

Infrarot-Normale für die Fernerkundung

Im Infrarot-Spektralbereich zeigt die Erde ein anderes Gesicht: wichtige Klima- und Umweltdaten werden hier sichtbar. Um diese Daten weltweit und über lange Zeiträume vergleichen zu können, müssen die Messungen auf die SI-Einheiten bezogen sein. Ein neuer Messplatz der PTB für Infrarot-Kalibrierungen stellt dafür hochgenaue Strahlungs-Normale zur Verfügung.

Die Infrarot-Fernerkundung (Infrared Remote Sensing, IRS) findet derzeit ständig neue Anwendungen, unter anderem in der Meteorologie, der Überwachung von Umwelt- und landwirtschaftlichen Parametern oder der Rohstoffexploration. Mit dem Max-Planck-Institut für Meteorologie hat die PTB zum Beispiel kürzlich Detektoren zur Untersuchung der »kalten Haut« der Weltmeere kalibriert, wo Temperaturänderungen von nur 0,1 K wesentliche Auswirkungen auf den CO₂-Gehalt der Atmosphäre haben. Die Überwachung örtlicher oder weltweiter Veränderungen erfordert insbesondere dann die genaue Rückführung der Messungen auf das Internationale Einheitensystem SI, wenn kleine Änderungen von Schlüsselgrößen als Indikatoren mittel- oder langfristiger Tendenzen dienen sollen.

In einem EU-Forschungsprojekt hat die PTB daher Wärmrohrstrahler als Primärnormale für IR-Strahlung zur Kalibrierung großflächiger Niedertemperatur-IRS-Detektoren entwickelt. Der neue Messplatz verfügt über vier Normalstrahler mit Strahlungsspektren, die sich mit dem Planck'schen Strahlungsgesetz aus ihrer Temperatur berechnen lassen. Die Temperaturen der Strahler können im Bereich zwischen - 60 °C und 960 °C mit Hilfe von

Platin-Normalwiderstandsthermometern rückführbar mit Standardunsicherheiten zwischen 30 mK und 190 mK eingestellt werden.

Mit dem neuen Messplatz lässt sich eine sehr kurze Kalibrierkette zwischen den nationalen Normalen und den zu kalibrierenden Messgeräten der Anwender realisieren, die zu kleinen Unsicherheiten führt. Damit ist die PTB für die wachsende Nachfrage nach radiometrischen und strahlungsthermometrischen Kalibrierungen im Wellenlängenbereich von etwa 1 µm bis 50 µm gerüstet.

Weitergehende Informationen von J. Fischer,
Fax: (030) 34 81-510, Email: joachim.fischer@ptb.de

Auch aufwendige Messverfahren wie die satellitengestützte Erdfernerkundung erbringen nur dann belastbare Ergebnisse, wenn diese mit geringen Unsicherheiten auf das internationale Einheitensystem SI rückführbar sind. Die PTB hält dafür die erforderlichen Normale bereit.

Foto: ESA – Denman productions



Einmal geprüft, überall akzeptiert

Während der 21. Generalkonferenz der Meterkonvention (CGPM) erfolgte am 14. Oktober 1999 in Paris ein wichtiger Schritt auf dem Weg zum Abbau bestehender technischer Handelshemmnisse: Die Präsidenten und Direktoren der nationalen Metrologieinstitute von 38 der 48 Mitgliedsländer der Meterkonvention und zweier internationaler Organisationen unterzeichneten eine diesbezügliche Vereinbarung, das Mutual Recognition Arrangement (MRA). Der Präsident der PTB, Prof. E. O. Göbel, unterschrieb die Vereinbarung für die PTB und die BAM, die Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung.

Das MRA, die »Vereinbarung über die gegenseitige Anerkennung der Gleichwertigkeit nationaler

Normale und von nationalen Metrologieinstituten ausgestellter Kalibrierzertifikate«, ist kein diplomatischer Vertrag, sondern eine technische Vereinbarung. Ein Kernpunkt der Vereinbarung sind neue Regelungen zu weltweiten Vergleichsmessungen, so genannten Key Comparisons, die Auskunft über den Grad der Übereinstimmung nationaler Normale und Kalibrierverfahren liefern sollen (PTBnews 97.2). Das MRA legt fest, dass das Bureau International des Poids et Mesures (BIPM) die Ergebnisse der Key Comparisons veröffentlicht und in einer »Key-Comparison-Datenbank« sammelt, die über das Internet zugänglich sein wird. In die Datenbank werden außerdem Angaben über die Messmöglichkeiten

Fortsetzung auf Seite 3

Eine neue Ionisationskammer für die Strahlentherapie

Eine neue in der PTB entwickelte Ionisationskammer führt bei verringertem Messaufwand zu erhöhter Messsicherheit in der Dosimetrie für die Strahlentherapie. Die Kammer wird jetzt für die klinische Dosimetrie in Serie gefertigt und international als Transfornormal eingesetzt.

Für die 300 000 Menschen, die in Deutschland jährlich neu an Krebs erkranken, stellt die Strahlentherapie eine der wichtigsten Methoden zur Tumorbehandlung dar. Etwa die Hälfte der Patienten wird mit Photonen und Elektronen aus Beschleunigern bestrahlt. Dabei hängt der Therapieerfolg ganz wesentlich von der Genauigkeit der erzeugten Dosis ab. Deshalb wachsen mit der Entwicklung neuer Bestrahlungstechniken und genauerer Tumorklassifizierungsverfahren auch die Anforderungen an die Dosimetrie.

Die klinische Dosimetrie an Beschleunigern wird mit Ionisationsdosimetern durchgeführt, bei denen die geladenen Teilchen nachgewiesen werden, die die ionisierende Strahlung in einer Kammer erzeugt. Die erreichbare Genauigkeit hängt vom Aufbau der Ionisationskammer ab. Zum Beispiel können der Hohlraum und die Wände der Kammer ausgeprägte Störungen des Strahlungsfeldes hervorrufen. Daneben hängt das Ansprechvermögen von der Polarität der Kammerstromspannung ab. Auch nach aufwendigen Korrekturen tragen diese Effekte wesentlich zur Messunsicherheit bei.

Die PTB hat diese Effekte untersucht und in Zusammenarbeit mit der Internationalen Atomenergiebehörde IAEA und der Weltgesundheitsorganisation WHO Anforderungen und empfehlenswerte Konstruktionsmerkmale für klinische Elektronenkammern festgelegt. In einem von der Industrie

In der Strahlentherapie werden genaue und verlässliche Dosimeter benötigt.

Foto: Scanditronix Medical



unterstützten Forschungsvorhaben wurden die neuen Erkenntnisse in die Entwicklung einer robusten, einfachen und preisgünstigen Referenzionisationskammer für die klinische Dosimetrie eingebracht. Für diese ist der Polaritätseffekt wesentlich kleiner als bei allen vergleichbaren Kammern. Die Störung des Strahlungsfeldes durch die neue Kammer ist so gering, dass sie in den neuen nationalen und internationalen Empfehlungen zur Elektronendosimetrie als vernachlässigbar klein eingestuft wird. Die neue Kammer wird jetzt von zwei deutschen Firmen gefertigt und weltweit vertrieben. Sie wurde für den klinischen Alltagsbetrieb entwickelt und dient auch als Transfornormal der IAEA und des BIPM.

Weitergehende Informationen von M. Roos,

Fax: (05 31) 592-64 05, Email: martin.roos@ptb.de

Messung kleiner Gasdurchflüsse

Ein neuer Messplatz der PTB mit einem interferometrischen Längenmesssystem erlaubt die Kalibrierung von Gasmessgeräten bis hinab zu 0,2 l/h.

Die genaue Messung sehr kleiner Gasdurchflüsse gewinnt zunehmend an Bedeutung in unterschiedlichen Bereichen wie der Gasanalytik, der Verbrennungsforschung oder der Produktion von Prozessgasgemischen definierter Zusammensetzung.

Die PTB hat deshalb einen neuen Messplatz für kleine Gasdurchflüsse zwischen 0,2 l/h und 200 l/h aufgebaut. Er besteht aus einer Gruppe von drei Kolbengeräten mit Präzisionsglaszylindern und quecksilbergedichteten Kolben. Der Durchfluss wird als Produkt der Zylinderquerschnittsfläche und der Kolbengeschwindigkeit bestimmt. Die Mes-

sung der Kolbenverschiebung mit einem interferometrischen Längenmesssystem und die Vermessung der Kolbengeometrie stellen die Rückführbarkeit der gemessenen Gasdurchflüsse auf die Einheiten von Länge und Zeit sicher. Die kontinuierliche Auslesung der Kolbenposition ermöglicht beliebige Anfangs- und Endpositionen bei einer Messung sowie die Untersuchung des Einflusses des zu kalibrierenden Messgeräts auf die Durchflussstabilität.

Die drei Kolbengeräte mit Zylinderdurchmessern von 19 mm, 44 mm und 144 mm erlauben die Untersuchung und Kalibrierung aller Arten von Durchflussmessgeräten und -reglern sowie von kritisch betriebenen Düsen. Bei Durchflussraten unter 1 l/h wird eine relative Messunsicherheit von $U = 0,3\%$ ($k = 2$) erreicht, die durch Vergleichsmessungen zwischen den drei Zylindern sowie mit Trommelgaszählern bestätigt wurde. Zurzeit werden Mikrodüsen auf ihre Eignung als einfache, kostengünstige Normale für Gasdurchflüsse von weniger als 10 l/h untersucht.

Weitergehende Informationen von R. Kramer,

Fax: (05 31) 592-13 05, Email: rainer.kramer@ptb.de



Als Transfornormale für Volumendurchflüsse eignen sich kalibrierte Düsen. Die PTB kann jetzt auch sehr kleine Volumendurchflüsse genau messen und damit Mikrodüsen kalibrieren.

Automatische Prüfung von Geldspielautomaten

Die stochastischen Eigenschaften der Spielergebnisse von Geldspielautomaten können mit statistischen Methoden hinreichend genau geprüft werden. Die PTB wendet solche objektiven Methoden seit kurzem mit Erfolg im neuen, automatisierten Prüfverfahren der Bauartzulassung an.

Die Prüfung gewerblicher Geldspielgeräte und die gesetzlichen Grundlagen dafür haben in Deutschland und für die PTB eine 65-jährige Tradition. Der gesetzliche Auftrag lautet, bei der Bauartzulassung die Einhaltung festgelegter Anforderungen (z. B. Mindestwert der Auszahlquote) zu prüfen. Bisher geschah das mit Prüfverfahren, die auf einer individuellen Detailanalyse der Spiel- und Gewinnpläne basierten.

Mit der Verwendung von Mikroprozessoren wurden die Spielsysteme ständig komplizierter und der Prüfaufwand stieg. In den letzten Jahren wurde daher ein neues Prüfkonzept entwickelt, bei dem ein automatisiertes Verfahren die aufwendigen Detailanalysen mit Hilfe mathematischer Methoden weitgehend ersetzt. Dies erlaubt es, qualitative Anforderungen quantitativ zu präzisieren und ihre Erfüllung objektiv zu bewerten.

Das Verfahren erfasst über eine definierte Übertragungsschnittstelle sehr viele Spieldaten und wertet sie automatisch aus. Es behandelt jeden einzelnen Spielablauf als Black Box, deren Eingangs- und Ergebnisgrößen wie Geldeinsatz und Geldausgabe als Spieldatensatz registriert werden. Die Auswertung erfolgt mit geeigneten statistischen Prüfmethode und einer Reihe unterschiedlicher

Signifikanztests, bei denen je nach der zu prüfenden Anforderung geeignete Prüfgrößen gebildet werden. Ein Prüfkriterium gilt als eingehalten, wenn die jeweilige Prüfgröße einen kritischen Wert nicht unterschreitet. Die kritischen Werte sind so festgelegt, dass das Signifikanzniveau bei Anwendung der Prüfverfahren

insgesamt nur etwa 1 % beträgt. Dies bedeutet, dass ein Geldspielautomat, der die statistischen Anforderungen erfüllt, die Prüfung mit einer Wahrscheinlichkeit von 99 % besteht.

Das neue Prüfverfahren stellt eine wirkungsorientierte Beurteilung dar, die sich in objektiver Weise an dem vom Gesetzgeber gewollten Schutz des Spielers orientiert. Durch das als Software realisierte Verfahren konnte die Bauartprüfung erheblich rationalisiert werden.



Das Messprogramm steuert das Geldspielgerät und registriert in einem »Schnellspiel-Modus« rund 3 Millionen Spieldatensätze

Weitergehende Informationen von Th. Bronder, Fax: (030) 34 81-551, Email: thomas.bronder@ptb.de

Veranstaltungen

(Weitere Hinweise und aktuelle Informationen über <http://www.ptb.de> unter „Aktuelles“)

15th International Conference on Spectral Line Shapes (ICSLS XV)

PTB Berlin-Charlottenburg, 10. bis 14. Juli 2000

Information und Anmeldung: M. Korte,

Fax: (030) 34 81-490, Email: icsls@ptb.de

Einmal geprüft, überall akzeptiert
Fortsetzung von Seite 1

der Staatsinstitute und die zugehörigen Unsicherheitsbudgets für Kalibrierungen aufgenommen werden.

Die Key Comparisons, die die Messergebnisse der Staatsinstitute zueinander in Relation setzen, sind auch ein grundlegendes Werkzeug der Qualitätssicherung. Das MRA geht in diesem Zusammenhang jedoch noch über die Key Comparisons hinaus, indem es den allgemeinen Nachweis eines Qualitätssicherungssystems innerhalb der metrologischen Staatsinstitute verlangt. Dabei ist entweder eine Selbsterklärung oder eine Zertifizierung durch Dritte möglich. Die PTB hat für sich eine Selbsterklärung nach ISO 17 025 gewählt.

Das jetzt unterzeichnete MRA fügt sich in eine Reihe weiterer Vereinbarungen ein, die den globalen Handel erleichtern sollen, indem sie die Wiederholung häufig aufwendiger Prüfungen in verschiedenen Ländern überflüssig machen. So zielt bereits ein europäisch-amerikanisches Abkommen im Rahmen der Transatlantic Economic Partnership auf den Abbau nichttarifärer Handelshemmnisse durch die gegenseitige Anerkennung von Prüfverfahren und Zertifikaten in den beteiligten Handelsblöcken. Den Text des MRA und weitere Informationen dazu sowie zu den mehr als hundert Key Comparisons findet man über <http://www.bipm.fr> auf den WWW-Seiten des BIPM (in Englisch und Französisch).

PTBnews 99.3
Deutsche Ausgabe
Dezember 1999

Herausgegeben von der
Physikalisch-Technischen
Bundesanstalt (PTB)
Braunschweig und Berlin

Chefredakteur Burkhard Wende
PTB, Abbestr. 2-12
10587 Berlin

Telefon: (030) 34 81-480

Fax: (030) 34 81-503

Email: ptbnews@ptb.de

Feldbus für explosionsgefährdete Bereiche

In Zusammenarbeit mit Herstellern hat die PTB kürzlich ein Explosionsschutzkonzept für einen digitalen Feldbus entwickelt, der für die Prozessautomatisierung in Industrieanlagen mit brennbaren Substanzen eingesetzt werden kann.

In automatisierten Industrieanlagen wie zum Beispiel in der Chemie und Petrochemie müssen in einer Umgebung mit entflammenden Substanzen zahlreiche Sensoren und Stellelemente mit elektrischen Signalen betrieben werden. Die Datenbussysteme, die die verschiedenen Einheiten verbinden, erfordern neben einer hohen Übertragungsverlässlichkeit, zuverlässiger Verfügbarkeit, der Verwendung offener Standards und einer leichten Bedienbarkeit bei kleinen Kosten zusätzlich die Eigensicherheit für den Explosionsschutz.

Die PTB hat in Zusammenarbeit mit wichtigen Herstellern das Konzept eines eigensicheren Feldbusses (Fieldbus Intrinsically Safe Concept, FISCO) entwickelt. Zwischen zehn und 32 Geräte können an ein einzelnes Feldbuselement mit Kabellängen bis etwa 1 km angeschlossen werden. Über den Zweidraht-Bus werden nicht nur die Signale übertragen, sondern es wird auch die elektrische Leistung zur Verfügung gestellt, die Sensoren und Stellelemente mit moderatem Verbrauch benötigen. Das FISCO-Modell wurde inzwischen von der Process Field Bus Organisation (PROFIBUS) als Basis eines eigensicheren Feldbussystems übernommen, das im europäischen Markt und mit ersten Installationen in den USA erfolgreich eingeführt wurde.

Der Explosionsschutz, eine der gesetzlichen Aufgaben der PTB, wird in der Bundesanstalt seit 1949 bearbeitet. Aus diesem Anlass fand am 29. September 1999 das Symposium »50 Jahre Explosionsschutz mit der PTB« unter Beteiligung von Herstellern und Betreibern in Braunschweig statt. Im Rahmen ihrer Arbeiten auf diesem Gebiet hat die PTB ein Explosionsschutzkonzept für einen digitalen Feldbus entwickelt, der für die Prozessautomatisierung in Industrieanlagen mit brennbaren Substanzen, beispielsweise in der Petrochemie, eingesetzt werden kann.

Foto: Bayer AG



Weitergehende Untersuchungen der PTB haben gezeigt, wie die Verwendung von Frequenzen zwischen 50 kHz und 200 kHz zu einer Erhöhung der verfügbaren elektrischen Leistung unter Beibehaltung der Eigensicherheit führen kann, so dass für die Zukunft auch Bussysteme mit wesentlich höheren sicheren Versorgungsströmen möglich sind.

Weitergehende Informationen von U. Johannsmeyer, Fax: (05 31) 592-34 05, Email: ulrich.johannsmeyer@ptb.de

Ultrapräzise Messung optischer Oberflächen

Für ebene, sphärische und asphärische optische Oberflächen höchster Qualität wird heute eine Genauigkeit angestrebt, bei der die Abweichungen von der errechneten Form höchstens 1 nm betragen. Die PTB hat ein neues System mit Subnanometer-Auflösung entwickelt, um Messungen der makroskopischen Form großer optischer Oberflächen mit entsprechender Genauigkeit zu ermöglichen.

Der Fortschritt in Hochtechnologiebereichen wie der Satellitenkommunikation oder der Herstellung integrierter elektronischer Bauelemente erfordert optische Komponenten mit glatten Oberflächen wohl definierter Gestalt. Die besten Photolithographieobjektive mit einem Durchmesser von über 200 mm bestehen aus mehr als 30 teils asphärischen Linsen. Die Herstellung solcher Linsen erfordert die absolute Messung der tatsächlichen Oberflächenform mit einer Messgenauigkeit bis hinab zu etwa 1 nm.

Um diese Anforderungen zu erfüllen, hat die PTB auf der Basis mehrerer PTB-Patente eine neuartige Messeinrichtung entwickelt. Der bereits zur Verfügung stehende Prototyp für ebene Messobjekte rastert die Oberfläche ab und bestimmt die Topographie über Winkelmessungen. Dabei sind wesentliche Bestandteile des Messverfahrens wie die dreidimensionale hochpräzise Winkelstabilisierung der Verschiebeeinheiten und die Algorithmen zur fehlerfreien Rekonstruktion aus Differenzmessungen nicht nur für Anwendungen in der Optik geeignet. Das neue Konzept erlaubt vom Prinzip her referenzfreie Messungen optischer Oberflächen jeder Form mit beliebig großen Durchmessern. Unter typischen Messbedingungen konnte die Topographie einer ebenen Oberfläche hoher Qualität mit besserer Reproduzierbarkeit als 0,2 nm bestimmt werden. Die Methode soll jetzt auf die Messung asphärischer Flächen erweitert werden.

Weitergehende Informationen von M. Schulz, Fax: (05 31) 592-42 72, Email: michael.schulz@ptb.de



*Die präzise Vermessung optischer Oberflächen ist Voraussetzung für die Entwicklung von Lithographieobjektiven, mit denen kleinste Strukturen auf Halbleitern hergestellt werden.
Foto: Carl Zeiss*