

## Tätigkeitsbereiche Abteilung 7, Temperatur und Synchrotronstrahlung

### 7.1 Radiometrie mit Synchrotronstrahlung

#### Dr. Frank Scholze, Fachbereichsleitung

- Nutzung von Synchrotronstrahlung der Speicherringe Metrology Light Source (MLS) und BESSY II im UV-, VUV-, EUV- und weichen Röntgenbereich zur Bearbeitung grundlegender und angewandter metrologischer Aufgaben mit dem Schwerpunkt Radiometrie:
- 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
- Entwicklung optischer Nahfeldmikroskopie im IR- und THz- Spektralbereich

### 7.2 Röntgenmesstechnik mit Synchrotronstrahlung

#### Dr. Michael Krumrey, Fachbereichsleitung

- Nutzung von Synchrotronstrahlung insbesondere im Röntgenbereich zur Bearbeitung grundlegender und angewandter metrologischer Aufgaben mit dem Schwerpunkten Radiometrie, Spektrometrie und Nanometrologie
- Betrieb und Nutzung der Metrology Light Source (MLS) und von BESSY II als berechenbare primäre Strahlernormale
- Realisierung der Skala der spektralen Empfindlichkeit im Röntgenbereich und Kalibrierung von Röntgendetektoren
- Kalibrierung von Strahlungsquellen
- Charakterisierung von Weltrauminstrumentierung
- Reflektometrie an optischen Komponenten im Röntgenbereich und Schichtdickenbestimmung mit Röntgenreflektometrie (XRR)

- Größenbestimmung von Nanopartikeln mit Röntgenkleinwinkelstreuung (SAXS)
- Untersuchung von nanostrukturierten Oberflächen mit Röntgenstreuung (GISAXS)
- 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

### 7.3 Detektorradiometrie und Strahlungsthermometrie

#### Dr. Jörg Hollandt, Fachbereichsleiter

- Darstellung der Temperaturskala mit strahlungsthermometrischen Methoden von  $-170\text{ °C}$  bis  $3000\text{ °C}$
- 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  $220\text{ nm}$  bis  $15\text{ }\mu\text{m}$  (für den kürzerwelligen UV- und VUV-Spektralbereich: siehe Fachbereich 7.1)
- Messung der spektralen Empfindlichkeit von Detektoren von  $200\text{ nm}$  bis  $2400\text{ nm}$
- Messung der spektralen Empfindlichkeit von Detektoren von  $0,7\text{ THz}$  bis  $5\text{ THz}$
- Detektorcharakterisierung und -modellierung
- Weiterentwicklung der Terahertzradiometrie
- 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  $1\text{ mK}$  bis über  $2000\text{ °C}$  unter Verwendung von Rauschthermometrie und Gasthermometrie;
- Darstellung der Vorläufigen Tieftemperaturskala PLTS-2000 im Bereich  $1\text{ mK}$  bis  $1\text{ K}$  mit Helium-3-Schmelzdruckthermometrie und Referenzpunkten;
- Darstellung der Internationalen Temperaturskala ITS-90 im Bereich  $0,65\text{ K}$  bis  $962\text{ °C}$  mit Dampfdruckthermometrie, Gasthermometrie, Temperaturfixpunkten und Platinthermometern;
- Weitergabe von Temperaturskalen im Bereich  $1\text{ mK}$  bis  $25\text{ K}$  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 metrologischem 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. Normalmessanlagen 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 Wärmeenergiemessgeräten 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<sup>-9</sup> Pa bis 1 kPa auf höchstem metrologischem Niveau mittels dreier Fundamentalverfahren
- Darstellung kleiner Stoffmengen durchflüsse gegen Vakuum von 10<sup>-14</sup> mol/s bis 4·10<sup>-9</sup> mol/s und gegen Atmosphäre von 10<sup>-4</sup> Pa L/s bis 10<sup>-2</sup> Pa L/s
- Weitergabe der Druckskala für Vakuum von 10<sup>-9</sup> Pa bis 10<sup>-5</sup> 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 internationalem 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
- Mitarbeit in Gremien des AGFW

## 7.6 Kryosensorik

### **Dr. Jörn Beyer, Fachbereichsleitung**

- Entwicklung und Herstellung von hochempfindlichen SQUIDs (Superconducting Quantum Interference Devices) Sensoren einschließlich zugehöriger kryotechnischer Komponenten
- Standardisierung der Charakterisierung von SQUID-Sensoren
- Aufbau von Multikanal-SQUID-Sensorsystemen für biomedizinische Untersuchungen
- Anwendung von SQUID-Stromsensoren für die Metrologie elektrischer Größen, zur Auslesung von Strahlungsdetektoren für die optische Einzelphotonenmetrologie und die Radionuklidmetrologie
- Entwicklung von Rauschthermometern für Temperaturen im Bereich 1 mK bis 1000 K
- Entwicklung rauscharmer Stromverstärker für metrologische Anwendungen