GUTACHTEN NR. LE-G17/26

Über:	Photobiologische Sicherheit und spektrale Verteilung der abgegebenen optischen Strahlung eines Vollspektrum-Infrarotstrahlers für den Einsatz in Infrarot-Kabinen
Auftraggeber:	ATROPA Wellness GmbH
Adresse:	Eßlinger Hauptstraße 88 1220 Wien Österreich
Prüfgegenstand:	Vollspektrum-Strahler SOLIS RED (300 Watt, 230 Volt) eingebaut in die Rückwand einer Infrarotkabine mit Drehregler
Konklusion:	Der Vergleich der gemessenen Bestrahlungswerte mit den ICNIRP-Grenzwerten lässt den Schluss zu, dass bei sachgemäßem Gebrauch und normalem, vorhersehbarem Verhalten des Benutzers in einer Infrarot-Kabine eine Schädigung der Augen und der Haut durch den Vollspektrum-Strahler nicht möglich ist. Der prozentuelle Anteil der abgegebenen Strahlung je Spektralbereich variiert je nach eingestellter Intensität am Drehregler. Bei Einstellung „100“ (Maximum): sichtbares Licht: 0,2 %, Infrarot-A: 9,4 %, Infrarot-B: 26,2 %, Infrarot-C: 64,2 %, bei Einstellung „25“: sichtbares Licht: 0,0 %, Infrarot-A: 1,9 %, Infrarot-B: 17,1 %, Infrarot-C: 81,0 %

Dieses Gutachten umfasst die Seiten 1 bis 11.

Autorisierte Person:

Reinhard Gilber

Gutachter:

Marko Weber

Datum: 02.10.2026
Auftragsnr.: L-3211

Hinweis:
Das Gutachten bezieht sich ausschließlich auf den Prüfgegenstand.
Ohne schriftliche Genehmigung der Prüfstelle darf das Gutachten nicht auszugsweise vervielfältigt werden.

1 Allgemeine Information

Zeitpunkt der Durchführung der Messungen
16.09. – 18.09.2026

Ort der Durchführung der Messungen
Prüfstelle für Laser, LED & Lampen-Sicherheit, Labor CH 1-9, Seibersdorf Labor GmbH, 2444 Seibersdorf, Österreich

Umfang des Gutachtens
Das vorliegende Gutachten umfasst die Beurteilung hinsichtlich photobiologischer Sicherheit eines Vollspektrum-Strahlers der Firma ATROPA Wellness GmbH für den Einsatz in Infrarot-Wärmekabinen. In diesem Sinne werden vor dem Strahler gemessene Bestrahlungsstärken und Strahldichten mit internationalen Grenzwerten (ICNIRP 2013) hinsichtlich einer möglichen Schädigung der Augen und der Haut verglichen. Andere potenziell mögliche (d.h. nicht auszuschließende) nachteilige Wirkungen auf den Organismus können nicht bewertet werden, da keine anwendbaren Grenzwerte existieren.
Des Weiteren umfasst das Gutachten die Abschätzung des prozentuellen Anteils je Spektralbereich am (auf dem Anwender) auftreffenden Spektrum.
Die Wirkung der Infrarotstrahlung im medizinisch-physiologischen oder therapeutischen Sinn wird im Rahmen dieses Gutachtens nicht bewertet.

Prüfgegenstand und Kennzeichnung
Vollspektrum-Strahler SOLIS RED (300 W, 230 V) verbaut in der Rückwand einer Infrarot-Kabine. Das begutachtete Strahlermodul, eingebaut in die Rückwand einer Infrarot-Kabine, ist in Abbildung 1 ersichtlich. Abbildung 2 zeigt die Kennzeichnung am Strahlerstab.

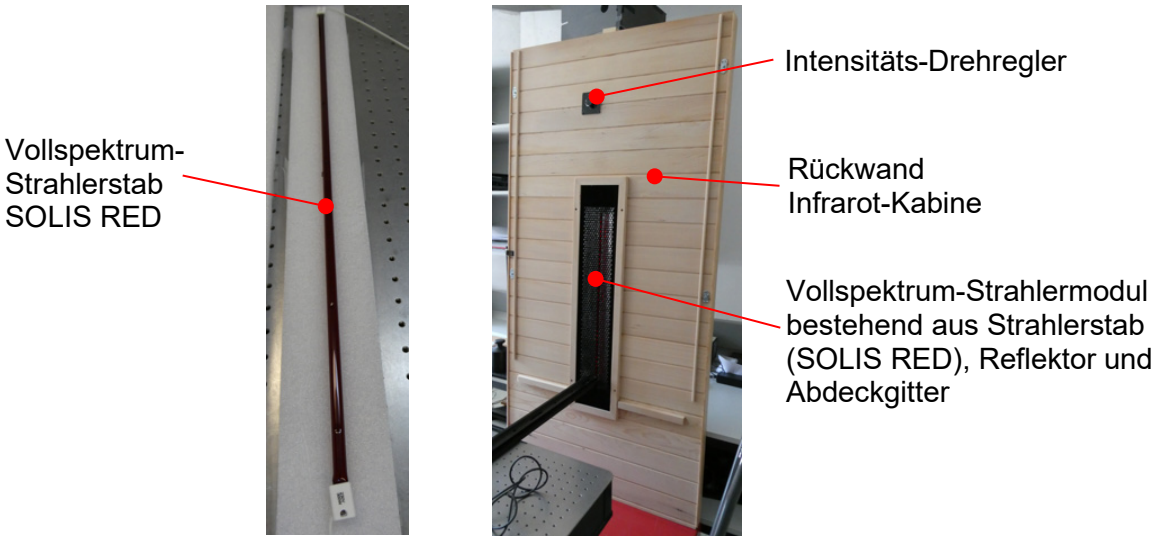


Abbildung 1. Strahlerstab Vollspektrum-Strahler SOLIS RED (links) sowie verbaut in der Rückwand einer Infrarot-Kabine (rechts). Begutachtet wurde der Vollspektrum-Strahler verbaut in der Rückwand da über den Drehregler an der Rückwand unterschiedliche Intensitätsstufen eingestellt wurden.

Seibersdorf Labor GmbH | 2444 Seibersdorf, Austria | Tel.: +43 50550 2500 | office@seibersdorf-laboratories.at | www.seibersdorf-laboratories.at
Geschäftsführung: Dr. Markus Neumann | Landesgericht Wiener Neustadt | FN 319187v | UID: ATU64767504 | Steuernummer: 192/6571
Zertifiziert nach ISO 9001 i.d.g.F. | Bankverbindung: Erste Bank der Österreichischen Sparkassen AG | IBAN AT112011129114038000 | BIC GIBAATWW



Abbildung 2. Kennzeichnung am Strahlerstab.

Messbedingungen

Sämtliche Messungen wurden nach einer Aufheizzeit von zumindest 20 Minuten, in einem thermisch stabilen Zustand des Strahlers, bei der eingestellten Intensitäts-Einstellung durchgeführt. Die Verkabelung der Kabinen-Rückwand wurde direkt an das lokale Stromnetz (230 V, 50 Hz) angeschlossen. Die Messungen wurden bei folgenden Einstellungen des Intensitäts-Drehreglers durchgeführt: 100 (Maximal-Stellung), 75, 50, 25. Die verwendeten Einstellungen des Intensitäts-Drehreglers sind aus Abbildung 3 ersichtlich. Abbildung 4 zeigt das Strahlermodul bei der Einstellung 100 (links) sowie 25 (rechts). Externe Lichtquellen wurden während den Messungen ausgeschaltet. Alle Messungen wurden bei vertikaler Positionierung des Strahlers, wie in Abbildung 1 (rechts) dargestellt, durchgeführt.
Alle Messungen wurden bei einer Raumtemperatur zwischen 22 und 24°C durchgeführt.

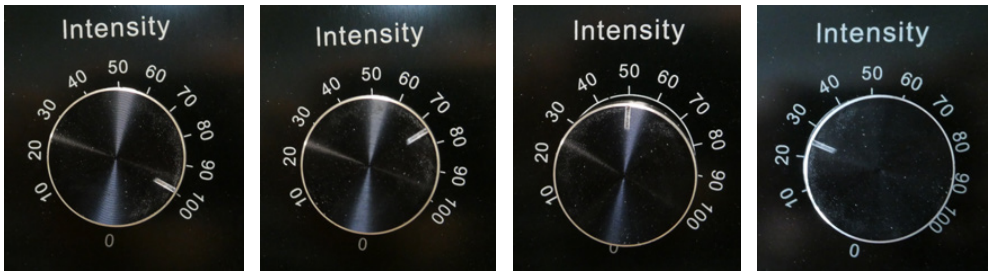


Abbildung 3. Verwendete Einstellungen am Intensitäts-Drehregler**.** Von links nach rechts: 100, 75, 50, 25.

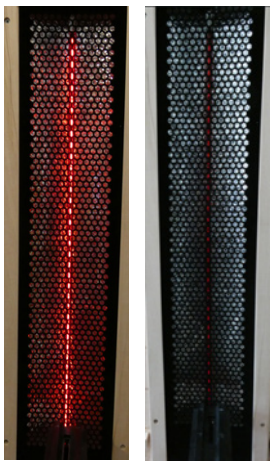


Abbildung 4. Strahlermodul bei Drehregler-Stellung 100 (links) sowie 25 (rechts).

Seibersdorf Labor GmbH | 2444 Seibersdorf, Austria | Tel.: +43 50550 2500 | office@seibersdorf-laboratories.at | www.seibersdorf-laboratories.at
Geschäftsführung: Dr. Markus Neumann | Landesgericht Wiener Neustadt | FN 319187v | UID: ATU64767504 | Steuernummer: 192/6571
Zertifiziert nach ISO 9001 i.d.g.F. | Bankverbindung: Erste Bank der Österreichischen Sparkassen AG | IBAN AT112011129114038000 | BIC GIBAATWW

Verwendete Messgeräte

L3404	Diodenarray-Spektrometer USB2000+XR1-ES (Ocean Optics)
L3501	USB-Interface für Thermosäulendetektoren (Ophir)
L3505	Thermosäulendetektor L40 (150)A-SH-V2 (Ophir)
L3508	Thermosäulendetektor 12A-SH-V1 (Ophir)
L3901	Diodenarray-Spektrometer NIR256 (Control Development)
L3903	Diodenarray-Spektrometer NIR512 (Ocean Optics)
L4002	Raumthermometer 174H (testo)
LE0468	Rollmaßband

Verwendete Unterlagen

- ICNIRP "*ICNIRP statement on far infrared radiation exposure*", Health Physics 2006, 91(6), 630-645
- ICNIRP „*ICNIRP guidelines on limits of exposure to incoherent visible and infrared radiation*", Health Physics 2013;105(1):74–96
- IEC 62471:2006 „*Photobiologische Sicherheit von Lampen und Lampensystemen*"

2 Beschreibung der Problemstellung und Grenzwerte

2.1 Allgemein

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 führt[1]. Der Grad der Erwärmung hängt dabei unter anderem von der Bestrahlungsdauer und der Bestrahlungsstärke (auftreffende Strahlungsleistung pro Fläche) ab. Bei entsprechend starker Temperaturerhöhung kann es beim Menschen zu schädlichen Wirkungen kommen. Bei intensiver Bestrahlung der Haut kann es z.B. zu Verbrennungen kommen, bei Bestrahlung der Augen mit Wellenlängen über 1400 nm zu einer Trübung der Hornhaut, bei Bestrahlung mit sichtbarem Licht und IR-A Strahlung theoretisch auch 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 stellen in der Norm IEC 62471 die Basis für die Festlegung der Risikogruppen dar.
Bei einer Überschreitung der Grenzwerte kann eine nachteilige Wirkung auf Augen und Haut nicht ausgeschlossen werden. Ob es bei einer Grenzwertüberschreitung auch zu einer schädigenden Wirkung kommt, hängt vom Grad der Überschreitung ab, d.h. bei nur leichter Grenzwertüberschreitung ist das Risiko für eine nachteilige Wirkung auf Grund der in den Grenzwerten berücksichtigten Sicherheitsfaktoren gering. Ab welcher Bestrahlung es zu einer nachteiligen Wirkung kommt, kann im Rahmen dieses Gutachtens aufgrund von fehlenden Dosis-Wirkungskurven nicht analysiert werden. Es wird daher davon

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

Seibersdorf Labor GmbH | 2444 Seibersdorf, Austria | Tel.: +43 50550 2500 | office@seibersdorf-laboratories.at | www.seibersdorf-laboratories.at
Geschäftsführung: Dr. Markus Neumann | Landesgericht Wiener Neustadt | FN 319187v | UID: ATU64767504 | Steuernummer: 192/6571
Zertifiziert nach ISO 9001 i.d.g.F. | Bankverbindung: Erste Bank der Österreichischen Sparkassen AG | IBAN AT112011129114038000 | BIC GIBAATWW

ausgegangen, dass man bei Grenzwertüberschreitung eine potentielle schädliche Wirkung auf Augen und Haut nicht ausschließen kann. Sollte der Grenzwert nicht erreicht werden, kann man jedoch davon ausgehen, dass es im Rahmen der Gültigkeit der Grenzwerte zu keiner schädlichen Wirkung auf Auge bzw. Haut kommt.

2.2 Haut

Für eine Bestrahlungsdauer von 10 Sekunden gilt bei Bestrahlung der Haut ein Grenzwert von 3556 W m^{-2}. Gemäß ICNIRP Guidelines ist dieser Grenzwert mit jenem Anteil des Messwerts zu vergleichen, welcher zwischen 380 nm und 3000 nm (≤ 3 µm) liegt. Zusätzlich ist aber auch angeführt, dass für Sicherheitsanalysen der Spektralbereich über 3000 nm miteinbezogen werden kann. Im Rahmen dieses Gutachtens wird der gesamte Infrarotbereich mit dem Grenzwert verglichen. Damit wird ein gewisser Sicherheitsfaktor bezüglich des Risikos der Entstehung von Erythema ab igne und des Zeitpunktes der Wahrnehmung von Hitzeschmerzen eingeführt (siehe folgende 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 selbstschützende Abwendreaktionen auslösen, noch bevor es zu einer Verbrennung kommt. 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 und die Luftfeuchtigkeit zu berücksichtigen wären. Der ICNIRP/IEC Grenzwert ist auch nicht bei direktem Kontakt der Haut (Berührung) mit einer heißen Oberfläche anwendbar (Hinweis: Der ICNIRP-Grenzwert bezüglich Verbrennung der Haut gilt nicht bei direktem Kontakt). 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 dafür keine anerkannten Grenzwerte. Das Risiko kann jedoch als gering eingestuft werden. Das vorliegende Gutachten beschränkt sich daher auf jenen Hauteffekt, auf den sich der derzeitige ICNIRP Grenzwert bezieht: eine Verbrennung der Haut durch optische Strahlung innerhalb von 10 s Bestrahlungsdauer.

2.3 Vordere Augenmedien – Linse

Strahlung der Wellenlänge größer 1400 nm wird von der Hornhaut und der Linse des Auges absorbiert. Wellenlängen unter 1400 nm werden von der Iris absorbiert. Aufgrund der Wärmeleitung kann sich dadurch die Temperatur der Linse erhöhen. Des Weiteren gelangt Strahlung unter 1400 nm auch auf die Netzhaut des Auges, führt aber bei gängigen Infrarotstrahlern zu keiner Überschreitung des Grenzwerts. Im Wellenlängenbereich von 780 nm bis 3000 nm ist daher vor allem die potenzielle nachteilige Wirkung auf die Linse relevant, wobei es bei chronischer Überschreitung des Grenzwerts zu einer verfrühten Entstehung von grauem Star (Katarakt) - also einer Eintrübung der Linse - kommen kann. Aus diesem Grund wird der Messwert im Rahmen dieses Gutachtens auf den Wellenlängenbereich von 780 nm bis 3000 nm eingegrenzt. Die spektrale Bestrahlungsstärke im Bereich 780 nm – 1000 nm wurde allerdings nicht mit dem Faktor 0,3 gemäß ICNIRP gewichtet (Sicherheitspuffer), da diese Gewichtung, aufgrund des emittierten Spektrums, nur einen geringen Einfluss auf die in Tabelle 4 angegebenen Messwerte hat (Reduktion der Messwerte um ca. 3 % für Drehregler-Einstellung „100“).

Seibersdorf Labor GmbH | 2444 Seibersdorf, Austria | Tel.: +43 50550 2500 | office@seibersdorf-laboratories.at | www.seibersdorf-laboratories.at
Geschäftsführung: Dr. Markus Neumann | Landesgericht Wiener Neustadt | FN 319187v | UID: ATU64767504 | Steuernummer: 192/6571
Zertifiziert nach ISO 9001 i.d.g.F. | Bankverbindung: Erste Bank der Österreichischen Sparkassen AG | IBAN AT112011129114038000 | BIC GIBAATWW

Für eine länger andauernde Bestrahlung der Augen (über 1000 Sekunden, ca. 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). Die Formel zur Berechnung des Grenzwertes für verschiedene Bestrahlungsdauern „t“ lautet: 18000 $t^{-0,75}$ W m^{-2} für t < 1000 s.

2.4 Auge – Netzhaut

Strahlung bis 1400 nm gelangt bis auf die Netzhaut des Auges und kann dort bei entsprechend hoher Bestrahlungsstärke zu einer thermischen Schädigung der Netzhaut führen. Um eine mögliche thermische Netzhautgefährdung beurteilen zu können, ist gemäß ICNIRP der Wellenlängenbereich von 380 nm - 1400 nm heranzuziehen. Der entsprechende Strahldichtegrenzwert beträgt 2,8·10^5 W m^{-2}·sr^{-1} für eine Expositionsdauer von 10 s und einer Quellgröße α von 100 mrad bei Quellen, die einen merklichen visuellen Stimulus für das Auge erzeugen (Leuchtdichte ≥ 10 cd m^{-2}).

Wird Strahlung im Wellenlängenbereich von 300 nm - 700 nm emittiert, dann kann bei entsprechend langer Bestrahlungsdauer die Netzhaut des Auges auch photochemisch geschädigt werden (Schädigungsmechanismus „Blaulicht“). Der entsprechende Strahldichtegrenzwert beträgt 100 W m^{-2} sr^{-1} für eine Expositionsdauer von 10000 s. Eine photochemische Schädigung der Netzhaut ist durch den begutachteten Vollspektrum-Strahler nicht möglich, da dieser zu wenig Strahlung im relevanten Wellenlängenbereich emittiert.

3 Anteilige Leistung je Spektralbereich und Gesamtbestrahlungsstärke

Für die Bestimmung der anteiligen Leistung je Spektralbereich wurde die spektrale Bestrahlungsstärke des Vollspektrum-Strahlers im Abstand von 30 cm zum Abdeckgitter (mittig vor dem Strahler, Messanordnung siehe Abbildung 5) nach einer Aufheizzeit von zumindest 20 min mittels dreier Spektrometer im Wellenlängenbereich 300 nm – 2200 nm gemessen. Da der Vollspektrum-Strahler ein Temperaturstrahler ist, kann das abgestrahlte Spektrum mit Hilfe des Planck’schen Strahlungsgesetzes für Wellenlängen > 2200 nm extrapoliert werden. Die gemessenen bzw. extrapolierten Spektren für die vier berücksichtigten Drehregler-Einstellungen sind in Abbildung 6 dargestellt. Eine Unsicherheit bei der Planck-Extrapolation ergibt sich durch das Glas des Strahlerstabes der das Heizelement umgibt. Der spektrale Transmissionsgrad des Glases wurde bei der Extrapolation nicht berücksichtigt.
Ein Teil der vom Stabstrahler emittierten Strahlung wird von den Komponenten des Strahlermoduls (z.B. Reflektor, Abdeckgitter) absorbiert. Dadurch erwärmen sich diese Teile und strahlen die Wärme im Infrarot-C – Bereich wieder ab. Diese Strahlung wird vom Spektrum in Abbildung 6 nicht erfasst, kann aber durch Messungen mit dem Thermosäulendetektor messtechnisch erfasst werden. Berücksichtigt man auch die mit dem Thermosäulendetektor erfasste zusätzliche Strahlung, so verschiebt sich die spektrale Strahlungsverteilung zu längeren Wellenlängen. Die unter Berücksichtigung der spektralen Messungen und der Messungen mit dem Thermosäulendetektor abgeschätzte Strahlungsverteilung ist in Tabelle 1 dargestellt.

Seibersdorf Labor GmbH | 2444 Seibersdorf, Austria | Tel.: +43 50550 2500 | office@seibersdorf-laboratories.at | www.seibersdorf-laboratories.at
Geschäftsführung: Dr. Markus Neumann | Landesgericht Wiener Neustadt | FN 319187v | UID: ATU64767504 | Steuernummer: 192/6571
Zertifiziert nach ISO 9001 i.d.g.F. | Bankverbindung: Erste Bank der Österreichischen Sparkassen AG | IBAN AT112011129114038000 | BIC GIBAATWW

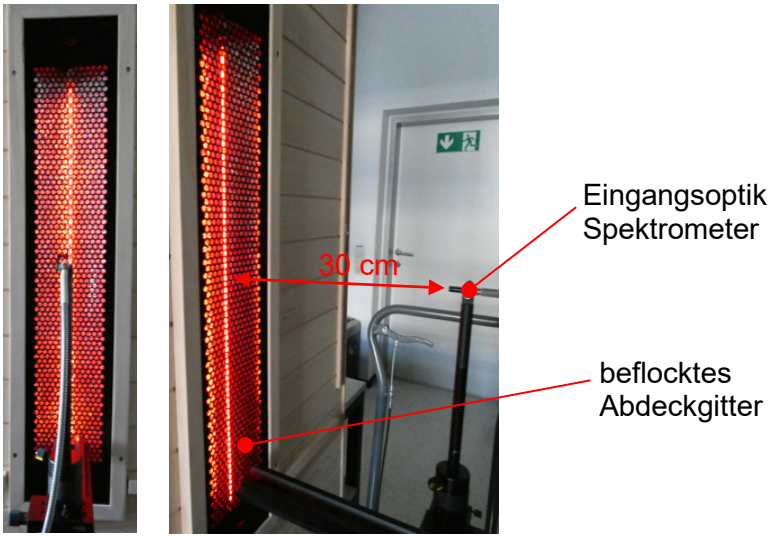


Abbildung 5. Messaufbau für die Messung der spektralen Bestrahlungsstärke im Wellenlängenbereich 300 nm – 2200 nm 30 cm vor dem Abdeckgitter des Strahlers. Die Messung erfolgt mittig vorm Strahler nach einer Aufheizzeit von zumindest 20 min bei unterschiedlichen Stellungen des Drehreglers.

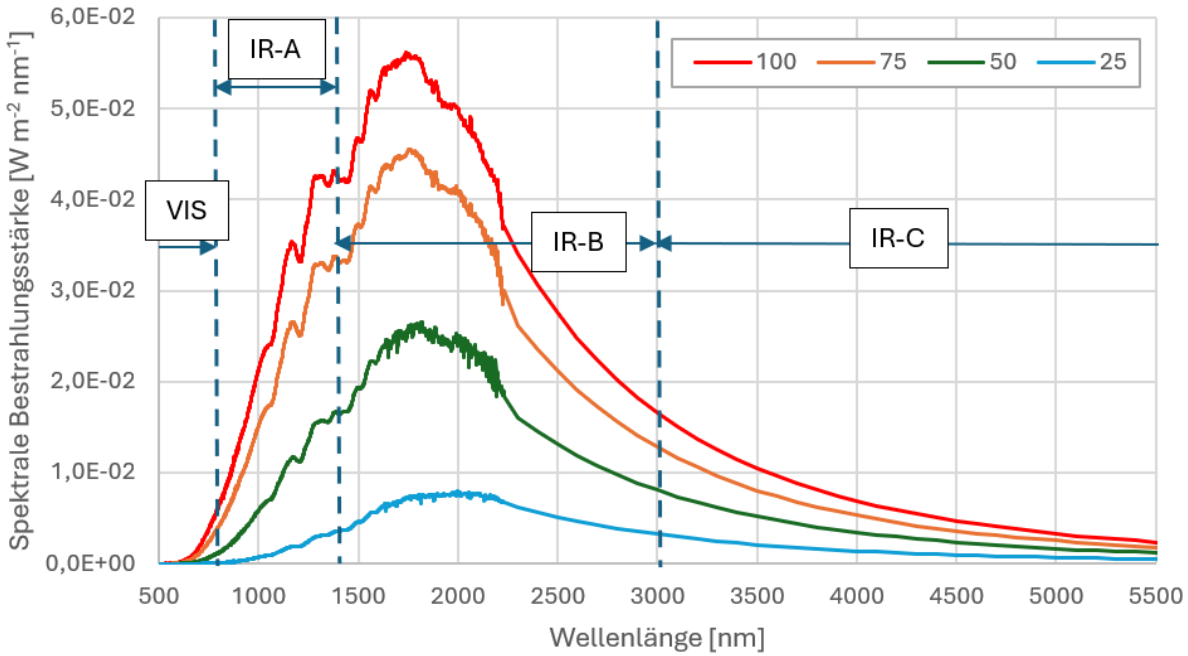


Abbildung 6. Spektrale Bestrahlungsstärke gemessen im Wellenlängenbereich 300 nm – 2200 nm 30 cm vor dem Abdeckgitter sowie Extrapolation für Wellenlängen > 2200 nm mit dem Planck'schen Strahlungsgesetz. Auf Grund des Wassers in der Luft wird ein Teil der abgestrahlten Strahlung absorbiert, noch bevor sie den Körper erreicht (betrifft Wellenlängenbereich > 2200 nm – Extrapolation mittels Planck). Im Sinne einer worst-case Abschätzung wird dieser Effekt im Rahmen des Gutachtens nicht berücksichtigt.

Seibersdorf Labor GmbH | 2444 Seibersdorf, Austria | Tel.: +43 50550 2500 | office@seibersdorf-laboratories.at | www.seibersdorf-laboratories.at
Geschäftsführung: Dr. Markus Neumann | Landesgericht Wiener Neustadt | FN 319187v | UID: ATU64767504 | Steuernummer: 192/6571
Zertifiziert nach ISO 9001 i.d.g.F. | Bankverbindung: Erste Bank der Österreichischen Sparkassen AG | IBAN AT112011129114038000 | BIC GIBAATWW

Tabelle 1. Prozentueller Anteil der gemessenen spektralen Bestrahlungsstärke je Spektralbereich (spektrale Messung zwischen 300 nm – 2200 nm, zusätzliche Messungen mit Thermosäulendetektor mit bzw. ohne Borofloatglasfilter, Messungen jeweils 30 cm vor Abdeckgitter, alle Messungen wurden nach einer Aufwärmzeit von zumindest 20 min des Strahlers bei vier unterschiedlichen Einstellungen des Drehreglers durchgeführt – das Stromkabel der Rückwand war direkt mit dem lokalen Stromnetz verbunden). Beim Prüfling konnte keine sichtbare Strahlung < 500 nm gemessen werden.

	Wellenlängenbereich			
Stellung Drehregler	VIS (380 nm–780 nm)	IR-A (780 nm-1400 nm)	IR-B (1400 nm-3000 nm)	IR-C (≥ 3000 nm)
100	0,2 %	9,4 %	26,2 %	64,2 %
75	0,1 %	8,0 %	25,9 %	66,0 %
50	0,1 %	5,5 %	24,7 %	69,8 %
25	0,0 %	1,9 %	17,1 %	81,0 %

Tabelle 2. Gemessene maximale Gesamtbestrahlungsstärke (VIS – IR-C, mittels Thermosäulendetektor) 30 cm vor dem Abdeckgitter für die vier unterschiedlichen Einstellungen des Drehreglers.

Stellung Drehregler	Gemessene Gesamtbestrahlungsstärke [W m^{-2}]
100	177
75	154
50	99
25	47

4 Vergleich mit den Grenzwerten

Die integrale Bestrahlungsstärke wurde im Abstand von 4 cm vor dem Abdeckgitter mit Hilfe des Thermosäulendetektors L40 gemessen (Durchmesser der Apertur: 50 mm). Für Abstände > 4 cm wurde ein Thermosäulendetektor des Typs 12A verwendet. Zusätzlich wurden, betreffend die vorderen Augenmedien, Messungen bei Verwendung eines doppelten Borofloatglasfilters vor dem Thermosäulendetektor durchgeführt (nur marginal durchlässig für Infrarot-C).

4.1 Photobiologische Gefahr „Haut thermisch“

In Tabelle 3 wird der Messwert für die Haut für den „worst-case“-Abstand 4 cm mittig vor dem Abdeckgitter dem entsprechenden ICNIRP-Grenzwert gegenübergestellt. Selbst im sehr nahen „worst-case“-Abstand von 4 cm wird der ICNIRP-Grenzwert für die Haut selbst bei maximaler Drehregler Stellung nicht überschritten.
Ein absichtliches Aufliegen der Haut direkt am Strahlerstab wird im Rahmen dieses Gutachtens nicht beurteilt, da der ICNIRP-Grenzwert für den direkten Kontakt nicht anwendbar ist.

Seibersdorf Labor GmbH | 2444 Seibersdorf, Austria | Tel.: +43 50550 2500 | office@seibersdorf-laboratories.at | www.seibersdorf-laboratories.at
Geschäftsführung: Dr. Markus Neumann | Landesgericht Wiener Neustadt | FN 319187v | UID: ATU64767504 | Steuernummer: 192/6571
Zertifiziert nach ISO 9001 i.d.g.F. | Bankverbindung: Erste Bank der Österreichischen Sparkassen AG | IBAN AT112011129114038000 | BIC GIBAATWW

Tabelle 3. Vergleich der gemessenen Bestrahlungsstärke 4 cm vor dem Abdeckgitter mit dem ICNIRP-Grenzwert für die Haut (Bestrahlungsdauer 10 s).

Stellung Drehregler	Messwert [W m^{-2}]	Grenzwert für t = 10 s [W m^{-2}]
100	1070	3556
75	866	
50	570	
25	280	

Für Bestrahlungsdauern länger 10 s wird von ICNIRP kein Grenzwert angegeben, da es generell zu intensiven Hitzeschmerzempfindungen kommt, bevor eine Schädigung eintritt. Wenn die Temperaturerhöhung so langsam erfolgt, dass sie sich über mehrere Sekunden erstreckt, bis es zum Hitzeschmerz kommt, bleibt im Normalfall genügend Reaktionszeit, um sich von den heißen Quellen zu entfernen. Sollte jedoch das Temperaturempfindungs-, und somit das Schmerzempfindungsvermögen gestört sein, kann die Abwendreaktion ausbleiben, und es könnte dann in diesen Fällen zu Temperatur-Zeit Verläufen kommen, die bei einer Bestrahlungsdauer von länger als 10 s eine Verbrennung ergeben. Als Beispiele für entsprechende Zustände, bei denen es zu Verbrennungen in Positionen mit intensiver Bestrahlung kommen kann, seien genannt: ein gestörtes Schmerzempfindungsvermögen, zum Beispiel bei Einnahme von Medikamenten (z. B. schmerzstillende Medikamente), bei Alkohol- oder Drogeneinfluss, bei Schlafzustand bzw. Bewusstlosigkeit oder bei manchen Krankheiten. Eine erhöhte Empfindlichkeit gegenüber Verbrennung kann sich ebenso ergeben, wenn die Haut vor der Verwendung des Infrarot-Strahlers durchblutungsfördernd behandelt wurde, z. B. durch mechanisches Abreiben. Ein körperliches Unvermögen, sich aus dem Strahlungsfeld zu entfernen, obwohl ein Hitzeschmerz eintritt (z. B. Lähmung) oder ein absichtliches Verharren im Strahlungsfeld trotz Hitzeschmerz kann ebenfalls im Extremfall zu Verbrennungen der Haut führen.

4.2 Photobiologische Gefahr „Auge, Infrarot“

In Tabelle 4 sind die Messwerte (Thermosäulendetektor in Kombination mit doppeltem Borofloatglasfilter) für die vorderen Augenmedien für den „worst-case“-Abstand von 30 cm sowie für die realen Abstände von 60 cm und 100 cm für die Augen zum Vollspektrum-Strahler dem entsprechenden ICNIRP-Grenzwert für Dauerbestrahlung (t ≥ 1000 s) der Linse des Auges gegenübergestellt.

Tabelle 4. Vergleich der gemessenen Bestrahlungsstärke in den Abständen von 30 cm, 60 cm und 100 cm vor dem Abdeckgitter mit dem ICNIRP-Grenzwert für die Augenlinse (Bestrahlungsdauer 1000 s).

Stellung Drehregler	Messwert 30 cm [W m^{-2}]	Messwert 60 cm [W m^{-2}]	Messwert 100 cm [W m^{-2}]	Grenzwert für t = 1000 s [W m^{-2}]
100	63	28	13	100
75	52	22	11	
50	30	13	6,3	
25	9,5	4,6	2,1	

Seibersdorf Labor GmbH | 2444 Seibersdorf, Austria | Tel.: +43 50550 2500 | office@seibersdorf-laboratories.at | www.seibersdorf-laboratories.at
Geschäftsführung: Dr. Markus Neumann | Landesgericht Wiener Neustadt | FN 319187v | UID: ATU64767504 | Steuernummer: 192/6571
Zertifiziert nach ISO 9001 i.d.g.F. | Bankverbindung: Erste Bank der Österreichischen Sparkassen AG | IBAN AT112011129114038000 | BIC GIBAATWW

Selbst im „worst-case“ – Abstand von 30 cm zum Abdeckgitter des Vollspektrum-Strahlers, der nicht über einen längeren Zeitraum (z.B. aufgrund unbequemer Haltung) in einer Kabine eingenommen werden kann, wird der Grenzwert für langandauernde IR-Bestrahlung des Auges nicht überschritten.

In einer realen Sitzposition in einer IR-Kabine befinden sich die Augen des Benutzers zumindest ca. 60 cm vor dem Strahler (bei Verwendung des Vollspektrum-Strahlers als Frontstrahler) und nicht mittig vorm Strahler wie bei der Messung, sondern oberhalb des Strahlers. Selbst bei einem direkten Blick in den Strahler ist die Bestrahlungsstärke in dieser bequemen Position, die in der Kabine auch für längere Zeit eingenommen werden kann, kleiner als der in Tabelle 4 angegebene Messwert für den Messabstand 30 cm (die Messungen erfolgten axial und mittig vor dem Abdeckgitter – siehe Abbildung 5). Bei sachgemäßem Gebrauch des Vollspektrum-Strahlermoduls in einer IR-Kabine und normalem, vorhersehbarem Verhalten des Benutzers in der IR-Kabine ist davon auszugehen, dass eine Schädigung der vorderen Augenmedien durch die abgegebene IR-Strahlung des Vollspektrum-Strahlers nicht möglich ist.

4.3 Photobiologische Gefahren „UVA“, „aktinisches UV“ und „Blaulicht“

Aufgrund des gemessenen Spektrums kann eine photochemische Netzhautschädigung (Gefahr „Blaulicht“) sowie eine Schädigung der Augen und der Haut durch UV-Strahlung durch den begutachteten Vollspektrum-Strahler ausgeschlossen werden, da keine Strahlung (im UV) bzw. eine zu geringe Strahlung (Wellenlängen ≤ 700 nm) im jeweils relevanten Spektralbereich emittiert wird. Die mittels worst-case Messung (mit offenem Messempfangswinkel im Abstand von 30 cm zum Abdeckgitter) ermittelte effektive Blaulicht-Strahldichte für Drehregler-Stellung „100“ beträgt 0,013 W m^{-2} sr^{-1}, der entsprechende Grenzwert für Dauerbestrahlung (Bestrahlungsdauer t = 10000 s) beträgt 100 W m^{-2} sr^{-1}.

4.4 Photobiologische Gefahr „Netzhaut, thermisch“

Für die Gefährdungsabschätzung betreffend einer möglichen thermischen Netzhautschädigung des Auges wurde eine „worst-case“ Analyse durchgeführt, wobei die Quellgröße α mit 100 mrad angenommen wurde, die Expositionsdauer > 10 s beträgt und für die Messung der Strahldichte mittels „alternativer Methode“ gemäß IEC 62471:2006 ein Messempfangswinkel[2] von 167 mrad (Blende mit Durchmesser von 5 cm direkt vor Abdeckgitter bei einem Messabstand von 30 cm) verwendet wurde. Für die Umrechnung der effektiven Bestrahlungsstärke in die effektive Strahldichte wurde jedoch ein ebener Winkel von γ = 11 mrad verwendet. Der gewichtete Messwert für Drehregler-Stellung „100“ ist dem Grenzwert in Tabelle 5 gegenübergestellt.

[2] Die tatsächliche effektive Strahldichte ist deutlich kleiner, als der in Tabelle 5 angegebene Messwert, da für die Messung ein Messempfangswinkel von 11 mrad zu verwenden ist, anstatt des verwendeten Messempfangswinkels von 167 mrad.

Seibersdorf Labor GmbH | 2444 Seibersdorf, Austria | Tel.: +43 50550 2500 | office@seibersdorf-laboratories.at | www.seibersdorf-laboratories.at
Geschäftsführung: Dr. Markus Neumann | Landesgericht Wiener Neustadt | FN 319187v | UID: ATU64767504 | Steuernummer: 192/6571
Zertifiziert nach ISO 9001 i.d.g.F. | Bankverbindung: Erste Bank der Österreichischen Sparkassen AG | IBAN AT112011129114038000 | BIC GIBAATWW

Tabelle 5. Vergleich der mittels „worst-case“ Analyse ermittelten Strahldichte für die Gefahr „Netzhaut thermisch“ für Drehregler-Stellung „100“ mit dem entsprechenden ICNIRP-Grenzwert (für t = 10 s, Quellgröße α = 0,1 rad) bei einem Messabstand von 30 cm.

Messwert [W m^{-2} sr^{-1}]	Grenzwert [W m^{-2} sr^{-1}]
3115	280000

Selbst bei einer „worst-case“ Analyse wird der Grenzwert für eine thermische Schädigung der Netzhaut nicht überschritten. Eine Schädigung der Netzhaut des Auges ist durch den begutachteten Vollspektrum-Strahler nicht möglich.

5 Gutachten

Ein Vergleich der gemessenen Bestrahlungsstärken und Strahldichten mit den internationalen Grenzwerten gemäß ICNIRP 2013 lässt den Schluss zu, dass eine Verbrennung der Haut oder eine Schädigung der Augen durch die vom begutachteten Vollspektrum-Strahlermodul abgegebenen optischen Strahlung bei der sachgemäßen Verwendung in einer Infrarot-Wärmekabine und normalem, vorhersehbaren Verhalten des Benutzers in der Infrarot-Wärmekabine, nicht möglich ist.
Es wird darauf hingewiesen, dass die Möglichkeit einer Überhitzung des Körperinneren (Hitzestress) nicht beurteilt wurde. Ob es im konkreten Fall zu Hitzestress kommen kann, hängt neben der konkreten Bestrahlungssituation in einer Infrarot-Wärmekabine auch von der Lufttemperatur und Luftfeuchte 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 gänzlich ausgeschlossen werden kann. Aufgrund der festgestellten Bestrahlungswerte wird dieses Risiko jedoch als sehr gering eingestuft.

Ende des Gutachtens

Seibersdorf Labor GmbH | 2444 Seibersdorf, Austria | Tel.: +43 50550 2500 | office@seibersdorf-laboratories.at | www.seibersdorf-laboratories.at
Geschäftsführung: Dr. Markus Neumann | Landesgericht Wiener Neustadt | FN 319187v | UID: ATU64767504 | Steuernummer: 192/6571
Zertifiziert nach ISO 9001 i.d.g.F. | Bankverbindung: Erste Bank der Österreichischen Sparkassen AG | IBAN AT112011129114038000 | BIC GIBAATWW