der heutige Mitarbeiter im Fachbereich 5.4 *Interferometrie an Maßverkörperungen* hat durch seine im PTB-Fachbereich 5.2 *Dimensionelle Nanometrologie* durchgeführten Arbeiten zum Erfolg eines Forschungsteams der TU Ilmenau beigetragen: Das Projekt „Subnanometermessverfahren höchster Präzision mit zehn Dekaden Messbereich“ wurde mit dem Thüringer Forschungspreis 2020 in der Kategorie Grundlagenforschung ausgezeichnet.

Paul Köchert, who is a staff member of Department 5.4, *Interferometry on Material Measures*, contributed to the success of a research team from TU Ilmenau through work he carried out in PTB’s Department 5.2, *Dimensional Nanometrology*: The project “*Subnanometermessverfahren höchster Präzision mit zehn Dekaden Messbereich*” (highest precision subnanometer measuring procedure with a ten-decade measurement range) was awarded the Thuringian Research Prize 2020 in the category of “Fundamental Research”.



### Dr. Katy Klauenberg



Die Statistikerin im Fachbereich 8.4 *Mathematische Modellierung und Datenanalyse* hat die ENBIS Greenfield Challenge 2020 by Wiley gewonnen. Das European Network for Business and Industrial Statistics (ENBIS) verleiht diesen Preis für herausragende Interaktion mit Nichtstatistikern und war „beeindruckt sowohl von den vielfachen Ebenen der getätigten Kommunikation [...] als auch von der gesellschaftlichen Tragweite“ der Arbeiten zu „Effizienten Stichprobenplänen zur Überwachung von Verbrauchszählern“ von Katy Klauenberg und ihren Kollegen.

The statistician in Department 8.4, *Mathematical Modelling and Data Analysis*, won the “ENBIS Greenfield Challenge 2020 by Wiley”. The European Network for Business and Industrial Statistics (ENBIS) awards this prize for outstanding interaction with non-statisticians. The ENBIS was “impressed with both the multiple levels of communication [...] as well as with the societal reach” of Katy Klauenberg and her colleagues’ work on “Efficient sampling plans for utility meter surveillance” (“*Effiziente Stichprobenpläne zur Überwachung von Verbrauchszählern*”).



## Ausbildung

### Berufliche Bildung

Im Jahr 2020 befanden sich bis zu 144 junge Menschen in einer der elf Ausbildungen oder einem der beiden Studiengänge der PTB, 125 davon in Braunschweig.

In Braunschweig werden die Ausbildungsberufe „Elektroniker/in für Geräte und Systeme“, „Fachinformatiker/in der Fachrichtung Anwendungsentwicklung“, „Fachinformatiker/in der Fachrichtung Systemintegration“, „Elektroniker/in für Energie- und Gebäudetechnik“, „Physiklaborant/in“, „Feinwerkmechaniker/in mit dem Schwerpunkt Feinmechanik“, „Fotograf/in“ und „Mediengestalter/in“ sowie die Studiengänge „Elektro- und Informationstechnik im Praxisverbund“ und „Informatik im Praxisverbund“ angeboten.

In Berlin werden die Ausbildungsberufe „Kaufmann/frau für Büromanagement“, „Feinwerkmechaniker/in mit dem Schwerpunkt Feinmechanik“, „Elektroniker/in für Informations- und Systemtechnik“ und „Tischler/in“ angeboten.

Im Jahr der Corona-Pandemie wurde auch die Ausbildung der PTB auf den Prüfstand gestellt. Homeoffice, Homeschooling, Videokonferenz und Online-Vorlesungen hätten sicher von Anfang an mächtige Instrumente sein können, hätten sie nur schon genügend Zeit gehabt, sich zu entwickeln. Und dabei drehte es sich nicht nur um die technische Seite; auch für die Auszubildenden handelte es sich um einen nicht unerheblichen Lernprozess. Unbeobachtet ist man gerade als Auszubildender schnell den häuslichen Ablenkungen erlegen. Dennoch erlebten ohne Frage diese Kommunikationswege in den letzten Monaten einen mächtigen Innovationsschub und sind derzeit aus dem Ausbildungsalltag kaum mehr wegzudenken.

Der über Jahrzehnte gewachsene zeitliche Ablauf im Prüfungswesen geriet aus den Fugen. Zwischenprüfungen fielen aus und Ergebnisse von Abschlussprüfungen stehen teilweise erst Monate später fest.

Auch im Jahr 2021 wollen wir ausbilden. Hunderte von Bewerbern waren zu testen. Abstand, Räumlichkeiten, Hygiene und erhöhter Logistikaufwand ziehen das Einstellungsverfahren erheblich in die Länge und zehren an den Zeitressourcen der Ausbilder und unterstützenden Mitarbeiter.

## Vocational training at PTB

### Professional Education

In 2020, up to 144 young people – 125 of which were in Braunschweig – were enrolled in one of the eleven apprenticeships or in one of the two dual study courses of PTB.

The apprenticed professions of “electronics technician for equipment and systems”, “IT specialist in the field of application development”, “IT specialist in the field of system integration”, “electronics technician for energy and building technology”, “physics laboratory assistant”, “precision mechanic”, “photographer”, and “media designer” as well as the dual study courses “Electronics technician and IT specialist as an integrated degree program” and “IT specialist as an integrated degree program” are available in Braunschweig.

In Berlin, the apprenticed professions of “administrative professional”, “precision mechanic”, “electronics technician for IT and systems” and “carpenter” are available.

PTB’s Vocational Training was also put to the test during the year of the COVID-19 pandemic. Working from home, homeschooling, video conferences and online lectures could certainly have been powerful tools from the beginning if they had had enough time to be developed. But it’s not just about technical aspects; the learning process for apprentices is hardly negligible. When not under supervision, it is especially easy for apprentices to quickly become distracted by things at home. Still, these types of communication experienced an incredible push in innovation, and it is now hard to imagine daily vocational training without them.

The timeline for examinations, which has been developed over decades, went off the rails this year. Intermediate examinations were cancelled, and the results of some final examinations were not available until a few months later.

We intend to train apprentices in 2021 as well. We needed to test hundreds of applicants. Safe social distancing, rooms, hygiene aspects and a higher logistical effort dramatically slowed down the hiring process and taxed the time budgets of the trainers and support staff.



Wurden im letzten Jahr noch alle geehrt, die die Abschlussprüfung mit der Note „sehr gut“ abgelegt hatten, wurden im Jahr 2020 nur die Punktbesten im relativ kleinen Kreis geehrt. Natürlich war die PTB wieder dabei. Aber uns Ausbildern tun die Absolventen leid, die nur wegen der Corona-Pandemie nicht offiziell geehrt werden konnten. Im Jahr 2020 wurden immerhin 10 der 39 Abschlüsse mit der Note „sehr gut“ bewertet. Hinzu kommen noch zwei Absolventen, für die es mit der Note „gut“ für den Kammerieger oder sogar für den Landessieger gereicht hat. Nicht zuletzt diese Zahlen sprechen für die Qualität unserer Ausbildung.

## Ehrungen im BMWi

Am 12. Februar 2020 wurden im Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) in Berlin fünf ehemalige Auszubildende und ein ehemaliger Student für ihre Leistungen und Abschlüsse im Jahr 2019 geehrt. Zwei der Absolventen hatten bereits ihr Studium angetreten und waren dadurch verhindert. Eröffnet wurde die Feierstunde von der Parlamentarischen Staatssekretärin im BMWi Elisabeth Winkelmeier-Becker. Sie begrüßte die erfolgreichen Absolventen, sprach ihnen ihre Gratulation aus und unterstrich den hohen Stellenwert einer guten beruflichen Ausbildung. Es folgte die Ehrung und Übergabe der Urkunden durch den Leiter der Abteilung Z im BMWi, Ministerialdirektor Harald Kuhne.

Last year, all of the apprentices who had passed their examinations with a “very good” mark could be honored. In the year 2020, however, only those with the highest scores were honored, and only very few people were allowed to attend the ceremony. PTB apprentices were, of course, part of it. But we, the trainers, feel bad for the graduates who could not be honoured only because of the COVID-19 pandemic. Despite everything, 10 out of 39 final examinations received “very good” marks. In addition, two graduates were the best at the Chamber of Industry and Commerce or even federal state winners with their “good” mark. These numbers ultimately speak for the quality of our vocational training program.

## Award ceremony at the BMWi

On 12 February 2020, five former apprentices and one former student were invited to the Federal Ministry for Economic Affairs and Energy (BMWi) in Berlin to honor their achievements and degrees in 2019. Two of the graduates had already taken up university studies and were therefore not able to attend. The ceremony was opened by the Parliamentary State Secretary of the BMWi, Elisabeth Winkelmeier-Becker. She welcomed the successful graduates, expressed congratulations and underlined the immense value of solid vocational training. Ministerial Director Harald Kuhne, Head of Division Z at the BMWi, honored the recipients and handed out their certificates.



Von links: Elektroniker für Informations- und Systemtechnik Tobias Brandt, Elektroniker für Energie- und Gebäudetechnik Ralf Scholz, Ausbilder Frank Peters, Ministerialdirektor Harald Kuhne, Fachinformatiker der Fachrichtung Anwendungsentwicklung Jan-Henry Loewe, Ausbilder Axel Eggstein, Ausbilder Christoph Burchert, Ausbildungsleiter Bernd Weihe, Ausbilder Frank Petsche. (Foto: BMWi/Andreas Mertens)

From left to right: Tobias Brandt (electronics technician for IT and systems), Ralf Scholz (electronics technician for energy and building technology), Frank Peters (trainer), Ministerial Director Harald Kuhne, Jan-Henry Loewe (IT specialist in the field of application development), Axel Eggstein (trainer), Christoph Burchert (trainer), Bernd Weihe (Head of Vocational Training), Frank Petsche (trainer). (Photo: BMWi/Andreas Mertens)

## Ehrung in der Industrie- und Handelskammer Braunschweig

Um die Abstandsregeln zu wahren und das Infektionsrisiko gering zu halten, wurden in diesem Jahr nur die Punktbesten geehrt. Trotzdem waren gleich zwei Elektroniker für Geräte und Systeme der PTB dabei, da beide punktgleich nahe der 100 % lagen.

## Award ceremony at the Braunschweig Chamber of Industry and Commerce (IHK)

To uphold social distancing rules and to reduce the risk of infection, only the highest scoring graduates were honored this year. Still, no less than two “electronics technician for equipment and systems” graduates from PTB were there, since both apprentices had the same score close to 100 %.



Von links: IHK-Präsident Helmut Streiff, Elektroniker für Geräte und Systeme Arne Lennard Wissel, Gregor Streitenberger, Ausbilder Axel Eggestein (Foto: IHK)

From left to right: IHK President Helmut Streiff, Arne Lennard Wissel and Gregor Streitenberger (electronics technicians for equipment and systems), Axel Eggestein (trainer). (Photo: IHK)

Weitere Absolventinnen und Absolventen, die ihre Prüfung mit der Note „sehr gut“ abgelegt haben, aber in diesem Jahr wegen Corona nicht offiziell geehrt werden können:

Here is a list of further graduates who received a “very good” mark on their examination but could not officially be honored due to the COVID-19 pandemic:

## Mit der Note „sehr gut“ ausgelernt / Graduates with a “very good” mark



Meike Tschauder

Elektronikerin für Geräte und Systeme

Electronics technician for equipment and systems



Bastian Wolff

Elektroniker für Geräte und Systeme

Electronics technician for equipment and systems



Franz Heinecke

Elektroniker für Geräte und Systeme

Electronics technician for equipment and systems



Jonas Möhle

Fachinformatiker Anwendungsentwicklung

IT specialist in the field of application development

## Kammer- und Landessieger /

Chamber of Industry and Commerce and federal state winners



Clarissa Hädrich

Landessiegerin  
Physiklaborantin

Federal state winner  
Physics laboratory assistant



Daniel Böhme

Kammersieger  
Fotograf

Chamber of Industry and Commerce winner  
Photographer



Ricardo Paul Ramirez

Landessieger  
Feinwerkmechaniker

Federal state winner  
Precision mechanic

Wenn die Studenten aus dem dualen Studiengang „Elektro- und Informationstechnik im Praxisverbund“ ihre Bachelorarbeit verteidigen, wird im Normalfall ein für die Ostfalia Hochschule für angewandte Wissenschaften ungewöhnlich großes Publikum erwartet. In diesem Jahr geschah dies zum Teil nur noch im kleinsten Kreis.

Usually, there is an exceptionally large audience at the Ostfalia University of Applied Sciences in Wolfenbüttel when students from dual studies in “Electrical Engineering and Information Technology as an Integrated Degree Program” defend their bachelor’s theses. This year, only very few people were allowed to attend.

## Bachelor mit der Note 1,0 / Bachelor students who received a mark of 1.0



Marie Christoph

Bachelor of Engineering  
Elektro- u. Informationstechnik im Praxisverbund

Bachelor of Engineering  
Electrical Engineering and Information  
Technology as an Integrated Degree Program



Lasse Anders

Bachelor of Engineering  
Elektro- u. Informationstechnik im Praxisverbund

Bachelor of Engineering  
Electrical Engineering and Information  
Technology as an Integrated Degree Program



Jonas Koll

Bachelor of Engineering  
Elektro- u. Informationstechnik im Praxisverbund

Bachelor of Engineering  
Electrical Engineering and Information  
Technology as an Integrated Degree Program



Nicht nur die besten Absolventen der beruflichen Bildung verdienen es, ausgezeichnet zu werden, sondern auch die Ausbilder/innen, die sich besonders engagieren. So unsere Ausbilderin Silke Remusch. Als überzeugte Prüferin der IHK im Ausbildungsberuf Physiklaborant/in trat sie eine Fortbildung im Prüfungswesen an. Am 5. Februar 2020 wurde sie als „IHK-Prüfungsexpertin“ ausgezeichnet und ihr ein entsprechendes Zertifikat überreicht.

Not only the best graduates of vocational training deserve to be honored. Trainers who are highly committed, like our trainer Silke Remusch, should also be celebrated. As an examiner of the IHK for the apprenticed profession “physics laboratory assistant” who believes in the importance of this work, she began further training in conducting examinations. On 5 February 2020, she was named as an “IHK examination expert” and presented with a certificate.



## Akademische Abschlüsse / Academic degrees

## Promotionen / Doctoral degrees

Name / Name	Fachbereich / Department	Universität / University	Thema / Subject
Daniel Schumann	Flüssigkeiten (1.5)	U Rostock	Entwicklung von realitätsnahen Prüfprozeduren für Durchflussmessgeräte basierend auf realen Verbrauchsprofilen „vom Praxis- zum Prüfprofil am Beispiel von Wasserzählern“
Elisa Burke	Schall (1.6)	U Oldenburg	Investigation into human perception of infrasound combined with audio-frequency sound by means of psychoacoustic experiments
Xiaofei Guo	Elektrische Energiesmesstechnik (2.3)	TU Braunschweig	Gefährdung von Menschen durch elektrische Impulse
Manuela Gerken	Halbleiterphysik und Magnetismus (2.5)	TU Braunschweig	Quantitative and traceable measurement techniques for magnetic microstructures
Davood Momeni Pakdehi	Halbleiterphysik und Magnetismus (2.5)	U Hannover	Optimization of epitaxial graphene growth for quantum metrology
Alexander Fernandez Scarioni	Halbleiterphysik und Magnetismus (2.5)	TU Braunschweig	Thermoelectric measurements in magnetic nanowires
Marco Heinrich	Allgemeine und Anorganische Chemie (3.1)	TU Braunschweig	Electrochemical impedance spectroscopy on ageing lithium-ion batteries
Thomas Siefke	Metrologie für funktionale Nanosysteme (4.01)	TU Braunschweig	Entwicklung von Drahtgitterpolarisatoren für Anwendungen im ultravioletten bis vakuumultravioletten Spektralbereich
Johannes Dickmann	Metrologie für funktionale Nanosysteme (4.01)	TU Braunschweig	Thermal noise of multiscale optical systems for high-precision metrology
Jan Hagemann	Bild- und Wellenoptik (4.2)	U Bremen	Shearing-Interferometrie mit einer teilkohärenten Multi-Quellen-Beleuchtung zur Formmessung von Optiken

Name / Name	Fachbereich / Department	Universität / University	Thema / Subject
Veit Peter Dahlke	Quantenoptik und Längeneinheit (4.3)	U Hannover	Photoassociation of $^{40}\text{Ca}$ at high laser intensities
Franziska Riedel	Zeit und Frequenz (4.4)	U Hannover	Atomic clock comparisons with a $3 \times 10^{-16}$ uncertainty via geostationary satellites
Johannes Thielking	Zeit und Frequenz (4.4)	U Hannover	Hyperfine studies of Th-229 in its nuclear ground and isomeric state
Peter Micke	QUEST	U Hannover	Quantum logic spectroscopy of highly charged ions
Giorgio Zarantonello	QUEST	U Hannover	Robust high fidelity microwave near-field entangling quantum logic gate
Tobias Burgermeister	QUEST	U Hannover	Development and characterization of a linear ion trap for an improved optical clock performance
Henning Hahn	QUEST	U Hannover	Two-qubit microwave quantum logic gate with $^9\text{Be}^+$ ions in scalable surface-electrode ion traps
Helena Schmidt	Oberflächenmesstechnik (5.1)	U Hannover	Yukawa force spectroscopy to search for violations of Newton's law of gravity below 1 $\mu\text{m}$ distances
Fabricio Borges	Koordinatenmesstechnik (5.3)	TU Braunschweig	Multi-material acceptance testing for computed tomography-based coordinate measurement systems
Sebastian Schädel	Koordinatenmesstechnik (5.3)	TU Ilmenau	Neuartiges Messverfahren zur 3D-Gewindekalibrierung unter Verwendung einer flächenhaften Messstrategie und eines ganzheitlichen Auswertalgorithmus
Tobias Kretz	Dosimetrie für Strahlentherapie und Röntgendiagnostik (6.2), Mathematische Modellierung und Datenanalyse (8.4)	TU Berlin	Development of model observers for quantitative assessment of mammography image quality
Rebekka Theresa Schlichte	Strahlenschutzdosimetrie (6.3)	TU Braunschweig	Konstruktion eines winkelauflösenden Spektrometers und Dosimeters für den medizinisch-diagnostischen Arbeitsplatz



Name / Name	Fachbereich / Department	Universität / University	Thema / Subject
Claudia Zech	Röntgenmesstechnik mit Synchrotronstrahlung (7.2)	TU Berlin	Entwicklung von Echtzeitanalysen für Hoch- energie-Batteriematerialien für Elektromobi- lität und Speicheranwendungen mit quanti- tativer Röntgenfluoreszenzanalyse
Mika Pflüger	Röntgenmesstechnik mit Synchrotronstrahlung (7.2)	TU Berlin	Using grazing incidence small-angle X-ray scattering (GISAXS) for semiconductor na- nometrology and defect quantification
Sebastian Baack	Wärme und Vakuum (7.5)	TU Berlin	Heat metering with glycol-water-mixtures
Kirsten Kerkering	Biomedizinische Magnetresonanz (8.1)	TU Berlin	Multiparametric cardiac magnetic resonance imaging with motion compensation
Hendrik Paysen	Biosignale (8.2)	TU Berlin	Quantitative magnetic particle imaging

## Master / Master's degrees

Name / Name	Fachbereich / Department	Thema / Subject
Christiane Niedergesäß	Masse (1.1)	Automatisierung der Tariereinheit der Messapparatur nach der Methode der hydrostatischen Wägung - Konzeptionierung und Entwicklung einer Motorsteuerung
Tianzhu Cang	Elektrische Energiesmesstechnik (2.3)	Messunsicherheitsbestimmung neuartiger Impuls-Hochspannungsteiler
Alexander Dubowik	Elektrische Energiesmesstechnik (2.3)	Laborintegration einer hochpräzisen Kalibriereinrichtung für Stromwandler
Felix Witt	Analytische Chemie der Gasphase (3.4)	Entwicklung der Opto-Mechanik eines neuen Open-path-Laserhygrometers für das Forschungsflugzeug D-ILAB
Saiprahallad Sunku	Explosionsschutz in der Energietechnik (3.5)	Numerical investigation of hot free jets

Name / Name	Fachbereich / Department	Thema / Subject
Zihang Song	Explosionsschutz Sensorik und Messtechnik (3.6)	Measurement of eddy current losses in permanent magnets of permanent magnet synchronous machines during operation
Annika Stein	Explosionsschutz Sensorik und Messtechnik (3.6)	Untersuchung verschiedener Methoden zur elektro-thermischen Charakterisierung von Lithium-Ionen-Batterien
Marius Losch	Explosionsschutz Sensorik und Messtechnik (3.6)	Ansatz für eine Zündgefahrenbewertung für den Einsatz von LEDs im Explosionsschutz
Torben Jennert	Explosionsschutz Sensorik und Messtechnik (3.6)	Charakterisierung von Lithium-Ionen-Batteriemodulen mittels elektrochemischer Impedanzspektroskopie
Daniel Kehl	Explosionsschutz Sensorik und Messtechnik (3.6)	Anpassung eines PXI-basierten Batteriemanagementsystems für Lithium-Ionen-Batteriemodule zur Integration in einer Second-Life-Anwendung
Jonathan Ahrens	Explosionsschutz Sensorik und Messtechnik (3.6)	Untersuchung von Methoden zur Schnell-Charakterisierung von Li-Ion-Batterien aus Elektrofahrzeugen für Second-Use-Anwendungen
Yang Sun	Explosionsschutz Sensorik und Messtechnik (3.6)	Entwurf und Aufbau einer Messeinrichtung zur Bestimmung der Eisenverluste weichmagnetischer Materialien bei hohen Frequenzen mit einer universellen digitalen Rückkopplung
Sai Charan Singh Chowhan	Grundlagen des Explosionsschutzes (3.7)	Ignition Temperature of explosive gas atmospheres in dependence on shape and orientation of the hot surface
Vanessa Heilmann	Grundlagen des Explosionsschutzes (3.7)	Entwicklung und metrologische Validierung eines Messverfahrens zur Bestimmung der sicherheitstechnischen Kenngrößen des Explosionsschutzes von brennbaren Dampf-Staub-Luft-Gemischen
Adeyemi Taiwo	Grundlagen des Explosionsschutzes (3.7)	Mixing effects and turbulence in the standard 20 L sphere for the assessment of safety characteristics in explosion protection
Lea Schröder	Grundlagen des Explosionsschutzes (3.7)	Vergleich des europäischen und des US-Standards zu Trocknern und Öfen mit dem besonderen Schwerpunkt der Sicherheitsanforderung

Name / Name	Fachbereich / Department	Thema / Subject
Hannah Ebeling	Photometrie und Spektroradiometrie (4.1)	Charakterisierung des Rohsignals von bildgebenden Leuchtdichtemessgeräten
Jana Grundmann	Bild- und Wellenoptik (4.2)	Konzeption und Realisierung eines experimentellen Müller-Matrix-Mikroskop-Aufbaus
Han Xu	Bild- und Wellenoptik (4.2)	Charakterisierung von UV-mikroskopischen Systemen für bidirektionale Messungen
Eileen Klocke	Quantenoptik und Längeneinheit (4.3)	Design und Charakterisierung eines Breadboards zur Laserfrequenzverteilung mit relativen Instabilitäten von unter $1 \cdot 10^{-16}$ in einer transportablen optischen Uhr
Thomas Jürß	Quantenoptik und Längeneinheit (4.3)	Monolithisches Interferometer für die Übertragung optischer Frequenzen mit geringer Unsicherheit
Patrick Walkemeyer	Zeit und Frequenz (4.4)	Erzeugung und Charakterisierung einer ultra-stabilen Mikrowelle als Abfrageoszillator für Cäsium-Fontänenuhren
Franziska Hirt	Angewandte Radiometrie (4.5)	Präparation und metrologische Charakterisierung von Einzelphotonenemittern basierend auf Stickstofffehlstellen-Zentren im Nanodiamanten
Kai Dietze	QUEST	Zustandskontrolle und Dynamical Decoupling mit Pulssequenzen für gefangene Ionen
Till Rehmert	QUEST	VECSEL system for coherent manipulation of trapped magnesium ions
Malte Brinkmann	QUEST	Design und Fabrikation skalierbarer Ionenfallen für neuartige Anwendungen der Quantenmetrologie
Sara Panahandeh	QUEST	Phase stabilization of a frequency-quadrupled 1069 nm laser for the interrogation of an $^{27}\text{Al}^+$ clock
Jonathan Morgner	QUEST	Developments towards high-fidelity entangling gates in a surface-electrode ion trap
Johannes Degenhardt	Dimensionelle Nanometrologie (5.2)	Weiterentwicklung des Messverfahrens des low-noise tilting-tip AFM der PTB im Bereich der Datenfusion und Spitzeneinflusskorrektur

Name / Name	Fachbereich / Department	Thema / Subject
Junshen Liu	Dimensionelle Nanometrologie (5.2)	Hochgeschwindigkeitsdatenerfassung mit eingebettetem Echtzeitprozessor und rekonfigurierbarem FPGA
Friedrike Grote	Strahlenschutzdosimetrie (6.3)	Metrologie für die Brachytherapie: Neuer Kalibriermessplatz für Sekundärnormale
Jerome Deumer	Röntgenmesstechnik mit Synchrotronstrahlung (7.2)	Synchrotron-Röntgenphotoelektronenspektroskopie an 2D Transition Metal Carbides and Nitrides
Florian Peinl	Röntgenmesstechnik mit Synchrotronstrahlung (7.2)	Erhöhung der Genauigkeit in der hoch-ortsaufösenden Röntgenfluoreszenzanalyse durch konstruktive Optimierung auf Basis der Untersuchung lateraler Systemschwingung
Jonas Bories	Detektorradiometrie und Strahlungsthermometrie (7.3)	Semiconductor nanometrology and defect quantification
Yasser Abdulhadi	Biomedizinische Magnetresonanz (8.1)	Segmentierung von MR-Daten zur Generierung individueller Kopf- und Gehirnstrukturen für die Erzeugung anthropomor- pher MR-Phantome mittels 3D-Druck
Natalie Keidel	Biomedizinische Magnetresonanz (8.1)	Beschleunigung und Optimierung von Messungen zur Bestimmung der Lokalisierungsgenauigkeiten von MR- Spektroskopiemessungen
Duote Chen	Biomedizinische Magnetresonanz (8.1)	Robustness analysis of neural networks-based artefact reducti- on in cardiac cine MR
Gregor Pechstein	Biomedizinische Magnetresonanz (8.1)	Implementation einer spiralförmigen Auslesetrajektorie für die MRT-Blutflussbildgebung
Rebecca Hoffmann	Biosignale (8.2)	Entwicklung und Evaluation eines additiv gefertigten Phantom-Bausatzes für die Untersuchung von Eigenschaften der Magnetpartikel-Bildgebung
Benjamin Godau	Biosignale (8.2)	Entwicklung und Charakterisierung eines Ultraschall-Misch- verfahrens für die Einbettung von magnetischen Nanopartikeln in Photopolymeren für die Additive Fertigung
Lutz Nier	Biomedizinische Optik (8.3)	Aufbau eines Rasterverfahrens für die Nahinfrarotbildgebung von oberflächennahen Gewebereichen

Name / Name	Fachbereich / Department	Thema / Subject
Christoph Guba-Mikolajczak	Mathematische Modellierung und Datenanalyse (8.4)	Low energy antifibrillatory pacing in two dimensions: effects of pinned spirals and elliptical heterogeneities
Jacopo Zurbuch	Mathematische Modellierung und Datenanalyse (8.4)	Large-scale Bayesian linear regression with application to MR imaging

## Bachelor / Bachelor's degrees

Name / Name	Fachbereich / Department	Thema / Subject
Marie Christoph	Geschwindigkeit (1.3)	Weiterentwicklung einer neuen PTB-Referenzanlage zur Messung von Fahrzeuggeschwindigkeiten und Bestimmung des Messunsicherheitsbudgets
Tianqi Zheng	Akustik und Dynamik (1.7)	Metrologische Untersuchung des dynamischen Drehmoments
Marcel Schweitzer	Gleichstrom und Niederfrequenz (2.1)	Entwicklung einer automatischen, selbstkalibrierenden Messeinrichtung zur Kalibrierung niederohmiger Strommesswiderstände bei Stromstärken bis 100 A
Tamina Kirklies	Explosionsschutz in der Energietechnik (3.5)	Untersuchungen von Einflussfaktoren bei der Prüfung von Zellen und Batterien nach IEC 60079-11 (Eigensicherheit)
Jessica Dymke	Explosionsschutz in der Energietechnik (3.5)	Untersuchung von Explosionsvorgängen in explosionsgeschützten LED-Gehäusen
Emre Emin Yildiz	Explosionsschutz in der Energietechnik (3.5)	Untersuchung zum Einfluss von Umgebungsbedingungen auf Explosionsdruckmessungen im Bereich der "druckfesten Kapselung"
Rilana Rohde	Explosionsschutz in der Sensorik und Messtechnik (3.6)	Energieabschätzung des Gaskerns von elektrischen Kontaktöffnungsentladungen im H <sub>2</sub> -Luft-Gemisch
Sönke Christoph Niemann	Explosionsschutz in der Sensorik und Messtechnik (3.6)	Echtzeitsimulation der Zündfähigkeit eines explosionsfähigen Gasgemisches für den semi-empirischen Konformitätstest von eigensicheren elektrischen Geräten

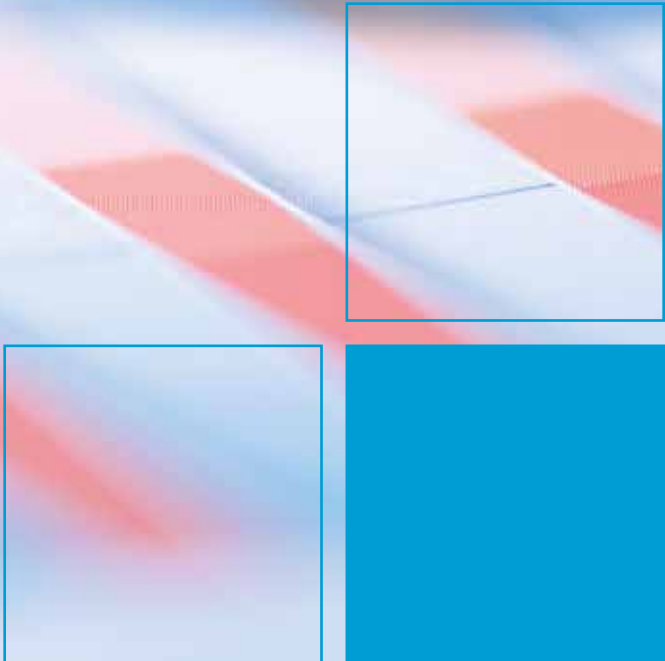


Name / Name	Fachbereich / Department	Thema / Subject
Marcel Denkmann	Explosionsschutz Sensorik und Messtechnik (3.6)	Entwicklung eines SPS-Programms zur Steuerung eines Prüfpultes zur Motorenprüfung
Isabell Schramke	Explosionsschutz Sensorik und Messtechnik (3.6)	Betrachtung der Wellenerdung elektrischer Maschinen mit dem Fokus auf den Betrieb in explosionsschutzten Atmosphären
Simon Riedel	Explosionsschutz Sensorik und Messtechnik (3.6)	Thermische Modellierung eines isoperibolen Batteriekalorimeters
Niklas Schulz	Explosionsschutz Sensorik und Messtechnik (3.6)	Thermische Untersuchung eines kommerziellen Lithium-Ionen-Akkumulators mittels isoperiboler Kalorimetrie
José Ferriz Gonzales	Grundlagen des Explosionsschutzes (3.7)	Einfluss der Temperatur und Salinität auf die Ladungstrennung beim Hochdruckversprühen von Wasser
Jens Boerner	Grundlagen des Explosionsschutzes (3.7)	Zündtemperaturen explosionsfähiger Gasatmosphären in Abhängig von der räumlichen Ausrichtung einer konkaven heißen Oberfläche
Eileen Bozlagan	QUEST	Charakterisierung eines kompakten und UV-tauglichen Double-pass-AOMs
Florian Ungerechts	QUEST	Ion transport for scalable quantum processors
Jan Schaper	QUEST	Developments to improve the frequency stability in the BASE antiproton experiment
Tianyu Xu	Dimensionelle Nanometrologie (5.2)	Design einer auf matlab basierenden Software für die Auswertung von Kalibrierdaten an nanoskaligen Gittern
Jonas Koll	Strahlenschutzdosimetrie (6.3)	Entwicklung, Aufbau und Charakterisierung eines Photodioden-Messsystems zur zeitaufgelösten Messung von gepulster und kontinuierlicher Röntgenstrahlung
Andrea Dell'Orco	Biomedizinische Magnetresonanz (8.1)	MR spectroscopic measurement of macromolecules in vivo for improved modelling and quantification of macromolecules and metabolites in MR spectroscopy of the human brain

Name / Name	Fachbereich / Department	Thema / Subject
Emilius Richter	Biomedizinische Magnetresonanz (8.1)	Entwicklung von Hochfrequenz-Pulsdesigns zur gleichzeitigen Anregung der Protonenspins innerhalb mehrerer Zielvolumina und In-vivo-Validierung am Ultrahochfeld-MR-Tomografen
Erik Borsdorff	Biomedizinische Optik (8.3)	Charakterisierung von Gewebe-Phantomen mittels räumlich aufgelöster diffuser Reflexion
Tim Aaron Schaub	Biomedizinische Optik (8.3)	Steuerung der Bildaufnahme im Durchflusszytometer mittels FPGA-Echtzeit-Messdatenerfassung
Maximilian Weisenseel	Metrologische Informationstechnik (8.5)	Design of a VirtIO device emulation layer for statically configured hypervisors

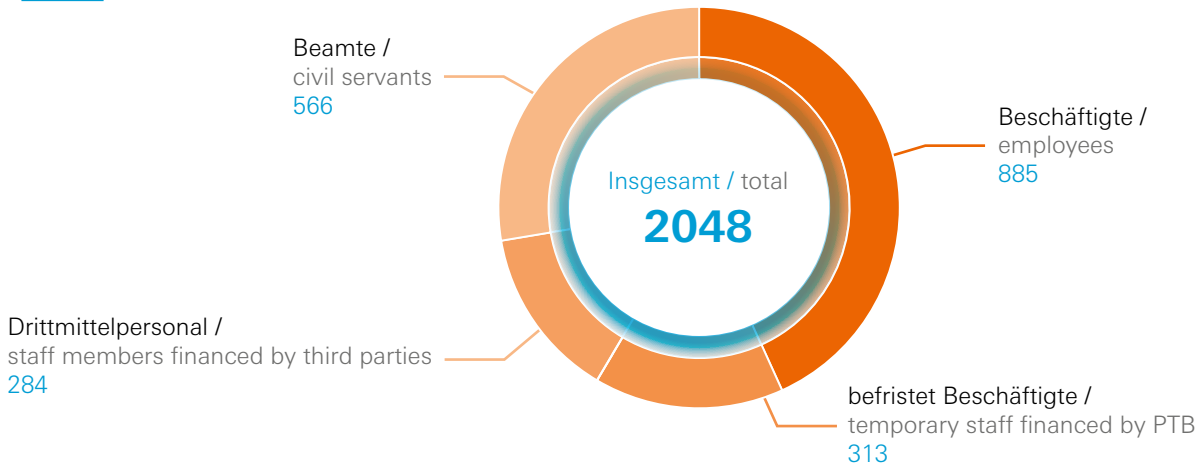
# Zahlen und Fakten

Facts and Figures





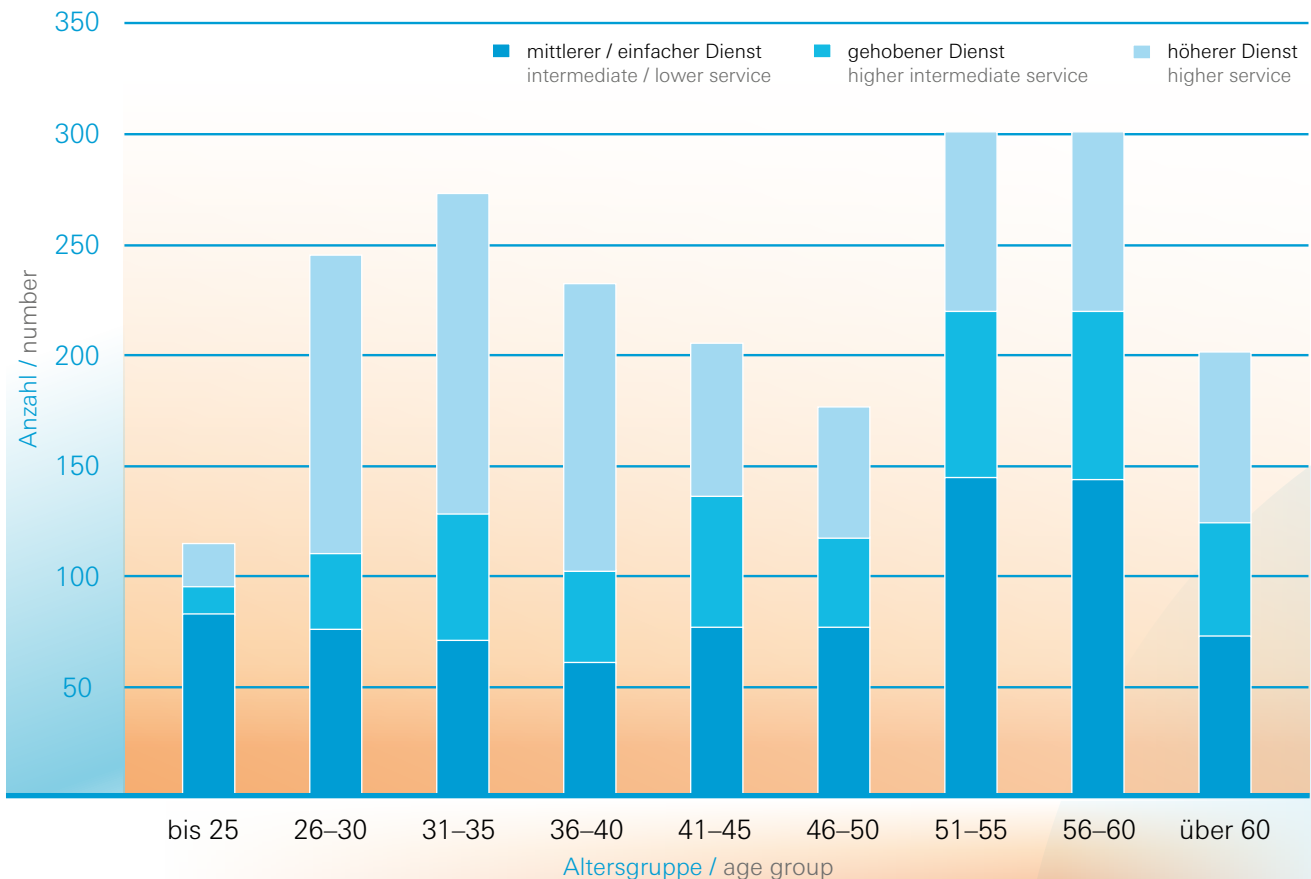
## Personal / Staff



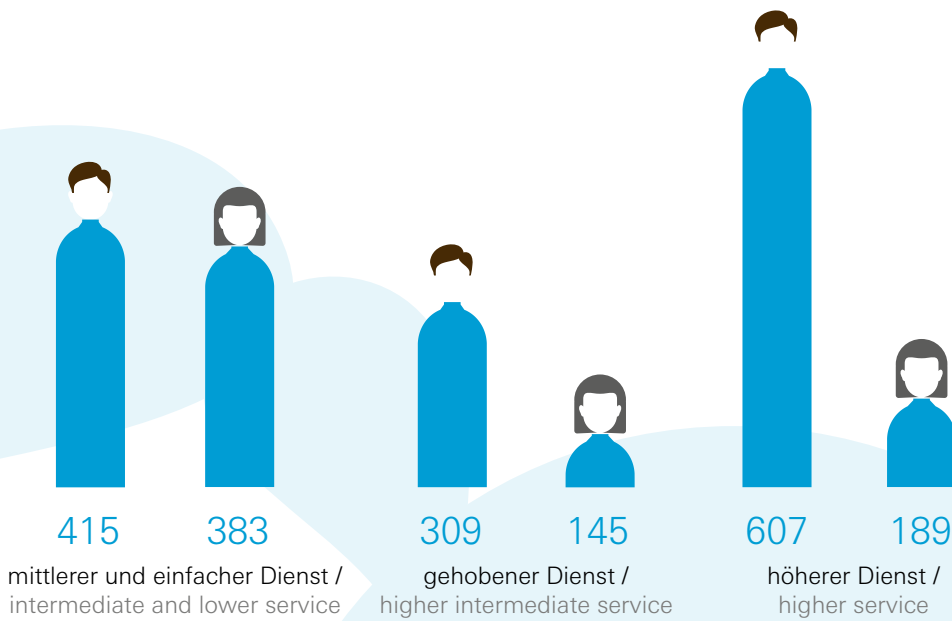
Die PTB zählte zum 31.12.2020 insgesamt 2048 Mitarbeiter/innen. Der Anteil der Beamten lag bei rund 27,6 %, der Anteil aller mit befristeten Verträgen (finanziert aus PTB-Mitteln sowie aus Drittmitteln) bei 29 %. Das Säulendiagramm zeigt die Altersstruktur in den unterschiedlichen Laufbahngruppen. Weiterhin waren im letzten Jahr 128 Werkstudenten und 139 Auszubildende in der PTB beschäftigt.

At 31.12.2020, PTB employed a total of 2048 members of staff. Civil servants made up around 27,6 % of all employees, while those with temporary contracts (financed with PTB funds as well as with third-party funds) made up around 29 % of all employees. The bar chart is showing the age structure of staff, distinguished by civil service groups. Furthermore, 128 student employees and 139 apprentices were employed last year.

### Alterstruktur / Age structure



## Laufbahn / Civil service career



Anzahl der Mitarbeiter/innen, unterschieden nach Laufbahn und Geschlecht (ohne Auszubildende und Werkstudenten)

Number of staff members distinguished by civil service career and sex (not including apprentices and student employees)

## Ausbildung / Training

■ Braunschweig ■ Berlin



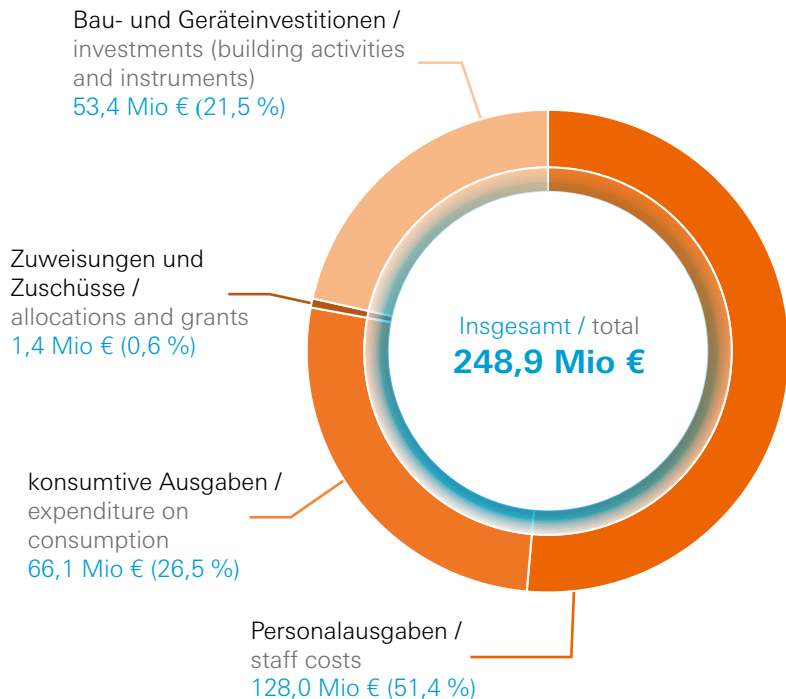
Die PTB gehört zu den größten Ausbildungsbetrieben in der Region Braunschweig. Gegenwärtig sind 139 Auszubildende bei der PTB angestellt. (In Klammern sind die Neueinstellungen im Berichtsjahr angegeben.) Alle Auszubildende werden nach der Abschlussprüfung für mindestens ein Jahr in der PTB weiterbeschäftigt.

PTB is among the most important institutions in the region of Braunschweig which provide training. 139 trainees are at present employed by PTB. (The figures in parentheses indicate fresh engagements in the year under review.) All apprentices remain employed at PTB for at least one year after completing their final examination.



# Haushalt / Budget

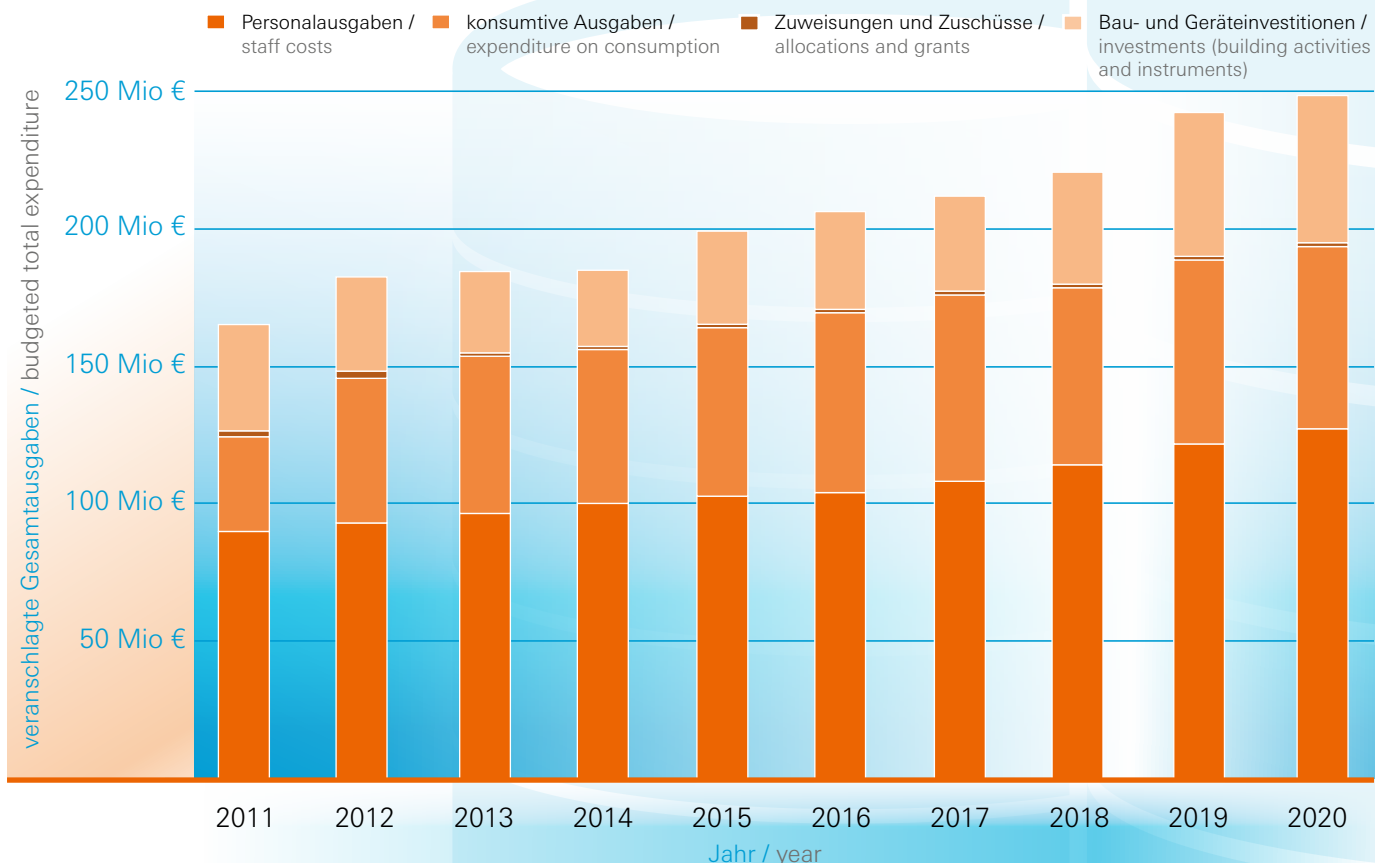
## Ausgabenverteilung / Breakdown of expenditure



Die Grafik zeigt, wie sich im Berichtsjahr die Ausgaben verteilen (in Mio. Euro). Balkendiagramm unten: Entwicklung der Gesamtausgaben im PTB-Haushalt in den letzten zehn Jahren. Seit 2012 sind im PTB-Haushalt auch die Mietzahlungen an die BImA (Bundesanstalt für Immobilienaufgaben) enthalten.

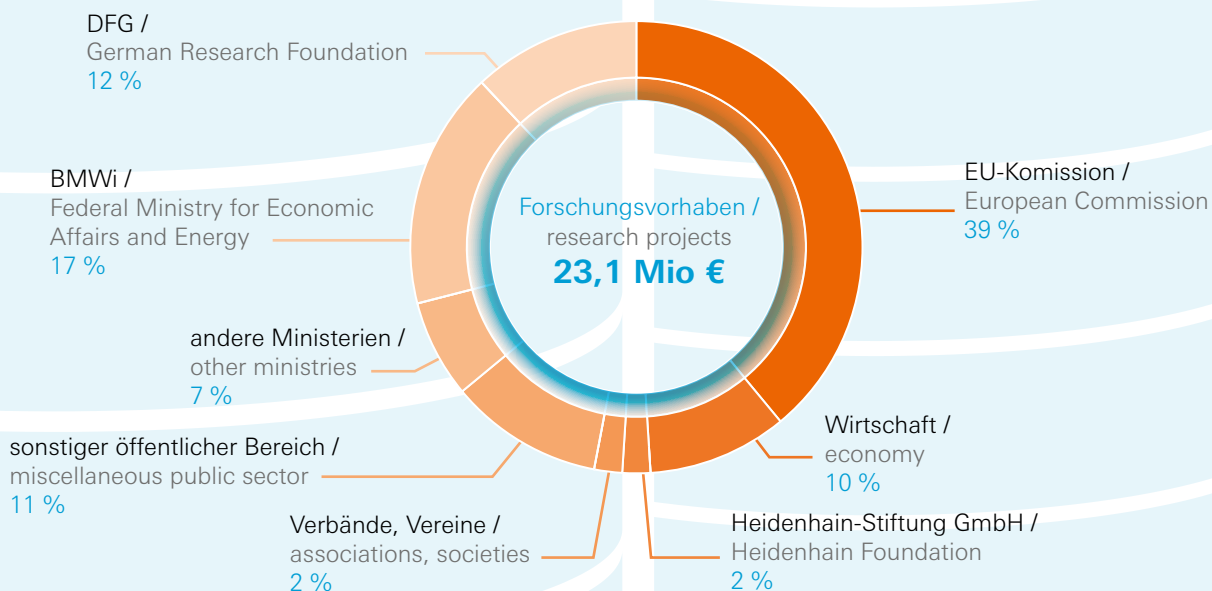
The chart shows the breakdown of the expenditure (in million euros) in the year under review. Bar chart at the bottom: Development of the total expenditure of the PTB budget in the past ten years. Since 2012, the rental payments to the Bundesanstalt für Immobilienaufgaben are included in the PTB budget, too.

## Entwicklung des Haushalts / Budget development

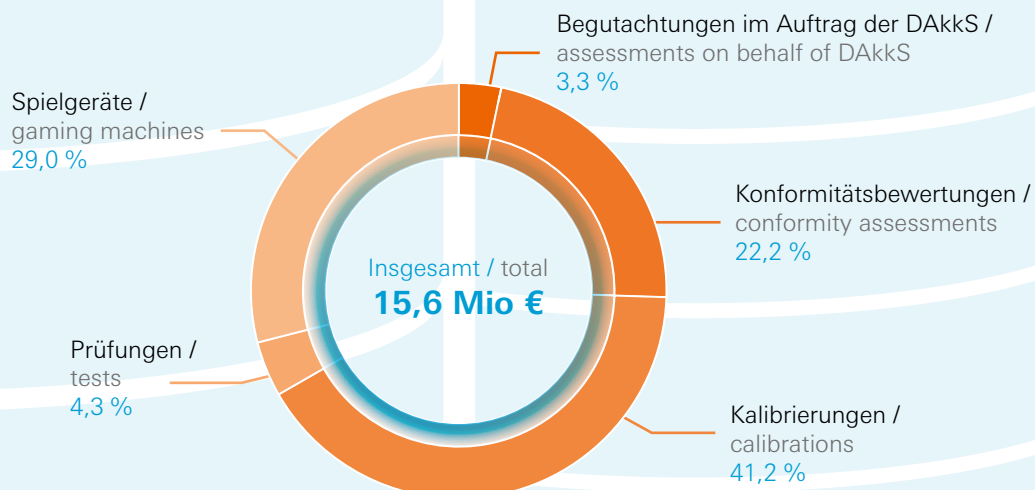


## Drittmittel / Third-party funds

- Die Ausgaben für Forschungsvorhaben aus Drittmitteln summieren sich im Jahr 2020 auf 23,1 Mio. Euro. Die Grafik gibt hierzu die prozentualen Anteile der unterschiedlichen Quellen an.
- Für Projekte der Internationalen Zusammenarbeit wurden 13,8 Mio. Euro verwendet.
- Insgesamt ergeben sich im Berichtsjahr 36,9 Mio. Euro für 737 Drittmittelprojekte (Forschungsvorhaben und Projekte der Internationalen Zusammenarbeit).
- Speziell mit den Mitteln der Heidenhain-Stiftung GmbH werden zwei Nachwuchsgruppen finanziert (eine zur Nanometrologie, eine zur Digitalisierung im gesetzlichen Messwesen).
- In 2020, the expenditure for research projects from third-party funds added up to a total of 23.1 million euros. The chart shows the percentage shares of the different sources.
- For technical cooperation projects, 13.8 million euros were used.
- In total, 36.9 million euros were used for 737 third-party projects (research projects and technical cooperation projects).
- Two groups of junior researchers (one concerns nanometrology and the other digitalization in the field of legal metrology) receive special funding from the Heidenhain Foundation (Heidenhain-Stiftung GmbH).



## Einnahmenanteile der Dienstleistungsbereiche / Income distribution of the service sectors



Einnahmenanteile der verschiedenen Dienstleistungsbereiche der PTB im Jahr 2020. Gesamtforderungen: 15,6 Millionen Euro.

Income distribution of 2020 among the various service sectors of PTB. Total receivables: 15.6 million euros.



Projektpartner der PTB /  
PTB's project partners

## Internationale Zusammenarbeit / International cooperation



regional

bilateral

mehr als 90 Länder / more than 90 countries

Die Qualitätsinfrastruktur-Projekte der Gruppe 9.3 *Internationale Zusammenarbeit* verbessern die Situation von Entwicklungs- und Schwellenländern. Mehr als 90 Länder und Regionen werden befähigt, am internationalen Handel teilzunehmen; der Verbraucher-, Umwelt- und Gesundheitsschutz wird sichergestellt. Das Personal und die Expertinnen und Experten der Gruppe 9.3 beraten Regierungen und Ministerien, Institutionen der Qualitätsinfrastruktur sowie kleine und mittlere Unternehmen.

Das Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung und die Europäische Union finanzieren die Projekte.

Volumen

**13,8 Mio €**

The quality infrastructure projects of PTB's Group 9.3 *International Cooperation* help improve the situation in developing countries and countries in transition. More than 90 countries are enabled to take part in international trade; the protection of the consumers, of the environment and of health is ensured. The employees and experts of Group 9.3 advise governments, ministries, QI institutions as well as small and medium-sized enterprises.

The projects are funded by the Federal Ministry for Economic Cooperation and Development (BMZ) and the European Union.

Funding volume

**€ 13.8 million**

## Normung / Standardization

nationale Gremien / national bodies

**685**

davon Normung / thereof: standardization

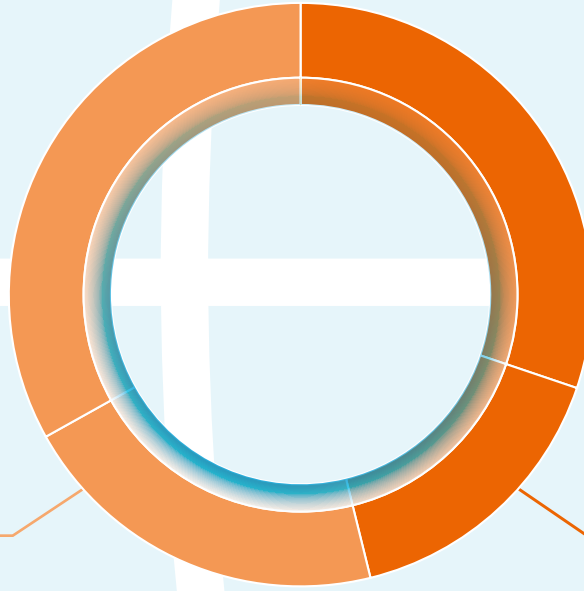
**264**

internationale Gremien / international bodies

**587**

davon Normung / thereof: standardization

**203**



### Nationale Normungsvorhaben / National standardization projects

Die PTB engagierte sich im Jahr 2020 in 685 nationalen Gremien, darunter 264 Normungsgremien. Insgesamt hat sie dabei 101-mal die Leitung inne.

In 2020, PTB participated in 685 national bodies, among these 264 in the field of standardization. PTB heads a total of 101 of these bodies.

### Internationale Normungsvorhaben / International standardization projects

Die PTB engagierte sich im Jahr 2020 in 587 internationalen Gremien, darunter 203 Normungsgremien. Insgesamt hat sie dabei 98-mal die Leitung inne.

In 2020, PTB participated in 587 international bodies, among these 203 in the field of standardization. PTB heads a total of 98 of these bodies.



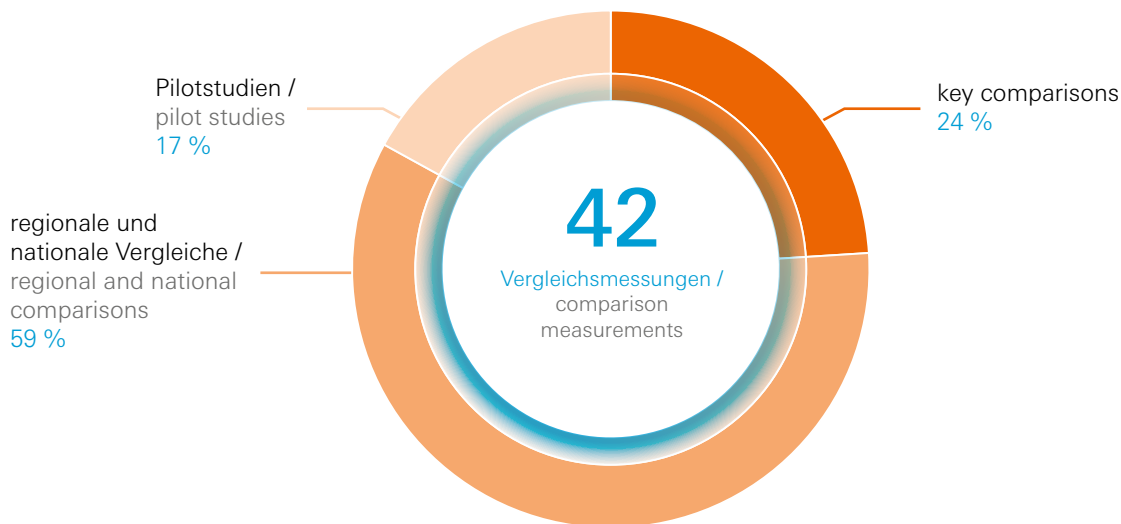
## Qualitätsmanagement / Quality management

### Internationale Vergleichsmessungen

Die PTB hat im Berichtsjahr 42 Vergleichsmessungen abgeschlossen. Es handelte sich um 10 Schlüsselvergleiche, 7 Pilotstudien und 25 regionale / nationale Vergleiche. 71 % der Vergleichsmessungen und Pilotstudien waren von direkter Relevanz für die Kalibrier- und Messmöglichkeiten der PTB im Rahmen des CIPM-MRA<sup>1</sup>. Bei 15 dieser Vergleichsmessungen stellte die PTB das Pilotlabor.

### International comparison measurements

In the year under report, PTB took part in 42 comparison measurements, namely 10 key comparisons, 7 pilot studies and 25 regional/national comparisons. 71 % of the comparison measurements were of direct relevance to the calibration and measurement capabilities of PTB within the scope of the CIPM MRA<sup>1</sup>. PTB participated in 15 comparison measurements as a pilot lab.



### Anerkennung des Qualitätsmanagementsystems

Die Selbsterklärung zum Qualitätsmanagement der PTB<sup>2</sup> wurde sowohl durch die Nutzer und Kunden der metrologischen Leistungen als auch durch internationale Teams von Fachexperten im Rahmen der Meterkonvention, des IEC-Ex-Systems sowie des nationalen Gesetzgebers bewertet und anerkannt. Dabei hat das Qualitätsmanagement der PTB sich auch unter den besonderen Herausforderungen der COVID-19-Pandemie bewährt und den Rahmen für die kontinuierliche Bereitstellung des Leistungsangebotes abgesichert.

### Approval of the quality management system

PTB's self-declaration on quality management<sup>2</sup> was assessed and approved by the users and customers of metrological services, by international expert teams within the scope of the Metre Convention and of the IEC Ex System as well as by the national legislator. It turned out that PTB's quality management has proven to be successful even faced with the specific challenges of the COVID-19 pandemic and has secured the framework for a continuous provision of PTB's range of services according to the currently valid quality standards.

Seit Unterzeichnung des CIPM-MRA<sup>1</sup> im Oktober 1999 stellen die PTB als nationales Metrologieinstitut sowie die für spezielle Aufgaben in der Chemie designierten Institute Partner dieses Abkommens dar. Sie bieten rund 1500 Kalibrier- und Messmöglichkeiten und schaffen somit die Basis der nationalen metrologischen

Since the CIPM-MRA<sup>1</sup> was signed in October 1999, PTB (in its function as the National Metrology Institute) and the designated institutes for special chemistry tasks have been partners in this arrangement. They cover approximately 1,500 calibration and measurement capabilities and thus form the basis of national metro-



Rückführung. Im Juli 2020 erfolgte die diesjährige erneute Anerkennung für das deutsche metrologische System durch das technische Komitee für Qualität von EURAMET. Basis des gegenseitigen erreichten Vertrauens bilden die Offenlegung der internen QM-Prozesse, die gemäß ISO/IEC 17 025 organisiert sind. Im Bereich der Referenzmaterialien in der Chemie finden zusätzlich die Anforderungen der ISO 17034 Anwendung. Im Fokus stand dabei in diesem Jahr insbesondere die Umsetzung der Maßnahmen zur Anpassung an die revidierte ISO/IEC 17025 von 2017. Unterstützt wird die gegenseitige Vertrauensbildung durch „Peer Reviews“ mit Vor-Ort-Besuchen. Ein entsprechendes Review führten Fachexperten des METAS im Rahmen des EURAMET-Projektes 1083 zur Thematik „Rückführung der Längeneinheit auf die Zeiteinheit“ in zwei Fachbereichen der PTB durch. Erstmals waren auch deutsche designierte Institute (BAM, UBA, BVL) in diesen Prozess einbezogen und wurden durch entsprechende Fachexperten aus Österreich (BEV und Umweltbundesamt) bzw. der PTB begutachtet. Darüber hinaus konnte ein hoher Grad an Übereinstimmung der nationalen Normale in der PTB und in den designierten Instituten mit denen anderer Länder durch die erfolgreiche Teilnahme an Schlüsselvergleichen, die im Rahmen der Meterkonvention stattfinden, bestätigt werden.

Zur Unterstützung der Tätigkeit der PTB als Konformitätsbewertungsstelle (0102) erfolgten zusätzlich „Peer Reviews“ im Rahmen der BEV-METAS-PTB-Vereinbarung zum Nachweis des QM-Systems im Sinne der ISO/IEC 17 065/ ISO/IEC 17 025 im Zusammenhang mit der Umsetzung der europäischen Richtlinien RL 2014/32/EU (Messgeräte-Richtlinie) nach dem deutschen Mess- und Eichgesetz. Im Ergebnis konnte der bestehende EU-Notifizierungsumfang<sup>3</sup> bestätigt werden.

Die in das QM-System der PTB integrierten Regeln zur guten wissenschaftlichen Praxis<sup>4</sup> wurden an die ergänzten DFG-Vorgaben im Sinne des DFG-Kodex vom September 2019 angepasst und für verbindlich erklärt.

ogical traceability. In July 2020, the German metrological system was again approved by the EURAMET Technical Committee for Quality. The disclosure of the internal QM processes organized in accordance with the ISO/IEC 17 025 regulations form the basis for the mutual trust which has been achieved. In addition, the requirements of ISO 17 034 are fulfilled for reference materials in the field of chemistry. In 2020, a particular focus was on implementing the measures of adaptation to the revised ISO/IEC 17 025 of 2017. The mutual confidence-building is being supported by “peer reviews”, including on-site visits. In two PTB departments, experts of the Swiss Federal Institute of Metrology (METAS) carried out such a review within the scope of the EURAMET project 1083 on the traceability of the unit of length to the unit of time. For the first time, the German designated institutes – the Federal Institute for Materials Research and Testing (BAM), the Federal Environment Agency and the Federal Ministry of Consumer Protection and Food Safety – were also involved in this process in the field of gases and food and were assessed by experts of the Austrian Federal Office of Metrology and Surveying (BEV) as well as of the Environment Agency Austria and PTB. Furthermore, we were able to confirm that the national standards of PTB and the designated institutes agreed excellently with those of other countries due to a successful participation in key comparisons taking place within the scope of the Metre Convention.

To support PTB’s activity as a conformity assessment body (0102), “peer reviews” were carried out within the scope of the BEV-METAS-PTB agreement. The aim of these “peer reviews” was to confirm that the QM system is in compliance with ISO/IEC 17 065/ ISO/IEC 17 025 in connection with the implementation of the European Measuring Instruments Directive 2014/32/EU according to the German Measures and Verification Act. As a result, the existing scope of notifications<sup>3</sup> in the EU could be confirmed.

The rules for good scientific practice<sup>4</sup> integrated in PTB’s QM system were adapted to the DFG specifications within the meaning of the DFG Code of Conduct of September 2019 and were declared to be binding.

<sup>1</sup> <https://www.bipm.org/en/cipm-mra/>

<sup>2</sup> <https://www.ptb.de/cms/ptb/dokumente-der-ptb/selbsterklaerung-zum-qm.html>

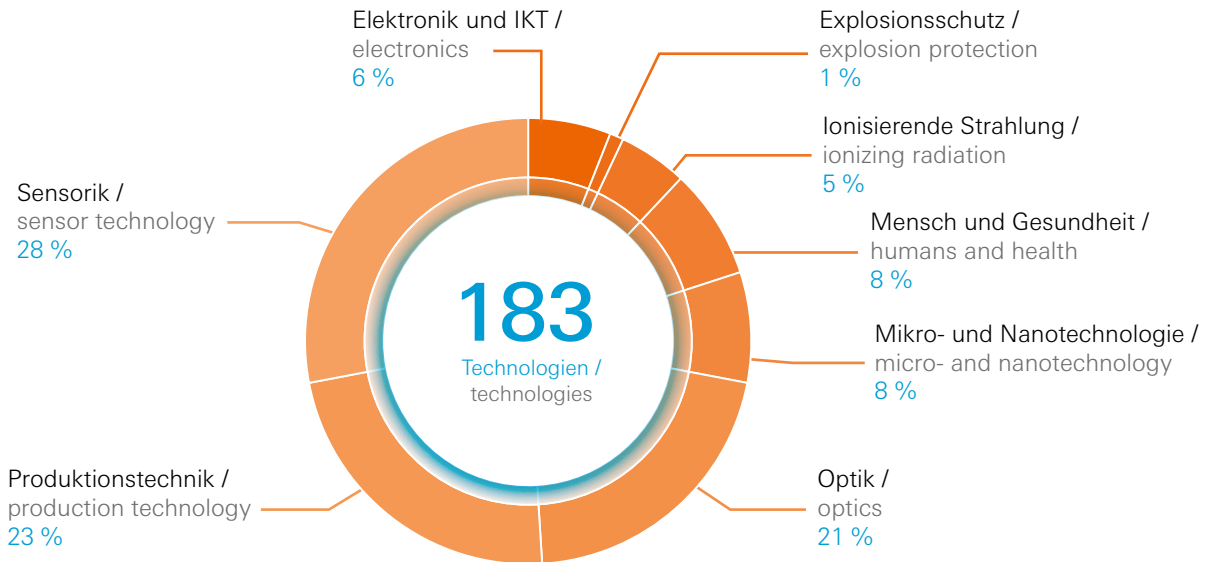
<sup>3</sup> <https://ec.europa.eu/growth/tools-databases/nando>

<sup>4</sup> [https://www.ptb.de/de/org/pst/pst2/data/qmva16\\_A6.pdf](https://www.ptb.de/de/org/pst/pst2/data/qmva16_A6.pdf)



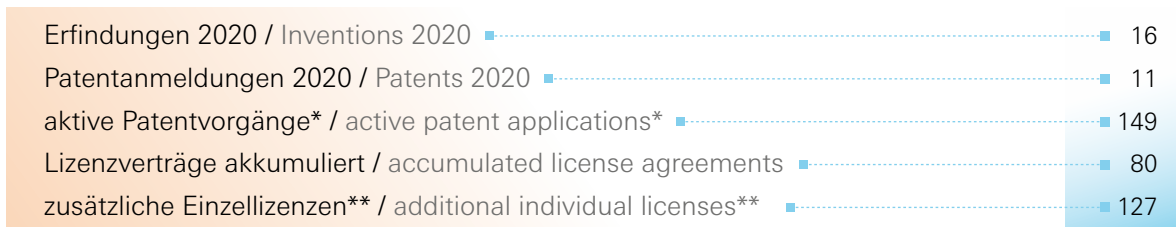
## Technologietransfer / Technology transfer

### Patentportfolio der PTB Portfolio of PTB patents



Portfolio der lizenzierbaren PTB-Patente und -Technologien ([www.technologietransfer.ptb.de](http://www.technologietransfer.ptb.de)) /  
Portfolio of PTB patents and technologies, available for licencing ([www.technologytransfer.ptb.de](http://www.technologytransfer.ptb.de))

### Absolute Kennzahlen für Erfindungen und Lizenzen / Key indicator figures for inventions and licenses



\*Patentanmeldungen und erteilte Patente der PTB / Patent applications and patents of PTB

\*\*beispielsweise Software / for example: software

### Technologietransfer: Der direkte Weg in den Markt über Mitarbeitende der PTB

Transferkanäle für PTB-eigene Forschungsergebnisse sind vielfältig. Ein sehr erfolgsversprechender Weg ist der Transfer direkt über die Wissensträger – also die Mitarbeiter/innen. Dies erfolgt mittels Gründung eines eigenen Unternehmens. Da das Wissen über die potenziellen Produkte bereits in den Köpfen der an der Forschung beteiligten Personen steckt, ist der Transferweg mittels eines solchen „Spin-offs“ sehr kurz, hinreichende betriebswirtschaftliche Kompetenzen vorausgesetzt.

### Technology transfer: PTB staff members place products on the market directly

There are numerous channels via which research findings made at PTB can reach the outside world. One very promising such channel is when researchers found businesses to ensure a direct transfer of the knowledge they have gained themselves. As the researchers have first-hand knowledge about their potential products, the path along which a transfer takes place via a “spin-off” of this type is very short (assuming the researchers also know the ins and outs of business management).

Für die Anfangsphase einer nachhaltig tragfähigen Existenzgründung stehen regionale und bundesweite Förderprogramme zur Verfügung. So fördert das BMWi mit dem EXIST-Förderprogramm Gründungswillige, die zunächst in Vollzeit bei der Institution angestellt sind, sich aber ausschließlich der Firmengründung widmen können. Sie verlassen erst nach einer Anlaufphase die Forschungseinrichtung als selbständige Unternehmer/in. Ein anderer Ansatz ist die Existenzgründung in Form einer Nebentätigkeit. Hier kann der/die Erfinder/in den eigenen Erfolg zunächst einmal am Markt testen (neben der Anstellung bei der PTB) und die Erfolgsaussichten einer eigenständigen Firmengründung eruieren.

Ein solcher Weg wurde 2020 mit der *luminous intensity* GbR beschritten. Drei Mitarbeiter der PTB hatten zunächst in einem europäischen Forschungsprojekt die LED-Lichtquelle LIS-A entwickelt. Diese Lichtquelle eignet sich aufgrund ihrer Stabilität und der speziellen Eigenschaften der spektralen Verteilung für die Kalibrierung photometrischer Größen. Allerdings war zunächst kein Hersteller oder Projektpartner bereit, das Produkt LIS-A auf den Markt zu bringen, trotz des bestehenden Bedarfs. So fassten die drei Mitarbeiter den Entschluss, die Ergebnisse eigenständig am Markt zu platzieren. Sie planten ihre Existenzgründung umfassend, lizenzierten ihre Technologie bei der PTB und gründeten Anfang des Jahres 2020 eine GbR namens *luminous intensity*. Das Ergebnis: Die Auftragsbücher waren schon im ersten Geschäftsjahr deutlich voller, als es die Planung vorsah, und die ersten LED-Lichtquellen LIS-A sind bei verschiedenen Kunden bereits im Einsatz.

Eine weitere Gründung in Nebentätigkeit erfolgte aus dem Bereich der Quantentechnologie heraus. Die *Agile Optic* GmbH entwickelt, produziert und vertreibt optomechanische Systeme, insbesondere für Anwendungen in der nichtlinearen Optik. Das Hauptprodukt des jungen Unternehmens sind optische Resonatoren für die Frequenzkonversion von Laserlicht in nichtlinearen Kristallen. Neben zwei Standardmodellen für häufig auftretende Forschungsanwendungen werden auch kundenspezifische Resonatoren und Komplettsysteme angeboten. Aktuell befinden sich schon diverse Resonatoren in Laserlaboren rund um den Globus im Einsatz.

In Germany, Federal and regional financial aid programs are available to help a business get set up and remain viable. The BMWi's EXIST aid program, for example, is aimed at persons interested in founding a business who initially continue to work full-time at their host institutions, but who are then given the opportunity to devote themselves fully to their business. Only after completing a launch phase do they leave their research institutions to become independent entrepreneurs. Another approach is to found a business and to operate it part-time. Here, inventors can test their chances for success while working at PTB and determine how successful they might be in their business endeavors.

It was this path that one business, *luminous intensity* GbR, took in 2020. Three PTB staff members had developed the LIS-A light source within the scope of a European research project. Because of its stability and special spectral-distribution properties, this light source is particularly well suited for the calibration of photometric quantities. However, at first, no manufacturers or project partners were prepared to place the LIS-A on the market, despite existing demand. The three staff members therefore decided to oversee the roll-out of their product themselves. They planned the founding of their business in a comprehensive way, licensed their technology at PTB and founded their business, *luminous intensity*, in early 2020. The result: Even in its first year of existence, their business received many more orders than expected, and the first LIS-A LED light sources are already being used by a variety of their clients.

Another business, albeit one operated on a part-time basis, was founded in the field of quantum technology. *Agile Optic* develops, produces and operates optomechanical systems, especially those used for applications in nonlinear optics. The young company's main product is an optical resonator for laser-light frequency conversion in nonlinear crystals. In addition to two standard models for frequently encountered research applications, *Agile Optic's* portfolio includes client-specific resonators and integrated systems. A wide range of its resonators are already being used in laser laboratories around the world.



Besucher /  
Visitors

# 3135

Zahl der Besucher im Jahr 2020 /  
Number of visitors in 2020

Für metrologische Fachbesucher, Seminarteilnehmer und interessierte Besuchergruppen galten im letzten Jahr massive Einschränkungen. Die Maßnahmen zur Eindämmung der Corona-Pandemie zeigen sich dementsprechend auch in dieser Besucherstatistik. Beginnend mit den ersten bundesweiten Maßnahmen (Ende März 2020) ging die PTB in einen „Eingeschränkten Betrieb“ und in der Folge in einen abgestuften „Flexiblen Betrieb“ über. In der Konsequenz musste die PTB ihren allgemeinen Besucherdienst einstellen, wurden nahezu alle größeren Veranstaltungen und Events abgesagt und verlagerten sich die meisten, wenn nicht alle persönlichen Kontakte in den virtuellen Raum. Dies spiegelt sich in den Besucherzahlen wider, die nach dem ersten Quartal auf Werte nahe Null fielen. Die Gesamtzahl von insgesamt (lediglich) 3135 Besuchern im Jahr 2020 entspricht der Besucherzahl, die in „normalen Jahren“ in einem einzigen Quartal erreicht wird.

For visiting metrology specialists, seminar participants and interested visitor groups, last year meant major restrictions. Accordingly, the measures to curb the COVID-19 pandemic show up in this statistic on visitors. Starting with the first nationwide measures (at the end of March 2020), PTB switched to a “restricted operational status” and in the wake of that to a tiered “flexible operational status”. This meant that PTB had to discontinue its visitor services as almost all larger activities and events were canceled and most – if not all – personal contact was transferred to the virtual realm. This is reflected in the number of visitors which almost fell to zero after the first quarter. The total number of (just) 3,135 visitors in 2020 is equivalent to the number of guests that is reached in a single quarter during “normal years”.



## Verbrauchszahlen / Consumption figures

... in Braunschweig		2018	2019	2020
<b>Ressourcen / resources</b>				
elektrische Energie / electrical energy	MWh	31 200	28 200	28 013
Wärme / heat	MWh	21 400	21 800	21 386
Gas / gas	m <sup>3</sup>	11 000	15 491	12 417
Wasser / water	m <sup>3</sup>	110 500	105 000	95 900
Helium, flüssig / helium, liquid	l	36 000	31 000	34 428
Stickstoff, flüssig / nitrogen, liquid	kg	427 807	343 714	419 235
<b>Abfälle / waste produced</b>				
hausmüllähnlich / general	t	79	84	84
recycelt / recycled	t	181	185	275
zur Beseitigung / hazardous	t	20	62	46
<b>Entsorgungskosten (ca.) / waste disposal costs (approx.)</b>				
	EUR	108 600	106 800	92 000

...in Berlin		2018	2019	2020
<b>Ressourcen / resources</b>				
elektrische Energie / electrical energy	MWh	8440	8890	8720
Gas / gas	m <sup>3</sup>	12 450	8575	9788
Wasser / water	m <sup>3</sup>	45 300	34 100	43 650
Helium, flüssig / helium, liquid	l	40 100	48 000	45 000
Stickstoff, flüssig / nitrogen, liquid	kg	32 100	28 000	30 000
<b>Abfälle / waste produced</b>				
hausmüllähnlich / general	t	47	47	47
recycelt / recycled	t	118	229	249
zur Beseitigung / hazardous	t	9	10	7
<b>Entsorgungskosten (ca.) / waste disposal costs (approx.)</b>				
	EUR	8 140	17 923	16 161



# Organigramm / Organization Chart

Präsidium			Präsidialer Stab	Presse- und Öffentlichkeitsarbeit
Präsident	Vizepräsident	Mitglied des Präsidiums		
Prof. Dr. J. Ullrich	Dr. Prof. h.c. F. Härtig	Dr. J. Stenger	Dr. A. Cypionka	Dr. Dr. J. Simon

<b>Abt. 1 - Mechanik und Akustik</b>	<b>Abt. 2 - Elektrizität</b>	<b>Abt. 3 - Chemische Physik und Explosionsschutz</b>	<b>Abt. 4 - Optik</b>	<b>Abt. 5 - Fertigungsmesstechnik</b>
Dr. T. Schrader	Hon.-Prof. Dr. U. Siegner	Dr. B. Güttler	Hon.-Prof. Dr. S. Kück	Dr. H. Bosse
FB 1.1 - Masse	FB 2.1 - Gleichstrom und Niederfrequenz	FB 3.1 - Allgemeine und Anorganische Chemie	FB 4.1 - Photometrie und Spektroradiometrie	FB 5.1 - Oberflächenmesstechnik
Dr. D. Knopf	Dr. R. Judaschke	Dr. R. Stosch	Dr. A. Sperling	Dr. U. Brand
FB 1.2 - Festkörpermechanik	FB 2.2 - Hochfrequenz und Felder	FB 3.2 - Biochemie	FB 4.2 - Bild- und Wellenoptik	FB 5.2 - Dimensionelle Nanometrologie
Dr. R. Kumme	Dr. T. Kleine-Ostmann	Prof. Dr. G. O'Connor	Dr. E. Buhr	Dr. J. Flügge
FB 1.3 - Geschwindigkeit	FB 2.3 - Elektrische Energiemesstechnik	FB 3.3 - Physikalische Chemie	FB 4.3 - Quantenoptik und Längeneinheit	FB 5.3 - Koordinatenmesstechnik
Dr. R. Wynands	Dr. E. Mohns	Prof. Dr. R. Fernandes	Dr. H. Schnatz	Dr. K. Kniel
FB 1.4 - Gase	FB 2.4 - Quantenelektronik	FB 3.4 - Analytische Chemie der Gasphase	FB 4.4 - Zeit und Frequenz	FB 5.4 - Interferometrie an Maßverkörperungen
Dr. H. Többen	Dr. M. Bieler	Prof. Dr. V. Ebert	Dr. E. Peik	Dr. R. Schödel
FB 1.5 - Flüssigkeiten	FB 2.5 - Halbleiterphysik und Magnetismus	FB 3.5 - Explosionsschutz in der Energietechnik	FB 4.5 - Angewandte Radiometrie	FB 5.5 - Wissenschaftlicher Gerätebau
Dr. C. Kroner	Dr. H. W. Schumacher	Dr. D. Markus	Dr. S. Winter	Dr. F. Löffler
FB 1.6 - Schall	FB 2.6 - Elektrische Quantenmetrologie	FB 3.6 - Explosionsgeschützte Sensorik und Messtechnik	Nachwuchsgruppe 4.01 - Metrologie für funktionale Nanosysteme	
Dr. C. Koch	Dr. H. Scherer	Dr. F. Lienesch	Dr. S. Kroker	
FB 1.7 - Akustik und Dynamik		FB 3.7 - Grundlagen des Explosionsschutzes	Nachwuchsgruppe 4.02 - Quantentechnologien	
Dr. T. Bruns		Dr. M. Beyer	Dr. A. W. Schell	

<b>QUEST</b> Institut an der PTB	<b>FG 2</b> Quantenuhren und komplexe Systeme	<b>FPM</b> Fundamentale Physik für Metrologie
Prof. Dr. P. Schmidt	Prof. Dr. T. Mehlstäubler	Prof. Dr. A. Surzhykov

Gesamtpersonalrat  
S. Lerche

Örtlicher Personalrat Braunschweig  
W. Krien

Örtlicher Personalrat Berlin  
I. Holfelder

Gleichstellungsbeauftragte  
B. Behrens

Gesamtvertretung der Schwerbehinderten  
R. Lütge

Vertretung der Schwerbehinderten Braunschweig  
R. Lütge

Vertretung der Schwerbehinderten Berlin  
C. Aßmann

### Ausschüsse

Personal	A-PE	Dr. Löffler
Investitionen	A-IV	Dr. Prof. h.c. F. Härtig
IT-Infrastruktur	A-IT	Dr. Gutbrod
Metrologische Dienstleistungen	A-MD	Dr. Prof. h.c. F. Härtig
Internationale Zusammenarbeit	A-IZ	Dr. Stenger
Qualitätsmanagement	A-QM	Dr. Stoll-Malke
Forschungsprogramme	A-FP	Dr. Stenger



Physikalisch-Technische Bundesanstalt  
Nationales Metrologieinstitut

Konformitätsbewertungsstelle  Dr. Prof. h.c. F. Härtig	Leiter des Instituts Berlin und Vertreter des Präsidenten in Berlin Prof. Dr. T. Schäffter	Qualitätsmanager  Dr. K. Stoll-Malke	Interne Revision  S. Eichelmann
--	---	--	---------------------------------------

Stand: 1. Dezember 2020

Abt. 6 - Ionisierende Strahlung	Abt. 7 - Temperatur und Synchrotronstrahlung	Abt. 8 - Medizinphysik und metrologische Informationstechnik	Abt. 9 - Gesetzliche und internationale Metrologie	Abt. Q - Querschnittsdienste	Abt. Z - Verwaltungsdienste
Dr. A. Röttger	Prof. Dr. M. Richter	Prof. Dr. T. Schäffter	Dr. P. Ulbig	M. Gahrens	S. Wiemann
FB 6.1 - Radioaktivität  Dr. D. Arnold	FB 7.1 - Radiometrie mit Synchrotronstrahlung  Dr. F. Scholze	FB 8.1 - Biomedizinische Magnetresonanz  Dr. B. Ittermann	Ref 9.11 - Industrielles Messwesen  Dr. M. Wolf	StS Q.01 - Sicherheit  *M. Gahrens	Ref Z.11 - Haushalt und Beschaffung  M. Wasmuß
FB 6.2 - Dosimetrie für Strahlentherapie u. Röntgendiagnostik  Dr. U. Ankerhold	FB 7.2 - Röntgenmesstechnik mit Synchrotronstrahlung  Dr. M. Krumrey	FB 8.2 - Biosignale  *Prof. Dr. T. Schäffter	DKD - Deutscher Kalibrierdienst  Dr. M. Wolf Dr. M. Czaska	Ref Q.11 - Wissenschaftliche Bibliotheken  Dr. J. Meier	Ref Z.12 - Personal  B. Tafel
FB 6.3 - Strahlenschutzdosimetrie  Dr. O. Hupe	FB 7.3 - Detektorradiometrie u. Strahlungsthermometrie  Dr. J. Hollandt	FB 8.3 - Biomedizinische Optik  Prof. Dr. R. Macdonald	FB 9.2 - Gesetzliches Messwesen und Konformitätsbewertung  Dr. D. Ratschko	Ref Q.12 - Sprachendienst  U. Baier-Blott	Ref Z.13 - Justizariat  R. Gassel
FB 6.4 - Neutronenstrahlung  Dr. A. Zimbal	FB 7.4 - Temperatur  Dr. S. Rudtsch	FB 8.4 - Mathematische Modellierung und Datenanalyse  Prof. Dr. M. Bär	FB 9.3 - Internationale Zusammenarbeit Dr. M. Stoldt  Ref 9.31 - Europa und GUS C. Weigelt  Ref 9.32 - Asien U. Miesner	G Q.2 - Technische Infrastruktur G. Grüneberg-Damm  Ref Q.21 - Arbeits- und Objektschutz M. Frühauf  Ref Q.22 - Technischer Dienst Braunschweig B. Staab	Ref Z.14 - Organisation und Controlling  Dr. J. Jaspers
FB 6.5 - Strahlenwirkung  *Dr. A. Röttger	FB 7.5 - Wärme und Vakuum  Dr. K. Jousten	FB 8.5 - Metrologische Informationstechnik  Dr. F. Thiel	Ref 9.33 - Lateinamerika und Karibik U. Hillner  Ref 9.34 - Nordafrika und Naher Osten J. Fischer  Ref 9.35 - Subsahara-Afrika Dr. B. Siegmund	Ref Q.23 - Werkfeuerwehr M. Voigt  Ref Q.24 - Bauorganisation P. Schulz  G Q.4 - Informationstechnologie Dr. M. Gutbrod  Ref Q.41 - Metrologienetze T. Duden  Ref Q.42 - Zeitverteilung mittels IP G. Vauti  Ref. Q.43 - Veranstaltungs-IT *Dr. M. Gutbrod  Ref. Q.44 - Unterstützung Fach-IT K. Hube  Ref. Q.45 - Hochleistungsrechnen Dr. D. Lübbert	Ref Z.15 - Verwaltung Berlin  M. Jachmann  Ref Z.16 - Innerer Dienst  A. Grote  Ref Z.17 - Ausbildung  B. Weihe  Ref Z.18 - Betriebliche Fachanwendungen  M. Battikh
		Nachwuchsgruppe 8.55 - Sichere und vertrauenswürdige Systeme Dr. J. Nordholz			
Lenkungskreise					
Digitalisierung	LK-D	Dr. Prof. h.c. F. Härtig			
Medizin	LK-M	Dr. Stenger			
Quantentechnologie	LK-Q	Dr. Stenger			
Energie	LK-E	Dr. Stenger			
Umwelt und Klima	LK-U	Dr. Stenger			
Erläuterung					
Abt = Abteilung	FB = Fachbereich	Ref = Referat	FG = Forschungsgruppe		
G = Gruppe	StS = Stabsstelle	LK = Lenkungskreis	*wahrgenommen durch		



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Energie

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



### **Impressum**

Herausgegeben von der  
Physikalisch-Technischen Bundesanstalt  
ISNI: 0000 0001 2186 1887  
Braunschweig, März 2021

### **Anschriften der PTB**

Standort Braunschweig:  
Physikalisch-Technische Bundesanstalt  
Bundesallee 100  
38116 Braunschweig

Standort Berlin-Charlottenburg:  
Physikalisch-Technische Bundesanstalt  
Abbestraße 2–12  
10587 Berlin

E-Mail: [info@ptb.de](mailto:info@ptb.de)  
[www.ptb.de](http://www.ptb.de)

Nachdruck mit Quellenangabe gestattet

**ISSN 0340-4366**