

## Tätigkeitsbereiche Abteilung 7, Temperatur und Synchrotronstrahlung

### 7.1 Radiometrie mit Synchrotronstrahlung

#### Dr. Mathias Richter, Fachbereichsleitung

- Nutzung von Synchrotronstrahlung der Speicherringe Metrology Light Source (MLS) und BESSY II im UV-, VUV-, EUV- und Röntgenbereich zur Bearbeitung grundlegender und angewandter metrologischer Aufgaben mit dem Schwerpunkt Radiometrie
- Betrieb und Nutzung der MLS und von BESSY II als berechenbare primäre Strahlernormale
- Realisierung der Skala der spektralen Empfindlichkeit im UV-, VUV- EUV- und Röntgenbereich mit Kryoradiometern als primäre Empfängernormale
- Kalibrierung von Strahlungsquellen und -detektoren vom UV- bis in den Röntgenbereich
- Photonendiagnostik und Materialforschung an Röntgenlasern
- Charakterisierung von Weltrauminstrumentierung
- Reflektometrie an optischen Komponenten und Materialien vom UV- bis in den Röntgenbereich, insbesondere für die EUV-Lithographie
- Untersuchung von Nano-Schichten und -Partikeln über Streumethoden und Röntgenreflektometrie
- Quantitative Charakterisierung von Oberflächen und dünnen Schichten mit VUV-Ellipsometrie und -Elektronenspektroskopie

### 7.2, Kryophysik und Spektrometrie

#### Dr. Thomas Schurig, Fachbereichsleitung

- Entwicklung von hochempfindlichen SQUIDs (Superconducting Quantum Interference Devices) einschließlich der zugehörigen Ausleseelektronik und kryotechnischer Komponenten
- Aufbau von Multikanal-SQUID-Sensorsystemen für biomedizinische Untersuchungen
- Entwicklung von Stromsensoren mit schnellen SQUIDs und schneller Messelektronik für die Metrologie elektrischer Größen, für Strahlungsdetektoren, für Kernresonanzanwendungen und für Kryostromkomparatoren
- Entwicklung von Rauschthermometern für tiefe Temperaturen
- Entwicklung rauscharmer Verstärker für metrologische Anwendungen
- Entwicklung und Anwendung von referenzprobenfreier Röntgenfluoreszenzanalyse sowie Bestimmung atomarer fundamentaler Parameter bei BESSY II
- Quantitative Röntgenfluoreszenzanalyse von Mikro- und Nanostrukturen
- Charakterisierung von Materialien für Nanoelektroniken, Energiegewinnung (Solarzellen), Energiespeicherung (Batterien), Bio-, Medizin- und Umweltanalytik
- Mikrospektrometrie und optische Nahfeldmikroskopie im IR- und THz-Bereich an der Metrology Light Source (MLS)

### 7.3 Detektorradiometrie und Strahlungsthermometrie

#### Dr. Jörg Hollandt, Fachbereichsleiter

- Darstellung der Temperaturskala mit strahlungsthermometrischen Methoden von -170 °C bis 3000 °C
- Temperaturbestimmung von Hochtemperatur-Fixpunkten
- Weiterentwicklung der Internationalen Temperaturskala mit radiometrischen und strahlungsthermometrischen Methoden

- Kalibrierung von Strahlungstemperaturnormalen und Strahlungstemperaturmessgeräten
- Emissionsgradmessung
- Kalibrierung der spektralen Strahldichte im Wellenlängenbereich von 220 nm bis 15  $\mu\text{m}$  (für den kürzerwelligen UV- und VUV-Spektralbereich: siehe Fachbereich 7.1)
- Messung der spektralen Empfindlichkeit von Detektoren von 200 nm bis 2400 nm
- Messung der spektralen Empfindlichkeit von Detektoren von 0,7 THz bis 5 THz
- Weiterentwicklung der Terahertzradiometrie
- Detektorcharakterisierung und -modellierung
- Durchführung von internationalen Vergleichsmessungen
- Mitarbeit in Normungsgremien
- Beratung von Kunden im Bereich der Detektorradiometrie und Strahlungsthermometrie

## 7.4 Temperatur

### Dr. Steffen Rudtsch, Fachbereichsleitung

- Primärthermometrie (Bestimmung thermodynamischer Temperaturen) im Temperaturbereich von etwa 1 mK bis über 2000 °C unter Verwendung von Rauschthermometrie und Gasthermometrie
- Darstellung der Vorläufigen Tieftemperaturskala PLTS-2000 im Bereich 1 mK bis 1 K mit Helium-3-Schmelzdruckthermometrie und Referenzpunkten
- Darstellung der Internationalen Temperaturskala ITS-90 im Bereich 0,65 K bis 962 °C mit Dampfdruckthermometrie, Gasthermometrie, Temperaturfixpunkten und Platinthermometern
- Weitergabe von Temperaturskalen im Bereich 1 mK bis 25 K durch Kalibrierung von Temperatursensoren und Normalproben
- Kalibrierung von Normal-Platin-Widerstandsthermometern und Fixpunktzellen im Bereich 14 K bis 962 °C
- Kalibrierung von sonstigen Berührungsthermometern im Bereich -70 °C bis 1600 °C
- Entwicklung neuer (approximativer) Darstellungsverfahren der Temperaturskala im Bereich 0 °C bis 2200 °C (spezielle Fixpunkte und Thermoelemente)
- Photonische Thermometrie
- Untersuchung thermophysikalischer Eigenschaften von Gasen für die Energiewende
- Fachaufgaben für die Deutsche Akkreditierungsstelle (DAkkS) und den Deutschen Kalibrierdienst (DKD), Messgröße Temperatur
- Mitarbeit in Fachgremien und Normenarbeit (CCT, CODATA, EURAMET, Coomet, OIML, IEC, ISO, DIN, VDE/VDI)

## 7.5 Wärme und Vakuum

### Dr. Karl Jousten, Fachbereichsleitung

- Darstellung der Skale „thermische Energie“ auf höchstem metrologischen Niveau im Bereich von 13 W bis 236 MW. Die PTB betreibt hierfür das „Europäische Kompetenzzentrum für die Messung thermischer Energie“. Es stehen u. a. Normalmessenanlagen für die Messgrößen „Temperaturdifferenz“ von 3 K bis 200 K und Volumen strömender Wärmeübertragungsmedien im Temperaturbereich von 3 °C bis 90 °C für Volumenströme zwischen 5 l/h und 1000 m<sup>3</sup>/h zur Verfügung
- Weitergabe der Skale „thermische Energie“ im gesetzlich geregelten Bereich durch Prüfung, Bauartzulassung bzw. Konformitätsbewertung von Wärmeenenergiemessgeräten und durch

- Kalibrierung ausgesuchter Vergleichsmessgeräte u. a. zum Skalenanschluss der staatlich anerkannten Prüfstellen für Wärme
- F&E für die Weitergabe der Skale „thermische Energie“ durch Entwicklung neuer Methoden der laseroptischen Strömungstechnik bzw. -diagnostik. Dies geschieht unter anderem im Rahmen des Arbeitskreises Laseroptische Strömungsmesstechnik
  - F&E für die Weitergabe der Skale „thermische Energie“: Grundlagenforschung zur Untersuchung von Strömungsvorgängen in Rohrleitungen u. a. durch numerische Simulationen, Untersuchung und Charakterisierung von konventionellen Messgeräten für die Eignung als Transfornormale, Entwicklung und Untersuchung von Verfahren zur Erhöhung der Messrichtigkeit und Messbeständigkeit von Wärmemengen-Messgeräten
  - Darstellen und Bewahren der Druckskala im Vakuum von  $10^{-9}$  Pa bis 1 kPa auf höchstem metrologischen Niveau mittels dreier Fundamentalverfahren
  - Darstellung kleiner Stoffmengendurchflüsse gegen Vakuum von  $10^{-14}$  mol/s bis  $4 \cdot 10^{-9}$  mol/s und gegen Atmosphäre von  $10^{-4}$  Pa L/s bis  $10^{-2}$  Pa L/s
  - Weitergabe der Druckskala für Vakuum von  $10^{-9}$  Pa bis  $10^{-5}$  Pa für Vakuummessgeräte für andere nationale Metrologieinstitute, Kalibrierlaboratorien, Forschungslaboratorien und Hersteller von Vakuummessgeräten
  - Kalibrierung von Standardlecks gegen Vakuum und gegen Atmosphäre
  - Vergleichsmessungen Grundlagen der Metrologie auf höchstem internationalen Niveau: Vakuum und kleine Gasflüsse
  - Vergleichsmessungen Messtechnik für die Industrie
  - F&E Optische Methoden der Druckdarstellung mittels Refraktometrie und Laserabsorptionsspektroskopie
  - F&E Metrologische Untersuchungen von Vakuummetern
  - Mitarbeit und Leitung der Arbeitsgruppe für Druck und Vakuum des CCM
  - Mitarbeit in und Leitung von Normungsgremien für Vakuumtechnik im DIN und ISO und nationalen und internationalen Fachgremien der Vakuumtechnik DVG, IUVSTA
  - Mitarbeit in und Leitung von Normungsgremien für thermische Energiemessung des DIN und CEN und entsprechenden internationalen Fachgremien der OIML, WELMEC und EMATEM e.V.
  - Fach- und Systembegutachtung der von der DAkkS akkreditierten Konformitätsbewertungsstellen der Vakuumtechnik und Thermischen Energiemessung sowie Mitarbeit in Sektorkomitees
  - Leitung PTB-Arbeitskreis Wärmezähler
  - Leitung AG ME Arbeitsausschuss Wärmezähler
  - Bewerter, Zertifizierer und Auditor in der Konformitätsbewertungsstelle PTB