

## Kooperationen

### **Entwicklung und Charakterisierung von röntgenoptischen Komponenten**

→ CEA Frankreich

Ansprechpartner in der PTB: Dr. M. Krumrey (7.11 Röntgenradiometrie)

### **Charakterisierung neuartiger Röntgendetektoren**

→ Dectris Ltd.

Ansprechpartner in der PTB: Dr. M. Krumrey (7.11 Röntgenradiometrie)

### **Charakterisierung und Entwicklung optischer Komponenten im Spektralbereich 10 nm bis 400 nm für die Solar-Orbiter-Mission**

→ MPS

Ansprechpartner in der PTB: Dr. A. Gottwald (7.13 UV- und VUV-Radiometrie)

### **Development of UV detectors and imagers**

→ ROB

Ansprechpartner in der PTB: Dr. A. Gottwald (7.13 UV- und VUV-Radiometrie)

### **Charakterisierung von hochempfindlichen Silizium-CCD-Detektoren für die Weltraumforschung**

→ DLR

Ansprechpartner in der PTB: Dr. A. Gottwald (7.13 UV- und VUV-Radiometrie)

### **Charakterisierung neu entwickelter Strahlungsquellen wie einer Gasjet-VUV-Quelle für eine Sonnensimulationsanlage**

→ DLR

Ansprechpartner in der PTB: Dr. R. Klein (7.14 Synchrotronstrahlungs-quellen)

### **Entwicklung neuer SQUID-Elektroniken**

Gemeinsam mit der Fa. Magnicon wird an der Entwicklung neuer SQUID Elektroniken gearbeitet mit dem Ziel, diese Entwicklungen in Produkte zu überführen.

→ Fa. Magnicon GbR Schenefeld, Germany

Ansprechpartner in der PTB: Dr. D. Drung (7.20 7.21 Kryosensoren)

### **Entwicklung von Tieftemperatur-Rauschthermometern und Untersuchung von Quantenphänomenen und Materialeigenschaften im Tieftemperaturbereich**

Gemeinsam mit den Arbeitsgruppen 7.51 und 7.44 und der Universität Heidelberg wird ein praktisches Rauschthermometer für den Tieftemperaturbereich entwickelt. Weiterhin sollen gemeinsame Experimente im  $\mu\text{K}$  Bereich durchgeführt werden und Erfahrungen und wissenschaftliches Know-how ausgetauscht werden.

→ Universität Heidelberg

Ansprechpartner in der PTB: Dr. Dr. Prof. Dr. J. J. P. Engert Beyer Strehlow (7.44 7.21, 7.22 Tieftemperaturskala Kryosensoren, Ultratiefe Temperaturen)

### **Tieftemperatur SQUID NMR**

Mit dem Royal-Holloway College der University of London besteht eine langjährige Kooperation auf dem Gebiet der Entwicklung der SQUID-NMR-Instrumentierung für den

Tiefemperaturbereich. Es werden neue SQUID-Stromsensoren der PTB für diese Zwecke erprobt.

→ Royal-Holloway College University of London

Ansprechpartner in der PTB: Dr. Dr. J. Th. Beyer Schurig (7.21 7.23 Kryosensoren Kryo. Messsysteme)

#### **SQUID based read-out of low-temperature X-Ray detectors**

Gemeinsam mit der Arbeitsgruppe X-Ray Astrophysics der NASA und der Arbeitsgruppe Quantum Sensors des NIST wird an der Weiterentwicklung der SQUID-Auslese von Tieftemperatur-Röntgendetektoren gearbeitet.

→ NASA, NIST

Ansprechpartner in der PTB: Dr. J. Beyer (7.21 Kryosensoren)

#### **Entwicklung einer Apparatur zur Messung der magnetischen Suszeptibilität bei mK Temperaturen**

Im Rahmen der Kooperation sollen neuartige SQUID Sensoren zur Messung der Suszeptibilität bei hohen Frequenzen und tiefen Temperaturen eingesetzt werden.

→ Universität Zaragoza

Ansprechpartner in der PTB: Dr. Dr. J. Th. Beyer Schurig (7.21 7.23 Kryosensoren Kryo. Messsysteme)

#### **EU-Vorhaben "Microkelvin Collaboration"**

Gemeinsam mit EU Partnern werden SQUID Messtechnik für Experimente bei ultratiefen Temperaturen sowie thermometrische Verfahren für diesen Temperaturbereich (Rauschthermometrie, PtNMR) entwickelt.

Ansprechpartner in der PTB: Dr. J. Beyer (7.21 Kryosensoren), Prof. Dr. P. Strehlow (7.22 Ultratiefe Temperaturen), Dr. Th. Schurig (7.23 Kryo. Messsysteme), Dr. J. Engert (7.44 Tieftemperaturskala)

#### **Kooperation zur Entwicklung und Anwendung von Tieftemperatur-Photonenzählern für die Quantenoptik**

Die AG "Quantum Information and Terahertz Technology" am NIST Boulder entwickelt Photonenzähler für NIR/VIS auf der Basis von Tieftemperatur-Kalorimetern. Für die Operation dieser Detektoren werden PTB SQUID-Stromsensoren entwickelt und erprobt.

→ NIST Boulder, Quantum Information and Terahertz Technology, Optoelectronics Division, EEEL

Ansprechpartner in der PTB: Dr. J. Beyer (7.21 Kryosensoren)

#### **Superconducting Read-out for Microcalorimeters**

Entwicklung von SQUID-Stromsensoren für die Auslesung von TES-Röntgendetektoren

→ SRON Utrecht

Ansprechpartner in der PTB: Dr. J. Beyer (7.21 Kryosensoren)

#### **TES-Bolometer-Arrays für SPICA/SAFARI**

Entwicklung von SQUID-Stromsensoren für die Auslesung von abbildenden TES-Bolometer-Arrays für FIR-Detektion

→ Max-Planck-Institut für Extraterrestrische Physik (MPE)

Ansprechpartner in der PTB: Dr. J. Beyer (7.21 Kryosensoren)

### **SQUID-readout for superconducting radiation detectors**

Entwicklung von SQUID-Stromsensoren für die Auslesung von höchstempfindlichen TES-Bolometern

→ University of Cambridge, Detector Physics Group

Ansprechpartner in der PTB: Dr. J. Beyer (7.21 Kryosensoren)

### **Cryogenic detectors for optical photons**

Entwicklung von SQUID-Stromsensoren für die Auslesung von höchstempfindlichen TES-Bolometern

→ National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, Detector Radiometry Group

Ansprechpartner in der PTB: Dr. J. Beyer (7.21 Kryosensoren)

### **Thermische Tieftemperatureigenschaften dielektrischer Festkörper**

Messungen von Wärmekapazität, Wärmeleitfähigkeit und elektrische Permittivität von dielektrischen Kristallen und Gläsern bei tiefen Temperaturen und im Magnetfeld. Untersuchung magnetischer Anregungen in Spin-Eis

→ Helmholtz Zentrum Berlin

Ansprechpartner in der PTB: Prof. Dr. P. Strehlow (7.22 Ultratiefe Temperaturen)

### **Lowfield NMR**

Entwicklung von Messtechnik für die Low-Field NMR

→ Universität Magdeburg

Ansprechpartner in der PTB: Dr. Th. Schurig (7.23 Kryo. Messsysteme)

### **Kooperationsvereinbarung mit Fachhochschule Brandenburg**

Ausbildung von Praktikanten und Diplomanden, gemeinsame Forschungsarbeiten im Bereich Sensor- und Dünnschichttechnik

→ FH Brandenburg

Ansprechpartner in der PTB: Dr. Th. Schurig (7.23 Kryo. Messsysteme)

### **Opt. d. Messverfahr. d. TRFA**

→ SiCrystal AG

Ansprechpartner in der PTB: Dr. B. Beckhoff (7.24 Röntgen- und IR Spektrometrie)

### **Optimierung der Instrumentierung für Messverfahren der referenzprobenfreien Röntgenfluoreszenzanalyse (RFA) bei flexibler Anregungs- und Detektionsstrahlungsgeometrie**

→ TU Berlin

Ansprechpartner in der PTB: Dr. B. Beckhoff (7.24 Röntgen- und IR Spektrometrie)

### **Schichtabscheidungen für die RFA**

→ BMWi (MNPQ)

Ansprechpartner in der PTB: Dr. B. Beckhoff (7.24 Röntgen- und IR Spektrometrie)

### **Lithium-Schwefel-Hochenergie Akkumulatoren mit reversiblen Matrix-interkalierten Schwefelkathoden**

→ DFG

Ansprechpartner in der PTB: Dr. B. Beckhoff (7.24 Röntgen- und IR Spektrometrie)

**European Equipment & Materials Initiative (Verbundprojekt); Teilvorhaben Fortgeschrittenes innovatives System für 450 mm analytische Metrologie (EEMI450)**

→ VDI / Eniac (EU)

Ansprechpartner in der PTB: Dr. B. Beckhoff (7.24 Röntgen- und IR Spektrometrie)

**Weiterentwicklung röntgenspektrometrischer Messverfahren für die Charakterisierung von Dünnschichtsolarzellen**

→ TU Berlin

Ansprechpartner in der PTB: Dr. B. Beckhoff (7.24 Röntgen- und IR Spektrometrie)

**EMRP IND07**

→ NPL

→ BAM

→ u.a.

Ansprechpartner in der PTB: Dr. B. Beckhoff (7.24 Röntgen- und IR Spektrometrie)

**EMRP IND15**

→ NPL

→ BAM

→ LNHB

→ HZB

→ FhG IISB

→ CMI

→ Aalto

→ u.a.

Ansprechpartner in der PTB: Dr. B. Beckhoff (7.24 Röntgen- und IR Spektrometrie)

**EMRP HLT04**

→ NP

→ BAM

→ u.a.

Ansprechpartner in der PTB: Dr. B. Beckhoff (7.24 Röntgen- und IR Spektrometrie)

**Kooperationsvereinbarung mit der Firma InfraTec GmbH**

Kooperationsvereinbarung mit der Firma InfraTec GmbH vom Mai 2002 über eine mehrjährige wissenschaftliche Zusammenarbeit auf dem Gebiet der berührungslosen Temperaturmessung, speziell der Charakterisierung von thermischen Empfängern, Thermographiekameras und Temperaturstrahlern zur absoluten Temperaturmessung, insbesondere im Bereich hoher Temperaturen (>1000 °C)

→ Fa. InfraTec GmbH

Ansprechpartner in der PTB: Dr. J. Hollandt (7.3 Detektorradiometrie und Strahlungsthermometrie)

### **Kooperationsvereinbarung mit der Firma HEITRONICS Infrarot Messtechnik GmbH**

Kooperationsvereinbarung über eine Zusammenarbeit auf dem Gebiet der Charakterisierung und Weiterentwicklung von Infrarot-Transferstrahlungsthermometern

→ Hr. Ortwin Struß, HEITRONICS GmbH

Ansprechpartner in der PTB: Dr. J. Hollandt (7.3 Detektorradiometrie und Strahlungsthermometrie)

### **Kooperationsvereinbarung mit dem russischen Staatsinstitut VNIIOFI**

Kooperationsvereinbarung mit dem russischen Staatsinstitut vom Oktober 2004 über eine mehrjährige wissenschaftliche Zusammenarbeit auf dem Gebiet der Metall-Kohlenstoff eutektischen Fixpunkte zur Weiterentwicklung der Internationalen Temperaturskala

→ VNIIOFI

Ansprechpartner in der PTB: Dr. K. Anhalt (7.3 Detektorradiometrie und Strahlungsthermometrie)

### **Kooperation mit dem japanischen Staatsinstitut NMIJ**

Wissenschaftliche Zusammenarbeit auf dem Gebiet der Metall-Kohlenstoff eutektischen Fixpunkte zur Weiterentwicklung der Internationalen Temperaturskala

→ NMIJ

Ansprechpartner in der PTB: Dr. K. Anhalt (7.3 Detektorradiometrie und Strahlungsthermometrie)

### **Kooperationsvereinbarung mit dem russischen Staatsinstitut VNIIOFI**

Kooperationsvereinbarung mit dem russischen Staatsinstitut auf dem Gebiet der Spektroradiometrie und Photometrie

→ VNIIOFI

Ansprechpartner in der PTB: Dr. J. Hollandt (7.3 Detektorradiometrie und Strahlungsthermometrie)

### **Kooperation mit der Firma Netzsch**

Wissenschaftliche Zusammenarbeit bei der Entwicklung einer Hochtemperatur-Emissionsgrad-Messtechnik

→ Netzsch Gerätebau GmbH

Ansprechpartner in der PTB: Dr. K. Anhalt (7.3 Detektorradiometrie und Strahlungsthermometrie)

### **Kooperation mit EADS/Astrium GmbH**

Messung von Infrarot-Strahlung mit sehr geringem Photonfluss

→ EADS/Astrium GmbH

Ansprechpartner in der PTB: Dr. J. Hollandt (7.3 Detektorradiometrie und Strahlungsthermometrie)

### **UV-Laserspektrometer für Zwei-Photonen Spektroskopie**

Gegenstand der Zusammenarbeit mit der Universität Valladolid sind UV-Laserspektrometer für Zwei-Photonen Spektroskopie, speziell im tiefen ultravioletten Spektralgebiet. Schwerpunkte der Zusammenarbeit sind die Überführung der größtenteils gemeinsam entwickelten Laserspektrometer von der PTB zur GEL und dortige Nutzbarmachung für weitere spektroskopische Untersuchungen.

→ Grupo de Espectroscopia Láser (GEL), España

Ansprechpartner in der PTB: Dr. A. Steiger (7.3 Detektorradiometrie und Strahlungsthermometrie)

#### **Kooperation mit dem Physikalisch-Technischen Observatorium Davos**

Gegenstand der Zusammenarbeit ist die Entwicklung eines absoluten Terahertz Radiometers auf der Basis eines absoluten Cavity Pyroheliometer (PM06-CC) des PMOD/WRC

→ PMOD, Davos /Schweiz

Ansprechpartner in der PTB: Dr. A. Steiger (7.3 Detektorradiometrie und Strahlungsthermometrie)

#### **Kooperationsvereinbarung mit dem MPI für Sonnensystemforschung**

Gegenstand ist die Anwendung von optimierten Strahldichtenormalen für die Rückführung in die Sonnensystemforschung (abgeschlossen am 31.12.2012)

→ MPI für Sonnensystemforschung

Ansprechpartner in der PTB: Dr. L. Werner (7.3 Detektorradiometrie und Strahlungsthermometrie)

#### **Kalibrierfähige THz - Detektoren**

Gegenstand der Zusammenarbeit ist die Entwicklung und Charakterisierung von THz-Detektoren, die einfach zu kalibrieren sind.

→ Fa. Sensor- und Lasertechnik, Dr. W. Bohmeyer

Ansprechpartner in der PTB: Dr. A. Steiger (7.3 Detektorradiometrie und Strahlungsthermometrie)

#### **EURAMET-Vorhaben Nr. 770**

Verringerung der Unsicherheit der Realisierung des Neon-Tripelpunktes als definierender Fixpunkt der ITS-90 durch Bestimmung der Abhängigkeit von der Isotopenzusammensetzung. Hierfür werden die Ergebnisse von internationalen Vergleichen herangezogen und gezielt neue Tripelpunkt-messungen durchgeführt. Die Analyse der Isotopenzusammensetzung erfolgt im IRMM, wo die Basis für Absolutmessungen geschaffen werden soll. Das Projekt zielt auf eine Erweiterung der mise en pratique für die Definition der Einheit Kelvin.

→ INRIM (IT)

→ LNE-INM/CNAM (FR)

→ INTiBS (PL)

→ NMi-VSL (NL)

→ NPL (UK)

→ IRMM (B)

→ NIST (USA)

→ NRC (CA)

→ NMIJ (JP)

Ansprechpartner in der PTB: Dr. B. Fellmuth (7.43 Grundlagen der Thermometrie)

#### **EURAMET-Vorhaben Nr. 885**

Genauere Bestimmung der Boltzmannkonstante zur Neudefinition der SI-Basiseinheit Kelvin unter Anwendung von gasthermometrischen, spektroskopischen und radiometrischen Methoden

- INRIM (IT)
- LNE-INM/CNAM (FR)
- NPL (UK)
- Uni Paris Nord (FR)
- Uni Neapel (IT)
- Polyt. Mailand (IT)

Ansprechpartner in der PTB: Dr. J. Fischer (7.43 Grundlagen der Thermometrie)

### **Analytik von Reinstmaterialien**

Entwicklung von Verfahren zur quantitativen Bestimmung aller relevanten Verunreinigungen in Fixpunktmaterialien der ITS-90. Zertifizierung der Reinststoffe und Ermittlung der zugehörigen Unsicherheiten der Verunreinigungsanalyse.

- BAM I.15

Ansprechpartner in der PTB: Dr. S. Rudtsch (7.42 Angewandte Thermometrie)

### **EU-Vorhaben "Microkelvin Collaboration"**

SQUID Messtechnik für Experimente bei ultratiefen Temperaturen sowie thermometrische Verfahren für diesen Temperaturbereich (Rauschthermometrie, PtNMR)

- Uni Helsinki (FL)
- CNRS (FR)
- Uni Lancaster (UK)
- Uni Heidelberg (DE)
- Uni London (UK)
- NEST (IT)
- SAS (SL)
- Uni Basel (CH)
- Uni Delft (NL)
- BlueFors Cryogenics (FI)
- Uni Leiden (NL)

Ansprechpartner in der PTB: Dr. J Beyer (7.21 Kryosensoren), Prof. Dr. P. Strehlow (7.22 Ultratiefe Temperaturen), Dr. Th. Schurig (7.23 Kryo. Messsysteme), Dr. J. Engert (7.44 Tieftemperaturskala)

### **Entwicklung von Tieftemperatur-Rauschthermometern und Untersuchung von Quantenphänomenen und Materialeigenschaften im Tieftemperaturbereich**

Praktisches Rauschthermometer für Tieftemperaturbereich, gemeinsame Experimente im  $\mu\text{k}$  Bereich, Austausch von Erfahrungen und wissenschaftliches Know-how

- Universität Heidelberg

Ansprechpartner in der PTB: Prof. Dr. P. Strehlow (7.22 Ultratiefe Temperaturen), Dr. J. Engert (7.44 Tieftemperaturskala)

### **Kooperationsvereinbarung NIM - PTB**

Zusammenarbeit auf dem Gebiet der Berührungsthermometrie

- National Institute of Metrology (NIM, China)

Ansprechpartner in der PTB: Dr. S. Rudtsch (7.42 Angewandte Thermometrie)

### **Entwicklung von transportablen Fixpunktzellen**

Zusammenarbeit auf dem Gebiet der Entwicklung von transportablen Fixpunktzellen für Schlüsselvergleiche

→ NMIJ (Japan)

Ansprechpartner in der PTB: Dr. S. Rudtsch (7.42 Angewandte Thermometrie)

### **EMRP 2009, ENG06, Metrologie für verbesserte Kraftwerkeffizienz, Arbeitspaket 1 "Temperature Measurement"**

Entwicklung langzeitstabiler Temperatursensoren

→ PTB

→ BEV/PTP (A)

→ CMI (CZ)

→ DTI (DK)

→ LNE (FR)

→ MIKES (FI)

→ NPL (UK)

→ SP (SE)

→ VSL (NL)

Ansprechpartner in der PTB: Dr. S. Rudtsch (7.42 Angewandte Thermometrie)

### **EMRP 2009, ENG02, Metrology for Energy Harvesting, Arbeitspaket 2 "Figure of merit of macrosc. thermoelectr. reference materials"**

Rückführbare Messung von Seebeck-Koeffizienten

→ PTB

→ CMI (CZ)

→ INRiM (IT)

→ LNE (FR)

→ MIKES (FI)

→ NPL (UK)

→ SIQ (SI)

Ansprechpartner in der PTB: Dr. F. Edler (7.41 Hochtemperaturtechnologie)

### **Thermopower - Strom aus Wärme mit thermoelektrischen Generatoren (TEST)**

Zusammenarbeit auf dem Gebiet der Thermoelektrik mit dem Ziel der Entwicklung von Referenzmaterialien für Seebeck-Koeffizienten und auf SI Einheiten rückführbarer Messverfahren zur Bestimmung der Transporteigenschaften thermoelektrischer Materialien

→ Fraunhofer Institut Freiburg

→ DLR Köln

→ NETZSCH-Gerätebau Selb

Ansprechpartner in der PTB: Dr. F. Edler (7.41 Hochtemperaturtechnologie )

### **ESA-Projekt, Arbeitspaket 3140: Integration of Temperature Measurement/ Control**

Characterisation of Ultra-Stable Materials at Cryogenic Temperature

→ TransMIT GmbH



Ansprechpartner in der PTB: Dr. C. Gaiser (7.43 Grundlagen der Thermometrie)

**EMRP 2010, EVN05, Ozeanmetrologie, Arbeitspaket 2 "Extension of measurement range for thermophysical parameters"**

Messung der Schallgeschwindigkeit von Meereswasser in Abhängigkeit von der Temperatur und der Salinität

- INRIM (IT)
- IPQ (PT)
- LNE (FR)
- MKEH (HU)
- NPL (UK)
- SMU (SK)
- SYKE (FI)
- UT (EE)

Ansprechpartner in der PTB: Dr. S. Rudtsch (7.42 Angewandte Thermometrie)

**EMRP 2010, IND01, Hochtemperaturmetrologie für industrielle Anwendungen, Arbeitspaket 3 "Self-Validating contact thermometry sensors for above 2000 °C"**

Entwicklung von Temperatursensoren (Thermoelemente) mit Diagnosefunktion: integrierte Fixpunktziegel und Rauschsensoren

- NPL (UK)
- CEM (SP)
- CMI (CZ)
- LNE-INM/ CNAM (FR)
- INRIM (IT)
- SMU (SL)
- TUBITAK (Turkey)
- VSL (NL)
- CEA (FR)
- Endress+Hauser (DE)
- GDF (FR)
- MSS (UK)

Ansprechpartner in der PTB: Dr. F. Edler (7.41 Hochtemperaturtechnologie )

**EMRP 2010, IND 13, Thermische Auslegung von Sensoren, Arbeitspaket 3 "Development of accurate, traceable, reliable temperature measurement systems with long-term stability"**

Entwicklung von hochgenauen, rückführbaren und langzeitstabilen Temperaturmessverfahren für den Bereich von 15 °C bis 30 °C

- LNE (FR)
- NPL (UK)
- VSL (NL)
- ENSMA (FR)
- FhG (DE)

Ansprechpartner in der PTB: Dr. S. Rudtsch (7.42 Angewandte Thermometrie)

**PTB Vorhaben Nr. 76010**

Methoden zur Rückführbarkeit von Durchflussmessgeräten

→ Krohne GmbH

Ansprechpartner in der PTB: Dr. Th. Lederer (7.5 Wärme und Vakuum)

**PTB Vorhaben Nr. 76011**

Messunsicherheit von Wärmezählern

→ AGFW e.V.

Ansprechpartner in der PTB: Dr. Th. Lederer (7.5 Wärme und Vakuum)

**PTB Vorhaben Nr. 75022**

Hochtemperatur Laser-Doppler Volumenstrom-Messtechnik

→ MNPQ

→ BMWi

→ ILA GmbH

Ansprechpartner in der PTB: Dr. Th. Lederer (7.5 Wärme und Vakuum)

**PTB Vorhaben Nr. 75023**

Messunsicherheit und Messbeständigkeit von Wärmezählern unter dem Einsatz von handelsüblichen verschiedenen Wärmeträgermedien

→ AGFW e.V.

Ansprechpartner in der PTB: Dr. Th. Lederer (7.5 Wärme und Vakuum)

**PTB Vorhaben Nr. 76100**

Powerplant (Metrology for improved Power Plant Efficiency)

→ EMRP

Ansprechpartner in der PTB: Dr. Th. Lederer (7.5 Wärme und Vakuum)

**PTB Vorhaben Nr. 75101**

Vacuum

→ EMRP

Ansprechpartner in der PTB: Dr. K. Jousten (7.5 Wärme und Vakuum)