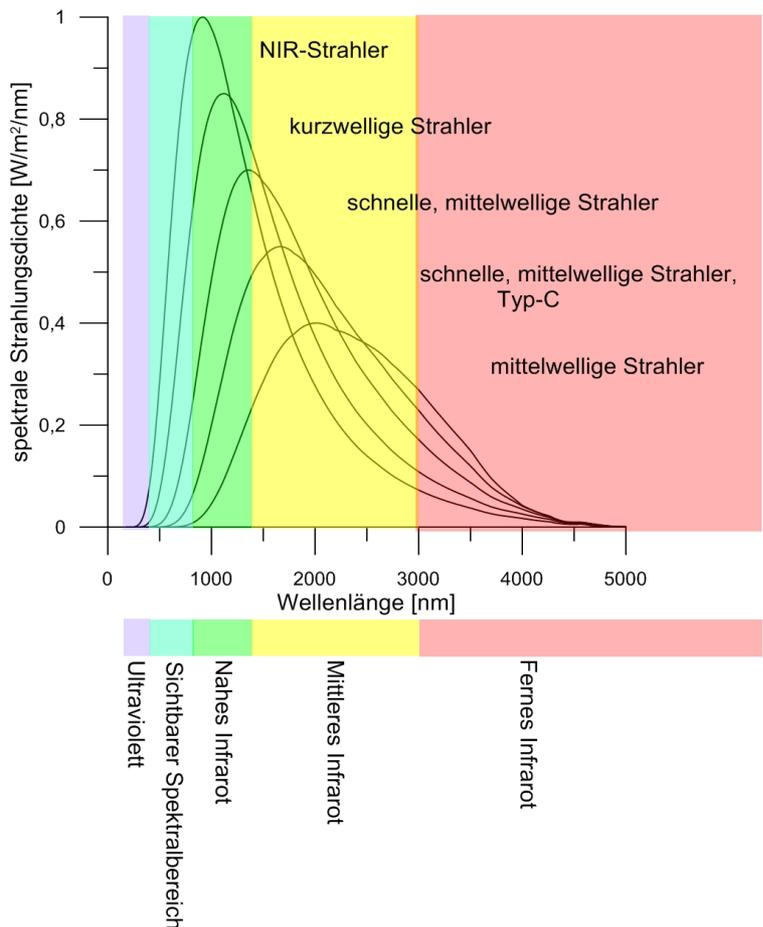


## Strahlungsschutz

Infrarotstrahler sind Temperaturstrahler, die ähnlich wie die Sonne über einen weiten Spektralbereich intensive elektromagnetische Strahlung aussenden. Je nach Strahlertyp erstreckt sich der zu beachtende Spektralbereich vom Ultraviolett über den Bereich des sichtbaren Lichts bis ins ferne Infrarot, wobei der weitaus größte Energieanteil im infraroten Spektralbereich liegt.

Die Spektren unserer Strahlertypen sind in der rechten Abbildung dargestellt. Unsere Keramik-IR-Strahler, z.B. KS1000, besitzen ein noch langwelligeres Spektrum (nicht mit dargestellt) als der mittelwellige Strahler.

In Abhängigkeit vom Spektralbereich wirkt die Strahlung auf unterschiedliche Bereiche des Auges (Netzhaut, Hornhaut usw.) und der Haut. Je nach Strahlertyp, Strahlungsleistung und Anwendungsbedingungen (Abstand, Expositionszeiten, Abstrahlungsrichtung usw.) müssen geeignete Schutzmaßnahmen ergriffen werden. Die spektralen Leistungsanteile, die für unsere Strahlertypen typisch sind, können der folgenden Tabelle entnommen werden.



Strahlertyp \ Spektralbereich	Ultraviolett	sichtbares Licht	Infrarot
	200 – 400 nm	400 - 780 nm	> 780 nm
Sonne (Seeniveau)	6,1%	52,0%	41,9%
NIR-Strahler	0,27%	16,5%	83,3%
Kurzwelliger Strahler	0,03%	7,3%	92,7%
Schnelle, mittelwellige Strahler	$7,5 \cdot 10^{-6}$	1,8%	98,2%
Schnelle, mittelwellige Strahler, Typ C	$1,2 \cdot 10^{-7}$	0,4%	99,6%
Mittelwellige Strahler	$4,9 \cdot 10^{-10}$	0,04%	99,96%

Im Vergleich zur Sonne ist der UV-Anteil unserer IR-Strahler also wesentlich geringer, aber insbesondere beim NIR-Strahler und unter Umständen noch beim kurzwelligen Strahler zu beachten.

## Schutzmaßnahmen:

Prinzipiell sind folgende Schutzmaßnahmen geeignet, wobei bei der Bewertung Strahlertyp und Anwendungsbedingungen beachtet werden müssen:

1. Verwendung einer geeigneten Schutzbrille (in unserem Lieferprogramm enthalten) zum Schutz der Augen.
2. Geeignete Kleidung und Handschuhe zum Schutz der Haut.
3. Anbringung eines Sichtschutzes (Strahlungsblocker) sowie geeignete Positionierung der Strahlungsquelle.
4. Verwendung von getönten Strahlerröhren zur Reduzierung der Blendwirkung (in unserem Lieferprogramm enthalten).
5. Vergrößerung des Betrachtungsabstandes.
6. Reduzierung der Expositionszeiten.
7. Einhaltung von Pausenzeiten.
8. Anbringen geeigneter Warnzeichen.
9. Unterweisung von Personen zu den strahlungsoptischen Gefährdungen hinsichtlich der Anwendung geeigneter Schutzmaßnahmen.

## Gesetzliche Vorschriften:

Für die Einhaltung der gesetzlichen Vorschriften zum Schutz der Beschäftigten an den Arbeitsplätzen ist der Arbeitgeber verantwortlich. Hier eine Übersicht mit den wichtigsten strahlungsoptischen Vorschriften:

1. DIN EN 62471:2008, Photobiologische Sicherheit von Lampen und Lampensystemen.
2. DIN EN 14255-1:2005, Messung und Beurteilung von personenbezogenen Expositionen gegenüber inkohärenter optischer Strahlung – Teil 1: Von künstlichen Quellen am Arbeitsplatz emittierte ultraviolette Strahlung.
3. DIN EN 14255-2:2005, Messung und Beurteilung von personenbezogenen Expositionen gegenüber inkohärenter optischer Strahlung – Teil 2: Sichtbare und infrarote Strahlung künstlicher Quellen am Arbeitsplatz.
4. BGI 5006, Expositionsgrenzwerte für künstliche optische Strahlung, Oktober 2004.
5. Richtlinie 2006/25/EG des Europäischen Parlaments und des Rates (Juni 2007).
6. OstrV, Verordnung zum Schutz der Beschäftigten vor Gefährdungen durch künstliche optische Strahlung, Juli 2010.
7. TROS, Technische Regeln zur Arbeitsschutzverordnung zu künstlicher optischer Strahlung: Inkohärente Optische Strahlung, November 2013, GMBI 2013 S. 1302 (Nr. 65-67).

Diese Dokumente sind relativ umfangreich und im Detail kompliziert. Nur ein geschulter Fachmann mit physikalischem Hintergrund kann die geltenden Grenzwerte für spezielle Strahler berechnen, notwendige Messungen durchführen und eine entsprechende Gefahrenanalyse vornehmen. Wir können Sie bei der Optimierung Ihrer Schutzmaßnahmen vor Ort unterstützen.

## Klassifizierung der Gefährdungsarten:

Prinzipiell werden unten stehende Gefährdungsarten unterschieden. Für die Haut und den Augenvordergrund (Hornhaut, Bindehaut, Augenlinse) ist der gesamte Spektralbereich von 180 – 3000 nm von Bedeutung. Ein Großteil der UV-Strahlung sowie das gesamte mittlere und ferne Infrarot werden von den vorderen Augenmedien absorbiert, daher gelangt nur der Wellenbereich von 300 – 1400 nm auf die Netzhaut. Welche Gefährdungsarten relevant sind, hängt vom Strahlertyp ab.

- a) **Aktinisches UV:** Der Spektralbereich zwischen 180 und 400 nm (Ultraviolett) kann bei einer ungeschützten Bestrahlung von Auge oder Haut zu Schädigungen führen, wobei für diese Gefährdungsart insbesondere der Wellenlängenbereich um 280 nm zu beachten ist.
- b) **UV-A:** Der Spektralbereich von 315 – 400 nm ist für die Augenlinse (Linsentrübung) besonders kritisch.
- c) **Blaulichtgefahr:** Gefährdung insbesondere der Augennetzhaut. Für diese Gefährdungsart ist ein Großteil des sichtbaren Lichts zu berücksichtigen sowie auch teilweise die UV-Strahlung (Spektralbereich zwischen 300 und 700 nm), wobei der blaue Lichtanteil (400 – 490 nm) besonders effektiv schädigen kann (photochemische Schädigung). Aufgrund der Blendwirkung ist auf natürliche Weise in vielen Fällen bereits ein ausreichender Schutz gegeben (Lidschlußreflex).
- d) **Auge Infrarot:** Der Spektralbereich zwischen 780 und 3000 nm kann zu einer thermischen Schädigung der Hornhaut führen.
- e) **Netzhaut thermisch:** Je nach Sichtbarkeit unterscheidet man zwischen starkem (380 bis 1400 nm) und schwachem (780 bis 1400 nm) visuellen Reiz. Entscheidend für die Bewertung ist unter anderem die scheinbare Größe (Sichtwinkel) der Strahlungsquelle. Geschädigt wird unter Umständen die Netzhaut. Abgesehen vom Laser sind am Arbeitsplatz praktisch keine Quellen bekannt, die eine thermische Schädigung der Netzhaut verursachen können.
- f) **Haut thermisch:** Der Spektralbereich zwischen 380 und 3000 nm kann zu Verbrennungen der Haut führen. Aufgrund starker Schmerzempfindungen und resultierender Reflexabwehrreaktionen werden die zulässigen Grenzwerte praktisch nie erreicht.

## Risikogruppen nach DIN EN 62471:

Die Einteilung in Risikogruppen gibt einen Hinweis auf potentielle Gefahren. Abhängig von der Bestrahlungsdauer und anderen Faktoren des Gebrauchs können diese potentiellen Gefahren reale Gefährdungen werden. Für die Zuordnung der Risikogruppen ist ein Vergleich zwischen Grenzwerten und Messwerten erforderlich.

- Risikogruppe 0 (freie Gruppe):** Die Strahlungsquelle stellt keine photobiologische Gefahr dar.
- Risikogruppe 1 (geringes Risiko):** Aufgrund normaler Einschränkungen durch das Verhalten des Anwenders stellt die Quelle keine Gefahr dar.
- Risikogruppe 2 (mittleres Risiko):** Aufgrund von Abwendreaktionen bei hellen Lichtquellen oder thermischer Unbehaglichkeit stellt die Quelle keine Gefahr dar.
- Risikogruppe 3 (hohes Risiko):** Auch bei kurzzeitiger, flüchtiger Bestrahlung stellt die Strahlungsquelle eine Gefahr dar. Zusätzliche Schutzmaßnahmen sind einzuplanen.

## Beispielhafte Evaluierung ausgewählter OPTRON-Strahler:

Für einen Abstand von einem Meter senkrecht zum jeweils betrachteten Strahlertyp wurden die Grenzwerte für die Strahlungsexposition auf der Grundlage der bekannten Spektren berechnet und mit den Messwerten verglichen. Die Strahler wurden mit maximaler Leistung (ohne Dimmung) betrieben. Für andere Messabstände und/oder eine andere Anordnung von Strahlern lassen sich analoge Untersuchungen durchführen. Alle betrachteten Strahler haben eine klare Glasröhre; getönte Glasröhren verursachen ein modifiziertes Abstrahlungsspektrum und eine reduzierte Blendwirkung. Die folgende Tabelle gilt für den Fall, dass der Anwender der Strahlung direkt ausgesetzt ist bzw. der Blick direkt auf den Strahler gerichtet ist.

Tabelle: Gefahrenbewertung für ausgewählte OPTRON-Strahler, Abstand: 1m

- : sicher , + : mögliche Grenzwertüberschreitung , +/- : Übergangsbereich

Gefährdungsart Strahlertyp	a)	b)	c)	d)	e)	f)	Risiko- gruppe
NIR <sup>1)</sup>	+	+	+	+	-	-	2
Kurzwellen <sup>2)</sup>	+/-	-	+/-	+	-	-	0
Schnelle Mittelwellen <sup>3)</sup>	-	-	-	+	-	-	0
Schnelle Mittelwellen, Typ C <sup>4)</sup>	-	-	-	+	-	-	0
Mittelwellen <sup>5)</sup>	-	-	-	+	-	-	0

- 1) Einzelstrahler 600.1164 im Modul IRD X380N, 3 kW, beheizte Länge: 284 mm
- 2) Einzelstrahler 600.1101 im Modul IRD X380SM, 2 kW, beheizte Länge: 280 mm
- 3) Einzelstrahler 600.1193 im Modul IRD X380SM, 2 kW, beheizte Länge: 280 mm
- 4) Modul IRE 380ZSM-C mit 2 x Zwillingstrahler 1.5 kW 600.1197, beheizte Länge: 286 mm
- 5) Modul 600.7054 mit 1 x Zwillingstrahler 1.4 kW 600.7004, beheizte Länge: 729 mm

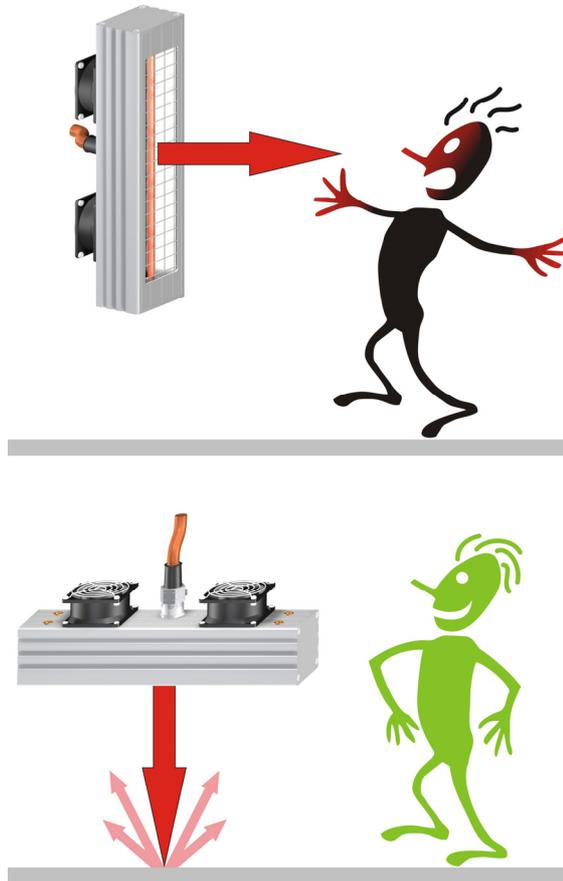
Durch eine Reduzierung der täglichen kumulativen Expositionszeit auf unter 10 Minuten und eine Einzelexpositionszeit unter 3 Minuten oder eine Abstandsvergrößerung lässt sich im Beispiel ‚NIR‘ eine Grenzwertüberschreitung verhindern. Alternativ und unter ergonomischen Gesichtspunkten als Blendschutz empfehlen wir unsere Schutzbrille IRS1-5.

Die Gefährdungen a) bis c) sind im Beispiel ‚Kurzwellen‘ deutlich geringer ausgeprägt. Die zulässige tägliche kumulative Expositionszeit liegt hier bei mindestens 2 Stunden, die Einzelexpositionszeit bei 4 Minuten. Es ist nicht vorstellbar, dass man sich dieser unangenehmen Exposition so lange freiwillig aussetzen könnte. Als Schutz und Blendschutz empfehlen wir unsere Schutzbrille IRS1-4.

Bei Verwendung unserer Schutzbrillen verschieben sich die Grenzwerte für das Auge für obige Beispiele in unerreichbare Regionen.

Für den Blendschutz unseres IR-Spots (hohe Leuchtdichte!) bieten unsere Schutzbrillen bei direktem Blick in den Strahler keinen vollständigen Schutz! Wir empfehlen hier einen Sichtschutz.

In der Regel ist der Anwender der Strahlung nicht direkt ausgesetzt. Die zu berücksichtigende Strahlung wird meist erst nach Streuung oder diffuser Reflexion an Grenzflächen, z.B. eine Kunststoffplatte, wirksam. Dadurch kommt es zu einer deutlichen Abschwächung, so dass in vielen Fällen die Grenzwerte nicht überschritten werden können.



**Alle Angaben ohne Gewähr!**

**Für belastbare Aussagen ist eine Evaluierung vor Ort erforderlich!**

## Schutzbrillen

### Typ IRS1-4 Infrarot-Schutzbrille



Schutzbereich: Schutzklasse 4 (Schweißerschutz gemäß DIN EN 169)  
Schutz vor infraroter Strahlung für folgende Strahlertypen aus unserem Lieferprogramm:

Schnelle, mittelwellige Strahler  
Schnelle, mittelwellige Strahler, Typ C  
Mittelwellige Strahler  
Keramische Strahler

Reduzierung des sichtbaren Spektrums auf 5 Prozent

Trageeigenschaften: passt über Korrekturbrillen  
4-fach verstellbarer Bügel  
druckfreier Sitz  
uneingeschränkter Sichtbereich

Material: Polycarbonat

Artikel-Nr.: Z200100

### Typ IRS1-5 Infrarot-Schutzbrille



Schutzbereich: Schutzklasse 5 (Schweißerschutz gemäß DIN EN 169)  
UV-Schutz, Blendschutz und Schutz vor infraroter Strahlung für folgende Strahlertypen aus unserem Lieferprogramm:

NIR-Strahler  
Kurzwellige Strahler

Reduzierung des sichtbaren Spektrums auf 1,5 Prozent

Trageeigenschaften: passt über Korrekturbrillen  
4-fach verstellbarer Bügel  
druckfreier Sitz  
uneingeschränkter Sichtbereich

Material: Polycarbonat

Artikel-Nr.: Z200101