

**Abschlussbericht
zum
DAkkS/DKD Ringvergleich
Optische Strahlungsleistung
in der optischen Nachrichtentechnik**

Stefan Kück, AG 4.13, PTB

1 Zusammenfassung

Der Ringvergleich wurde durchgeführt, um die Fähigkeiten der beteiligten Laboratorien zur Messung der optischen Strahlungsleistung in der optischen Nachrichtentechnik zu demonstrieren. Für die Organisation der Vergleichsmessung und die Auswertung der Messergebnisse war als Pilotlabor die Organisationseinheit (OE) 4.13 der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt (PTB) zuständig. Messgröße war der Korrekturfaktor der Anzeige eines TransfERNormals.

Folgende Laboratorien nahmen an der Vergleichsmessung teil:

DAkKS D-K-17083-01-00
JDSU Deutschland GmbH

DAkKS D-K-19842-01-00
Dr. Hans Vormann

DAkKS D-K-15019-01-00
esz AG calibration & metrology

Die von den teilnehmenden Laboratorien gemessenen Korrekturfaktoren stimmen innerhalb der kleinsten angebbaren Messunsicherheiten der Laboratorien mit dem Referenzwert, d.h. dem Mittelwert des vom Pilotlabor bestimmten Korrekturfaktors, überein. Der Absolutwert E_n der nach EA-2/03 [2] berechneten normalisierten Abweichung zwischen Messwert und Referenzwert ist stets kleiner als 1.

2 Einleitung

- 2.1 Ziel dieses Ringvergleiches ist es, die Fähigkeiten der beteiligten Laboratorien zur Messung der optischen Strahlungsleistung in der optischen Nachrichtentechnik zu demonstrieren. Für die Organisation der Vergleichsmessung und die Auswertung der Messergebnisse ist als Pilotlabor die Arbeitsgruppe 4.13 der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt (PTB) zuständig.
- 1.2 Auf dem Treffen des DKD-Fachausschusses "Hochfrequenz und Optik" am 08.05.2014 in Braunschweig haben die DAkKS-Kalibrierlaboratorien mit der Messgröße "Optische Strahlungsleistung" einen Ringvergleich beschlossen. Messgröße ist die optische Strahlungsleistung bei 1300 nm.

3 Organisation

3.1 Teilnehmer

- 2.1.1 Die folgenden Laboratorien nehmen an der Vergleichsmessung teil:

DAkKS D-K-17083-01-00
JDSU Deutschland GmbH
Mühleweg 5
72800 Eningen u. A.
Telefon: (0 71 21) 86 1770
Telefax: (0 71 21) 86 2033
E-Mail: gerhard.rauch@jdsu.com
Leiter: Gerhard Rauch

DAkKS D-K-19842-01-00
Dr. Hans Vormann
Kalibrierlabor
Nußbaumweg 34
53797 Lohmar
Tel. (0 22 06) 86 94 72

Telefax: (0 22 06) 91 08 98
E-Mail: hans.vormann@vormann-kalibrierung.de
Leiter: Dr. Hans Vormann

DAkKS D-K-15019-01-00
esz AG calibration & metrology
Max-Planck-Straße 16
82223 Eichenau
Telefon: 08141 88887-0
Telefax: 08141 88887-77
E-Mail: a.boeck@esz-ag.de, p.fleischmann@esz-ag.de
Leiter: Dipl.-Ing. Philip M. Fleischmann

3.2 Durchführung des Vergleichs

- 2.3.1 Pilotlabor ist die Arbeitsgruppe 4.13 der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt (PTB).
- 2.3.2 Der Vergleich wird mittels der Kalibrierung eines Transfer-Empfängers durchgeführt. Der Empfänger wird durch das Pilotlabor zur Verfügung gestellt. Es handelt sich um den Messkopf Agilent 81623B (Germanium) mit einem Messadapter mit FC-Faseranschluss (Agilent 81003FD). Für die Ankopplung ist der Steckertyp FC/PC (nicht gewinkelte Schnittfläche, 0° Steckerstirnfläche) zu verwenden.
- 2.3.3 Alle Teilnehmer haben den Korrekturfaktor der Anzeige des Messkopfes zu bestimmen. Daher wird die Ausleseeinheit Agilent 8164A/B ebenfalls vom Pilotlabor zur Verfügung gestellt und zu den Teilnehmern geschickt. Die Ausleseeinheit Agilent 8164A/B ist mit IEC-Bus ausgestattet.
- 2.3.4 Ein Laser der Wellenlänge 1300 nm wurde ebenfalls allein Laboren zur Verfügung gestellt.
- 2.3.5 Der Vergleich wird als Round-Robin Vergleich durchgeführt.
- 2.3.6 Zeitplan:
- | | |
|--------------------------------|---------------------|
| Technisches Protokoll | 03.11.2014 |
| Kalibrierung PTB | 10.11.-23.11.2014 |
| Kalibrierung Vormann | 01.12.-14.12.2014 |
| Kalibrierung JDSU | 05.01.-18.01.2015 |
| Kalibrierung esz | 26.01.-08.02.2015 |
| Kalibrierung PTB | 16.02.-01.03.2015 |
| Abgabe der Ergebnisse: | 01.03.2015 |
| Entwurf des Ergebnisberichtes: | 21.04.2015 |
| Ergebnisbericht: | 26.05.2015 (anonym) |

3.3 Behandlung und Transport des Kalibriergutes

- 2.3.1 Das Kalibriergut sollte direkt nach dem Erhalt auf eventuelle Transportschäden untersucht werden. Das Pilotlabor sollte per Email über den Erhalt des Kalibriergutes informiert werden.
- 2.3.2 Wenn das Kalibriergut beschädigt erscheint, sollte es zum Pilotlabor zurückgeschickt werden. Es wird dann ein Austausch oder eine Reparatur vorgenommen. Der Zeitplan des Ringvergleiches wird den neuen Gegebenheiten angepasst.
- 2.3.3 Nach den Messungen sollte das Kalibriergut in die Originalversandpakete zurückgepackt und weiterverschickt werden.
- 2.3.4 Die Teilnahme an diesem Vergleich erfolgt auf Kosten des jeweiligen Kalibrierlabors, insbesondere die Durchführung der Messungen und der Transport.

4 Durchführung der Messung

- 3.1 Die Messgröße ist der Korrekturfaktor f_k . Er ist das Verhältnis aus der mit dem Normal bestimmten Strahlungsleistung Φ_N und der mit dem Prüfling bestimmten Strahlungsleistung Φ_P : $f_k = \Phi_N / \Phi_P$.
- 3.2 Die Kalibrierung sollte bei folgenden Parametern durchgeführt werden:
- | | |
|--------------------------|---|
| Wellenlänge: | 1300,0 nm \pm 0,5 nm |
| Strahlungsleistung: | 1 Wert zwischen 50 μ W und 90 μ W |
| Temperatur: | 23 $^{\circ}$ C \pm 1 $^{\circ}$ C |
| Luftfeuchte: | < 70 % |
| Faserstecker / -adapter: | FC/PC (0 $^{\circ}$ Steckerstirnfläche) |
| Integrationszeit: | 20 ms |
| Range: | - 10 dBm |
| Bestrahlzeit: | mind. 10 s vor Datennahme |

5 Mitteilung der Ergebnisse

Die Ergebnisse der Kalibrierung wurden von allen Teilnehmern bis spätestens 01.03.2015 an das Pilotlabor geschickt. Der Ergebnisbericht sollte in Form eines Standard-DAkKS-Kalibrierscheins erfolgen.

6 Messunsicherheit

Neben der im Kalibrierschein angegebenen Messunsicherheit (d.h. die akkreditierte, kleinste angebbare) können die Kalibrierlaboratorien auch die im Ringversuch aktuell erreichte Messunsicherheit angeben. Hierzu sollte dann dem Pilotlabor das Messunsicherheitsbudget in einem gesonderten Bericht zugesandt werden und die Änderungen zum Messunsicherheitsbudget im QM-Handbuch begründet werden.

7 Ergebnisse

Die Ergebnisse und die Parameter der Vergleichsmessung, wie sie von den Teilnehmern dem Pilotlabor mitgeteilt wurden, sind in der Tabelle 1 zusammengefasst. Angegeben sind das Datum der Messung, die Wellenlänge, die verwendete Strahlungsleistung, die Raumtemperatur, der Korrekturwert der Anzeige (Messgröße), die erweiterte Messunsicherheit des Pilotlabors und die kleinsten angebbaren Messunsicherheiten der teilnehmenden DKD Laboratorien, die sich auf eine Überdeckungswahrscheinlichkeit von 95 % beziehen, der Erweiterungsfaktor k , die Abweichung zum PTB-Mittelwert der Messungen und der E_n -Wert. Die erweiterte Messunsicherheit wurde dabei gemäß dem "Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement" [1] ermittelt. Der E_n -Wert wurde gemäß folgender Gleichung berechnet [2]:

$$E_n = \frac{|f_{k,\text{lab}} - f_{k,\text{pilot}}|}{\sqrt{U(f_k)_{\text{lab}}^2 + U(f_k)_{\text{pilot}}^2}}$$

E_n	normalisierte Abweichung zwischen Referenzwert und Messwert
$f_{k,\text{lab}}$	Messergebnis des Teilnehmers
$f_{k,\text{pilot}}$	Referenzwert (Messergebnis des Pilotlabors, PTB-Mittelwert)
$U(f_k)_{\text{lab}}$	kleinste angebbare Messunsicherheit von $f_{k,\text{lab}}$
$U(f_k)_{\text{pilot}}$	erweiterte Messunsicherheit von $f_{k,\text{pilot}}$

In Abbildung 1 sind die Ergebnisse (Korrekturfaktoren und erweiterte Messunsicherheit bzw. kleinste angebbare Messunsicherheit) grafisch dargestellt.

Tabelle 1: Zusammenfassung der Ergebnisse und Parameter des Vergleiches.

		PTB	A	B	C
Datum		20.11.2014/ 12.02.2015			
Wellenlänge λ	(nm)	1300	1300	1300	1300
Strahlungsleistung Φ	(μ W)	100	85	79	87
Raumtemperatur	($^{\circ}$ C)	22,9	23,2	23,0	23,4
Korrekturfaktor f_k	(W/W)	0,990	0,991	1,001	0,9987
Δ (PTB)		0,00 %	0,10 %	1,11 %	0,88 %
$u(f_k)$	(W/W)	0,003	0,006	0,005	0,005
$u(f_k)$		0,30 %	0,60 %	0,50 %	0,50 %
$U(f_k)$	(W/W)	0,006	0,012	0,010	0,010
$U(f_k)$		0,60 %	1,2 %	1,0 %	1,0 %
k		2,0	2,0	2,0	2,0
E_n -Wert			0,08	0,95	0,75

8 Zusammenfassung

Die von den teilnehmenden Laboratorien gemessenen Korrekturfaktoren stimmen innerhalb der kleinsten angebbaren Messunsicherheiten, mit der die Laboratorien akkreditiert sind, mit dem Referenzwert, d.h. dem Mittelwert des vom Pilotlabor bestimmten Korrekturfaktors, überein. Der Absolutwert E_n der nach EA-2/03 [2] berechneten normalisierten Abweichung zwischen Messwert und Referenzwert ist stets kleiner als 1.

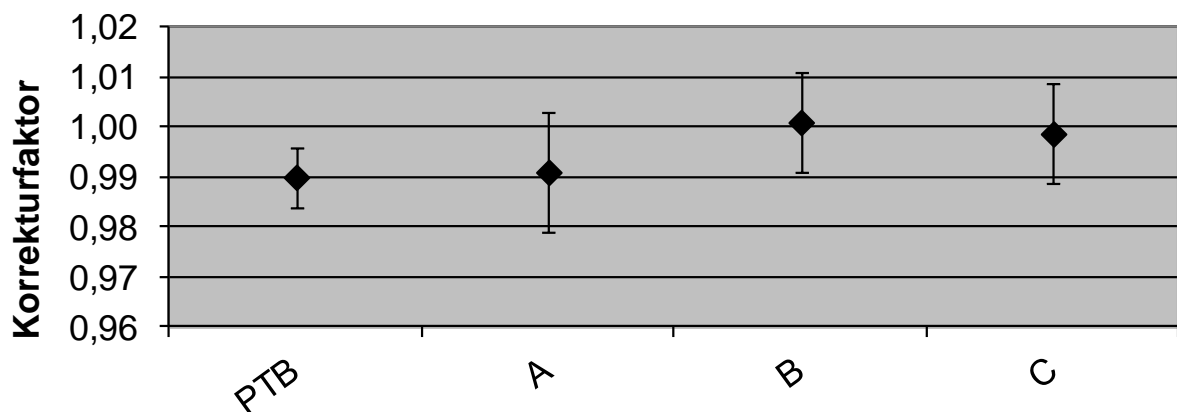


Abbildung 1: Ergebnis des Ringvergleichs. Dargestellt ist der ermittelte Korrekturfaktor und die erweiterte Messunsicherheit.

9 Referenzen

- [1] *Guide to the expression of uncertainty in measurement*, International Organization for Standardization, Geneva, 1995, ISBN 92-67-10188-9.
- [2] EA-2/03, EA Interlaboratory Comparison, Anhang H (1996).