

GUTACHTEN NR. LE-G-0325-1/11

Über: Strahlungssicherheit bezüglich optischer Strahlung eines Infrarot-Keramikstrahlers zum Einsatz in Infrarot-Kabinen als Front- bzw. Rückenstrahler

Auftraggeber: Fa. Atropa Wellness GmbH
Löwensteinstraße 58
A-1220 Wien

Prüfgegenstand: Infrarot-Keramikstrahler

Befund: Ein Vergleich der gemessenen Bestrahlungswerte mit den internationalen Grenzwerten lässt den Schluss zu, dass eine Verbrennung der Haut oder eine Schädigung der Augen durch die Infrarotstrahlung des geprüften IR-Keramikstrahlers nicht möglich ist, sofern sachgemäßer Gebrauch und normales Schmerzempfinden vorausgesetzt werden.

Hinweis:
Das Prüfergebnis bezieht sich ausschließlich auf den Prüfgegenstand.

1. Allgemeine Informationen

Zeitpunkt der Durchführung der Messungen

22.06.2011 bis 28.06.2011

Ort der Durchführung der Messungen

Laseranwendungslabor, Seibersdorf Labor GmbH, 2444 Seibersdorf, Österreich

Umfang des Gutachtens

Das vorliegende Gutachten umfasst die strahlenschutztechnische Beurteilung eines Infrarot-Keramikstrahlers zum Einsatz in Infrarot-Kabinen als Front- bzw. Rückenstrahler. Entsprechend werden vor dem IR-Strahler gemessene Bestrahlungsstärken mit internationalen Grenzwerten bezüglich einer mögliche Verbrennung der Haut und der Schädigung der Augen verglichen. Andere potentiell mögliche (d.h. nicht auszuschließende) nachteilige Wirkungen auf die Haut oder den Organismus können nicht bewertet werden, da keine anwendbaren Grenzwerte existieren.

Verwendete Messgeräte

- OPHIR Thermosäulendetektor L40 (150) A
Messunsicherheit gesamt $\pm 20\%$ (zusammengesetzt aus Radiometermessunsicherheit und Unsicherheit bezüglich Entfernung zum Strahler)
Messmittelnummer MM-0035/3
- HUND Deltaradiometer UDRM
- Wärmebildkamera FLIR Systems
- RAYNGER RAYTEK MX4

Messbedingungen

Die Messungen wurden nach einer Aufheizzeit von ca. einer Stunde durchgeführt. Vorder- und Rückseite des IR-Strahlers waren frei zugänglich. Das mitgelieferte Abdeckgitter war nicht angebracht. Der Strahler war waagrecht eingespannt. Der Schriftzug "ATROPA Wien" war aufrecht lesbar. Der Strahler wurde direkt an die Netzversorgung angeschlossen (228 V AC). Eine Leistungsregelung wurde nicht verwendet.

Verwendete Unterlagen

- ICNIRP „*Guidelines on Limits of Exposure to Broad-Band Incoherent Optical Radiation (0.38 to 3 μm)*“, Health Physics, Volume 73, 539 – 554, 1997
- ICNIRP “*ICNIRP Statement on far infrared radiation exposure*“, Health Physics, 91(6), 630 – 645, 2006
- IEC TR 60825-9 Technical Report “*Compilation of maximum permissible exposure to incoherent optical radiation*” (1999).

2. Beschreibung der Problemstellung, Grenzwerte

Optische Strahlung im Wellenlängenbereich über 780 nm wird auch Wärmestrahlung genannt, da sie einerseits von warmen bzw. heißen Körpern abgegeben wird und andererseits beim

Auftreffen auf einen Körper (der absorbierte Anteil) zu dessen Erwärmung bzw. Erhitzung führt¹. Aufgrund der Temperaturerhöhung des bestrahlten Gewebes kann es beim Menschen zu schädlichen Wirkungen kommen, vor allem dann, wenn die Bestrahlung so stark ist, dass gewisse Grenzwerte überschritten werden. Bei Bestrahlung der Haut kann es zu Verbrennungen kommen, bei Bestrahlung der Augen mit Wellenlängen über 1400 nm zu einer Trübung der Hornhaut oder der Linse, bei Bestrahlung mit sichtbarem Licht und IR-A Strahlung zur Verbrennung der Netzhaut. Bei einer Langzeiteinwirkung auf die Linse (d.h. regelmäßige Bestrahlung über einen längeren Zeitraum hinweg) kann die Entstehung von grauem Star (Katarakt) beschleunigt werden.

Die internationale Strahlenschutzkommission ICNIRP hat dafür Grenzwerte veröffentlicht, die für die Haut und die Augen getrennt festgelegt sind. Diese Grenzwerte wurden auch von der internationalen Elektrotechnischen Kommission in einem technischen Report (IEC TR 60825-9) übernommen.

aut

Für eine Bestrahlungsdauer von 10 Sekunden gilt für die Bestrahlung der Haut ein Grenzwert von 3550 W/m (Watt pro m). Die ICNIRP Guidelines definieren den spektralen Anwendungsbereich der Grenzwerte mit kleiner gleich 3000 nm ($\leq 3 \mu\text{m}$). Zusätzlich ist aber auch angeführt, dass für Sicherheitsanalysen der Spektralbereich über 3000 nm miteinbezogen werden kann. Für den Grenzwert für die Haut wird im Rahmen dieses Gutachtens der gesamte Infrarotbereich mit dem Grenzwert verglichen. Diese Option wurde gewählt, um einen gewissen Sicherheitsfaktor bezüglich des Risikos der Entstehung von Erythema ab igne und des Zeitpunktes der Wahrnehmung von Hitzeschmerzen zu einzuführen (siehe anfolgende Diskussion).

Für Bestrahlungsdauern über 10 Sekunden wurde von der ICNIRP kein Grenzwert für die Haut definiert, da in diesem Fall bei schädlichen Bestrahlungswerten die normalerweise auftretenden Schmerzen zu selbstschützenden Abwendreaktionen führen würden, bevor es zu Verbrennungen kommen kann. Für längere Bestrahlungszeiten ist ferner eine mögliche Überhitzung des Körperinneren zu bedenken (Hitzestress), deren Beurteilung aber nicht Teil dieses Gutachtens ist, weil dafür neben der Bestrahlung auch noch die Lufttemperatur zu berücksichtigen wäre. Der ICNIRP/IEC Grenzwert ist auch nicht für einen direkten Kontakt der Haut (Berührung) mit einer heißen Oberfläche anwendbar. Der bestehende ICNIRP Grenzwert für die Haut bezieht sich auch nicht auf Effekte wie Erythema ab igne oder beschleunigte Hautalterung. Diese Effekte können nach dem heutigen Stand der Wissenschaft und Technik nicht ausgeschlossen werden. Es bestehen für diese Effekte keine anerkannten Grenzwerte. Das Risiko kann jedoch als gering eingestuft werden. Das vorliegende Gutachten beschränkt sich daher auf einen Hauteffekt, auf den sich der derzeitige ICNIRP Grenzwert bezieht: eine Verbrennung der Haut durch optische Strahlung innerhalb von 10 s Bestrahlungsdauer.

Auge inse

Strahlung der Wellenlänge größer 1400 nm wird von der Hornhaut und der Linse des Auges absorbiert. Im Wellenlängenbereich von 1400 nm bis 3000 nm ist vor allem die Linse betroffen, wobei es bei chronischer Überschreitung der Grenzwerte zu einer verfrühten Entstehung von grauem Star (Katarakt), einer Eintrübung der Linse, kommen kann. Für den Vergleich der Bestrahlungswerte mit den ICNIRP Grenzwerten wird der Strahlungsanteil mit Wellenlängen kleiner als 3000 nm herangezogen.

¹ e nach Temperatur des Strahlers verschieben sich die Wellenlängen der abgestrahlten Energie: bei 100 C liegt das Maximum bei ca. 7,8 μm (im IR-C), bei 800 C bei ca. 2,7 μm (im IR-B), bei 5700 C (Temperatur der Sonne) bei ca. 0,5 μm (sichtbarer Bereich).

Für eine länger andauernde Bestrahlung der Augen (über 16 Minuten) in einer Umgebung mit erhöhter Lufttemperatur gilt ein Grenzwert von 100 W/m^2 . Für kürzere Bestrahlungsdauern sind höhere Grenzwerte erlaubt (z.B. 835 W/m^2 für 1 Minute, 3200 W/m^2 für 10 Sekunden).

. Technische Beschreibung

Der begutachtete Infrarot-Keramikstrahler ist zum Einsatz in Infrarot-Kabinen als Front- bzw. Rückenstrahler vorgesehen. Die Stablänge beträgt ca. 72 cm.

Der Strahler wird lt. Hersteller in einer Infrarot-Kabine mit 95 cm Tiefe eingesetzt. Der Frontstrahler wird ca. 13 cm, der Rückenstrahler ca. 44 cm über Fußbodenniveau montiert. Der Rücken einer aufrecht sitzenden Person ist auf Grund der Rückenlehne ca. 5 cm vom Abdeckgitter des Rückenstrahlers entfernt. Das Auge einer erwachsenen Person ist bei aufrechter Sitzhaltung ca. 90 cm vom Frontstrahler entfernt.

. Messergebnisse

.1. Messung der Oberflächentemperatur

Mit Hilfe des Infrarot-Thermometer RAYNGER RAYTEK MX4 und der Wärmebildkamera FLIR wurde die Oberflächentemperatur des IR-Keramikstrahlers gemessen. Für die Emissivität wurde ein Wert von 0,95 verwendet. Die maximale Temperaturverteilung war nach ca. 30 Minuten erreicht.

.2. Modellierung des Spektrums

Da der IR-Keramikstrahler ein Temperaturstrahler ist, kann das emittierte Spektrum mit Hilfe des Planck'schen Strahlungsgesetzes modelliert werden. Weil eine Zunahme der Temperatur einer Verschiebung des Spektrums hin zu kürzeren Wellenlängen gleichkommt und damit zu einer Erhöhung der gewichteten Messwerte führt (worst-case Ansatz), wird für die Modellierung die höchste gemessene Temperatur verwendet.

Das Maximum der Emission liegt bei einer Wellenlänge von 4,8 μm .

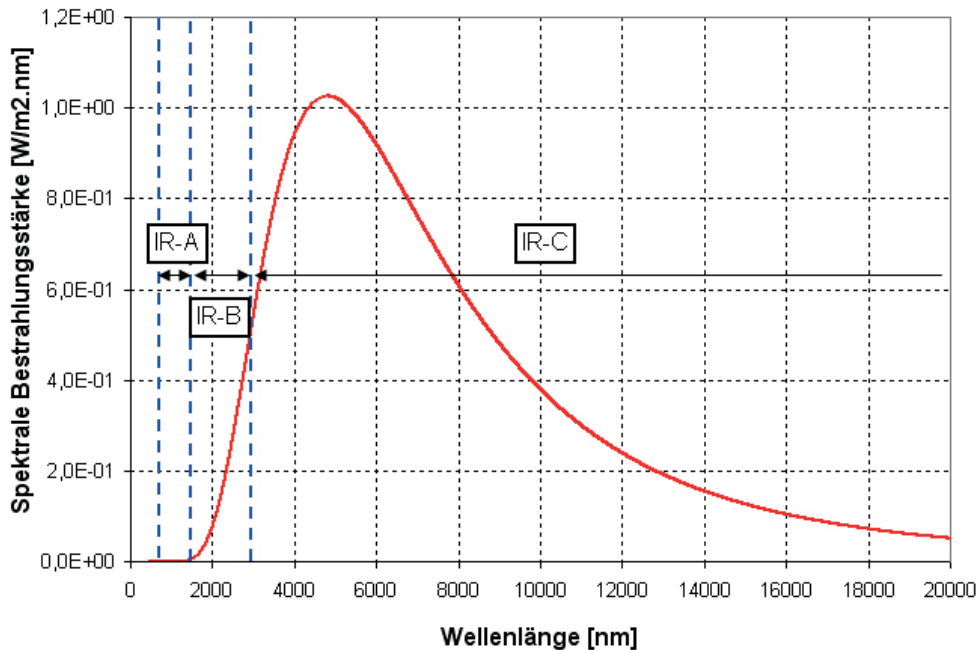


Abbildung 2 Abgestrahltes Spektrum

Auf Grund des Wassers in der Luft wird ein Teil der abgestrahlten Strahlung absorbiert, noch bevor sie den Körper erreicht. Im Sinne einer worst-case Abschätzung wird dieser Effekt im Rahmen dieses Gutachtens nicht berücksichtigt.

. . Messung der integralen Bestrahlungsstärke

Die integrale Bestrahlungsstärke wurde sowohl mit dem Thermosäulendetektor L40 als auch mit dem Deltaradiometer UDRM gemessen. Am Detektor L40 war eine Messblende mit 35 mm Durchmesser angebracht (Hinweis: der Abstand zwischen Detektorvorderkante und Messblende betrug ca. 5 mm). Die anteilige Leistung bis 3000 nm wurde durch Verwendung eines Kurzpassfilters (Borofloat-Filter) überprüft.

abelle 2 Integrale Messergebnisse.

Strahler	Messposition	Maximale integrale Bestrahlungsstärke für $\lambda = 3000 \text{ nm}$ W m^{-2}	Maximale integrale Bestrahlungsstärke UDRM W m^{-2}
Rückenstrahler	5 cm vor Stabvorderkante 20 cm vom linken Ende des Stabes Stabmittig	65)	1620
Frontstrahler	30 cm vor Stabvorderkante 36 cm vom linken Ende des Stabes Stabmittig	14)	355
Frontstrahler	70 cm vor Stabvorderkante 36 cm vom linken Ende des Stabes Stabmittig	4)	97

Anmerkung): Der angegebene Zahlenwert wurde kalkulatorisch ermittelt. Er liegt unter einem Wert, welcher mit Hilfe des Borofloatfilters auf Grund der Eigenerwärmung zuverlässig gemessen werden kann.

. Vergleich mit Grenzwerten

In Tabelle 3 ist der Messwert bezüglich Hautbestrahlung (380 nm – 1 mm) dem entsprechenden Grenzwert und in Tabelle 4 ist der Messwert bezüglich Augenbestrahlung (780 nm -3000 nm) dem Grenzwert „Auge Infrarot“ gegenübergestellt.

abelle Vergleich der gemessenen Bestrahlungsstärke mit dem ICNIRP-Grenzwert „Haut thermisch“.

Strahler	Messposition	Messwert 380 nm bis 1 mm W m^{-2}	Grenzwert für Bestrahlungsdauer von 10 s W m^{-2}	Maximale Expositionsdauer s
Rückenstrahler	5 cm vor Stabvorderkante 20 cm vom linken Ende des Stabes Stabmittig	1620	3556	10)

Anmerkung): Bei Unterdrückung oder Fehlen der Wärmeempfindung bzw. des Hitzeschmerzes (z.B. bei Drogen-, Alkohol- oder Medikamenteneinfluss) oder bei besonderen Maßnahmen zur Durchblutungssteigerung der Haut (z.B. starkes mechanisches Abreiben) kann eine Verbrennung der Haut für Bestrahlungsdauern 10 s nicht ausgeschlossen werden.

abelle Vergleich der gemessenen Bestrahlungsstärke mit dem ICNIRP-Grenzwert „Auge Infrarot“.

Strahler	Messposition	Messwert 780 nm bis 3000 nm $W m^{-2}$	Grenzwert für Bestrahlungs- dauern 1000 s $W m^{-2}$	Maximale Expositionsdauer min
Rückenstrahler	5 cm vor Stabvorderkante 20 cm vom linken Ende des Stabes Stabmittig	65	100	nicht begrenzt
Frontstrahler	30 cm vor Stabvorderkante 36 cm vom linken Ende des Stabes Stabmittig	14)	100	nicht begrenzt
Frontstrahler	70 cm vor Stabvorderkante 36 cm vom linken Ende des Stabes Stabmittig	4)	100	nicht begrenzt

Anmerkung): Das Auge einer erwachsenen Person ist bei aufrechter Sitzhaltung ca. 90 cm vom Frontstrahler entfernt. Im Sinne einer „worst-case“-Abschätzung wurden geringere Abstände verwendet.

. Befund

Der Vergleich der gemessenen Bestrahlungswerte mit den internationalen Grenzwerten lässt den Schluss zu, dass eine Verbrennung der Haut oder eine Schädigung der Augen durch die Infrarotstrahlung des geprüften IR-Keramikstrahlers der Firma Atropa Wellness GmbH nicht möglich ist, sofern sachgemäßer Gebrauch und normales Schmerzempfinden vorausgesetzt werden.

Es wird darauf hingewiesen, dass die Möglichkeit der berhitzung des Körperinneren (Hitzestress) nicht beurteilt wurde. Ob es im konkreten Fall zu Hitzestress kommen kann, hängt neben der Bestrahlung auch von der Lufttemperatur ab. Es wird ferner darauf hingewiesen, dass bei Unterdrückung oder Fehlen der Wärmeempfindung bzw. des Hitzeschmerzes (z.B. bei Drogen-, Alkohol- oder Medikamenteneinfluss) oder besonderen Maßnahmen zur Durchblutungssteigerung der Haut (z.B. starkes mechanisches Abreiben) eine Verbrennung der Haut für Bestrahlungsdauern 10 s nicht ausgeschlossen werden kann. Aufgrund der festgestellten Bestrahlungswerte wird dieses Risiko edoch als sehr gering eingestuft.