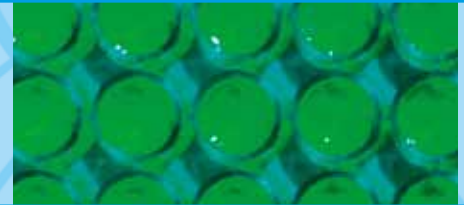




Langlebig und effizient Seite 2



Metrology Light Source einsatzbereit Seite 4



Analyse von ELISAs Seite 6

Forschungsnachrichten

Langlebig und effizient. Normal für Qualitätsprüfung an großen Zahnrädern... Seite 2

Pro Photon ein Klick. Kalibrierung von Einzelphotonendetektoren mit nichtklassischem Licht... Seite 3

Metrology Light Source einsatzbereit. Erstausrüstung für PTB-eigene Synchrotronstrahlungsquelle abgeschlossen... Seite 3

Magnetischer Nanoschalter für Thermospannungen. Kontrolle von Thermospannungen in nanoelektronischen Schaltungen... Seite 4

Terahertzstrahlung: keine genotoxische Wirkung auf Hautzellen. Erstmals exakte Dosimetrie durch die rückgeführte Messung der Strahlungsdichte... Seite 5

Immunologische Tests werden noch verlässlicher. Verfahren zur Analyse von ELISAs... Seite 6

Technologietransfer

Gasdetektor für VUV- und EUV-Strahlung... Seite 7

Ultraschnelle MRAM... Seite 7

Taktile Mikrotaster für Mikrokoordinatenmessgeräte... Seite 7

Verschiedenes

Termine, Publikationen... Seite 8

Einzelne Ionen ganz kalt

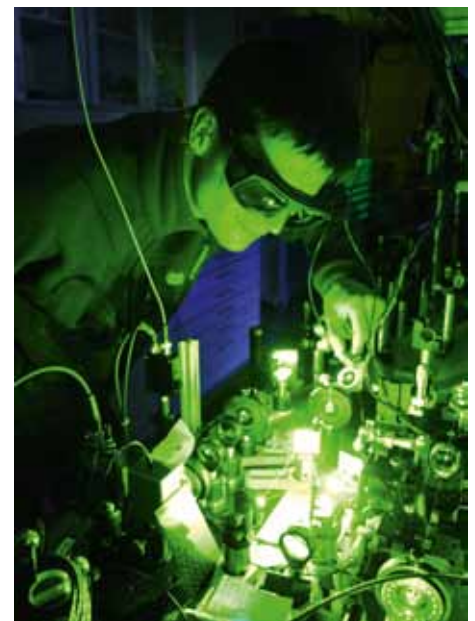
Ein einfaches Lasersystem bringt ein Magnesium-Ion zum Stillstand

Besonders interessant für

- Grundlagenphysik
- Präzisionsspektroskopie
- Entwickler von optischen Uhren

Auf der Suche nach möglichen Änderungen der Feinstrukturkonstante möchte man Spektrallinien (bzw. die innere Struktur) von Atomen feiner messen können als bisher. Eine Möglichkeit dafür bietet die Quantenlogikspektroskopie. Physiker des QUEST-Institutes in der PTB und der Leibniz Universität Hannover brauchen dabei statt aufwendiger Laseranordnungen nur noch eine einzige Laserquelle, um ein einzelnes Magnesium-Ion in einer Paul-Falle zum völligen Stillstand zu bringen und dann mit seiner Hilfe die Eigenschaften eines anderen Ions zu bestimmen.

Die neuen Forschungsergebnisse könnten helfen, einen wissenschaftlichen Disput zu beenden. Es geht um die Frage, wie man astronomische Messdaten mit Laborreferenzen vergleichen kann. Bei den astronomischen Untersuchungen analysiert man Licht, das von Quasaren ausgeht und auf dem Weg zur Erde kosmische Stäube durchquert hat. Die darin enthaltenen Elemente haben sozusagen ihren charakteristischen Fingerabdruck hinterlassen, den man über eine Analyse des Lichtes identifizieren kann. Unterscheiden sich diese Fingerabdrücke von jenen, die man bei denselben Elementen im Labor erzeugt hat, ist dies ein mög-



Justage des Magnesium-Lasersystems

ches Indiz für eine Änderung der Feinstrukturkonstante. Doch bisher konnten die Laborspektren nicht genau genug gemessen werden. Wissenschaftlern von QUEST (Centre for Quantum Engineering and Space-Time Research) ist ein wichtiger Schritt in diese Richtung gelungen.

Sie haben eine indirekte Methode entwickelt, um etwa Eisen- oder Titan-Ionen zu untersuchen. Sie koppeln sie über die gegenseitige Abstoßung mit anderen, gleich geladenen Ionen. Gemeinsam bilden sie ein quantenmechanisches System, bei dem man den einen Partner manipulieren und untersuchen kann, um etwas über den anderen zu erfahren. Dazu muss der

erste Partner, das sogenannte Logik-Ion (in diesem Falle Magnesium) mit Laserlicht bis zur Bewegungslosigkeit heruntergekühlt werden. Dann können im anderen Partner, dem Spektroskopie-Ion (hier Titan oder Eisen), gezielt atomare Übergänge angeregt werden. Dabei entsteht ein Rückstoß, der beide Ionen in Bewegung versetzt und sehr empfindlich an dem Logik-Ion nachgewiesen werden kann.

Der erste Schritt der Laserkühlung ist jetzt sehr viel einfacher geworden. Statt komplizierter Systeme mit mehreren Laserquellen auf großen optischen Tischen wurde ein neuartiges und kompaktes Lasersystem entwickelt, das mit einer einzigen Quelle auskommt. Dafür wird Licht aus einem Faserlaser mithilfe von nicht-

linearen Kristallen bis zu einer Wellenlänge von 280 nm frequenzvervielfacht. Ein elektro-optischer Modulator erzeugt ein spektrales Seitenband auf dem Licht, das resonant mit einem Übergang im Magnesium-Ion ist und zur Zustandspräparation und Laserkühlung der Ionen verwendet wird. Mit diesem Aufbau ist gelungen, ein einzelnes Magnesium-Ion in der Paul-Falle in den Grundzustand einer Schwingungsmoden zu kühlen.

Als nächstes soll das Kühlschema für einen Ionenkristall aus einem Magnesium-Ion und einem Calcium-Ion erprobt und schließlich ein Frequenzkamm als Spektroskopie-Laser genutzt werden. Gelingt dies, dann ist die Präzisionsuntersuchung von Elementen wie Titan

oder Eisen im Labor greifbar. Das wäre ein wichtiger Beitrag zur Lösung des Rätsels sich ändernder Naturkonstanten.

Ansprechpartner

Piet Schmidt

QUEST-Institut in der PTB

Tel. (0531) 592-4700

E-Mail: piet.schmidt@quantummetrology.de

Wissenschaftliche Veröffentlichung

Hemmerling, B.; Gebert, F.; Wan, Y.; Nigg,

D.; Sherstov, I.V.; Schmidt, P.O.: A single

laser system for ground state cooling of

$^{25}\text{Mg}^+$. *Applied Physics B* 104 (2011)

583 – 590

Langlebig und effizient – ganz ohne Zähneknirschen

Normal für die Qualitätsprüfung an großen Zahnrädern

Windenergieanlagen müssen harten Umgebungsbedingungen standhalten, was besonders stabile und langlebige Bauteile erfordert. Mit einem neuen Großverzahnungsnormal aus der PTB kann die Fertigungsqualität der Getriebe-Zahnräder erstmals zuverlässig geprüft werden.

Besonders interessant für

- Großgetriebehersteller
- Koordinatenmessgerätehersteller

Große Verzahnungen sind zu einem unverzichtbaren Bestandteil des modernen Maschinenbaus geworden. Neben der Windenergieerzeugung sind es Industriezweige wie der Schiffsbau und die Erdölfördertechnik, in denen große Getriebe zum Einsatz kommen. Der Wirkungsgrad, die Geräuschemission und die Lebensdauer hängen entscheidend von der Qualität der eingesetzten Zahnräder ab. In den höchsten Genauigkeitsklassen sind beispielsweise für ein 1 m-Zahnrad Maß- und Form-Toleranzen unter 10 µm gefordert.

Innerhalb eines EU-Forschungsprojektes hat die PTB ein Großverzahnungsnormal und eine hochgenaue Messeinrichtung zur Durchführung von Kalibrierungen großer Bauteile zur Anwendung direkt in der Industrie entwickelt. Die besondere Ausführungsform des Nor-

mals als Segment macht es möglich, dass das Normal ein ganzes Zahnrad von einem Meter Durchmesser verkörpert, aber zunächst noch auf den etablierten Messeinrichtungen innerhalb der PTB kalibriert werden kann. Unterschiedliche Steigungen (0°, 10°, 20°) und Steigungsrichtungen (gerade, links, rechts) machen das Normal universell einsetzbar. Alle relevanten Messgrößen wurden auf einem Koordinatenmessgerät im Mehrlagenverfahren kalibriert. Die Ergebnisse liegen innerhalb der abgeschätzten Messunsicherheiten von unter 5 µm.

Das Großverzahnungsnormal kann für Ringvergleiche eingesetzt werden. Aktuell ist ein industrieller Ringvergleich für das nächste Jahr in Vorbereitung, an dem sowohl Messgerätehersteller als auch Getriebehersteller teilnehmen werden. Darüber hinaus wurde mit dem Großverzahnungsnormal die Basis für zukünftige Akkreditierungen im Bereich großer Zahnräder über die DAkkS geschaffen.



Nur ein Segment – und doch repräsentiert das neue Normal drei unterschiedliche, komplette Zahnräder von je einem Meter Durchmesser.

Ansprechpartner

Karin Kniel

Fachbereich 5.3 Koordinatenmesstechnik

Tel. (0531) 592-5388

E-Mail: karin.kniel@ptb.de

Wissenschaftliche Veröffentlichung

Härtig, F.; Kniel, K., Wedmann, A.:

Rückführung von Großverzahnungen. 4.

Fachtagung Verzahnungsmesstechnik

2011 (VDI-Berichte: 2148) 225 – 233

Pro Photon ein Klick

Kalibrierung von Einzelphotonendetektoren mit nichtklassischem Licht

Heutzutage werden Einzelphotonenquellen und -detektoren nicht nur in der experimentellen Quantenphysik, sondern auch in der Medizin, der Biotechnologie oder der Astronomie eingesetzt. Eine besondere Rolle kommt dabei der Quanteninformationstechnologie (Quantencomputer, Quantenkryptografie) zu, die zukünftig einen sicheren Datenaustausch gewährleisten soll. Aufgrund der Vielzahl dieser Anwendungsmöglichkeiten steigt der Bedarf an Kalibrierungen und Validierungen der benötigten Messgeräte und Messtechniken. In der PTB wurden erste Kalibrierungen von Einzelphotonendetektoren mit nichtklassischem Licht durchgeführt.

Besonders interessant für

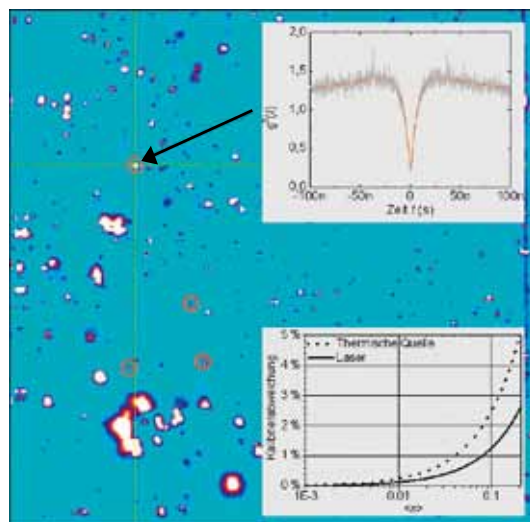
- Quanteninformationstechnologie
- Medizin
- Biotechnologie
- Astronomie

Einzelphotonenquellen sind nichtklassische Lichtquellen, die nur ein einzelnes Photon pro Zeitintervall emittieren. In den Projekten qu-Candela (www.quantumcandela.org) und EPHQUAM (www.ephquam.de) wurden Einzelphotonenquellen untersucht, die u. a. auf der laserinduzierten Emission von Stickstoff-Fehlstellen-Zentren (NV-Zentren) in nanokristallinem Diamant basieren. Diese mikroskopisch kleinen Lichtquellen emittieren einzelne Photonen, von denen man bis zu 10^6 pro Sekunde experimentell detektieren kann.

Nachgewiesen wird eine Einzelphotonenemission mittels Korrelationsmes-

sungen an einem Strahlteiler, an dessen beiden Ausgängen jeweils ein Einzelphotonendetektor positioniert ist (Hanbury-Brown-Twiss-Interferometer). Treffen einzelne Photonen auf den Strahlteiler, können sie entweder den Weg zum einen oder zum anderen Detektor einschlagen. Die Wahrscheinlichkeit, dass beide Detektoren gleichzeitig „klicken“, geht damit gegen Null. Damit sind Einzelphotonenquellen ideal für die Kalibrierung von Einzelphotonendetektoren (sogenannten „Klickdetektoren“) geeignet, da diese im Gegensatz zu klassischen Lichtempfängern ebenfalls nur einzeln eintreffende Photonen registrieren. Werden hingegen klassische Lichtquellen verwendet, bei denen gleichzeitig mehrere Photonen den Einzelphotonendetektor erreichen, ergeben sich Kalibrierabweichungen. Dies kann durch Modellrechnungen gezeigt werden: Schon bei Photonenflüssen, bei denen im Mittel pro Detektionszeitintervall 0,1 Photonen am Einzelphotonendetektor eintreffen, ergeben sich Abweichungen $> 1,2\%$ (Laser) bzw. $> 2,5\%$ (thermisches Licht) in der gemessenen Detektionseffizienz, wobei die Messunsicherheit der zurzeit durchgeführten Untersuchungen bei $< 1\%$ liegt.

Zukünftig sollen spektrale Einflüsse bei der Bestimmung der relativen und absoluten Detektionseffizienz von Einzelphotonendetektoren detailliert untersucht und dabei auch alternative Methoden angewendet werden.



Konfokales Bild von Nanodiamanten. Helle Bereiche zeigen die Emissionen der Stickstoff-Fehlstellen-Zentren, die als Einzelphotonenquellen dienen. Oben rechts: Die Messung der Korrelationsfunktion 2. Ordnung zeigt einen Einbruch bei $t = 0$, ein deutliches Indiz für eine Einzelphotonenquelle. Unten rechts: Einfluss der Photonenzahl auf das Ergebnis der Kalibrierung zweier Einzelphotonendetektoren.

Ansprechpartner

Stefan Kück
 Fachbereich 4.5
 Optische Technologien
 Tel. (0531) 592-4500
 E-Mail: stefan.kueck@ptb.de

Wissenschaftliche Veröffentlichung

Schmunk, W.; Rodenberger, M.; Peters, S.; Hofer, H.; Kück, S.: Radiometric calibration of single photon detectors by a single photon source based on NV-centers in diamond. *Journal of Modern Optics* 58 (2011) 1252 – 1259

Metrology Light Source ist einsatzbereit

Die Erstausrüstung für die PTB-eigene Synchrotronstrahlungsquelle ist abgeschlossen

Besonders interessant für

- Halbleiterindustrie
- Materialwissenschaft
- Raumfahrt

Die Metrology Light Source (MLS) ist ein Elektronenspeicherring, der in Berlin-Adlershof im PTB-Auftrag von

der ehemaligen BESSY GmbH für die Erzeugung und Nutzung von Synchrotronstrahlung errichtet wurde und besonders für die Spektralbereiche des IR, UV, Vakuum-UV (VUV) und Extrem-UV (EUV) geeignet ist. Seit ihrer Inbetriebnahme im Jahr 2008 hat die PTB an der MLS insgesamt 12 Messplätze

an 7 Strahlrohren für die Metrologie mit Synchrotronstrahlung aufgebaut. Sie sind nun alle einsatzbereit.

Einzigartige Messmöglichkeiten bietet die Nutzung der MLS als primäres Strahlernormal bei der Charakterisierung von energiedispersiven Detektorsystemen wie Spektrometern oder Filterra-

diometern und bei der Kalibrierung von Einzelphotonendetektoren und UV/VUV-Strahlungsquellen. Dazu wurden neben einem Strahlrohr für direkte Ablenkmagnetstrahlung auch Messplätze zur Elektronenenergiemessung und zur Elektronenstrahldiagnostik aufgebaut. Ein UV/VUV-Messplatz für Quellenkalibrierung ist seit kurzem in Betrieb.

Das UV/VUV-Strahlrohr für Detektor-

kalibrierung und Reflektometrie, das vom PTB-Labor am benachbarten Speicherring BESSY II zur MLS transferiert wurde, ging bereits im Frühjahr 2008 in Betrieb. Hier werden Messungen im Rahmen von Dienstleistungen und Forschungs Kooperationen durchgeführt, etwa zur Charakterisierung von Teleskopen für die Sonnen- und Atmosphärenforschung. Durch die Verwendung eines langperiodischen Undulators lässt sich an der MLS auch hochintensive und zu 100 % linear polarisierte Strahlung im Spektralbereich vom IR bis in das nahe VUV erzeugen. Dies schafft neue Messmöglichkeiten, beispielsweise für Polarisationsexperimente wie UV/VUV-Ellipsometrie, die sonst in Europa nur an wenigen Stellen gegeben sind.

Ein Schwerpunkt der Industriekooperationen an der MLS wird die EUV-Li-



Blick in die Experimentierhalle an der MLS mit vier Strahlrohren

thografie sein. Die schon bisher sehr umfangreichen Arbeiten auf diesem Gebiet umfassen die Charakterisierung von Multilayer-Spiegeln, Kollektoroptiken, Reflexionsmasken sowie Detektionssystemen für EUV-Strahlung bei einer Wellenlänge von 13,5 nm. Die Aktivitäten werden im Jahr 2012 durch den Transfer des großen EUV-Reflektometers im PTB-Labor bei BESSY II an das EUV-Strahlrohr der MLS verlagert.

Im Unterschied zum UV, VUV und EUV, wo die PTB langjährige Erfahrung besitzt, sind die an der MLS geplanten Synchrotronstrahlungsaktivitäten im IR- und THz-Spektralbereich insgesamt neu. Die beiden entsprechenden Strahlrohre konnten bereits frühzeitig in Betrieb genommen werden. Für Experimente im Bereich Mikrospektrometrie steht hier

hochwertige Instrumentierung zur Verfügung: ein schnelles Fourier-Transform-IR-(FTIR-)Spektrometer und ein hochauflösendes IR-Mikroskop. Insbesondere im THz-Spektralbereich sind die Messbedingungen an der MLS ideal, da sie als erste Speicherringanlage für die Erzeugung kohärenter THz-Strahlung optimiert wurde.

Mit der nun aufgebauten Instrumentierung soll die Nutzung der MLS, ausgehend von der Radiometrie, auch auf neue Forschungsbereiche ausgedehnt werden,

zum Beispiel auf die Materialanalytik und -wissenschaften. Dabei ist vorgesehen, in Kooperation mit externen Partnern neue Messtechniken wie die Nahfeldmikroskopie, die Ellipsometrie oder die Elektronenspektroskopie aufzugreifen.

Ansprechpartner

Gerhard Ulm

Abteilung 7 Temperatur und Synchrotronstrahlung

Tel. (030) 3481-7312

E-Mail: gerhard.ulm@ptb.de

Wissenschaftliche Veröffentlichungen

Gottwald, A.; Klein, R.; Müller, R.; Richter, M.; Scholze, F.; Thornagel, R.; Ulm, G.: *Current Capabilities at the Metrology Light Source. Metrologia* (2011). Im Druck

Magnetischer Nanoschalter für Thermospannungen

Ein neu entdeckter Effekt erlaubt die Kontrolle von Thermospannungen in nanoelektronischen Schaltungen

Besonders interessant für

- *Grundlagenforschung*
- *magnetische Datenspeicherung*
- *Hersteller von hochintegrierten Schaltungen*

Die Wärme, die in winzigen Computerprozessoren entsteht, könnte in Zukunft dazu genutzt werden, um eben diese Prozessoren leichter zu schalten oder um Daten effizienter zu speichern. Das sind zwei der möglichen Anwen-

dungen einer Entdeckung aus der PTB, der sogenannten Tunnel-Magneto-Thermospannung. Sie dürfte vor allem für den Einsatz von nanoelektronischen Schaltungen, also kleinen Bauteilen auf der Basis von magnetischen Tunnelstrukturen, interessant sein.

Magnetische Tunnelstrukturen dienen bereits jetzt als Speicherzellen in nichtflüchtigen magnetischen Speicherchips (sogenannten MRAM, magnetic random access memories) oder als hoch-

empfindliche Sensoren zum Auslesen der auf Festplatten gespeicherten Daten. Der in der PTB im Rahmen einer Forschungs Kooperation mit der Universität Bielefeld und der Firma Singulus entdeckte Effekt könnte eine neue Anwendung hinzufügen: die Kontrolle und Steuerung von thermischen Spannungen und Strömen in hochintegrierten elektronischen Schaltkreisen.

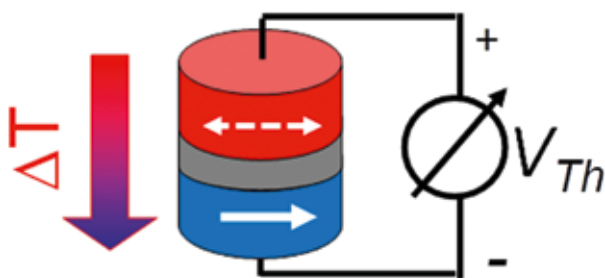
Magnetische Tunnelstrukturen bestehen aus zwei magnetischen Schichten, die durch eine nur etwa einen Nanometer

dünne Isolationsschicht, die sogenannte Tunnelbarriere, voneinander getrennt sind. Die magnetische Orientierung der beiden Schichten in der Tunnelstruktur hat einen großen Einfluss auf ihre elektrischen Eigenschaften: Sind die magnetischen Momente der beiden Schichten parallel ausgerichtet, dann ist der Widerstand niedrig; sind sie entgegengesetzt, ist er hoch. Die Widerstandsänderung beim Umschalten der Magnetisierung kann dabei deutlich über 100 % betragen. So lässt sich über das Schalten der Ma-

gnetisierung der elektrische Stromfluss durch die magnetische Tunnelstruktur effizient kontrollieren.

Die Arbeiten aus der PTB zeigen, dass neben dem elektrischen auch der thermische Strom durch die Tunnelstruktur über das Schalten der Magnetisierung beeinflusst werden kann. In den Experimenten wurde ein Temperaturunterschied zwischen den beiden magnetischen Schichten erzeugt und die dadurch entstehende elektrische Spannung, die sogenannte Thermospannung, untersucht.

Es zeigte sich, dass die Thermospannung fast genauso stark von der magnetischen Orientierung der beiden Schichten abhängt wie der elektrische Widerstand. Durch das Schalten der Magnetisierung können also die Thermospannung und letztendlich auch der thermische Strom durch die Probe kontrolliert werden.



Magnetische Tunnelstruktur, bestehend aus zwei magnetischen Schichten (rot, blau), getrennt durch eine nur etwa einen Nanometer dünne Isolationsschicht (grau), die sogenannte Tunnelbarriere. Thermospannung V_{Th} als Ergebnis eines Temperaturgradienten ΔT .

Zukünftige Anwendungen dieses Effekts ergeben sich z. B. in der Nutzung und gezielten Energieumwandlung von Abwärme in integrierten Schaltkreisen. Die Entdeckung dieser sogenannten Tunnel-Magneto-Thermospannung ist ein Meilenstein im sich rapide entwickelnden Forschungsgebiet „Spinkalorik“, das auch von der Deutschen Forschungsgemeinschaft in einem Schwerpunktprogramm über sechs Jahre gefördert wird.

Ansprechpartner

Hans Werner Schumacher
 Fachbereich 2.5 Halbleiterphysik und Magnetismus
 Tel. (0531) 592-2500
 E-Mail: hans.w.schumacher@ptb.de

Wissenschaftliche Veröffentlichungen

Liebing, N.; Serrano-Guisan, S.; Rott, K.; Reiss, G.; Langer, J.; Ocker, B.; Schumacher, H.W.: Tunneling magneto power in magnetic tunnel junction nanopillars. *Physical Review Letters* 107 (2011) 177201

Terahertzstrahlung: keine gentoxische Wirkung auf Hautzellen

Erstmals exakte Dosimetrie durch rückgeführte Messung der Strahlungsdichte

Besonders interessant für

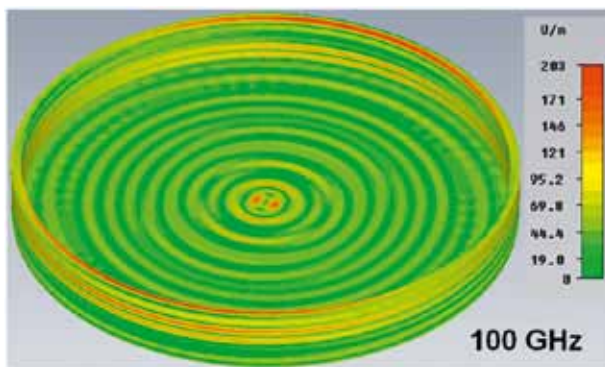
- Sicherheitstechnik
- Fluggäste und Flughafenpersonal

Im Auftrag des Bundesamtes für Strahlenschutz hat die PTB in Kooperation mit drei weiteren Forschungsinstituten den Einfluss von Terahertzstrahlung auf menschliche Hautzellen untersucht. Es konnten keine gentoxischen Effekte gefunden werden.

In immer mehr kommerziellen Anwendungen, beispielsweise im Bereich der Körperscanner auf Flughäfen, wird der THz-Frequenzbereich zwischen 100 GHz und einigen THz, der bisher aufgrund der schwierigen Erzeugung und Detektion der Strahlung nur schwer zugänglich war, genutzt. Obwohl die Strahlung nicht ionisierend und damit nicht in der Lage ist, biologische Moleküle direkt zu beschädigen, musste geklärt werden, ob diese Art der Bestrahlung schädliche Auswirkungen auf das Wachstum von Zellen haben kann. Da

THz-Strahlung weniger als 1 mm in den Körper eindringt, wurden Hautzellen für die Expositionsexperimente ausgewählt.

Die Kooperationspartner waren das Institut für Hochfrequenztechnik der TU Braunschweig, das Helmholtz-Zentrum für Infektionsforschung in Braunschweig und das Institut für Pharmakologie und Toxikologie der Universität Würzburg. Die Wissenschaftler setzten unter definierten Umgebungsbedingungen zwei unterschiedliche menschliche Hautzelltypen (HaCaT-Keratinocyten und primäre Hautfibroblasten) kontinuierlicher THz-Strahlung bei verschiedenen Frequenzen zwischen 100 GHz und 2,52 THz aus, und zwar in einem modifizierten In-



In der PTB wurden erstmals exakte dosimetrische Berechnungen für Strahlung bei 100 GHz durchgeführt. Die Grafik zeigt die Feldverteilung in einem einfachen Probenbehälter aus Plexiglas mit geringer Dämpfung bei Anregung von unten mit einer ebenen Welle der Feldstärke 100 V/m.

kubator bei Leistungsdichten unterhalb, direkt beim sowie etwas oberhalb des Grenzwertes der Leistungsdichte von 1 mW/cm², der derzeit bis 300 GHz festgesetzt ist. Während der Expositionen wurden die Umgebungsbedingungen und die Expositionsleistungsdichten aufgezeichnet. Mithilfe von Shamexpositionen (ohne Feld) und Positivkontrollen (mit chemisch induzierter Wirkung)

für die gewählten Endpunkte sowie einer verblindeten Auswertung der Proben wurden verlässliche Ergebnisse gewährleistet. Durch die auf SI-Einheiten rückgeführten Messungen der Leistungsdichte und durch anschließende Feldberechnungen im Probenbehälter wurde erstmals eine exakte Dosimetrie realisiert.

Nach der aufwendigen Auswertung der drei voneinander unabhängigen Versuchsreihen konnten bei keinem der verwendeten Endpunkte gentoxische Effekte festgestellt werden. Weder wurden in einem entsprechenden Test Mikrokerne

detektiert noch ließen sich mithilfe des Comet-Assays DNA-Bruchstücke nachweisen. Bei begleitenden Experimenten wurde jedoch festgestellt, dass die Exposition von AL-Zellen (einer Mensch-Hamster-Hybridzelllinie) bei 106 GHz zu einer Störung des Spindelapparates führt, dass also die Zellteilung in irgendeiner Form beeinträchtigt sein könnte. Im Rahmen einer dreimonatigen Projektverlängerung wurden Untersuchungen zum Zusammenhang zwischen Spindelstörungen und dem Auftreten von Mikrokernen begonnen.

Ansprechpartner

Thomas Kleine-Ostmann
 Fachbereich 2.2 Hochfrequenz und Felder
 Tel. (0531) 592-2210
 E-Mail: thomas.kleine-ostmann@ptb.de

Wissenschaftliche Veröffentlichungen

Hintzsche, H.; Jastrow, C.; Kleine-Ostmann, T.; Stopper, H.; Schmid, E.; Schrader, T.: *Terahertz Radiation Induces Spindle Disturbances in Human-Hamster Hybrid Cells*, *Rad. Res.* 175 (2011) 569 – 574

Immunologische Tests werden noch verlässlicher

Neues statistisches Verfahren zur Analyse von ELISAs

Bindungen zwischen Antikörpern und Antigenen funktionieren nach dem Schlüssel-Schloss-Prinzip. Dies wird in biochemischen Tests wie dem Immunoassay ausgenutzt, um kleinste Stoffkonzentrationen zu bestimmen. Zum Beispiel können mit ELISAs (Enzyme-Linked Immunosorbent Assays) Infektionen, Hormone oder Drogen nachgewiesen werden. In der PTB ist ein neues statistisches Verfahren entwickelt worden, das die Auswertung dieser Messungen deutlich zuverlässiger macht.

Besonders interessant für

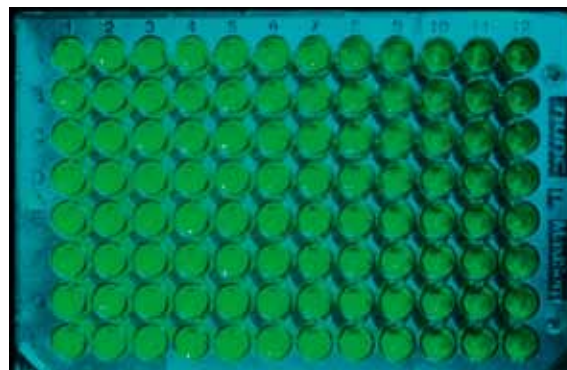
- *medizinische und biochemische Laboratorien*
- *Vergleichsstudien in der Biochemie*

Der häusliche Schwangerschaftstest ist das bekannteste Beispiel für ein Sandwich-ELISA. Allgemein dienen solche Tests zum Nachweis von Antigenen, indem diese an zwei Antikörper (ebenso wie im Sandwich) gebunden werden. Einer der Antikörper ist an ein Enzym gekoppelt, um ein nachweisbares Signal zu erzeugen. Bei den kürzlich untersuchten Fluoreszenz-Sandwich-ELISAs beruht die Konzentrationsschätzung auf Fluoreszenzmessungen einer Lösung. Um die Beziehung zwischen gemessener Fluoreszenz und Konzentration bestimmen zu können, wird für jedes ELISA eine Kalibrierung durchgeführt, d. h. dieselben Protokollschritte werden mit einer Lösung bekannter Konzentration wiederholt.

Die Beziehung zwischen Fluoreszenzintensität und Konzentration kann durch ein statistisches Modell beschrieben werden. Die Abschätzung dieses Modells, also die Kalibrierung, und dessen Anwendung für die Bestimmung der unbekanntenen Konzentration ist statistisch eine anspruchsvolle Aufgabe, wie eine internationale Vergleichsstudie am Beispiel eines Interferons verdeutlichte: Dabei gab es Abweichungen um den Faktor 2. Die angegebenen Messunsicherheiten decken diese Konzentrationsunterschiede bei Weitem nicht ab.

In der PTB wurde jetzt ein neues statistisches Verfahren zur Analyse von ELISAs entwickelt. Dieses Verfahren nutzt den Bayes'schen Ansatz und kombiniert die Modellkalibrierung und die Konzentrationsbestimmung in kohärenter Weise. Der Bayes'sche Ansatz ermöglicht auch die Berücksichtigung von Vorwissen und die unabhängige Analyse jedes einzelnen ELISAs. Dies führt zu deutlich vertrauenswürdigeren Schätzwerten und Messunsicherheiten.

Als Fallstudie wurden die Messdaten der oben erwähnten Vergleichsstudie erneut ausgewertet, wobei sich korrigierte Konzentrationswerte und realistischere Messunsicherheiten ergaben. Im Gegensatz zur ursprünglichen Datenanalyse konnte eine weitgehende Konsistenz der experimentellen Methoden festgestellt



Mikrotiterplatte eines fluoreszenzbasierten Sandwich-ELISA-Tests

werden. Das neue statistische Verfahren ermöglicht, fluoreszenzbasierte ELISAs zuverlässiger auszuwerten und damit auch die Konzentration von Interferon verlässlicher zu bestimmen.

Ansprechpartnerin

Katy Klauenberg
 Fachbereich 8.4 Mathematische Modellierung und Datenanalyse
 Tel. (030) 3481-7614
 E-Mail: katy.klauenberg@ptb.de

Wissenschaftliche Veröffentlichungen

Klauenberg, K.; Ebert, B.; Voigt, J.; Walzel, M.; Noble, J.E.; Knight, A.E.; Elster, C.: *Bayesian analysis of an international ELISA comparability study*. *Clinical Chemistry and Laboratory Medicine*. ISSN (Online) 1437-4331, ISSN (Print) 1434-6621

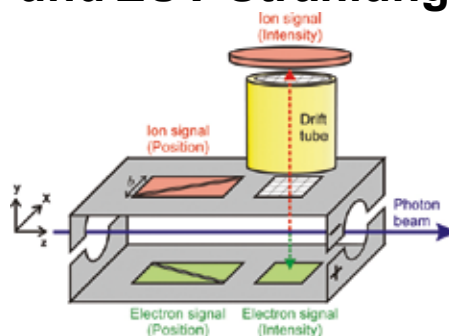
Gasdetektor für VUV- und EUV-Strahlung

Lizenzpartner gesucht

Besonders interessant für

- Beschleunigertechnik
- Mikrolithografie
- Materialforschung

Freie-Elektronen-Laser (FEL), Synchrotronstrahlungs- oder andere weiche Röntgenquellen sind für die Materialforschung und -analytik sowie für die Mikrolithografie von großer Bedeutung. Zum Nachweis der entsprechenden Strahlung hat die PTB in Kooperation mit dem Deutschen Elektronen-Synchrotron (DESY) in Hamburg und dem Ioffe-Institut in St. Petersburg einen Niederdruck-Gasdetektor entwickelt. Er ist über differentielles Pumpen direkt mit dem Ultrahochvakuum der Strahlungsquelle



verbunden. Das typischerweise bei einem Druck von 10^{-4} hPa im Detektor verwendete Edelgas, etwa Xenon, wird durch die Photonenstrahlung ionisiert. Mithilfe von elektrischen Feldern vertikal zur Strahlrichtung werden dann Photoionen und Photoelektronen extrahiert und detektiert. Durch Kalibrierung gegen radiometrische

Primärnormale und mithilfe des bekannten Wirkungsquerschnitts für die Photoionisation kann auf die Photonenintensität rückgeschlossen werden. Wegen des niedrigen Gasdrucks ist der Detektor weitgehend transparent und kann daher als Monitor eingesetzt werden. Neben der Messung der Intensität kann an mit ihm auch die Position des EUV- oder VUV-Strahles bis auf wenige Mikrometer genau bestimmen.

Ansprechpartner

Mathias Richter
 Fachbereich 7.1 Radiometrie mit Synchrotronstrahlung
 Tel. (030) 3481-7202
 E-Mail: mathias.richter@ptb.de

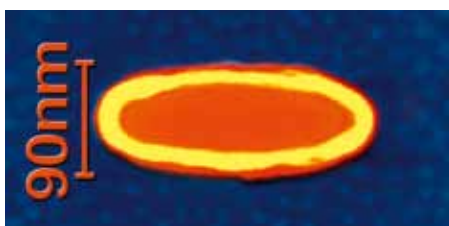
Ultraschnelle MRAM

Lizenzpartner gesucht

Besonders interessant für

- Hersteller von Computerchips
- Hersteller von mobilen Endgeräten

Die wichtigsten neuen Bausteine im Markt der Computer-Speicherchips heißen MRAM (magnetic random access memories). Wie der bekannte USB-Stick speichern sie Informationen auch im stromlosen Zustand, aber MRAM bieten darüber hinaus kurze Zugriffszeiten und unbegrenzte Beschreibbarkeit. Kommerzielle MRAM sind seit 2005 auf dem Markt. Allerdings sind sie noch



Elektronenmikroskopische Aufnahme einer MRAM-Speicherezelle

langsamer als ihre Konkurrenten unter den flüchtigen Speichermedien. Eine PTB-Erfindung ändert dies jedoch: Eine spezielle

Chip-Beschaltung, verbunden mit einer dynamischen Ansteuerung des Bauelements, senkt die Ansprechzeit von bisher 2 ns auf unter 500 ps.

Ansprechpartner

Hans Werner Schumacher
 Fachbereich 2.5 Halbleiterphysik und Magnetismus
 Tel. (0531) 592-2500
 E-Mail: hans.w.schumacher@ptb.de

Taktiler Taster für Mikrokoordinatenmessgeräte

Lizenzpartner gesucht

Besonders interessant für

- Mikrosystemtechnik
- Koordinatenmessgeräte

Mikrokoordinatenmessgeräte können kleinste Zahnräder, Einspritzdüsen oder Mikrokanäle für die Biochemie mit Messunsicherheiten von deutlich unter $0,5 \mu\text{m}$ vermessen. Bei bisherigen kommerziellen Systemen sind die Antastelemente relativ teuer. Der 3D-Mikrotaster aus der PTB zeichnet sich durch seine annähernd isotrope Steifigkeit aus. Er wird in Hybrid-Silizium-Technik – also unter Verwendung



Neuartige Tastspitze, montiert auf einem Wechselkopf

von lithografischen und mikromechanischen Techniken – hergestellt. Somit kann eine große Anzahl von Tastern gleichzei-

tig produziert werden, was die Kosten der Herstellung senkt. Weil die Mikrotaster in einer neuartigen Wechseinrichtung auf den Tastköpfen sehr einfach ausgewechselt werden können, zeichnen sie sich außerdem durch kurze Rüstzeiten aus.

Ansprechpartner

Sebastian Bütetfisch
 Fachbereich 5.2 Dimensionelle Nanometrologie
 Tel. (0531) 592-5119
 E-Mail: sebastian.buetefisch@ptb.de

Ansprechpartner in allen Fragen des Technologietransfers

Bernhard Smandek, Tel. (0531) 592-8303, E-Mail: bernhard.smandek@ptb.de, Internet: www.technologietransfer.ptb.de

Präsidentenwechsel in der PTB

Das Präsidentenamt der PTB ist neu besetzt. Ab dem 1. Januar 2012 übernimmt der Physiker Prof. Dr. Joachim Ullrich diese Aufgabe. Joachim Ullrich wechselt vom Max-Planck-Institut für Kernphysik in Heidelberg zur PTB. Er löst damit Prof. Dr. Ernst O. Göbel ab, der über 16 Jahre die Geschicke der PTB leitete und nun in den Ruhestand geht.



Auszeichnungen

Mathias Richter und Udo Kroth

Der Leiter des Fachbereichs 7.1 Radiometrie mit Synchrotronstrahlung Mathias Richter und sein Mitarbeiter Udo Kroth haben zusammen mit mehreren Kollegen vom DESY, Hamburg, und dem Joffe-Institut, St. Petersburg, den dies-



jährigen, europaweit ausgeschriebenen „Innovation Award on Synchrotron Radiation“ erhalten. Damit würdigt der Förderverein des Helmholtz-Zentrums für Materialien und Energie, Berlin, die Entwicklungsarbeiten der Forschergruppe auf dem Gebiet der Röntgenlaserdiagnostik. Der mit 3000 Euro dotierte Preis wurde den Wissenschaftlern am 1. Dezember in Berlin überreicht.

Termine

26.3.2012: A Quantum of QI

Satellite event during the celebrations of PTB's 125th anniversary. Ort: Braunschweig. Ansprechpartnerin: Sabine Thomas. Tel. (0531) 592-8209

Impressum

PTBnews 3/2011, deutsche Ausgabe, Dezember 2011, ISSN 1611-1621

Die PTBnews sind das wissenschaftliche Nachrichtenblatt der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt (PTB). Sie richten sich an Kooperationspartner der PTB in Wirtschaft, Wissenschaft und alle anderen Interessenten. Die PTBnews erscheinen dreimal jährlich in einer deutschen und einer englischen Ausgabe und können kostenlos abonniert werden. Abo-Formular: www.ptb.de > Publikationen > PTBnews > PTBnews abonnieren

html- und pdf-Fassung: www.ptb.de > Publikationen > PTBnews

Herausgeber: Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB), Braunschweig und Berlin

Redakteure: Franz Josef Ahlers, Harald Bosse, Christian Lisdat, Mathias Richter, Erika Schow, Jens Simon (verantwortlich), Florian Schubert, Peter Ulbig

Layout: Volker Großmann, Alberto Parra del Riego (Konzept)

Redaktionsanschrift: Presse- und Öffentlichkeitsarbeit, PTB, Bundesallee 100, 38116 Braunschweig, Tel. (0531) 592-3005, Fax (0531) 592-3008,

E-Mail: ptbnews@ptb.de

27.3.2012: Metrology, the Universe and Everything

Helmholtz Symposium on the occasion of the completion of PTB's first 3 × 42 – 1 years. Ort: Stadthalle Braunschweig. Ansprechpartner: Robert Wynands. Tel. (0531) 592-1009

27.3.2012: Verleihung des Helmholtz-Preises 2012

Helmholtz-Fonds und Stifterverband verleihen den Helmholtz-Preis für herausragende Arbeiten in der Metrologie. Ort: Stadthalle Braunschweig. Ansprechpartner: Robert Wynands. Tel. (0531) 592-1009

28.3.2012: Festakt zum 125-jährigen Jubiläum der PTB

Offizieller Empfang mit dem Bundespräsidenten und weiteren Ehrengästen (nur auf Einladung). Ort: Stadthalle Braunschweig. Ansprechpartner: Robert Wynands. Tel. (0531) 592-1009

1.4.2012: 3rd annual symposium of the Berlin Ultrahigh Field Facility

Internationaler Workshop. Ort: MDC Berlin-Buch; Communications Center. Ansprechpartner: Bernd Ittermann. Tel. (030) 3481-7318

19.–20.4.2012: Biosignalverarbeitung

Workshop. Ort: PTB-Berlin, HvH-Hörsaal. Ansprechpartner: Lutz Trahms. Tel. (030) 3481-7213

Weitere Informationen

www.ptb.de > Presse/Aktuelles > Veranstaltungskalender

Metrology, the Universe and Everything

Helmholtz Symposium on the occasion of the completion of PTB's first 3 × 42 – 1 years. Tuesday, March 27,

2012 at the Stadthalle Braunschweig, Germany. All talks will be 42 minutes long and



suited for a general audience. Admission is free.

Session 1: The Metrologist's Guide to the Galaxy

09:00–09:42 A new definition of the SI for the new century [I. Mills/CCU President]

09:45–10:27 Measuring the Universe with Einstein's gravitational waves [K. Danzmann/AEI]

Session 2: Don't panic – may metrology be with you

11:00–11:42 Metrology down to Earth (benefits for society & economy) [M. Chardon/LNE]

11:45–12:27 Impact of metrology for "stuff" – chemistry, biology and materials [W. May/NIST]

Session 3: Mostly harmless

14:00–14:42 Who in the Universe needs dosimetry? [U. Ankerhold/PTB]

14:45–15:27 Towards improved reliability in laboratory medicine: Universal metrological traceability [L. Siekmann/Bonn]

Session 4: Share and Enjoy

16:00–16:42 The meter convention and its role in the 21st century [M. Kühne/BIPM]

16:45–17:00 Closing remarks: The next 125 years [J. Ullrich/PTB]

17:30 Helmholtz Prize Award Ceremony

Weitere Informationen:

www.ptb.de > 125 Jahre genau

Publikationen

PTB-Mitteilungen Heft 3/2011

Themenschwerpunkt: Proceedings of the „5th CCM international conference on pressure and vacuum metrology“ and the „4th international conference IMEKO TC16“

PTB-Mitteilungen Heft 4/2011

Themenschwerpunkt: Internationale Technische Zusammenarbeit