

In Schlagzeilen: Nachrichten aus der Abteilung

(ausführlich im Web-Jahresbericht unter www.ptb.de)

Grundlagen der Metrologie

Neuer ²⁸Si-Einkristall für das Avogadro-Projekt der PTB

Die PTB will nach der für 2018 erwarteten Neudefinition die Masseinheit Kilogramm mithilfe von Silizium-Kugeln darstellen. Nachdem im März 2015 der erste Einkristall aus Isotopen-angereichertem Silizium für die PTB fertiggestellt worden war (s. PTB-News 2015 Heft 1, PTB Jahresbericht 2015), ist am 1. Juni 2016 der zweite Einkristall in der PTB eingetroffen. (H. Bettin, FB 1.8, horst.bettin@ptb.de)

Stabilitätsuntersuchungen zum Transfer und zur Lagerung von Massenormalen unter Schutzgas

Transport und Lagerung von Massenormalen unter Schutzgas führte zu keiner Verbesserung der Massestabilität. Die Stabilität eines Massenormalen bestimmt, in welchen Intervallen eine Rekalibrierung des Normalen erforderlich ist und wie genau, z. B. im Rahmen von internationalen Vergleichsmessungen, Ergebnisse von Massebestimmungen miteinander verglichen werden können. (M. Borys, M. Mecke, FB 1.8, michael.borys@ptb.de)

Kontrolle der Transportbedingungen bei Ringvergleichen mithilfe eines Datenloggers

Im Rahmen des BIPM-Ringvergleichs CCAUV.U-K3.1 wurde ein Ultraschallwandler als Messartefakt zwischen den sechs teilnehmenden NMIs verschickt. Dabei wurden während der Transporte Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Luftdruck und Beschleunigung mit einem Datenlogger überwacht. Aus den so gewonnenen Daten über die Transportbedingungen können klare Empfehlungen über die Benutzung unterschiedlicher Transportmittel (Flugzeug, Bahn,...) und -arten (Kurierdienst, persönliche Begleitung,...) abgeleitet werden. (J. Haller, FB 1.6, julian.haller@ptb.de)

EMRP-Projekt SIB52 „Thermo“: Metrologie für Hochtemperatur-Wärmedämmstoffe

Jüngste Entwicklungen von Hochtemperatur-Wärmedämmstoffen auf Basis von Polymer-, Aerogel- und Faser-Verbundwerkstoffen zeigen deren Potenzial, eine deutlich bessere Wärmedämmung zu ermöglichen als herkömmliche Materialien. Allerdings fehlt bislang ein zuverlässiger metrologischer Rahmen, um ihr thermisches Leistungsvermögen (inklusive ihrer Brandschutztauglichkeit) zu bewer-

ten: Untersuchungen mit industriellen Messgeräten zeigen gegenseitige Abweichungen von teils über 100 % für die neuartigen Wärmedämmstoffe, und selbst die Messergebnisse von Referenzlaboratorien weichen um bis zu 15 % voneinander ab. Mithilfe des EMRP-Forschungsprojektes „Thermo“ soll eine Infrastruktur geschaffen werden, die vollständig rückführbare Wärmeleitfähigkeitsmessungen bei Temperaturen bis zu 650 °C erlaubt. Das Projekt wurde im Juni 2013 begonnen und endete im Mai 2016. Beteiligt waren die fünf europäischen Metrologie-Institute NPL (National Physical Laboratory, Großbritannien), CMI (Český Metrologický Institut, Tschechien), LNE (Laboratoire national de métrologie et d'essais, Frankreich), MKEH (Magyar Kereskedelmi Engedélyezési Hivatal, Ungarn) und PTB (Arbeitsgruppe 1.01). (U. Hammerschmidt, SeSc 1.01, E-Mail: ulf.hammerschmidt@ptb.de)

Neue, präzise Modellgleichung für den Düsenbeiwert kritischer Düsen im Hoch- und Niederdruck

Für die Darstellung des Düsenbeiwertes (discharge coefficient) c_D einer kritisch betriebenen Venturidüse als Funktion der Reynoldszahl wurde eine neue Modellgleichung erstellt, die zum ersten Mal eine feste Relation des Messverhaltens bei hohen und niedrigen Drücken widerspiegelt und Realgaseffekte berücksichtigt. (B. Mickan, FB 1.4, bodo.mickan@ptb.de)

Kavitation metrologisch nutzen – Innovative Durchflusserzeugung von Flüssigkeitsströmen mittels spezieller Kavitationsdüsen

Im Fachbereich *Flüssigkeiten* wird seit Kurzem ein neues Verfahren zur Generierung konstanter reproduzierbarer Flüssigkeitsdurchflüsse mittels sogenannter Kavitationsdüsen erprobt. Im Rahmen der Optimierung der Düsengeometrie für diesen speziellen Anwendungsfall wurden unter anderem auch Aufnahmen mit einer Hochgeschwindigkeitskamera gemacht, die interessante Einblicke in das Verhalten einer kavitierenden Düsenströmung ermöglichen und erfolgreich für die Verifizierung von CFD-Simulationen genutzt werden konnten. (D. Schumann, FB 1.5, daniel.schumann@ptb.de)

Untersuchungen zum Temperatur- und Feuchteinfluss auf die Drehmomentmessung veröffentlicht

Der Einfluss einer veränderlichen Temperatur auf die Messung verschiedener Größen ist allgemein bekannt. Doch auch die relative Luftfeuchtigkeit kann eine Rolle spielen. Die Wirkung beider Größen auf die Messergebnisse wurde für Drehmomentaufnehmer, Messverstärker und Brückennormale für die Verstärkerkalibrierung untersucht und veröffentlicht. (D. Röske, FB 1.2, dirk.roeske@ptb.de)

Software-Werkzeuge für die Berechnung von Messunsicherheiten bei der Kraftmessung

Im Rahmen des Projekts SIB63 „Force traceability within the meganewton range“ des Europäischen Metrologie-Forschungsprogramms EMRP wurden Software-Werkzeuge für die Berücksichtigung verschiedener Einflussgrößen auf die Kraftmessung sowie für die Berechnung der korrigierten Ergebnisse und der beigeordneten Messunsicherheiten entwickelt und den Anwendern online zur Verfügung gestellt (D. Röske, FB 1.2, dirk.roeske@ptb.de)

Erweiterung des Frequenzbereiches des PTB-Schallnormals bis herunter zu 2 Hz für die Rückführung akustischer Messungen im Infraschallbereich

Die Darstellung der Schalldruckeinheit durch die Kalibrierung von Laboratoriums-Normalmikrofonen nach dem Reziprozitätsverfahren in der Druckkammer ist durch die damit zu erreichende geringe Messunsicherheit in der Größenordnung von wenigen hundertstel Dezibel die wichtigste Grundlage für die Rückführung bei akustischen Messungen. Bisher erfolgte diese Kalibrierung im Hörfrequenzbereich von 32 Hz bis 10 kHz. Kürzlich wurde in der PTB der Frequenzbereich bis zu 2 Hz herunter erweitert, was die immer stärker nachgefragte Rückführung für Schallmessungen im Infraschallbereich zukünftig ermöglichen wird. Ein EURAMET-Ringvergleich, der diesen Frequenzbereich umfasst, steht kurz vor dem Abschluss. (T. Fedtke, FB 1.6, thomas.fedtke@ptb.de)

Metrologie für die Wirtschaft

PTB-Kalibrierservice für Luftultraschall

Trotz der weiten Verbreitung von Ultraschalltechnik in allen Bereich des täglichen Lebens war es bisher nicht möglich, den Schalldruckpegel im Ultraschallbereich über 20 kHz metrologisch gesichert zu messen. Im gemeinsamen EMRP-Projekt EARS wurde vor Kurzem am dänischen Metrologieinstitut (DFM) ein Primärnormal für Luftultraschall entwi-

ckelt. Die daraus erhaltenen speziellen primären Referenzmikrofone werden nun in der PTB in einem neuen Sekundärverfahren eingesetzt, um beliebige Ultraschallmikrofone bis zu einer Frequenz von 100 kHz zu kalibrieren. Mit dem neuen Kalibrierservice können Industrie und Forschung erstmals ihre Luftultraschallmessungen auf eine fundierte metrologische Basis stellen. (C. Kling, FB 1.6, christoph.kling@ptb.de)

Laser-Doppler-Profilsensor zur hochaufgelösten Messung von Strömungsgeschwindigkeitsprofilen

Die Arbeitsgruppe *Strömungsmesstechnik* hat Mitte 2016 ein zweijähriges ZIM-Projekt, das in Kooperation mit der TU Dresden und den Firmen ILA GmbH und OPTOLUTION Messtechnik GmbH bearbeitet wurde, erfolgreich abgeschlossen. Ziel des Projektes war die „Entwicklung von Sensorvarianten zur simultanen hochaufgelösten Orts- und Geschwindigkeitsmessung (Profilsensoren) für Laser-Doppler-Velozimeter (LDV)“, wobei die Aufgabe der PTB in der Entwicklung eines industrietauglichen, kostengünstigen und leicht zu adaptierenden Nachrüst-Sensormoduls – inklusive der erforderlichen Signalverarbeitung – bestand. Neben den funktionalen Gesichtspunkten stand dabei die flexible Einsatzmöglichkeit und einfache Integration des Nachrüstmoduls in bereits bestehende Kreuzstrahl-LDV im Vordergrund. (S. Oertel, FB 1.4, stefan.oertel@ptb.de)

Robuste Membranhydrophone für die Messung hochintensiver therapeutischer Ultraschallfelder

In der AG 1.62 *Ultraschall* der PTB wurden in Kooperation mit der Gesellschaft für Angewandte Medizinische Physik und Technik (GAMPT) mbH, Merseburg, besonders robuste piezoelektrische Membranhydrophone zur Messung extremer Schallwechseldruckverläufe zur Marktreife entwickelt. (V Wilkens, FB 1.6, volker.wilkens@ptb.de)

Normkonforme Verfahren zur 3D-Lochbildeinpassung in der Koordinatenmesstechnik

Die PTB untersucht in Kooperation mit einer Herstellerfirma für industrielle Mehrkoordinatenmesssysteme geeignete Verfahren für die rechnerische Montagesimulation mit 3D-Lochbildeinpassung. Diese kann beispielsweise zum Prüfen von Flanschverbindungen bei Windkraftanlagen eingesetzt werden. Das Vorhaben wird durch das BMWi im Rahmen des Forschungsprojekts „3D-Lochbildeinpassung für Koordinatenmesssysteme mit taktilen und optischen Sensoren sowie CT-Systemen“ gefördert. Die Arbeiten haben im April 2015 be-

gonnen und sind auf 2,5 Jahre begrenzt. Ziel ist es, zum Projektende neue Verfahren bereitzustellen, die den stetig wachsenden Anforderungen bei der Auswertung optischer und CT Messdaten gewachsen sind. Ferner wird es Entwicklern und Nutzern der 3D-Lochbildeinpassung erstmals möglich sein, die Rechengenauigkeit ihrer Softwareergebnisse zu quantifizieren. Auf lange Sicht kann hierdurch die Qualität von Produkten in vielseitigen industriellen Bereichen wie der Automobilindustrie, Mikroelektronik und Medizintechnik nachhaltig verbessert werden. (D. Hutzschenreuter, FB 1.1, daniel.hutzschenreuter@ptb.de)

Erfolgreiche Wiederinbetriebnahme des Mineralölzählerprüfstandes

Der Mineralölzählerprüfstand (kurz: MÖZ) gehört zu den beiden am Fachbereich 1.5 betriebenen großtechnischen Flüssigkeits-Prüfanlagen. Die zentrale Aufgabe des MÖZ besteht in der Darstellung der Einheiten Volumen und Volumendurchfluss für Prüfmedien auf Mineralölbasis. Im Zuge aktueller Arbeiten zum Re-Engineering wurden die vorhandenen vier Normalbehälter neu kalibriert. Zusätzlich wurde die bisherige Prüfflüssigkeit (12 500 Liter) gegen ein Testbenzin ausgetauscht, das deutlich reduzierte gesundheits- und sicherheitsrelevante Gefährdungsklassen besitzt. In Kombination mit weiteren Wartungsarbeiten konnte der MÖZ wieder erfolgreich in Betrieb genommen werden. (E. Frahm, FB 1.5, enrico.frahm@ptb.de)

Neuartiges Brückennormal ermöglicht zukünftig verbesserte dynamische Kalibrierung von Brückenverstärkern

Die Arbeitsgruppe 1.73 *Stoßdynamik* hat ein in der Arbeitsgruppe 2.12 *Verhältnismessungen, Abtastverfahren* der PTB entwickeltes und kalibriertes dynamisches Brückennormal erhalten, das Basis für einen Messaufbau zur dynamischen Kalibrierung von Brückenverstärkern sein wird. Diese Kalibrierungen sollen zukünftig als Dienstleistung angeboten werden. (L. Klaus, FB 1.7, leonard.klaus@ptb.de)

Metrologie für die Gesellschaft

Falsch aufgestellt und doch korrekt geblitzt!

Sie wurden in der Zone 30 mit 97 km/h geblitzt und haben nun Sorge, dass es durch die besondere Karosserieform Ihres „Neunelfers“ oder durch eine fehlerhafte Aufstellung des „Blitzers“ zu einer unzulässigen Messwertabweichung gekommen sein könnte? Keine Sorge. Lehnen Sie sich entspannt zurück! Die Messung stimmt! Im Rahmen einer Forschungskooperation mit der TU München wurden

nämlich für einen „Blitzer“, der nach dem Laser-scanner-Prinzip funktioniert, die Auswirkungen von Fehlauflösungen untersucht, also wenn z. B. das Gerät schief aufgestellt wird. Damit werden gleichzeitig Rückschlüsse auf den sogenannten Porsche-Effekt möglich, also Abtasteffekte des Laserstrahles, die auch als Stufen- und Abgleiteneffekte an der Fahrzeugkarosserie bezeichnet werden. Hierzu wurde das geeichte Messgerät an einer öffentlichen Straße, den Vorgaben der Gebrauchsanweisung bewusst widersprechend, betrieben. Während der Versuchsdurchführung wurden die Messwerte des Laserscanner-Geschwindigkeitsmessgerätes mit den Messwerten der PTB-Referenzanlage verglichen. Die Auswertung der Untersuchung zeigte zweifelsfrei, dass die von Gutachtern in Publikationen geäußerte Befürchtung, wonach der Porsche-Effekt zu unzulässigen Messwertabweichungen führt, unbegründet ist. (F. Märtens, FB 1.3, frank.maertens@ptb.de)

Renovierte Schießkanäle in Dienst gestellt

Zu den zahlreichen Aufgaben im Sinne der Anwersicherheit, die das Waffenrecht der PTB zuweist, gehören die Bestimmung von Geschossgeschwindigkeiten und von dynamischen Gasdrücken beim Abfeuern von Patronen- und Kartuschenmunition. Die dafür genutzten beiden Schießkanäle waren sannerungsbedürftig und entsprachen nicht mehr in allen Punkten den aktuellen Sicherheitsvorschriften. Nach langwierigen Bauarbeiten stehen die vollständig modernisierten Schießkanäle für diese Prüfungen wieder zur Verfügung. Damit können Kundenaufträge nun mit der erforderlichen Effizienz bearbeitet werden. (O. Slanina, FB 1.3, oliver.slantina@ptb.de)

Informationswebseite für Gerichte und Sachverständige

Seit Jahrzehnten prüft die PTB die Bauart von neuen „Blitzern“, Rotlichtüberwachungsanlagen und anderen Verkehrsmessgeräten, bevor sie eingesetzt werden dürfen. So ist sichergestellt, dass z. B. niemand wegen einer falschen Messung zu Unrecht des Rasens beschuldigt wird. Wegen ihrer Kompetenz und ihrer Neutralität wird die PTB insbesondere von Gerichten gerne um Stellungnahmen gebeten, wenn z. B. ein Raser die gefahrene Geschwindigkeit mit Hinweis auf angebliche technische Unzulänglichkeiten des Messgerätes bestreitet. Um der Flut der mehreren hundert Anfragen im Jahr besser gerecht zu werden, hat die PTB nun eine spezielle Webseite eingerichtet, auf der sie Stellungnahmen zu häufiger auftretenden Fragen dauerhaft sammelt: http://www.ptb.de/geschwindigkeit_stellungnahmen. Nicht nur

dreistellige Zugriffszahlen pro Monat belegen den Erfolg dieser Maßnahme, sondern auch die kürzlich erfolgte Anerkennung der dort abgelegten Dokumente als „Gutachten einer Behörde“, die in Gerichtsverfahren zu Verkehrsordnungswidrigkeiten verlesen werden dürfen, statt PTB-Mitarbeiter zur Hauptverhandlung zu laden (Urteil des OLG Frankfurt vom 26.08.2016, Nr. 2 Ss-OWi 589/16). (R. Wynands, FB 1.3, robert.wynands@ptb.de)

Alternative Trittschallquellen bilden menschlichen Geher gut ab

Zahlreiche Untersuchungen aus der Vergangenheit zeigen, dass das Trittschall-Normhammerwerk die Quelleigenschaften eines menschlichen Geher ungenügend nachbildet. Die entsprechende Messnorm schlägt daher alternative Quellen vor, deren Eigenschaften in der PTB untersucht wurden. Es konnte gezeigt werden, dass die alternativen vibroakustischen Quellen den menschlichen Geher gut annähern. (H. Bietz, FB 1.7, heinrich.bietz@ptb.de)

Internationale Angelegenheiten

Abschluss von CCM-Vergleichsmessungen für Teile und Vielfache des Kilogramm (CCM.M-K7)

Die Unsicherheitsangaben für die Weitergabe der Masseneinheit Kilogramm wurden im Rahmen internationaler Vergleichsmessungen bestätigt. (M. Borys, FB 1.8, michael.borys@ptb.de)