

## Bedienungsanleitung



# optris® BR 400

Kalibrierstrahler

**Optris GmbH**

Ferdinand-Buisson-Str. 14  
13127 Berlin  
Deutschland

Tel.: +49 30 500 197-0  
Fax: +49 30 500 197-10

E-mail: [info@optris.de](mailto:info@optris.de)  
Internet: [www.optris.de](http://www.optris.de)



# Inhaltsverzeichnis

<b>Inhaltsverzeichnis</b> .....	<b>3</b>
<b>1 Allgemeine Informationen</b> .....	<b>6</b>
1.1 Beschreibung .....	6
1.2 Gewährleistung .....	8
1.3 Lieferumfang .....	8
1.4 Wartung.....	9
<b>2 Spezifikation</b> .....	<b>10</b>
2.1 Allgemeine Parameter .....	10
2.2 Elektrische Parameter .....	10
2.3 Regler-Parameter (voreingestellt) .....	10
2.4 Messtechnische Parameter.....	11
<b>3 Bedienung</b> .....	<b>12</b>
3.1 Aufstellung.....	12

3.2	Bedienelemente .....	12
3.3	Einschalten .....	14
3.4	Einstellen des Sollwertes .....	14
3.5	Verriegelung der Bedientasten .....	14
3.6	Bedienhinweise .....	15
<b>4</b>	<b>Schaltplan .....</b>	<b>16</b>
<b>5</b>	<b>Problembehandlung .....</b>	<b>17</b>
<b>6</b>	<b>Prinzip der Infrarot-Temperaturmessung .....</b>	<b>18</b>
<b>7</b>	<b>Emissionsgrad .....</b>	<b>19</b>
7.1	Definition .....	19
7.2	Bestimmung eines unbekanntem Emissionsgrades .....	19
7.3	Charakteristische Emissionsgrade .....	21
<b>8</b>	<b>Kalibrierung von Infrarot-Thermometern [1] [2] .....</b>	<b>22</b>
8.1	Transfer-Standard .....	24

<b>Inhaltsverzeichnis</b>	<b>5</b>
8.2 ITS-90.....	25
8.3 Kalibriergeometrie .....	26
8.4 Kalibrierung .....	29
<b>Anhang A - Konformitätserklärung.....</b>	<b>31</b>
<b>Anhang B – Literatur .....</b>	<b>32</b>

# 1 Allgemeine Informationen

## 1.1 Beschreibung

Vielen Dank, dass Sie sich für den **optris® BR 400** Kalibrierstrahler entschieden haben.

Der BR 400 ist ein kompakter und robuster Kalibrierstrahler und ideal geeignet zur Kalibrierung und Überprüfung von Infrarotthermometern. Er besteht aus drei Hauptkomponenten:

- Strahlerfläche
- Heizung
- Temperaturregler und Pt100-Fühler

Die Strahlerfläche besteht aus speziell wärmeleitfähigem Aluminium mit V-förmiger Rillenstruktur.

Die Temperatur der Strahlerfläche wird mit einem Pt100 überwacht.

Die maximale Abweichung zwischen der Oberflächentemperatur und der Temperatur an der Kontaktstelle des Pt100 beträgt 0,1 % ( $T_{\max}=0,1\%$ ).

Die Strahlerflächen werden in einem speziellen black-finishing Verfahren, welches eine hohe Güte und Gleichförmigkeit der Oberfläche gewährleistet, vergütet. Die entsprechende Beschichtung sorgt für eine hohe Emission der Strahleroberfläche im infraroten Spektrum.



**Um eine Beschädigung der Spezialbeschichtung zu vermeiden, darf die Strahlerfläche nicht mit scharfen oder spitzen Gegenständen berührt werden.**

An der Oberseite des Strahlers befindet sich eine Kalibrieröffnung. Hier kann ein Thermoelementfühler zur externen Überprüfung der Strahlertemperatur angebracht werden.



Lesen Sie diese Bedienungsanleitung vor der ersten Inbetriebnahme aufmerksam durch. Der Hersteller behält sich im Interesse der technischen Weiterentwicklung das Recht auf Änderungen der in dieser Anleitung angegebenen Spezifikationen vor.



Der **optris® BR 400** ist nicht für einen Dauerbetrieb geeignet (**max. 8-10 Std/ Tag**). Ein Langzeitbetrieb bei  **$T_{\max} = 400$  °C** wird nicht empfohlen.

## 1.2 Gewährleistung

Sollten trotz sorgfältiger Qualitätskontrolle Gerätedefekte auftreten, dann setzen Sie sich umgehend mit unserem Kundendienst in Verbindung. Die Gewährleistungsfrist beträgt 24 Monate ab Lieferdatum. Nach diesem Zeitraum gibt der Hersteller im Reparaturfall eine 6-monatige Gewährleistung auf alle reparierten oder ausgetauschten Gerätekomponenten. Nicht unter die Gewährleistung fallen Schäden, die durch unsachgemäße Behandlung, Öffnung des Gerätes oder Gewalteinwirkung entstanden sind. Der Hersteller haftet nicht für etwaige Folgeschäden oder bei nicht bestimmungsgemäßem Einsatz des Produktes. Im Falle eines Gerätefehlers während der Gewährleistungszeit erfolgt eine kostenlose Instandsetzung bzw. Kalibrierung des Gerätes. Die Frachtkosten werden vom jeweiligen Absender getragen. Der Hersteller behält sich den Umtausch des Gerätes oder von Teilen des Gerätes anstelle einer Reparatur vor. Ist der Fehler auf eine missbräuchliche Verwendung oder auf Gewalteinwirkung zurückzuführen, werden die Kosten vom Hersteller in Rechnung gestellt. In diesem Fall wird vor Beginn der Reparatur auf Wunsch ein Kostenvoranschlag erstellt.

## 1.3 Lieferumfang

- BR 400 Kalibrierstrahler
- Bedienungsanleitung
- Prüfprotokoll (gem. DIN VDE 0702)
- Werksprüfschein

Sie finden die Seriennummer auf einem Label am Gerät. Beziehen Sie sich bei jeder Kundenanfrage in Bezug auf Wartung, Nachbestellung von Einzelteilen oder zu Reparaturzwecken auf diese Nummer.



## 1.4 Wartung

**Gehäusereinigung:** Die äußeren Gehäuseteile können mit einem angefeuchteten Lappen gesäubert werden (bitte nur Wasser oder ein mildes Reinigungsmittel benutzen).



Bitte benutzen Sie auf keinen Fall lösungsmittelhaltige Reinigungsmittel.

## 2 Spezifikation

### 2.1 Allgemeine Parameter

Umgebungstemperatur:	0...50 °C (im Betrieb)
Gewicht:	4,5 kg
Abmessungen:	325 mm x 230 mm x 230 mm

### 2.2 Elektrische Parameter

Temperatursensor:	Pt100
Regler:	PID
Spannungsversorgung:	230 V AC ( $\pm 10\%$ ), 50 Hz
Leistungsaufnahme:	max. 1000 W

### 2.3 Regler-Parameter (voreingestellt)

P = 1

I = 105

D = 26



Die Reglerparameter sind ab Werk für einen optimalen und sicheren Betrieb des Kalibrierstrahlers voreingestellt und dürfen nicht verändert werden **[ERLÖSCHEN DER GARANTIE]**.

## 2.4 Messtechnische Parameter

Temperaturbereich:	$T_{Umg} + 5 \text{ °C}$ bis 400 °C
Genauigkeit <sup>1)</sup> :	$\pm 0,5 \text{ °C}$ bei 50 °C $\pm 1,0 \text{ °C}$ bei 100 °C $\pm 1,3 \text{ °C}$ bei 250 °C $\pm 2,0 \text{ °C}$ bei 400 °C
Temperaturauflösung:	0,1 °C
Öffnungsdurchmesser:	128 mm
Emissionsgrad:	0,97 $\pm$ 0,02 bei 8-14 $\mu$ m
Aufwärmzeit:	15 min. (25 °C auf 100 °C) 40 min. (25 °C auf 400 °C)
Abkühlzeit:	60 min. (100 °C auf 50 °C) 90 min. (400 °C auf 50 °C)

<sup>1)</sup> Für IR-Thermometer mit einer spektralen Empfindlichkeit von 8-14  $\mu$ m mit einem Emissionsfaktor zwischen 0,9 und 1,0.

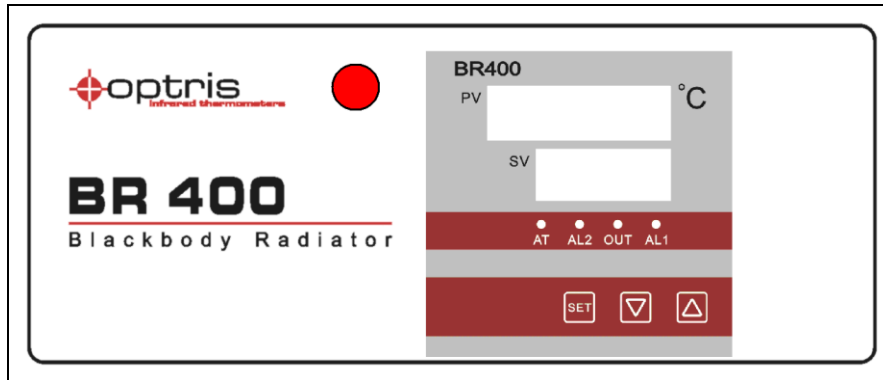
Für eine exakte Bestimmung der Strahlertemperatur empfehlen wir die Verwendung eines Referenz-IR-Thermometers (z.B. optris LS DCI). ► **8 Kalibrierung von Infrarot-Thermometern** [1] [2]

## 3 Bedienung

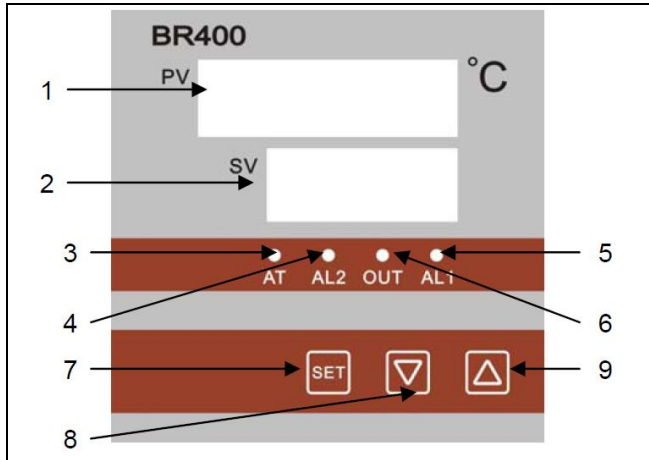
### 3.1 Aufstellung

Der BR 400 kann auf Labortischen oder anderen geeigneten ebenen und stabilen Flächen aufgestellt werden. **Achten Sie bei der Aufstellung unbedingt auf eine horizontale Position des Gerätes!** Schließen Sie den BR 400 über das mitgelieferte Netzanschlusskabel an das 230 V-Netz an.

### 3.2 Bedienelemente

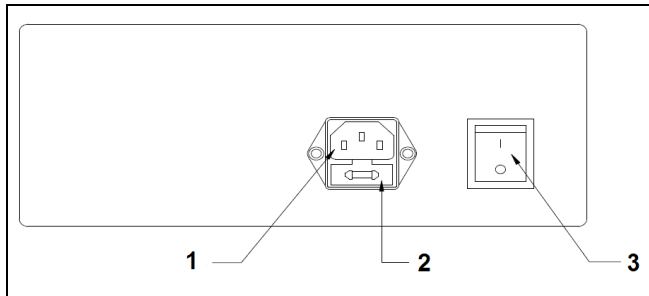


Frontbedienpanel des BR 400 mit PID-Regler und roter Netzkontrollleuchte (links neben dem Regler)



### PID-Regler (Vorderseite BR400)

- 1 Obere Anzeige (PV)
- 2 Untere Anzeige (SV)
- 3 LED für Autojustage
- 4 LED für unteren Alarmausgang
- 5 LED für oberen Alarmausgang
- 6 LED für Heizung
- 7 Funktionstaste
- 8 Ab-Taste
- 9 Auf-Taste



### Rückseite BR400

- 1 Steckdose für Netzanschlusskabel
- 2 Sicherung 5 A
- 3 Netzschalter

### 3.3 Einschalten

Nach Aufstellung des Gerätes schalten Sie bitte den Netzschalter **[3]** auf der Rückseite ein. Im Display des Reglers auf der Gerätevorderseite werden der Temperatursollwert **[untere Anzeige – SV]** sowie die aktuelle Temperatur des Strahlers **[obere Anzeige – PV]** angezeigt. Der interne Gerätelüfter ist während des Betriebes ständig eingeschaltet.

### 3.4 Einstellen des Sollwertes

Betätigen Sie die **Auf-** **[9]** oder **Ab-** **[8]** Taste **[8]** um den gewünschten Temperatursollwert einzustellen.

Nachdem der gewünschte Temperatursollwert in der unteren Anzeige sichtbar ist, beginnt der BR 400 zu heizen.

Je nach Temperaturdifferenz zwischen aktueller Strahlertemperatur und Sollwert kann dieser Vorgang bis zu **40 Minuten (von 25 °C auf 400 °C)** dauern.

### 3.5 Verriegelung der Bedientasten

Mit dieser Funktion können die Programmier Tasten am Regler des BR 400 verriegelt werden, um eine nicht autorisierte Änderung von Parametern am Gerät zu verhindern.

Um die Tasten zu verriegeln, betätigen Sie bitte die Funktionstaste **[7]** für einige Sekunden bis LC im oberen Display **[1]** erscheint. Danach geben Sie die Funktionstaste frei und betätigen Auf oder Ab, um den Wert im Bereich 0...2 zu ändern. Die Werte haben folgende Bedeutung:

- 0**      **Alle Parameter können geändert werden**
- 1**      **Nur die Reglerparameter P, D, I und der Temperatursollwert können geändert werden**
- 2**      **Keine Änderung ist möglich**

### 3.6 Bedienhinweise

Für eine exakte Überprüfung bzw. Kalibrierung von Infrarot-Thermometern ist es erforderlich, dass die verwendeten Kalibrierquellen sich in einem eingeschwungenen und stabilen Zustand befinden. Sie sollten aus diesem Grund nach dem Einschalten des BR 400 die jeweilige Aufwärmzeit abwarten.

#### ► 2 Spezifikation

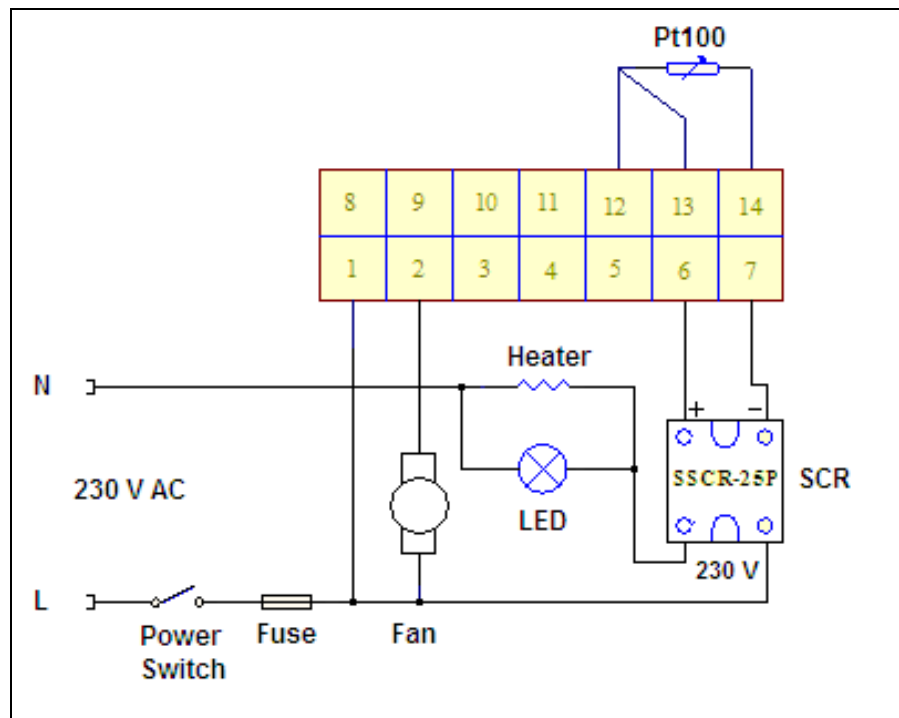
Beachten Sie bei der Überprüfung und Kalibrierung von Infrarot-Thermometern den Strahlengang des jeweiligen Gerätes (D:S) und die sich daraus ableitende Kalibriergeometrie (Abstand zur Kalibrierquelle). Kontaktieren Sie ggf. den jeweiligen Hersteller, um nähere Informationen hierüber zu erhalten.

#### ► 8 Kalibrierung von Infrarot-Thermometern <sup>[1]</sup> <sup>[2]</sup>

**Das Gehäuse des BR 400 kann, abhängig von der gewählten Temperatur, während des Betriebes warm bzw. heiß werden. Legen Sie keine Gegenstände auf dem Strahlergehäuse ab! Die Lüfteröffnung auf der Rückseite sowie die Strahleröffnung (Vorderseite) darf nicht durch Gegenstände verdeckt oder zugehängt werden!**

Bevor Sie den BR 400 ausschalten, setzen Sie bitte den Temperatursollwert auf **0 °C**. Schalten Sie den Netzschalter erst aus, nachdem die Strahlertemperatur unter **200 °C [obere Anzeige – PV]** gesunken ist.

## 4 Schaltplan





## 5 Problembehandlung

Problem	Ursache/ Abhilfe
Keine Anzeige nach Einschalten	Überprüfen Sie den Netzanschluss Überprüfen Sie die Sicherung
Obere Anzeige: HH	Kontaktieren Sie den Service
Nach Einschalten zeigt obere Anzeige: LL/ alle LED-Anzeigen blinken	Netzspannung zu gering
Strahler heizt trotz richtiger Einstellung nicht	Sollwert kleiner als Ist-Temperatur



Sollten Probleme oder Fragen bei der Arbeit mit Ihrem optris® BR 400 auftreten, wenden Sie sich bitte an die Mitarbeiter unserer Serviceabteilung. Diese unterstützen Sie natürlich auch bezüglich eines optimalen Einsatzes Ihres Kalibrierstrahlers, bei Fragen zur Kalibrierung sowie bei einer Gerätereperatur.

## 6 Prinzip der Infrarot-Temperaturmessung

In Abhängigkeit von der Temperatur sendet jeder Körper eine bestimmte Menge infraroter Strahlung aus. Mit einer Temperaturänderung des Objektes geht eine sich ändernde Intensität der Strahlung einher. Der für die Infrarotmesstechnik genutzte Wellenlängenbereich dieser so genannten „Wärmestrahlung“ liegt zwischen etwa 1  $\mu\text{m}$  und 20  $\mu\text{m}$ . Die Intensität der emittierten Strahlung ist materialabhängig. Die materialabhängige Konstante wird als Emissionsgrad ( $\varepsilon$  - Epsilon) bezeichnet und ist für die meisten Stoffe bekannt (► **7 Emissionsgrad**).

Infrarot-Thermometer sind optoelektronische Sensoren. Sie ermitteln die von einem Körper abgegebene Infrarotstrahlung und berechnen auf dieser Grundlage die Oberflächentemperatur. Die wohl wichtigste Eigenschaft von Infrarot-Thermometern liegt in der berührungslosen Messung. So lässt sich die Temperatur schwer zugänglicher oder sich bewegendere Objekte ohne Schwierigkeiten bestimmen. Infrarot-Thermometer bestehen im Wesentlichen aus folgenden Komponenten:

- Linse
- Spektralfilter
- Detektor
- Elektronik (Verstärkung/ Linearisierung/ Signalverarbeitung)

Die Eigenschaften der Linse bestimmen maßgeblich den Strahlengang des Infrarot-Thermometers, welcher durch das Verhältnis Entfernung (**D**istance) zu Messfleckgröße (**S**pot) charakterisiert wird. Der Spektralfilter dient der Selektion des Wellenlängenbereiches, welcher für die Temperaturmessung relevant ist. Der Detektor hat gemeinsam mit der nachgeschalteten Verarbeitungselektronik die Aufgabe, die Intensität der emittierten Infrarotstrahlung in elektrische Signale umzuwandeln.

## 7 Emissionsgrad

### 7.1 Definition

Die Intensität der infraroten Wärmestrahlung, die jeder Körper aussendet, ist sowohl von der Temperatur als auch von den Strahlungseigenschaften des zu untersuchenden Materials abhängig. Der Emissionsgrad ( $\epsilon$  - Epsilon) ist die entsprechende Materialkonstante, die die Fähigkeit eines Körpers, infrarote Energie auszusenden, beschreibt. Er kann zwischen 0 und 100 % liegen. Ein ideal strahlender Körper, ein so genannter „Schwarzer Strahler“, hat einen Emissionsgrad von 1,0, während der Emissionsgrad eines Spiegels beispielsweise bei 0,1 liegt.

Wird ein zu hoher Emissionsgrad eingestellt, ermittelt das Infrarot-Thermometer eine niedrigere als die reale Temperatur, unter der Voraussetzung, dass das Messobjekt wärmer als die Umgebung ist. Bei einem geringen Emissionsgrad (reflektierende Oberflächen) besteht das Risiko, dass störende Infrarotstrahlung von Hintergrundobjekten (Flammen, Heizanlagen, Schamotte usw.) das Messergebnis verfälscht. Um den Messfehler in diesem Fall zu minimieren, sollte die Handhabung sehr sorgfältig erfolgen und das Gerät gegen reflektierende Strahlungsquellen abgeschirmt werden.

### 7.2 Bestimmung eines unbekanntem Emissionsgrades

- ▶ Mit einem Thermoelement, Kontaktfühler oder ähnlichem lässt sich die aktuelle Temperatur des Messobjektes bestimmen. Danach kann die Temperatur mit dem Infrarot-Thermometer gemessen und der Emissionsgrad soweit verändert werden, bis der angezeigte Messwert mit der tatsächlichen Temperatur übereinstimmt.

- ▶ Bei Temperaturmessungen bis 380 °C besteht die Möglichkeit, auf dem Messobjekt einen speziellen Kunststoffaufkleber (Emissionsgradaufkleber – Bestell-Nr.: ACLSED). anzubringen, der den Messfleck vollständig bedeckt. Stellen Sie nun den Emissionsgrad auf 0,95 ein und messen Sie die Temperatur des Aufklebers. Ermitteln Sie dann die Temperatur einer direkt angrenzenden Fläche auf dem Messobjekt und stellen Sie den Emissionsgrad so ein, dass der Wert mit der zuvor gemessenen Temperatur des Kunststoffaufklebers übereinstimmt.
- ▶ Tragen sie auf einem Teil der Oberfläche des zu untersuchenden Objektes, soweit dies möglich ist, matte, schwarze Farbe mit einem Emissionsgrad von mehr als 0,98 auf. Stellen Sie den Emissionsgrad Ihres Infrarot-Thermometers auf 0,98 ein und messen Sie die Temperatur der gefärbten Oberfläche. Anschließend bestimmen Sie die Temperatur einer direkt angrenzenden Fläche und verändern die Einstellung des Emissionsgrades soweit, bis die gemessene Temperatur der an der gefärbten Stelle entspricht.

**WICHTIG: Bei allen drei Methoden muss das Objekt eine von der Umgebungstemperatur verschiedene Temperatur aufweisen.**

### 7.3 Charakteristische Emissionsgrade

Sollte keine der oben beschriebenen Methoden zur Ermittlung Ihres Emissionsgrades anwendbar sein, können Sie sich auf Emissionsgradtabellen beziehen. Beachten Sie, dass es sich in den Tabellen lediglich um Durchschnittswerte handelt. Der tatsächliche Emissionsgrad eines Materials wird u.a. von folgenden Faktoren beeinflusst:

- Temperatur
- Messwinkel
- Geometrie der Oberfläche (eben, konvex, konkav)
- Dicke des Materials
- Oberflächenbeschaffenheit (poliert, oxidiert, rau, sandgestrahlt)
- Spektralbereich der Messung
- Transmissionseigenschaften (z.B. bei dünnen Folien)

## 8 Kalibrierung von Infrarot-Thermometern [1][2]

In diesem Kapitel werden die grundsätzliche Vorgehensweise und wichtige Zusammenhänge beim Kalibrieren von Infrarot-Thermometern erläutert. Für eine detaillierte Beschreibung der unterschiedlichen Kalibrierverfahren und eine detaillierte Unsicherheitsbetrachtung empfehlen wir die Richtlinie VDI/ VDE 3511 Blatt 4.3 Kalibrierung von Strahlungsthermometern.

Infrarot-Thermometer werden mit Hilfe von Referenz-Strahlungsquellen, sogenannten Schwarzstrahlern, kalibriert. Diese Strahlungsquellen können verschiedene Strahlungstemperaturen mit hoher Stabilität erzeugen, welche zur Bestimmung der Kalibrierkonstanten der Infrarot-Thermometer verwendet werden. Für den Kalibrierprozess ist es maßgeblich wichtig, den genauen Wert der Strahlungstemperatur zu kennen. Dieser kann entweder mit einem Kontaktthermometer (in Kombination mit Bestimmung des Emissionsgrades) oder durch Verwendung eines Transferstandard-Strahlungsthermometers gemessen werden.

Der Emissionsgrad einer idealen Strahlungsquelle wäre 1,00 für alle Wellenlängen und Abstrahlwinkel. Bei realen Strahlungsquellen erreichen Hohlraum-Strahlungsquellen die besten Ergebnisse (Emissionsgrade bis zu 0,999). Der Emissionsgrad eines Plattenstrahlers hängt stark von den Oberflächeneigenschaften ab und liegt typischerweise bei 0,96.

**Für das hier beschriebene Kalibrierverfahren ist die genaue Kenntnis des Emissionsgrades nicht erforderlich.**

Für die Erstkalibrierung hat Optris die Kalibriertemperaturen so gewählt, dass alle Konstanten mit höchst möglicher Genauigkeit bestimmt werden können. Für eine Nachkalibrierung durch den Kunden oder ein lokales Kalibrierlabor sollten die Kalibriertemperaturen in Nähe der Temperaturen der jeweiligen Applikation liegen oder, falls nicht bekannt, nach folgender Regel festgelegt werden:

- Untere Bereichsgrenze des Infrarot-Thermometers +10 % oder Raumtemperatur
- Mitte des Temperaturbereichs
- Obere Bereichsgrenze -10 %

## 8.1 Transfer-Standard

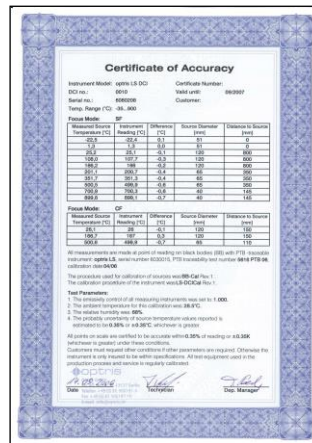
Optris verwendet rückgeführte Transferstandard-Strahlungsthermometer (im folgenden Text: LS-PTB) zur Messung der Strahlungstemperatur der Referenzquellen. Da dieses Instrument zur ITS-90 rückgeführt sein muss, wird es in regelmäßigen Abständen durch die PTB (Physikalisch-Technische Bundesanstalt – das nationale metrologische Institut in Deutschland) kalibriert.



**Transferstandard-IR-Thermometer LS-PTB**



**Referenz-IR-Thermometer LS-DCI**



**Kalibrierzertifikat LS-DCI**

Das LS-DCI ist ein Referenz-IR-Thermometer welches auf der portablen Geräteserie optris LS basiert. Die DCI-Geräte werden mit vorselektierten Bauteilen gefertigt, welche eine hohe Stabilität der Messung gewährleisten. In Kombination mit einer speziellen Kalibrierung an einer Vielzahl von Kalibrierpunkten erzielt



das LS-DCI eine höhere Genauigkeit als die Seriengeräte und ist demzufolge bestens geeignet, als Kalibrierinstrument (DCI) eingesetzt zu werden.

## 8.2 ITS-90

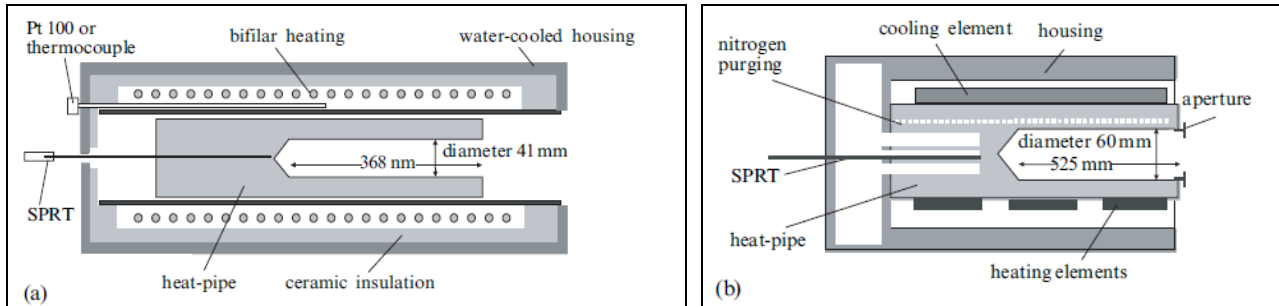
Die Internationale Temperaturskala von 1990 (ITS-90) schreibt ein System aus Messgeräten und Methoden vor, welches eine einheitliche Temperaturmessung weltweit ermöglicht. Die ITS-90 ist eine sehr gute Annäherung an die thermodynamische Temperatur. Sie basiert auf 17 gut reproduzierbaren Fixpunkten wie z.B. den Schmelzpunkten hochreiner Metalle.

Der Kalibrierprozess macht die Messung mit einem Infrarot-Thermometer rückführbar auf die ITS-90. Um dies zu erreichen, werden die Geräte innerhalb einer geschlossenen Kette von Vergleichsmessungen mit bekannter Messunsicherheit mit den nationalen Temperaturnormalen der PTB verglichen.

Fixpunkt	Temperatur/ K	Temperatur/ °C
Tripelpunkt von Quecksilber [Hg]	234,3156	-38,8344
Tripelpunkt von Wasser [H <sub>2</sub> O]	273,16	0,01
Schmelzpunkt von Gallium [Ga]	302,9146	29,7646
Schmelzpunkt von Indium [In]	429,7485	156,5985
Schmelzpunkt von Zinn [Sn]	505,078	231,928
Schmelzpunkt von Zink [Zn]	692,677	419,527
Schmelzpunkt von Aluminium [Al]	933,473	660,323
Schmelzpunkt von Silber [Ag]	1234,93	961,78

Fixpunkte der ITS-90 (Auswahl) [Quelle: [www.its-90.com/](http://www.its-90.com/) 12.01.2012]

Für die Kalibrierung der Transferstandard-Strahlungsthermometer verwendet die PTB hochgenaue Wärmrohr. Durch verschiedene Temperatur-Stabilisierungsverfahren, kombiniert mit einer hohen thermischen Masse der Kavitäten erreichen diese Wärmrohre eine Temperaturstabilität von  $\pm 10$  mK.



**Schematischer Aufbau von Wärmrohrstrahlern an der PTB: Natrium- und Caesium-Wärmrohr (a) / Wasser- und Ammoniak-Wärmrohr (b) [3]**

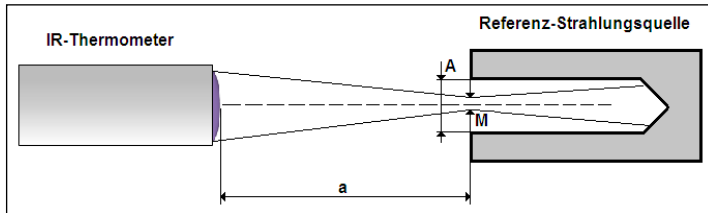
### 8.3 Kalibriergeometrie

Die Optik von IR-Thermometern wird in der Regel durch das Verhältnis Entfernung zu Messfeld beschrieben (E:M oder D:S). Je nach Güte der Optik eines IR-Thermometers empfängt dieses jedoch auch Strahlungsanteile von außerhalb des spezifizierten Messfeldes. Die Signaländerung im Zusammenhang mit der Größenänderung der Strahlungsquelle wird durch den Umfeldfaktor (Size-of-Source Effect - SSE) beschrieben.

Der Maximalwert der Strahlung, die das IR-Thermometer empfängt, entspricht dabei der Strahlung, die von einer hemisphärischen Strahlungsquelle (Halbraum) abgegeben wird. In Datenblättern und technischen

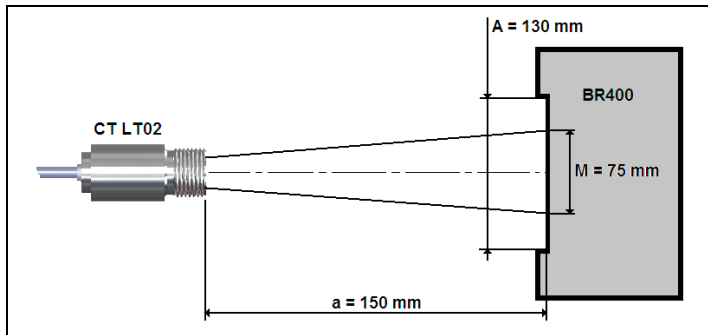
Dokumentationen wird deshalb im Allgemeinen ein definierter prozentualer Wert dieses Maximums als Messfeldgröße angegeben – üblich sind hierbei 90 % bzw. 95 %.

Resultierend aus diesen Zusammenhängen verwenden alle Hersteller von IR-Thermometern fest definierte Geometrien zur Kalibrierung ihrer Geräte; d.h. in Abhängigkeit des Öffnungsdurchmessers der Strahlungsquelle (**A**) wird ein Abstand (**a**) zum Referenzstrahler festgelegt.



- |          |  |
|----------|--|
| <b>A</b> | <b>Durchmesser der effektiven Fläche der Referenz-Strahlungsquelle</b> |
| <b>M</b> | <b>Messfeld des IR-Thermometers im Abstand a</b>                       |
| <b>a</b> | <b>Messabstand</b>   |

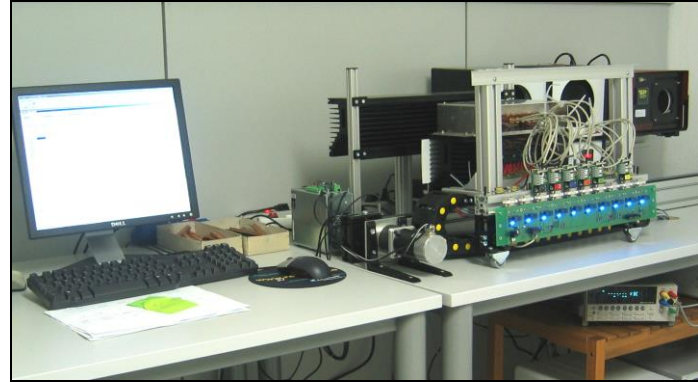
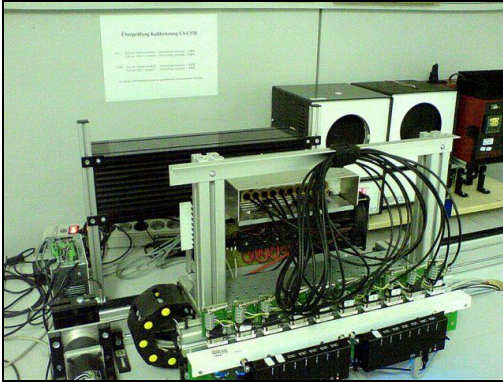
### Kalibriergeometrie



Beispiel: Kalibriergeometrie des optris CT LT02 an einer BR 400-Strahlungsquelle

Product	model	Source up to 400°C Ø: 130 mm	Source up to 550°C Ø: 65 mm	Source up to 1200°C Ø: 30 mm	Source up to 500°C Ø: 51 mm
<b>Calibration distances</b>					
optris CT	LT02	150 mm	90 mm		
	LT15	210 mm	150 mm		
	LT20	210 mm	150 mm		
optris CTlaser LT	LTCF1		110 mm		
	LTCF2		150 mm		
	LTCF3		200 mm		
	LTCF4		350 mm		
	LTSF		350 mm		
optris CTlaser 1M, 2M, 3M		150 mm	90 mm	60 mm	
optris CT 1M, 2M, 3M		150 mm	90 mm	60 mm	
optris CS		210 mm	150 mm		
optris CSmicro		210 mm	150 mm		
optris LS	SF mode	800 mm	350 mm		250 mm
	CF mode		110 mm		
optris PI	80°	240 mm			100 mm
	48°/ 64°	650 mm	325 mm	150 mm	250 mm
	23°/ 31°	780 mm	390 mm	180 mm	300 mm
	6°/ 9°	2300 mm	1200 mm	540 mm	900 mm

**Kalibriergeometrien für Optris IR-Thermometer (Auswahl – die komplette Liste kann angefordert werden)**



Automatisierte Kalibrierstationen bei der Optris GmbH

## 8.4 Kalibrierung

Die grundsätzlichen Anforderungen an ein Kalibrierlabor sind:

- Laborraum mit stabiler Temperatur und Luftfeuchte
- Messgeräte für Lufttemperatur und Luftfeuchte
- Referenz-Strahlungsquelle
- Rückgeführtes Transferstandard-Strahlungsthermometer (z.B. LS-PTB) bzw. ein spezielles Referenz-Infrarot-Thermometer (z.B. LS-DCI)
- Justierbarer Halter für die Infrarot-Thermometer

Bei der Erstellung von Kalibrierzertifikaten sollte neben der Raumtemperatur und Luftfeuchte des Kalibrierlabors auch der Messabstand und die Strahleröffnung (Kalibriergeometrie) protokolliert werden.

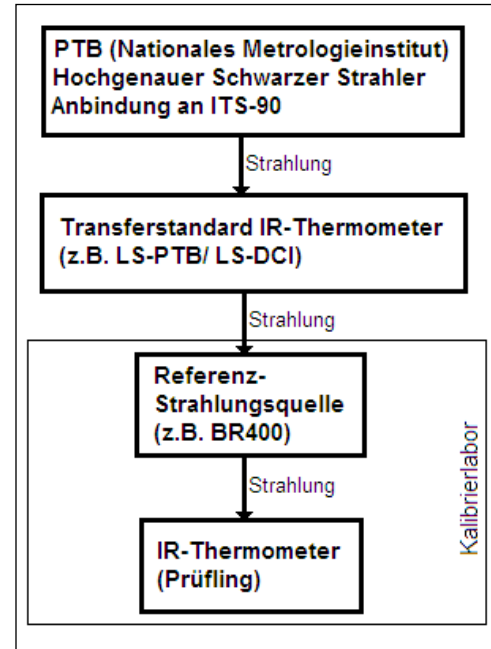
### Vorgehensweise bei der Kalibrierung:

1. Optik des LS-PTB/ LS-DCI und des Prüflings kontrollieren; ggf. reinigen
2. Beide Geräte einschalten; Aufwärmzeit beachten
3. Wenn möglich, bei beiden Geräten den Emissionsfaktor auf 1,00 einstellen
4. Referenzstrahler auf eine Temperatur einstellen, die sich signifikant von der internen Gerätetemperatur des LS-PTB/ LS-DCI unterscheidet; Einschwingen des Strahlers abwarten
5. LS-PTB/ LS-DCI in Messposition <sup>1)</sup> bringen und Strahlungstemperatur des Referenzstrahlers ermitteln
6. Prüfling in Messposition <sup>1)</sup> bringen und Anzeigewert <sup>2)</sup> notieren
7. Nächste Strahlertemperatur einstellen; Einschwingen des Strahlers abwarten; Punkt 5 und 6 wiederholen

<sup>1)</sup> Bestimmen der Messposition:

- Gerät jeweils im Abstand **a** zentriert zur Öffnung des Referenzstrahlers anordnen (hierfür kann eine verstellbare Blende, welche vor den Strahler positioniert wird, hilfreich sein)
- Blende auf 0,9 x Messfelddurchmesser einstellen
- Über Maximalwertsuche das Gerät auf Blendenmitte ausrichten
- Danach die Blende wieder auf 100 % der Kalibriergeometrie öffnen bzw. entfernen

<sup>2)</sup> Bei portablen IR-Thermometern ist der im Display des Gerätes angezeigte Wert gemeint. Bei stationären IR-Thermometern wird das Signal am Analogausgang gemessen. Die Funktion  $T_{\text{Rad}} = f(\text{Signal})$  muss bekannt sein.



# Anhang A - Konformitätserklärung

## EG-Konformitätserklärung EU Declaration of Conformity



Wir / We

Optris GmbH  
Ferdinand Buisson Str. 14  
D-13127 Berlin

erklären in alleiniger Verantwortung, dass  
declare on our own responsibility that

das Produkt BR 400  
the product BR 400

den Anforderungen der EMV-Richtlinie 2014/30/EU und der Niederspannungsrichtlinie 2014/35/EU  
entspricht  
meets the provisions of the EMC Directive 2014/30/EU and the Low Voltage Directive 2014/35/EU.

Angewandte harmonisierte Normen:  
Applied harmonized standards:

EMV Anforderungen / EMC General Requirements:

EN 61326-1:2013 (Grundlegende Prüfanforderungen / Basic requirements)  
EN 61326-2-3:2013

Gerätesicherheit von Messgeräten / Safety of measurement devices:

EN 61010-1:2010  
EN 60825-1:2015 (Lasersicherheit / Laser safety)

Dieses Produkt erfüllt die Vorschriften der Richtlinie 2011/65/EU (RoHS) des Europäischen  
Parlaments und des Rates vom 8. Juni 2011 zur Beschränkung der Verwendung bestimmter  
gefährlicher Stoffe in Elektro- und Elektronikgeräten.

This product is in conformity with Directive 2011/65/EU (RoHS) of the European Parliament and of  
the Council of 8 June 2011 on the restriction of the use of certain hazardous substances in  
electrical and electronic equipment.

Berlin, 04.11.2015

Ort, Datum / place, date

Dr. Ulrich Kientz  
Geschäftsführer / General Manager

## Anhang B – Literatur

[1] VDI/ VDE Richtlinie Technische Temperaturmessungen – Spezifikation von Strahlungsthermometern, 2001, VDI/ VDE 3511, Blatt 4.1

[2] VDI/ VDE Richtlinie Technische Temperaturmessungen, Strahlungsthermometrie – Kalibrierung von Strahlungsthermometern, 2004, VDI/ VDE 3511, Blatt 4.3

[3] Jörg Hollandt, Rüdiger Friedrich, Berndt Gutschwager, Dieter R Taubert, Jürgen Hartmann – High-accuracy radiation thermometry at the National Metrology Institute of Germany, the PTB;  
veröffentlicht in: High Temperatures - High Pressures, 2003/2004, volume 35/36, pages 379 – 415





optris BR 400-MA-D2017-08-A