zwanzig20
PARTNERSCHAFT FÜR INNOVATION

GEFÖRDERT VOM
Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

ADVANCED
UV FOR LIFE

Entwicklung rückführbarer Kalibrierketten für ortsbewegliche UV-Empfängernormale

Schlussbericht, öffentlicher Teil

sglux
The UV Experts

Autor	sglux SolGel Technologies GmbH
Anschrift	Max-Planck-Str. 3, 12489 Berlin
Projektleiter	Dr.-Ing. Tilman Weiss
Telefon	030 5301 5211
Fax	030 5301 5209
E-Mail	weiss@sglux.de

Förderkennzeichen	03ZZ0109
Laufzeit	von 01.03.2015 bis 15.08.2015

Kurze Darstellung

Aufgabenstellung

Aufgabe war die wissenschaftliche Evaluation und systematische Verbesserung eines bestehenden Messplatzes für ultraviolette Strahlung mit dem Ziel von PTB-rückführbaren Bestrahlungsstärkemessungen und Strahlungsverteilungsmessungen an LEDs mittels Nutzung ortsbeweglicher UV-Empfängernormale.

Voraussetzungen, unter denen das Vorhaben durchgeführt wurde

Die sglux GmbH unterliegt dem Qualitätsmanagement nach DIN/ISO 9001 (TÜV NORD CERT GmbH, Nr. 44 100 131855). Die Durchführung erfolgte nach den Anweisungen der entsprechenden Verfahrensanweisung QW-HB-VA_0033 (7.3 Entwicklung).

Planung und Ablauf des Vorhabens

Das Vorhaben wurde nach den Anweisungen der o.g. Verfahrensanweisung geplant und durchgeführt.

Wissenschaftlicher und technischer Stand, an den angeknüpft wurde

Für die Durchführung des Vorhabens wurden bestehende Messgeräte verwendet, durch zusätzliche neue Komponenten erweitert und die entsprechenden Verfahrensanweisungen als Resultat der Arbeiten verbessert und erweitert.

Zusammenarbeit mit anderen Stellen

Die Kooperationspartner aus dem AUVL-Konsortium wurden hinsichtlich der von Ihnen zukünftig erforderlichen rückführbaren Messverfahren befragt und so die Eignung der in diesem Basisprojekt erzeugten Ergebnisse für das Konsortium AUVL sichergestellt. Die Öffentlichkeitsarbeit des Konsortiums wurde dahingehend unterstützt, dass die Homepage des Konsortiums auf ihrer Startseite auf die von sglux bereitgestellten minütlich aktualisierten rückführbar gemessenen Daten des solaren UV-Index in Adlershof verweist.

Eingehende Darstellung

Zusammenfassung

Vorhandene Messgeräte wurden in ihren optischen und elektronischen Eigenschaften charakterisiert und die Werte mit absolut kalibrierten Referenzen verglichen. Es erfolgte dann eine Anpassung der Messgeräte durch Justage, Austausch von Komponenten und Ergänzung durch bisher fehlende Komponenten. Abschließend wurden die optischen und elektronischen Eigenschaften erneut charakterisiert und die ermittelten Werte mit den Referenzen verglichen. Basierend auf diesen nun rückführbar messenden Geräten wurden neue Charakterisierungsverfahren für jene Komponenten entwickelt aus denen sich die aufzubauenden Transfernormale zusammensetzen. Weiterhin wurde ein Verfahren zur Messung der Temperaturabhängigkeit und eine Temperaturkompensation entwickelt. Im nächsten Schritt wurden die Transfernormale aufgebaut und mit den neuen Verfahren charakterisiert. Abschließend wurde ein bestehendes Spektrometer kalibriert und ein Messplatz zur Bestimmung der Abstrahlcharakteristik von LED aufgebaut. Damit war das Ziel der Entwicklung rückführbarer Kalibrierketten für ortsbewegliche UV-Empfängernormale erreicht.

Bei der Erprobung der neuen Verfahren an den Komponenten wurden neue Erkenntnisse gewonnen und teilweise ungewöhnliches und unerwartetes Verhalten der Komponenten bei Bestrahlung mit UV-Licht festgestellt.

Nachfolgend werden die einzelnen geplanten Arbeitspakete (AP) aufgeführt. Sie werden in ihrer Zielsetzung dargestellt und die erzielten Ergebnisse mit der Planung verglichen.

AP1 Rückführbare Spektralmessung zwischen 230nm und 380nm

Zusammenfassung
Es wurde ein bestehender Messplatz zur Ermittlung der spektralen Selektivität bezüglich seiner optischen und elektrischen Eigenschaften eingehend charakterisiert. Aufgrund dieser Ergebnisse wurden Modifikationen und Erweiterungen durchgeführt, die zu einer Verbesserung der Präzision und Verringerung der Messunsicherheit bei nun rückführbaren Spektralmessungen führten.

Die eingehende Darstellung der Ergebnisse des AP1 befinden sich im vertraulichen Teil dieses Berichts.

AP2 Rückführbare Spektralmessung zwischen 200nm und 400nm

Zusammenfassung
Für manche Anwendungen werden Messungen im Bereich unterhalb 230nm und oberhalb 380nm benötigt, welche mit dem bei Vorhabensbeginn als Referenz verwendeten SiC-Empfänger nicht durchgeführt werden konnten. Die rückführbare Vermessung der Empfängerselektivität wurde unter Verwendung eines Silizium-basierten Empfängers auf diese Bereiche ausgeweitet und eine Messunsicherheitsbetrachtung vorgenommen.

Die eingehende Darstellung der Ergebnisse des AP2 befinden sich im vertraulichen Teil dieses Berichts.

AP3 Rückführbare Spektralmessung von Kosinusempfängern

Zusammenfassung
Für bestimmte Anwendungen wird gefordert, dass die räumliche Erfassung von Strahlung kosinusbewertet ist. Dieses ist zum Beispiel in der Wasserentkeimung bei 160° Sensoren oder bei Messungen an UVA-Bestrahlungsanlagen der Fall. Obwohl LEDs im allgemeinen Punktstrahler sind, so werden auch auf LED basierte Bestrahlungsanlagen einen größeren Raumwinkel aufspannen müssen. Um derartige Strahlung kosinusgerecht zu vermessen, muss die Winkelabhängigkeit der verwendeten Empfänger bekannt sein. Das Spektralmessverfahren wurde auf die Vermessung von Kosinusempfängern erweitert. Hierbei wurde durch eine geeignete goniometrische Aufnahme die spektrale Empfindlichkeit der Empfänger unter verschiedenen Einfallswinkeln der Strahlung untersucht. Die winkelabhängige Änderung der Empfindlichkeit wurde bestimmt und rechnerisch auf einen kosinusabhängigen Verlauf korrigiert.

Die eingehende Darstellung der Ergebnisse des AP3 befinden sich im vertraulichen Teil dieses Berichts.

AP4 Aufbau eines Messplatzes zur Bestimmung des Temperaturverhaltens von Radiometern

Zusammenfassung
Für die Ermittlung der Temperaturabhängigkeit von Radiometern (also Photodioden und Sonden) wurde ein Messplatz aufgebaut. Es wurde ein Verfahren entwickelt, bei dem das Sensorsignal bei unterschiedlichen Temperaturen (von Raumtemperatur bis 80°C) und Bestrahlungsstärken (von 10 µW/cm² bis 1 mW/cm²) automatisiert aufgenommen wird.

Die eingehende Darstellung der Ergebnisse des AP4 befinden sich im vertraulichen Teil dieses Berichts.

AP5 Implementierung einer Temperaturkompensation

Zusammenfassung
Die Ergebnisse aus AP4 lieferten bereits Hinweise auf das sehr komplexe Temperaturverhalten einer SiC-Photodiode und brachten das neue Wissen, dass ohne Kenntnis des Anregungsspektrums keine Temperaturkompensation möglich ist. In diesem AP5 wurden alle weiteren Einflussfaktoren auf das Temperaturverhalten ermittelt und in einer Matrix erfasst. Im Ergebnis ist festzustellen, dass eine Temperaturkompensation nur für eine spezifische Sonde und nur für einen spezifischen Bestrahlungsfall möglich ist. Entsprechend müssen in der weiteren Verwendung der vorhabensgegenständlichen UV-Empfängernormale beim Anwender zunächst Details der Nutzung erfragt werden. Dann kann ein für diese spezielle Nutzung existierendes Temperaturverhalten mittels der in AP4 entwickelten Methode ermittelt und in die digitale Elektronik des UV-Empfängernormals implementiert werden.

Die eingehende Darstellung der Ergebnisse des AP5 befinden sich im vertraulichen Teil dieses Berichts.

AP6 Entwicklung und Aufbau von Charakterisierungsverfahren für optische Komponenten im UV-Bereich

Zusammenfassung
Die für die rückführbare Charakterisierung von UV-Empfängernormalen erforderlichen Messverfahren der verwendeten Komponeten wurden in diesem Arbeitspakte revidiert und grundlegend verbessert. Ein Schwerpunkt lag auf dem Gebiet der Transmissionsmessung. Dabei wurde auch ein Verfahren zur Messung geringer Transmissionen (<1%) entwickelt und validiert. Diese Komponenten mit geringer Transmission werden für in vielen Fällen erforderliche Abschwächungungen der Empfänger verwendet.

Die eingehende Darstellung der Ergebnisse des AP6 befinden sich im vertraulichen Teil dieses Berichts.

AP7 Charakterisierung der Komponenten für Empfängernormale

Zusammenfassung
Mit den in AP6 erarbeiteten Verfahren wurden Komponenten für die Nutzung in Empfängernormalen sowie den in AP10 benötigten Spektrometerkomponenten charakterisiert. Neben der spektralen Charakterisierung der Photodiode und Transmissionsmessungen für deren Gehäuse wurden Filter untersucht, die den nutzbaren Spektralbereich des Radiometers definiert einschränken sollen (z.B. auf den UVA Spektralbereich). Zusätzlich wurden Abschwächer und Diffusoren charakterisiert, mit denen hohe auftreffende Bestrahlungsstärken abgeschwächt werden können und die eine Bezugsebene für Bestrahlungsstärkemessungen definieren. Nach Feststellung der Eignung der Komponenten bildete deren Kombination ein Radiometer (Transfer-Empfängernormal) welches gegen eine rückführbare Referenz kalibriert wurde.

Die eingehende Darstellung der Ergebnisse des AP7 befinden sich im vertraulichen Teil dieses Berichts.

AP8 Aufbau von fünf Transfer-Empfängernormalen

Zusammenfassung
Basierend auf den in AP6 charaktierisierten Komponenten wurden Aufbauten mit unterschiedlicher Komponentenanordnung und Geometrie bezüglich Ihrer optischen und radiometrischen Eigenschaften verglichen. Eine sich aus den Messergebnissen in AP7 als geeignet erwiesene Kombination der Komponenten wurde aufgebaut und bezüglich seiner Eignung als Empfängernormal optimiert. Gemäß den Messanforderungen des Konsortiums wurden somit fünf gleichartige Radiometer aufgebaut, die nach erfolgreicher Charakterisierung und Kalibrierung als Transfer-Empängernormale weitergegeben werden können. Eine Temperaturkompensation kann nur nach Nennung der spezifischen Anwendung erfolgen.

Die eingehende Darstellung der Ergebnisse des AP8 befinden sich im vertraulichen Teil dieses Berichts.

AP9 Charakterisierung der Referenzradiometer (UV-Empfängernormal)

Zusammenfassung
Die in AP8 aufgebauten Referenzradiometer wurden auf Basis der in den übrigen AP entwickelten Verfahren charakterisiert. Die Referenzsensoren liegen nun kalibriert für verschiedene Aufgabenstellungen im Konsortium bereit. Damit ist die Gesamtaufgabe des Vorhabens erfüllt.

Die eingehende Darstellung der Ergebnisse des AP9 befinden sich im vertraulichen Teil dieses Berichts.

AP10 Kalibrierung eines Spektrometers zur Bestimmung der Emissions-wellenlänge

Zusammenfassung
Eine rückführbare Kalibrierung eines vorhandenen UV-VIS-Spektrometers wurde an drei unterschiedlichen Messköpfen durchgeführt.

Die eingehende Darstellung der Ergebnisse des AP10 befinden sich im vertraulichen Teil dieses Berichts.

AP11 Aufbau eines Messplatzes zur Bestimmung der Abstrahlcharakteristik

Zusammenfassung
In diesem Arbeitspaket wurde ein für die Vermessung von UV LEDs geeigneter Messplatz aufgebaut, der mittels eines Goniometers erlaubt, die Abstrahlungscharakteristik von LEDs zu ermitteln. Als Detektorelemente wurden dafür die in den vorhergehenden Arbeitspaketen erstellten Referenzradiometer als auch das kalibrierte Spektrometer verwendet.

Die eingehende Darstellung der Ergebnisse des AP11 befinden sich im vertraulichen Teil dieses Berichts.

Voraussichtlicher Nutzen

Der wissenschaftliche Hauptnutzen von Rückführungsketten liegt in der firmen- und institutsübergreifenden Vergleichbarkeit gewonnener Messergebnisse.

Der wirtschaftliche Hauptnutzen besteht in der Erhöhung der Glaubhaftigkeit von durch die Unternehmen und wissenschaftlichen Einrichtungen erzeugten Eigenschaftsinformationen. Als Beispiel sei die unter Punkt „Erfolgte und geplante Veröffentlichungen“ genannte Externalisierung eines wichtigen Messergebnisses an den Erzeugnissen von sglux und dem Hinweis auf die daraus abzuleitende weltweite Führungsrolle von sglux auf dem Gebiet der Messgenauigkeit des untersuchten Produkts.

Fortschritt bei anderen Stellen

Unseres Wissens nach wurden im Berichtszeitraum keine Arbeiten auf dem Gebiet der Entwicklung von Rückführungsketten im UV-Bereich bei anderen Stellen erledigt. Es wurde allerdings erkannt, dass die PTB in Braunschweig in die Erstellung eines leistungsfähigen und komplexen Messstands zur Ermittlung der Abstrahlcharakteristik von LED investiert hat.

Erfolgte und geplante Veröffentlichungen

erfolgte Veröffentlichungen

Die erledigten rückführbaren Verfahrensentwicklungen zur Ermittlung der spektralen Bestrahlungsstärke wurde für Messungen der spektralen Empfindlichkeit von Radiometern zur Messung der erythemwirksamen Strahlung der Sonne (UV-Index) verwendet.

Die Ergebnisse des Vorhabens wurden am 14.09.2015 im Rahmen einer AUVL-Beiratssitzung in Posterform präsentiert (beiliegend).