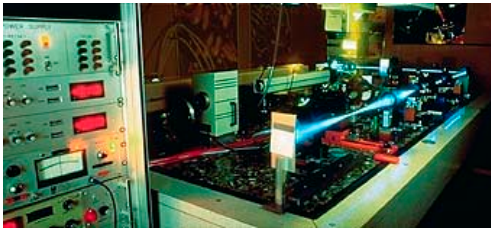




Informationen aus den Fachbereichen

Die Radiometrie am METAS

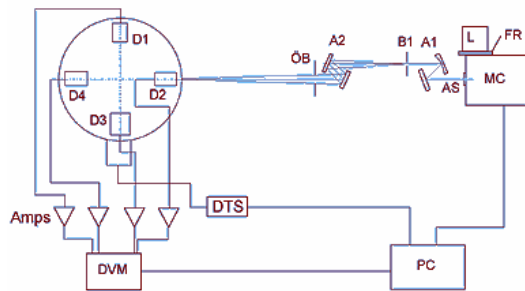
Die Radiometrie befasst sich mit der Bestimmung der Leistung der elektromagnetischen Strahlung im Gebiet der optischen Strahlung. Zur Kalibrierung optischer Strahlungsmessgeräte wird eine Basis benötigt. Mit dem neuen Kryoradiometer verfügt nun METAS über eine eigene optische Strahlungsmessbasis.



Die Radiometrie befasst sich mit der Bestimmung der Leistung der elektromagnetischen Strahlung im Gebiet der optischen Strahlung (Wellenlängenbereich von ca. 100 nm bis ca. 100 μ m). Die Vielzahl von Strahlungsquellen, die geometrische Vielfalt der Ausbreitung der Strahlung und der grosse Wellenlängenbereich erfordern mehrere Messplätze mit sehr unterschiedlicher Ausrüstung. Das Radiometrielabor konzentriert seine Aktivitäten auf den meistgefragten Wellenlängenbereich vom Ultraviolett bis ins nahe Infrarot (zur Zeit 250 nm bis 1100 nm). Die heute genaueste Realisierung der radiometrischen Grössen lässt sich mit einem kryogenischen Absolutradiometer erreichen. Dies ist ein thermisches Substitutionsradiometer. Die Strahlung wird vom Empfänger absorbiert und in Wärme verwandelt. Die resultierende Erwärmung wird mit derjenigen einer definierten Gleichstromheizung verglichen. Somit werden die Strahlungsgrössen auf die elektrischen Grössen Spannung und Strom zurückgeführt. Die hohe Genauigkeit wird durch den Betrieb bei Temperaturen unter 10 K erreicht.

Spektrale Kalibrierung von Empfängern

Zur Weitergabe der Skala der spektralen Empfindlichkeit und - insbesondere zur Realisierung der neuen empfängergestützten Realisierung der photometrischen Basiseinheit - dient ein automatisierter Prüfstand. Die Abbildung zeigt den prinzipiellen Aufbau der Messanordnung. Als monochromatische abstimmbare Strahlungsquelle wird ein Gittermonochromator verwendet, dessen Eintrittspalt von einer stromstabilisierten Halogenlampe beleuchtet wird. Der Austrittspalt des Monochromators wird auf eine Kreisblende abgebildet, die ihrerseits mit kleinem Öffnungsverhältnis auf die Empfänger abgebildet wird. Damit erhält man einen nahezu kollimierten Beleuchtungsstrahl mit einem scharfen Bild der Kreisblende auf den Empfängeroberflächen. Die Empfänger - drei Referenzempfänger und der Prüfling - sind auf einem Drehtisch montiert, mit dem sie wahlweise in den Strahlengang gefahren werden können.



D1: Prüfdetektor
 D2, D3, D4: Referenzdetektoren
 Amps: Photostromverstärker
 DVM: Digitalvoltmeter
 DTS: Drehtischsteuerung
 MC: Monochromator
 L: Beleuchtungslampe
 FR: Filterrad
 AS: Austrittspalt
 A1: Abbildung 1, 1:2
 B1: Blende für Zwischenbild
 A2: Abbildung 2, 1:1
 ÖB: Öffnungsblende

Messaufbau zur spektralen Kalibrierung von Empfängern

Der Messablauf ist so gewählt, dass der Monochromator zur ersten gewünschten Wellenlänge fährt, alle Empfänger nacheinander in den Strahlengang geschwenkt werden und ihre Ausgangssignale (Signal mit offenem Schalter und Dunkelstrom mit geschlossenem Schalter) registriert werden und anschliessend zur nächsten Wellenlänge gefahren wird. Mit diesem Messablauf wird der Einfluss von nicht zu vermeidenden Langzeitdriften der Lampenleistung und des Durchlassgrades des Monochromators eliminiert. Die Kalibrierung des Prüflings erfolgt somit durch Vergleich mit den Referenzempfängern im wirklich identischen Strahlengang. Die Messung der Photoströme der Empfänger geschieht durch kalibrierte Stromverstärker und ein kalibriertes Voltmeter mit Eingangsumschalter für die vier Verstärker. Bei Prüflingen mit integrierter Messelektronik kann deren Ausgangssignal analog über das Voltmeter oder digital über eine Computerschnittstelle registriert werden.

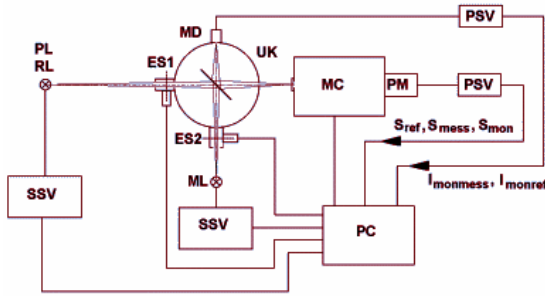
Die Steuersoftware erlaubt die Wahl von mehrfach wiederholten Einzelmessungen der Detektorsignale sowie mehrfache Repetition des gesamten spektralen Scans. Damit können die Kurz- und Langzeitstabilität der Messanlage, sowie Wiederholbarkeit und Reproduzierbarkeit der Resultate experimentell überprüft werden.

Die Messanlage eignet sich zur Kalibrierung von Silizium-Fotozellen mit und ohne spektralem Filter, sowie zur Kalibrierung des spektralen Transmissionsgrades von optischen Filtern. Insbesondere wird auf dieser Anlage die Basis der photometrischen Einheiten von METAS in Form eines radiometrisch kalibrierten Beleuchtungsstärkemessers realisiert.

Spektroradiometrie von Lampen

Der Aufbau des METAS-Spektroradiometers ist schematisch in der nebenstehenden Abbildung dargestellt. Die Messeinrichtung besteht aus den vier Hauptkomponenten Eingangsoptik, Wellenlängenselektion, Detektion und Auswertungs- und Steuerelektronik. Die Strahlung der Referenz- bzw. der Prüflampe gelangt über eine definierte Eintrittsblende im vorgegebenen Referenzabstand von der Lampe in eine Ulbrichtkugel mit internem Diffusorschirm. Die Strahlung einer Monitorlampe mit hochstabiler Speisung kann symmetrisch unter 90° in den Mess-Strahlengang eingekoppelt werden. Zwei elektronische Verschlüsse erlauben die Auswahl der zur Messung gelangenden Strahlung. Der Grund für diese Anordnung ist durch die mechanischen Eigenschaften des Gitterantriebs des Monochromators gegeben. Infolge unvermeidbarer kleiner Schwankungen der Gitterpositionierung kann sich der spektrale Durchlassgrad des Doppelmonochromators von einer Messreihe zur nächsten zufällig leicht ändern, was zu Schwankungen der Messresultate führt. Durch die bei jeder Wellenlängeneinstellung erfolgende Messung sowohl der Prüf- wie der Monitorlampe fällt dieser Fehler aus der Messung heraus, sofern die Monitorlampe genügend stabil ist. Zudem wird der Einfluss zeitlicher Schwankungen der Photovervielfacher-Verstärkung reduziert, da die Messung

von Prüf- und Monitorlampe bei einer Wellenlänge innert kurzer Zeit erfolgt.



PL: Prüflampe
 RL: Referenzlampe
 ML: Monitorlampe
 UK: Ulbrichtkugel mit Streuscheibe
 ES1, ES2: elektronische Verschlüsse mit definierten Eintrittsblenden
 SSV: stabilisierte Stromversorgung
 MC: Doppelmonochromator
 PM: Photoelektronenvervielfacher
 M.D: Monitor-Empfänger
 PSV: Photostromverstärker
 PC: Rechner für Steuerung und Datenerfassung

Aufbau des METAS-Spektroradiometers

Der Eintrittspalt des Monochromators wird von der Rückseite des Diffusors in der Ulbrichtkugel vollkommen gleichmässig ausgeleuchtet. Die aus dem Austrittsspalt austretende Strahlung wird mit einem Photoelektronenvervielfacher detektiert. Der Strom des Detektors wird in eine Spannung umgewandelt, digital gemessen und im Computer gespeichert. Ein Monitor-detektor an der Wand der Ulbrichtkugel erlaubt die Überwachung der Stabilität der Lampen während des Durchlaufs der spektralen Messung. Sämtliche Ablesungen der Verstärker, der Wellenlängenantrieb des Monochromators und die Verschlüsse werden vom Computer gesteuert.



Das Bundesamt für Metrologie (METAS) realisiert die nationalen Referenzmasse der Schweiz, sorgt für deren internationale Anerkennung und gibt diese Masse in der erforderlichen Genauigkeit an Forschung, Wirtschaft und Gesellschaft weiter. Es sorgt zudem dafür, dass die für den Handel sowie für den Schutz und die Sicherheit von Mensch und Umwelt notwendigen Messungen richtig und vorschriftsgemäss durchgeführt werden können.

Kontakt

Dr. Peter Blattner
 Laborleiter Optik

Bundesamt für Metrologie METAS
 Lindenweg 50, CH-3003 Bern-Wabern
 Tel. +41 31 32 33 340
 peter.blattner@metas.ch
 www.metas.ch

03. Oktober 2006