



# Kalibrierschein

Calibration Certificate

Gegenstand:  
Object: Laserleistungsmessgerät

Hersteller:  
Manufacturer: PRIMES GmbH  
Max-Planck-Straße 2  
64319 Pfungstadt

Typ:  
Type: CPM-1F

Kennnummer:  
Serial No.: #4399

Auftraggeber:  
Customer: PRIMES GmbH  
Max-Planck-Straße 2  
64319 Pfungstadt

Anzahl der Seiten:  
Number of pages: 4

Geschäftszeichen:  
Reference No.: PTB-4.54/4116128/23

Kalibrierzeichen:  
Calibration mark: 47180-PTB-23

Ort der Kalibrierung:  
Location of calibration: PTB Braunschweig

Datum der Kalibrierung:  
Date of calibration: 2023-08-02 bis 2023-08-09

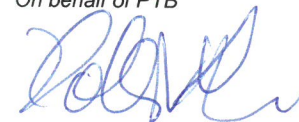
Im Auftrag  
On behalf of PTB Braunschweig, 2023-08-10

Im Auftrag  
On behalf of PTB

Siegel  
Seal



Dr. Marco A. López O.



Holger Lecher

Kalibrierscheine ohne Unterschrift und Siegel haben keine Gültigkeit. Dieser Kalibrierschein darf nur unverändert weiterverbreitet werden. Auszüge bedürfen der Genehmigung der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt. Die dargestellten Ergebnisse beziehen sich nur auf die kalibrierten Gegenstände.

Calibration Certificates without signature and seal are not valid. This Calibration Certificate may not be reproduced other than in full. Extracts may be taken only with the permission of the Physikalisch-Technische Bundesanstalt. The presented results relate only to the items calibrated.

## 1. Beschreibung des Kalibriergegenstandes

Es handelt sich um ein Seriengerät zur Laserleistungsmessung von Hochleistungslasern bis zu einer Leistung von 2 kW. Gegenüber dem Seriengerät wurde bei diesem ein externer Durchflussmesser fest an das Gerät montiert.

## 2. Art der Kalibrierung

Messung des Korrektionsfaktors bzgl. der angezeigten Strahlungsleistung für die Wellenlänge  $\lambda_1 = 1,06 \mu\text{m}$  mit Laserstrahlungsleistungen von  $\Phi_1 = 120 \text{ W}$ ,  $\Phi_2 = 800 \text{ W}$  und  $\Phi_3 = 2000 \text{ W}$  und für die Wellenlänge  $\lambda_2 = 10,6 \mu\text{m}$  mit Laserstrahlungsleistungen von  $\Phi_4 = 120 \text{ W}$  und  $\Phi_5 = 800 \text{ W}$ .

## 3. Messverfahren

Die Kalibrierungen erfolgten durch Vergleich mit Normalen für Laserleistung. Diese sind über Zwischenschritte an das Primärnormal für optische Strahlungsleistung angeschlossen. Der gemessene Korrektionsfaktor  $f_k$  ist das Verhältnis aus der mit dem Normal gemessenen Strahlungsleistung  $\Phi$  und dem vom Messgerät angezeigten Wert  $A$  bei Bestrahlung, korrigiert um den angezeigten Wert  $A_0$  ohne Bestrahlung:  $f_k = \Phi / (A - A_0)$ .

## 4. Messbedingungen

Art der Bestrahlung:

-mit  $\lambda_1 = 1,06 \mu\text{m}$ : Es wurde eine Kreisblende mit einem Durchmesser von 22 mm mit einem Diodenlaser mit der Wellenlänge  $1,06 \mu\text{m}$  bestrahlt und diese mit einer entspiegelten Linse von ca. 500 mm Brennweite zentrisch auf die Absorberfläche auf 25 mm abgebildet.

-mit  $\lambda_2 = 10,6 \mu\text{m}$ : Es wurde eine Kreisblende mit einem Durchmesser von 18 mm mit einem CO<sub>2</sub>-Laser mit der Wellenlänge  $10,6 \mu\text{m}$  bestrahlt und diese mit einer entspiegelten Linse von ca. 500 mm Brennweite zentrisch auf die Absorberfläche auf 25 mm abgebildet.

Die Bündelachse der einfallenden Laserstrahlung stand in allen Fällen nahezu senkrecht zur Ebene der Eintrittsöffnung des Messgerätes.

Das Messgerät war so aufgebaut, dass die Kühlwasseranschlüsse mit dem Durchflussmesser und das Display nach oben zeigten.

Messung der Ausgangsgröße:

Die angezeigten Werte des Messgerätes wurden über die USB-Schnittstelle in den die Kalibrierung steuernden Messrechner eingelesen.

Zeitlicher Verlauf der Messungen:

Die angezeigte Leistung wurde jeweils nach 60 s Bestrahlung und Abdunkelung (Nullpunkt) erfasst.

Raumtemperatur:  $(22,0 \pm 0,5)^\circ\text{C}$

Kühlwasser-Temperatur:  $(17,9 \pm 0,5)^\circ\text{C}$

Kühlwasser-Durchflussrate:  $(3,5 \pm 0,1) \text{ l/min}$

## 5. Messergebnisse

Für das Laserleistungsmessgerät wurden die in der nachfolgenden Tabelle angegebenen Korrekturfaktoren  $f_k$  bestimmt. Die Wellenlänge  $\lambda$ , die Strahlungsleistung  $\Phi$  und die erweiterte Messunsicherheit  $U(f_k)$  sind ebenfalls angegeben.

$\lambda$	$\Phi$	$f_k$	$U(f_k)$
1,06 $\mu\text{m}$	121 W	1,003	0,009
1,06 $\mu\text{m}$	799 W	1,001*	0,008
1,06 $\mu\text{m}$	1986 W	1,001*	0,008
10,6 $\mu\text{m}$	116 W	1,087	0,010
10,6 $\mu\text{m}$	795 W	1,086	0,009

Angegeben ist die erweiterte Messunsicherheit, die sich aus der Standardmessunsicherheit durch Multiplikation mit dem Erweiterungsfaktor  $k = 2$  ergibt. Sie wurde gemäß dem "Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement (GUM)" ermittelt. Der Wert der Messgröße liegt dann im Regelfall mit einer Wahrscheinlichkeit von annähernd 95 % im zugeordneten Überdeckungsintervall.

## 6. Bemerkungen

Das oben angegebene Kalibrierzeichen ist am Messgerät als Klebemarke angebracht worden. Eine Abhängigkeit der Empfindlichkeit von anderen als den angegebenen Bedingungen oder Einflussgrößen ist nicht untersucht worden.

\* Das Ergebnis der Kalibrierung mit 1,06  $\mu\text{m}$  bei 800 W und 2000 W steht z. Z. noch nicht in Übereinstimmung mit den Kalibrier- und Messmöglichkeiten (CMCs), wie sie im Anhang C des gegenseitigen Abkommens (MRA) des Internationalen Komitees für Maße und Gewichte in der Liste des BIPM geführt wird.

**Die Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB)** in Braunschweig und Berlin ist das nationale Metrologieinstitut und die technische Oberbehörde der Bundesrepublik Deutschland für das Messwesen. Die PTB gehört zum Geschäftsbereich des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz. Sie erfüllt die Anforderungen an Kalibrier- und Prüflaboratorien auf der Grundlage der DIN EN ISO/IEC 17025.

Zentrale Aufgabe der PTB ist es, die gesetzlichen Einheiten in Übereinstimmung mit dem Internationalen Einheitensystem (SI) darzustellen, zu bewahren und weiterzugeben. Die PTB steht damit an oberster Stelle der metrologischen Hierarchie in Deutschland. Die Kalibrierscheine der PTB dokumentieren eine auf nationale Normale rückgeführte Kalibrierung.

Zur Sicherstellung der weltweiten Einheitlichkeit der Maßeinheiten arbeitet die PTB mit anderen nationalen metrologischen Instituten auf regionaler europäischer Ebene in EURAMET und auf internationaler Ebene im Rahmen der Meterkonvention zusammen. Dieses Ziel wird durch einen intensiven Austausch von Forschungsergebnissen und durch umfangreiche internationale Vergleichsmessungen erreicht.

***The Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) in Braunschweig and Berlin is the National Metrology Institute and the supreme technical authority of the Federal Republic of Germany for metrology. The PTB comes under the auspices of the Federal Ministry for Economic Affairs and Climate Action. It meets the requirements for calibration and testing laboratories as defined in DIN EN ISO/IEC 17025.***

*The central task of PTB is to realize, to maintain and to disseminate the legal units in compliance with the International System of Units (SI). PTB thus is at the top of the metrological hierarchy in Germany. The calibration certificates issued by PTB document a calibration traceable to national measurement standards.*

*PTB cooperates with other national metrology institutes - at the regional European level within EURAMET and at the international level within the framework of the Metre Convention - with the aim of ensuring the worldwide coherence of the measurement units. This aim is achieved by an intensive exchange of the results of research work and by comprehensive international comparison measurements.*

Physikalisch-Technische Bundesanstalt  
Bundesallee 100  
38116 Braunschweig  
DEUTSCHLAND

Abbestraße 2-12  
10587 Berlin  
DEUTSCHLAND