

## Kooperationen Abteilung 4, Optik

### **International Comparison CCPR-K1.a**

Key Comparison on spectral irradiance in the spectral range from 250 nm to 2500 nm

→ VNIIOFI, IO-CSIC, KRISS, LNE-CNAM, NIM, NIST, NMC-A\*STAR, NMIA, NMIJ, NPL, NRC, PTB

Dr. Peter Sperfeld (AG 4.11 Spektroradiometrie)

### **International Comparison CCPR-K1.b**

Key Comparison on spectral irradiance in the spectral range from 200 nm to 400 nm

→ NIST, VSL, NMISA, LNE-CNAM, KRISS, NMIJ, VNIIOFI, PTB

Dr. Peter Sperfeld (AG 4.11 Spektroradiometrie)

### **International Comparison CCPR-K3.a**

Key Comparison on luminous intensity

→ VNIIOFI, IO-CSIC, NMISA, LNE-CNAM, NIM, NIST, NMIA, NMIJ, NPL, NRC, METAS

Dr. Armin Sperling (AG 4.12 Lichtstärkeinheit)

### **International Comparison CCPR-K4**

Key Comparison on luminous flux

→ VNIIOFI, IO-CSIC, NMISA, LNE-CNAM, NIM, NIST, NMIA, NMIJ, NRC, METAS

Thorsten Gerloff (AG 4.15 Photometrie)

### **EMPIR 15SIB07 PhotoLED**

→ VTT (FI), Aalto (FI), CMI (CZ), CSIC (SP), Metroserit (ES), MKEH (HU), SP (SE), VSL (NL), DTU (DK), ENTPE (FR), Philips (NL), INRIM (IT), LMT (DE), METAS (CH), OSRAM (DE), OSRAM OS (DE)

Thorsten Gerloff (AG 4.15 Photometrie)

### **Bilateraler Messvergleich**

Bestimmung der spektralen Gesamtstrahlungsleistung von Lichtquellen

→ METAS

Thorsten Gerloff (AG 4.15 Photometrie)

### **Bilateraler Messvergleich PTB-VNIIOFI**

Messung der spektralen Bestrahlungsstärke von Deuterium Lampen 200 nm - 350 nm

→ VNIIOFI und PTB AG 4.11

Dr. Peter Sperfeld (AG 4.11 Spektroradiometrie)

### **International Pilot Study EURAMET 1468**

Pilot study on the detection efficiency of single-photon detectors - SI-SPAD

→ CMI (CZ), INRIM (IT), METAS (CH), NIST (US), NPL (GB), KRIS (KR), NIM (CN), NMIJ-AIST (JP), VNIIOFI (RU)

Hon.-Prof. Dr. Stefan Kück (Abt. 4 Optik)

### **Neue Realisierung der Candela**

Abteilungsübergreifende Zusammenarbeit zwischen den Fachbereichen 4.1 und 7.3

→ PTB FB 4.1 und 7.3

Dr. Armin Sperling (FB 4.1 Photometrie und Spektroradiometrie)

### **Spektrale Charakterisierung von Spektroradiometern und Filterradiometern**

Charakterisierung von Spektroradiometern und Filterradiometern zur Rückführung der spektralen solaren Bestrahlungsstärke

→ PMOD/WRC

Dr. Saulius Nevas (AG 4.11 Spektroradiometrie)

### **TZ-Vorhaben „Regionalfonds Qualitätsinfrastruktur für Biodiversität und Klimaschutz in Lateinamerika und der Karibik“, Unterprojekt „UV Radiation“, koordiniert von AG 9.33**

Begleitung und Beratung von Vergleichsmessungen am INTI, Argentinien.

→ INTI, CENAM, INMETRO und PTB AG 9.33 mit Unterstützung von AG 4.11

Dr. Saulius Nevas (AG 4.11 Spektroradiometrie)

### **BMZ-Vorhaben „Unterstützung von Verfahren der Konformitätsbewertung und Prüf- und Messtechnik zur Energieverbrauchskennzeichnung von elektrischen Haushaltsgeräten - Mitgliedsländer des MERCOSUR“**

Durchführung eines Workshops zum Thema LED-Messtechnik in Montevideo, Uruguay mit anschließenden Beratungsbesuchen in verschiedenen Laboratorien in Uruguay, Argentinien und Brasilien

→ INTI, INMETRO und PTB AG 9.33 mit Unterstützung von AG 4.12 und AG 4.15

Dr. Armin Sperling (AG 4.12 Lichtstärkeinheit); Thorsten Gerloff (AG 4.15 Photometrie)

### **Unsicherheitsanalyse der Streulichtkorrektur von Array-Spektroradiometern**

Durchführung der Unsicherheitsanalyse für die numerische Streulichtkorrektur von Array-Spektroradiometern

→ ISFH und PTB AG 4.11

Dr. Saulius Nevas (AG 4.11 Spektroradiometrie)

### **Entwicklung eines metrologischen (Müller-) Ellipsometers zur Charakterisierung strukturierter und texturierter Oberflächen**

→ SENTECH Instruments GmbH

Dr. Bernd Bodermann (AG 4.23 Optische Nanometrologie)

**300 mm – Ebenheitsmessvergleich (High precision flatness over 300 mm)**

→ EURAMET Supplementary Comparison: EURAMET.L-S28 in Kooperation mit Nationalen Metrologieinstituten (NIM (China), NMIJ (Japan), NMISA (South Africa), VNIIMS (Russia))

Dr. Gerd Ehret (AG 4.22 Ebenheitsmetrologie)

**Hochgenaue orts- und winkelaufgelöste Kalibrierung von Wellenfrontsensoren**

→ Kooperation mit Optocraft GmbH

Dr. Gerd Ehret (AG 4.22 Ebenheitsmetrologie)

**Ultra-high accuracy form metrology on optical mirrors**

→ Kooperation mit European XFEL GmbH

Dr. Gerd Ehret (AG 4.22 Ebenheitsmetrologie)

**DFG-Projekt EH 400/4-3**

Formmessung an Präzisionsbauteilen mit einem dynamisch nachgeführten interferometrischen Zeilensensor

→ Kooperation mit Universität Kassel

Dr. Gerd Ehret (AG 4.22 Ebenheitsmetrologie)

**DFG-Projekt EH 400/5-2**

Optische Oberflächenerfassung mit räumlich und zeitlich partiell kohärenten Lichtwellenfeldern (OPAL)

→ Kooperation mit BIAS / Universität Bremen

Dr. Gerd Ehret (AG 4.22 Ebenheitsmetrologie)

**Bilaterale Zusammenarbeit mit CC UPOB**

Durchführung und Auswertung von Asphären-Messvergleichen

→ Kompetenzzentrum Ultrapräzise Oberflächenbearbeitung CC UPOB e.V., Braunschweig

Dr. Ines Fortmeier (AG 4.21 Form- und Wellenfrontmetrologie)

**Weiterentwicklung des Tilted-Wave Interferometers**

→ Zusammenarbeit mit der Mahr GmbH

Dr. Ines Fortmeier (AG 4.21 Form- und Wellenfrontmetrologie)

**International Comparison of Refractive Index Measurements**

Durchführung eines internationalen Ringvergleichs zur Brechzahlmessung

→ Schott AG

Andreas Fricke (AG 4.21 Form- und Wellenfrontmetrologie)

**EMPIR 15SIB01 „FreeFORM“ Reference algorithms and metrology on aspherical and freeform optical lenses**

→ LNE(FR), CMI(CZ), PTB(DE), SMD(BE), TUBITAK(TR),  
Teknologian tutkimuskeskus Oy (FI), Ecole Normale Supérieure de Cachan (FR), Ústav fyziky plazmatu AV ČR, v. v. i. (CZ), Itä-Suomen yliopisto (FI), University of Nottingham (UK), Universitaet Stuttgart (DE), AIST(JP), Fudan University (CN), GEOMNIA(FR), IBS Precision Engineering bv (NL), Hong Kong Polytechnic University (HK), THALES ANGENIEUX SAS (FR), Trioptics GmbH (DE), Universidade de Brasilia (BR)

Dr. Michael Schulz (4.21 Form- und Wellenfrontmetrologie)

**TransMeT MTF-Referenzgerät**

→ Trioptics GmbH

Dr. Michael Schulz (4.21 Form- und Wellenfrontmetrologie)

**EMPIR-Projekt SIB09 Traceable three-dimensional nanometrology („3DNano“)**

→ Nationale Metrologie-Institute: CMI (CZ), DFM (DK), INRIM (IT), METAS (CH), MIKES (FI), NPL (GB), PTB (DE), SMD (BE), VSL (NL)

Dr. Ulrich Kuetgens (AG 4.25 Röntgenoptik)

**EMPIR-Projekt 17FUN01 Light-matter interplay for optical metrology beyond the classical spatial resolution limits („BeCOMe“)**

→ Nationale Metrologie-Institute und externe Partner: VSL (NL), CMI (CZ), DFM (DK), INRIM (IT), NPL (GB), PTB (DE), Aalto (FI), FSU Jena (DE), ICFO (ES), SwanU (UK), TU Delft (NL), TU-BS (DE), Uni Torino (IT), DTU (DK)

Dr. Bernd Bodermann (AG 4.23 Optische Nanometrologie),  
Prof. Dr. Stefanie Kroker (AG 4.01, TU-BS, LENA)

**EMPIR-Projekt 17FUN06 Single-photon sources as new quantum („SIQUST“)**

→ Aalto (FI), CMI (CZ), INRIM (IT), MIKES (FI), Metroserf (EE), NPL (GB), PTB (DE), IO-CSIC (ES), CNR (IT), FAU (DE), INFN (IT), TUB (DE), UNITO (IT), USTUTT (DE), UoS (DE)

Hon.-Prof. Dr. Stefan Kück (Abt. 4 Optik)

**SFB geo-Q: Transportable optical clocks for relativistic geodesy**

Entwicklung und Anwendung optischer Uhren in der Geodäsie

→ PTB, LUH

Ansprechpartner in der PTB: PD Dr. Christian Lisdat (4.32 Sr Gitteruhren)

**SFB geo-Q: Frequency transfer through long-distance optical fiber links for relativistic geodesy**

Entwicklung und Anwendung von Glasfasern für den Vergleich optischer Uhren

→ PTB, LUH

Ansprechpartner in der PTB: Dr. Gesine Grosche, (4.34 Frequenzübertragung mit Glasfasern)

**OFTEN**

EMPIR zu optische Glasfaserverbindungen

→ CMI, OBSPARIS, INRIM, NPL, SP, TUBITAK, CESNET, AGH, Chalmers, LPL

Ansprechpartner in der PTB: Dr., Dir. u. Prof. Harald Schnatz, (4.3 Quantenoptik und Längeneinheit)

**CLONETS**

Strategy and innovation for clock services over optical-fibre networks

→ OBSPARIS, INRIM, PTB, NPL, AGH, UCL, PSNC, RENATER, CESNET, UNIVERSITE PARIS 13, MUQUANS, Menlo Systems, PIKTIME SYSTEMS, USTAV PRISTROJOVE TECHNIKY AV CR, SEVEN SOLUTIONS, OPTOKON,

Ansprechpartner in der PTB: Dr., Dir. u. Prof. Harald Schnatz, (4.3 Quantenoptik und Längeneinheit)

**Frequenzvergleich optischer Uhren mittels Glasfasern**

Bereitstellung von Faserstrecken

→ GasLine, DFN-Verein, DANTE, GEANT, DTAG

Ansprechpartner in der PTB: Dr., Dir. u. Prof. Harald Schnatz, (4.3 Quantenoptik und Längeneinheit)

**OSRC**

Development of an acceleration-insensitive, thermal noise mitigated, optical stabilising reference cavity, Engineering model

→ Airbus DS

Ansprechpartner in der PTB: PD Dr. Christian Lisdat (4.32 Sr Gitteruhren)

**Time and Frequency dissemination through optical fibers**

Zeit und Frequenzverteilung im Mikrowellenbereich

→ Deutsche Telekom AG, PTB

Ansprechpartner in der PTB: Dr., Dir. u. Prof. Harald Schnatz, (4.3 Quantenoptik und Längeneinheit)

**Time and Frequency dissemination through optical fibers**

Zeit und Frequenzverteilung im Mikrowellenbereich

→ AGH Univ. of Science & Tech. Krakow, PTB

Ansprechpartner in der PTB: Dr., Dir. u. Prof. Harald Schnatz, (4.3 Quantenoptik und Längeneinheit)

**Ultrastabile Laser mit kryogenen Resonatoren**

Aufbau eines kryogenen Silizium Resonators

→ Jun Ye, JILA; G.Cole, CMS

Ansprechpartner in der PTB: Dr. Uwe Sterr, (4.31 Längeneinheit)

**Kryogene Resonatoren**

Siliziumresonatoren bei 124 K und 4 K

→ JILA/NIST

Ansprechpartner in der PTB: Dr. Uwe Sterr, (4.31 Längeneinheit)

**Ultrastabiler 1.5 µm Laser**

Lange ULE Resonatoren bei Raumtemperatur

→ LUH/QUEST

Ansprechpartner in der PTB: Dr. Uwe Sterr, (4.31 Längeneinheit)

**Hyper-Ramsey Spektroskopie**

Entwicklung robuster Methoden zur Ramseyspektroskopie

→ V. Yudin, A. Taichenachev, Novosibirsk, Chris Oates, NIST

Ansprechpartner in der PTB: Dr. Uwe Sterr, (4.31 Längeneinheit)

**STE-QUEST Satellitenmission**

Planung einer ESA Mission

→ ESA, U. Düsseldorf, NPL, SYRTE, Menlo, U. Birmingham, DLR, CSEM

Ansprechpartner in der PTB: Dr. Uwe Sterr, (4.31 Längeneinheit)

**ISOC**

ISS Space Optical Clock

→ Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf; Leibniz Universität Hannover; Observatoire de Paris; Università di Firenze and LENS; University of Birmingham; National Physical Laboratory Teddington; TOPTICA Photonics AG; EADS Astrium Friedrichshafen; Menlo Systems GmbH; Kayser Italia Srl; Centre Suisse d'Electronique et de Microtechnique; Istituto Nazionale di Ricerca Metrologica

Ansprechpartner in der PTB: Dr. Uwe Sterr, (4.31 Längeneinheit)

**Ultra-High Spectral Purity Lasers for Tests of Relativity and Atomic Clocks**

Kryogene Silizium Resonatoren

→ The University of Western Australia, Humboldt University, Berlin

Ansprechpartner in der PTB: Dr. Uwe Sterr, (4.31 Längeneinheit)

**CTE - Kooperation Heraeus**

Vermessung von Ausdehnungskoeffizienten

→ Heraeus Quarzglas GmbH

Ansprechpartner in der PTB: Dr. Thomas Legero, (4.31 Längeneinheit)

**CTE - Kooperation Zeiss**

Vermessung von Ausdehnungskoeffizienten

→ Carl Zeiss SMT

Ansprechpartner in der PTB: Dr. Thomas Legero, (4.31 Längeneinheit)

### **CTE - Kooperation Kyocera**

Vermessung von Ausdehnungskoeffizienten

→ Kyocera

Ansprechpartner in der PTB: Dr. Thomas Legero, (4.31 Längeneinheit)

### **TiFOON Advanced time/frequency comparison and dissemination through optical telecommunication networks**

EMPIR zu optische Glasfaserverbindungen

→ OBSPARIS, INRIM, NPL, VSL, RISE, CESNET, AGH, CNRS-LPL, ISI CAS, Muquans, POLITO, PSNC, TUM, METAS

Ansprechpartner in der PTB: Dr., Dir. u. Prof. Harald Schnatz, (4.3 Quantenoptik und Längeneinheit)

### **ROCIT, Robust optical clocks for international timescales**

EMPIR zu optischen Uhren

→ NPL, CMI, GUM, INRIM, LNE, OBSPARIS, VTT, BGU, CNRS, LUH, POLITO, SRC PAS, UMP, UP13

Ansprechpartner in der PTB: PD Dr. Christian Lisdat (4.32 Sr Gitteruhren)

### **Quantum Frontiers**

Exzellenzcluster

→ LUH, TU-BS

Ansprechpartner in der PTB: Dr., Dir. u. Prof. Harald Schnatz, (4.3 Quantenoptik und Längeneinheit), Dr. Uwe Sterr, (4.31 Längeneinheit), PD Dr. Christian Lisdat (4.32 Sr Gitteruhren), Dr. Gesine Grosche, (4.34 Frequenzübertragung mit Glasfasern)

### **Galileo TGVF-FOC**

→ GMV, ROA, INRIM, SP, SYRTE

Dr. Andreas Bauch, 4.42 Zeitübertragung

### **Galileo Reference Center**

→ GMV, ROB, GSA

Dr. Andreas Bauch, 4.42 Zeitübertragung

### **Galileo Time Service Provider**

→ INRIM, Thales Alenia Space France, Spaceopal GmbH, GSA

Dr. Andreas Bauch, 4.42 Zeitübertragung

**Überwachung der Zeitaussendung durch EFR**

→ Europäische Funkrundsteuerung

Dr. Andreas Bauch, 4.42 Zeitübertragung

**SFB 1227 Designed Quantum States of Matter**

Teilprojekt B04: Coherent excitation of a nucleus

→ Leibniz Universität Hannover, ZARM Bremen

Dr. Ekkehard Peik, 4.43, Optische Uhren mit gespeicherten Ionen

**Opticlock: Optische Einzelionen-Uhr für Anwender**

→ BMBF Bundesministerium für Bildung und Forschung

→ TOPTICA, Menlo Systems, QUBIG, QUARTIQ, Vacom, High Finesse, Uni Siegen, Uni Bonn, Ferdinand Braun Institut

Dr. Nils Huntemann (4.43), Optische Uhren mit gespeicherten Ionen

**Coulomb Crystals for Clocks**

EMPIR Projekt 17FUN07

→ BEV-PTP, INRIM, VTT, Inst. Of Scientific Instruments of the Czech Academy of Sciences, Leibniz Universität Hannover, MPG, TU Wien

Dr. Ekkehard Peik, 4.43, Optische Uhren mit gespeicherten Ionen

**Development of Laser based Differential Spectral Responsivity Primary Reference Solar Cell Measurement System**

Aufbau eines Laser-basierten DSR Messplatzes für das CSIR-NPL Indien, um dem CSIR-NPL Indien zu ermöglichen primäre Kalibrierungen von Referenzsolarzellen und Industriesolarzellen mit geringster Messunsicherheit durchführen zu können. Dabei wird der an der PTB existierende Messplatz vollständig in der PTB nachgebaut und dann an das CSIR-NPL Indien exportiert. Das Projekt umfasst auch ein umfassendes Training der Indischen Kollegen, sowie eine vollständige Dokumentation des Messplatzes.

→ Council of Science & Industrial Research – National Physical Laboratory, Indien

Ansprechpartner in der PTB: Dr. Ingo Kröger (4.52 Solarzellen)

**Scientific Cooperation in the field of cryogenic photodetectors for quantum metrology**

Ziel ist die Entwicklung und Validierung von Verfahren zur Messung der Photonenstatistik mithilfe von supraleitenden Phasenübergangs-Photoenergiemetern („transition edge sensors“), sowie die Entwicklung von Verfahren für Vergleich und rückgeführte Kalibrierung der Detektoren. Hierfür wird u.a. ein kryogener Messplatz neu aufgebaut werden.

→ National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, Japan

Ansprechpartner in der PTB: Dr. Sebastian Raupach (4.54 Laser- und Quantenradiometrie)



## Abgeschlossene Kooperationen Abteilung 4, Optik

### **Development of a contemporary basis for the calibration of standards for the measurement of the colour-type of crystalline white sugar**

→ DNK-ICUMSA e.V., Deutsches Nationalkomitee der Internationalen Kommission für einheitliche Methoden der Zuckeruntersuchung

Alfred Schirmacher (4.51 Reflexion und Transmission)

### **Untersuchung von Alterungsvorgängen an Referenzsolarzellen zur Verbesserung der Langzeitstabilität**

Im Rahmen dieses Projektes wurden eine Vielzahl unterschiedliche Referenzsolarzellen des Fraunhofer ISE kalibriert und deren Langzeitstabilität untersucht. Der Laser-basierte DSR Messplatz wurde in diesem Zuge technisch optimiert um eine erweiterte Messunsicherheit von 0.4% für den Kurzschlussstrom unter Standardtestbedingungen von 2x2cm<sup>2</sup> großen Referenzsolarzellen erreichen zu können.

→ Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e.V., Hansastr. 27c, 80686 München

Ansprechpartner in der PTB: Dr. Ingo Kröger (4.52 Solarzellen)