

## 3 Infrarotstrahler



English version follows after the German

3.1	Übersicht Infrarotstrahler	3-4
3.2	Langwellige Keramikstrahler	5-9
3.3	Mittelwellige Quarzstrahler	10-13
3.4	Kurzwellige Quarzstrahler	14-18
3.5	Heizfelder	19
3.6	ComfortSun für den In- und Outdooreinsatz	20
3.7	Service	21-25



Mit Infrarotstrahlung können verschiedenste Materialien kontaktlos erwärmt werden. Der Energietransfer vom Strahler zum Produkt erfolgt quasi unmittelbar mit dem Anschalten. Denn Wärmestrahlung ist als elektromagnetische Strahlung so schnell wie Licht und nicht angewiesen auf „träge“ Transportmedien. **Infrarotstrahler** können daher sowohl im Vakuum als auch in Umgebungsatmosphäre eingesetzt werden. Die verschiedenen Bauformen und Infrarot-Wellenlängen ermöglichen eine Verwendung in den unterschiedlichsten Anwendungen. Die Entscheidungstabellen im Servicekapitel 3.7 sind eine nützliche Auswahlhilfe. Als erste Orientierung dient die folgende Übersicht.



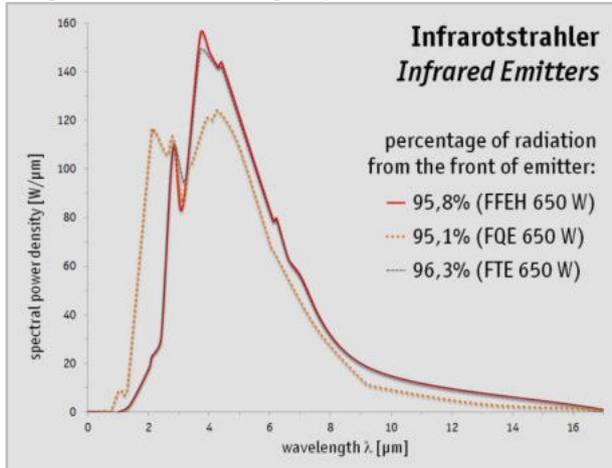
3.1	Übersicht Infrarotstrahler	3-4
3.2	Langwellige Keramikstrahler	5-9
3.2.1	Vollkeramikstrahler	
3.2.2	Hohlkeramikstrahler	
3.2.3	Birnenförmige Strahler	
3.2.4	Thermoelement	
3.2.5	Langwellige IR-Systeme & Zubehör	
3.2.5.1	Reflektoren für Keramikstrahler	
3.2.5.2	Projektoren für Keramikstrahler	
3.2.5.3	Zubehör	
3.3	Mittelwellige Quarzstrahler	10-12
3.3.1	Quarzstrahlerkassetten	
3.3.2	Quarzglasstäbe	
3.3.3	Brezelstrahler STQH	
3.3.4	Thermoelement	
3.3.5	Zubehör	
3.4	Kurzwellige Quarzstrahler	13-17
3.4.1	Quarz-Halogen-Strahler	
3.4.2	Quarz-Wolfram-Strahler	
3.4.3	Kurzwellige IR-Systeme & Zubehör	
3.4.3.1	FAST-IR-Module	
3.4.3.2	Steuerung	
3.4.3.3	Zubehör	
3.5	Heizfelder	18
3.6	ComfortSun für den In- und Outdooreinsatz	19
3.7	Service	20-24
3.7.1	Auswahl nach Anwendung	
3.7.2	Auswahl nach Temperatur bzw. Wellenlänge	
3.7.3	Auswahl nach Spektren	
3.7.4	Benutzerhinweise	



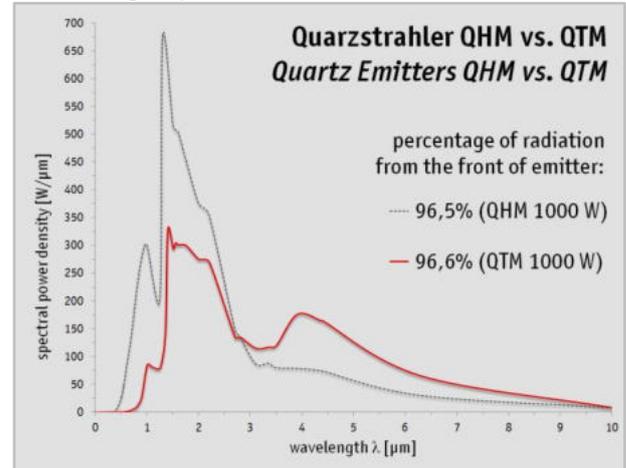
## 3.1 Übersicht Infrarotstrahler



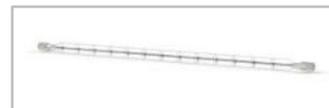
### lang- und mittelwellige Spektren



### kurzwellige Spektren



FQE  
Quarzstrahlerkassette



QHM  
Quarz-Halogen-Strahler



FTE  
Keramikstrahler



QTM  
Quarz-Wolfram-Strahler



FFEH  
Keramikhohlstrahler



Infrarotstrahler werden anhand des Peaks ihrer abgestrahlten Wellenlängen in drei Typen unterschieden:

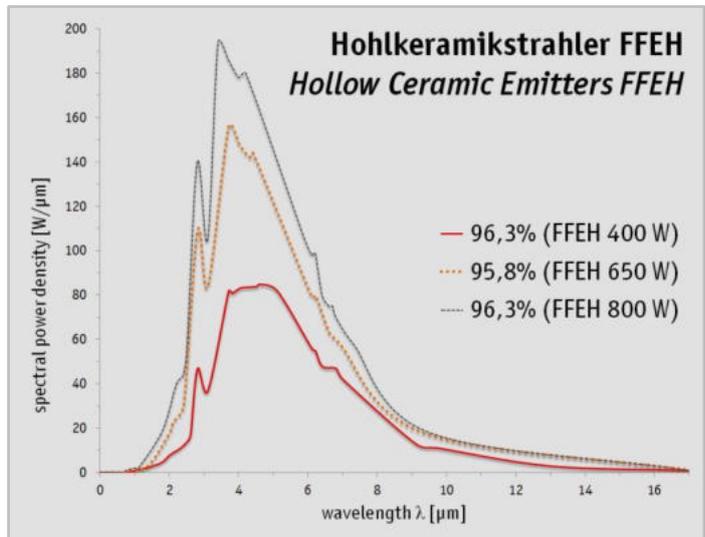
- langwellige Strahler, Wellenlänge 3-15  $\mu\text{m}$  (z. B. Keramikstrahler) ▶ siehe 3.2
- mittelwellige Strahler, Wellenlänge 1,4-3  $\mu\text{m}$  (z. B. Quarzstrahlerkassetten) ▶ siehe 3.3
- kurzwellige Strahler, Wellenlänge 0,75-1,4  $\mu\text{m}$  (z. B. Quarz-Halogen-Strahler) ▶ siehe 3.4

Je wärmer der abstrahlende Körper ist, umso kurzwelliger ist die Strahlung. Und je kurzwelliger die Strahlung ist, umso größer ist der Lichtanteil. Unsere langwelligeren Keramikstrahler erreichen max. 680 °C an der Strahleroberfläche und emittieren so gut wie kein Licht. Unsere Quarz-Halogen-Strahler dagegen sind sehr hell und mit mehr als 2500 °C entsprechend heiß.

Welcher Strahlertyp für Ihre Anwendung der richtige ist, hängt von vielen Faktoren ab. Für die meisten Anwendungen wird eine möglichst breite Überdeckung von abgestrahlter Wellenlänge und Absorptionsspektrum des zu erwärmenden Materials angestrebt. Das bedeutet hohe Effizienz bei der Umsetzung von Strahlungsenergie im Material und folglich eine sehr schnelle Erwärmung. Jedoch gibt es Ausnahmen von der Regel. So kann bzw. muss man bei sehr hohen benötigten Energiedichten, zyklischen Prozessen, transparenten, dünnen oder schlecht wärme leitenden Materialien u. U. bewusst auf Strahler setzen, deren Emissionscharakteristik stark abweicht von der Absorptionscharakteristik des zu verarbeitenden Materials. Letztlich werden in vielen Anwendungen, dazu zählt auch das Thermoformen, tatsächlich alle drei grundsätzlichen Strahlertypen erfolgreich eingesetzt, langwellige Keramikstrahler,

mittelwellige Quarzstrahler und kurzwellige Halogenstrahler. Das allein zeigt, dass neben der richtigen Abstimmung von Strahler und Material vor allem auch die Verwendung einer geeigneten Regelungs- und Steuerungstechnik von entscheidender Bedeutung ist. So sind es in den meisten Fällen gar nicht die Strahler, sondern eine ungeeignete oder falsch programmierte Prozesssteuerung, die der gewünschten Prozess- und Produktqualität im Wege steht.

Neben Energieeffizienz und Prozessgeschwindigkeit gibt es außerdem ganz pragmatische Kriterien, die es bei der Auswahl der passenden Strahlertypen zu beachten gilt. So sind Keramikstrahler sehr robust und können auch in einer staubigen Atmosphäre verwendet werden. Aufgrund ihrer Masse reagieren sie zwar eher träge, emittieren jedoch ein breites Infrarotspektrum, so dass man sie auch als "Allzweckwaffe" bezeichnen kann. Wenn es um kurze Aufheizzeiten und eine hohe Energiedichte geht, sind ihnen die Quarz-Halogen-Strahler jedoch deutlich überlegen. Diese sind dafür ebenso wie die mittelwelligen Quarzelemente zerbrechlich und anfällig gegen Verschmutzung.



Noch ein Hinweis zum Thema Strahlungsleistung. Diese erhöht sich nicht zwangsläufig proportional zur elektrischen Strahler-Leistung. Wie Sie an der rechten Spektralanalyse eines Keramik-Hohlstrahlers (FFEH) erkennen können, wandert nämlich die Peak-Wellenlänge (Wellenlängen-Maximum) mit höheren Leistungen und damit höheren Temperaturen des Strahlers hin zu kürzeren Wellenlängen. Das ändert die Emissionscharakteristik und darüber zwangsläufig die Energieeffizienz der Infrarot-Erwärmung.

Um Ihnen die Vorauswahl weiter zu erleichtern, finden Sie in den nachstehenden Tabellen eine Gegenüberstellung wichtiger Merkmale der drei Strahlertypen:



langwellige Keramikstrahler ▶ siehe 3.2	
Nutzbare emittierte Wellenlänge	2 – 10 μm
Aufheizzeit (T <sub>85%</sub> )	6 – 13 Minuten
Integriertes Thermoelement möglich	Ja
Zertifizierungen	größtenteils UL
Sondergrößen möglich	Nein



mittelwellige Quarzstrahlerkassetten ▶ siehe 3.3	
Nutzbare emittierte Wellenlänge	1,5 – 8 μm
Aufheizzeit (T <sub>85%</sub> )	4 - 6 Minuten
Integriertes Thermoelement möglich	Ja
Zertifizierungen	teilweise UL
Sondergrößen möglich	Nein



kurzwellige Quarz-Strahler ▶ siehe 3.4	
Nutzbare emittierte Wellenlänge	1 – 6,5 μm
Aufheizzeit (T <sub>85%</sub> )	wenige Sekunden
Integriertes Thermoelement möglich	nein
Zertifizierungen	keine
Sondergrößen möglich	ja

Einsatzbeschränkungen für Infrarotstrahler:

Nicht alle Oberflächen und Materialien lassen sich infrarot erwärmen. Problematisch sind sehr stark glänzende metallische Oberflächen. Poliertes Aluminium z. B. hat einen Reflektionswert von 0,9, d. h. 90% der Strahlung wird reflektiert und nur 10% absorbiert bzw. transmittiert (durchgeleitet). Eine geeignete Beschichtung oder Lackierung kann hier Abhilfe schaffen. Sehr dünne Materialien mit weniger als 0,1 mm Stärke oder transparente Materialien sind ebenfalls schwierig. Aber auch hierfür gibt es Lösungen, sprechen Sie uns an!

Detaillierte Auswahlhilfen finden Sie im Kapitel 3.7



## 3.2 Langwellige Keramikstrahler



**Langwellige Keramikstrahler** sind robust, standardisiert und preisgünstig. Bei Strahlertemperaturen von 300 °C bis 750 °C emittieren Keramikstrahler mittel- bis langwellige IR-Strahlung zwischen 2 und 10 µm. Die meisten Kunststoffe und viele andere Materialien absorbieren dieses Wellenlängenspektrum sehr gut. Grundsätzlich gibt es zwei Typen: Vollkeramikstrahler und Hohlkeramikstrahler. Letztere haben einen Hohlraum hinter den Heizwendeln, der für kürzere Aufheiz- und Abkühlzeiten sowie für geringere Wärmeverluste zur Rückseite hin sorgt. Beide gibt es in standardisierten Abmessungen, sowohl mit als auch ohne Thermoelement. Darüber hinaus gibt es passendes Zubehör wie Reflektoren, die auch bei Vollkeramikstrahlern einen nach vorn gerichteten Strahlungsanteil von über 95% erreichen.

### 3.2.1 Vollkeramikstrahler



Aufgrund ihres breitbandigen Emissionsspektrums (siehe Kapitel 3.7 Service) und ihrer hervorragenden Eigenschaften wie sehr hohe Lebensdauer, leichte Austauschbarkeit und exakte Positionierbarkeit werden **Vollkeramikstrahler** bei vielen verschiedenen Anwendungen eingesetzt. Klassische Beispiele sind das Thermoformen, Vorwärmen und Trocknen beim Drucken und Lackieren. Nicht-industrielle Anwendungen sind z. B. Infrarot-Saunas, Terrassen-Heizstrahler oder Wärmebrücken zum Warmhalten von Speisen.

Die Oberfläche der Strahler ist weiß glasiert und somit vor Verschmutzung und Oxidation geschützt. Eine Glasierung in schwarz und gelb ist optional möglich. Die gelbe Glasierung verändert im heißen Zustand ihre Farbe, so dass defekte Strahler in einem Feld schnell lokalisiert werden können.

Die Strahler können flach oder gewölbt sein. Bei den flachen Strahlern ist die Strahlung diffuser, deswegen können die Abstände zum Material 100 mm oder weniger betragen, bei gewölbten Strahlern empfehlen wir einen Abstand zwischen 100 und 200 mm. In Heizfeldern sollten die Strahler mit mindestens 5 mm Abstand untereinander verbaut werden. Grundsätzlich gilt: je geringer der Strahlungsabstand, desto geringer sind die Strahlungsverluste und je dichter die Elemente zueinander verbaut sind, desto homogener ist das Wärmebild.

Vollkeramikstrahler	Standard	Option
<b>Anschluss</b>	100 mm beperlte Litze (150 mm bei SFSE)	andere Länge möglich
<b>Farbe</b>	weiß	schwarz, gelb
<b>Thermoelement</b>	Typ K (patentierter Cerix-Ausführung)	Typ J (keine Cerix-Ausführung)
<b>Befestigung</b>	Anschlussblock mit Feder & Clip	keine
<b>Dimension</b>	siehe Tabelle	keine
<b>Spannung / Leistung</b>	230V / siehe Tabelle	andere möglich

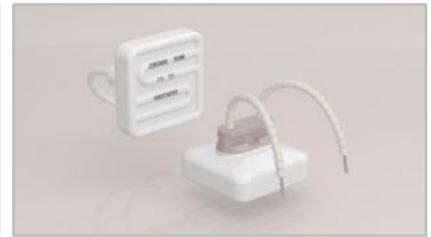
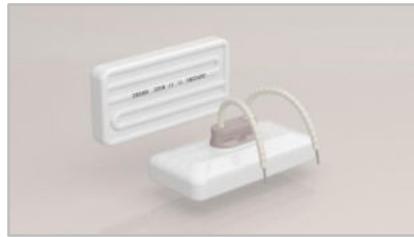
Typ	Abmessungen	Leistung (bei 230 V)
<b>FTE*</b> (Full Trough Element) <b>FFE*</b> (Full Flat Element)	245 x 60 x 31 mm 245 x 60 x 24 mm	150W, 250W, 300W, 400W, 500W, 650W, 750W, 1000W
<b>HTE*</b> (Half Trough Element) <b>HFE*</b> (Half Flat Element)	122 x 60 x 31 mm 122 x 60 x 24 mm	125W, 150W, 200W, 250W, 325W, 500W
<b>QCE</b> (Quarter Curved Element)	60 x 55 x 40 mm	150W, 250W
<b>QTE</b> (Quarter Trough Element) <b>QFE</b> (Quarter Flat Element)	60 x 60 x 31 mm 60 x 60 x 24 mm	125W, 250W
<b>SFSE*</b> (Square Flat Solid Element)	122 x 122 x 24 mm	150W, 250W, 300W, 350W, 400W, 500W, 650W, 750W
<b>LFTE</b> (Large FTE)	245 x 110 x 37 mm	1000W, 1500W
<b>LFFE</b> (Large FFE)	245 x 95 x 24 mm	150W, 650W, 750W, 1400W

\* mit UL





#### 3.2.2 Hohlkeramikstrahler



**Hohlkeramikstrahler** werden mit einem rückseitigen Hohlraum gefertigt, der als Wärmebarriere dient. So wird weniger Wärme nach hinten abgestrahlt, was sowohl die Energieressourcen als auch die umgebende Gehäusekonstruktion schont. Durch ihre geringere Masse verringern sich die Aufheizzeiten verglichen mit Vollkeramikstrahlern um ca. 40%, so dass ihr Einsatz vor allem in zyklischen und häufig unterbrochenen Prozessen sinnvoll ist.



Auch wenn es mithilfe von Reflektoren möglich ist, mit Vollkeramikstrahlern eine nahezu gleiche Energieeffizienz zu erreichen, besitzt der Hohlstrahler den Vorteil, dass er auch ohne Reflektor effizient arbeiten kann und bei Verwendung mit Reflektor diesen "schont", weil weniger strapaziert. Letztlich ist er aufgrund der konstruktiv "eingebauten" Strahlungseffizienz auch weniger auf die einwandfreie Funktion des Reflektors angewiesen.

Das ist ein nicht unbedeutender Aspekt, können Reflektoren in der industriellen Praxis, bedingt durch Verschmutzung, aggressive Medien und extreme Hitzeentwicklung, doch schnell an Wirksamkeit verlieren.

Die Hohlstrahler sind aufgrund des eingebauten Hohlraumes dicker als die Vollstrahler und immer flach.

Hohlkeramikstrahler	Standard	Option
<b>Anschluss</b>	120 mm beperlte Litze	andere Länge möglich
<b>Farbe</b>	weiß	schwarz, gelb
<b>Thermoelement</b>	Typ K (Cerix-Ausführung)	Typ J (keine Cerix-Ausführung)
<b>Befestigung</b>	Anschlussblock mit Feder & Clip	keine
<b>Dimension</b>	siehe Tabelle	keine
<b>Spannung / Leistung</b>	230V / siehe Tabelle	andere möglich

Typ	Abmessungen	Leistung (bei 230 V)
<b>FFEH (Full Flat Element Hollow)</b>	245 x 60 x 36 mm	250W, 300W, 400W, 500W, 600W, 800W
<b>HFEH (Half Flat Element Hollow)</b>	122 x 60 x 36 mm	125W, 200W, 250W, 300W, 400W
<b>QFEH (Quarter Flat Element Hollow)</b>	60 x 60 x 36 mm	125W, 200W
<b>SFEH (Square Flat Element Hollow)</b>	122 x 122 x 36 mm	250W, 300W, 400W, 500W, 600W, 800W





#### 3.2.3 Birnenförmige Strahler



Der **birnenförmige Infrarotstrahler** mit E27-Sockel ist eine einfach zu installierende Hohlstrahler-Variante, die vor allem in der Tierzucht sehr verbreitet ist. Für die Installation können wir Ihnen keramische E27-Fassungen und auch passende Reflektoren liefern.

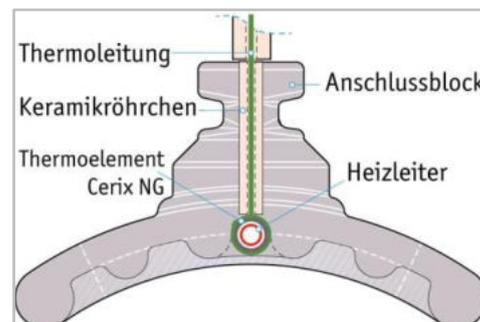
birnenförmige Strahler	Standard	Option
<b>Anschluss</b>	E27 Gewinde	keine
<b>Farbe</b>	weiß	schwarz, gelb
<b>Thermoelement</b>	nicht möglich	keine
<b>Befestigung</b>	E27 Gewinde	keine
<b>Dimension</b>	siehe Tabelle	keine
<b>Spannung / Leistung</b>	230V / siehe Tabelle	keine

Typ	Abmessungen	Leistung (bei 230 V)
<b>ESE-B (Edison Screw Element Baby)</b>	∅ 65 x 140 mm (E27)	60W, 100W
<b>ESE-S (Edison Screw Element Small)</b>	∅ 80 x 110 mm (E27)	60W, 100W
<b>ESE-R (Edison Screw Element Regular)</b>	∅ 95 x 140 mm (E27)	150W, 250W
<b>ESE-XL (Edison Screw Element EXtra Large)</b>	∅ 140 x 137 mm (E27)	300W, 400W

#### 3.2.4 Thermoelement



Ein Thermoelement Typ K (NiCr-Ni) kann in die Elemente integriert werden. Durch die patentierte Cerix-Technologie kann es exakt positioniert werden, somit werden schnellste Ansprechzeiten und reproduzierbare Messungen ebenso gewährleistet wie eine Austauschbarkeit mit anderen Strahlern.



## 3.2.5 Langwellige IR-Systeme & Zubehör



In der industriellen Praxis haben sich verschiedene IR-Systeme mit Keramikstrahlern etabliert. Dazu zählen Reflektoren und Projektoren. Letztere sind im Prinzip Reflektoren mit Gehäuse, was eine autarke Verwendung als Stand-alone-Lösung erlaubt. Reflektoren hingegen werden häufig als Baugruppe in größere Anlagen, Strahlerfelder oder Strahlergerüste integriert.

### 3.2.5.1 Reflektoren für Keramikstrahler



Mit Hilfe der **Reflektoren** können Keramikstrahler ganz einfach installiert werden. Die Strahler werden im Reflektor befestigt und der Reflektor wird über die beiden Innengewinde angeschraubt.

Die polierte aluminiumbeschichtete Oberfläche der Reflektoren sorgt für eine optimale Reflektion der Wärmestrahlung. Durch die Ausrichtung nach vorne werden die Strahlungsverluste zur Rückseite minimiert und gleichzeitig bietet der Reflektor einen mechanischen Schutz der Strahler und vor allem der Anschlüsse. Reflektoren gibt es standardmäßig für ein bis fünf Keramikstrahler. Sie kommen ebenfalls zum Einsatz, wenn wir kundenspezifische Heizfelder herstellen ( ▶ siehe Kapitel 3.5).

Typ	passend für	Abmessungen (L x B x H)
RAS 0,5	1 HTE / HFE / HFEH / QTE / QFE / QFEH	160 x 100 x 60 mm (inkl. Bolzen)
RAS S	1 FTE / FFE / FFEH	250 x 92 x 44 mm (inkl. Bolzen)
RAS 1	1 FTE / FFE / FFEH	254 x 100 x 60 mm (inkl. Bolzen)
RAS Q	1 SFSE / SFEH	160 x 170 x 60 mm (inkl. Bolzen)
RAS 2	2 FTE / FFE / FFEH	504 x 100 x 60 mm (inkl. Bolzen)
RAS 3	3 FTE / FFE / FFEH	754 x 100 x 60 mm (inkl. Bolzen)
RAS 4	4 FTE / FFE / FFEH	1004 x 100 x 60 mm (inkl. Bolzen)
RAS 5	5 FTE / FFE / FFEH	1254 x 100 x 60 mm (inkl. Bolzen)
E27*	1 ESE	Ø 220 x 110 mm

\* ohne Anschlussstein und Litze  
Sondergrößen sind auf Anfrage erhältlich. Fertigung auch in Edelstahl möglich.

#### 3.2.5.2 Projektoren für Keramikstrahler



Ein Projektor ist im Prinzip ein Reflektor mit Gehäuse. Dieses Gehäuse ermöglicht eine einfache Befestigung z. B. an einem Trockengerüst. Die **Projektoren** können alternativ auch als Endgerät zur direkten Wandmontage verwendet werden. Die Halterungen dafür sind bereits vorhanden, ebenso wie 1,5 Meter Anschlussleitung mit Metallgliederschlauch.

Projektoren sind ideal geeignet für den Einsatz in der Farbtrocknung oder als Arbeitsplatzbeheizung. Sie verfügen allerdings über keinen IP-Schutz. Bei Verwendung in geschützten Außenbereichen empfehlen wir deshalb die IPx4-isolierte ComfortSun ( ▶ siehe 3.6 ComfortSun für den In- und Outdooreinsatz).

Typ	passend für	Abmessungen (L x B x H)
PAS 1	1 FTE / FFE / FFEH	258 x 94 x 76 mm (exkl. Befestigungswinkel)
PAS 2	2 FTE / FFE / FFEH	508 x 94 x 76 mm (exkl. Befestigungswinkel)
PAS 3	3 FTE / FFE / FFEH	758 x 94 x 76 mm (exkl. Befestigungswinkel)
PAS 4	4 FTE / FFE / FFEH	1008 x 94 x 76 mm (exkl. Befestigungswinkel)
PAS 5	5 FTE / FFE / FFEH	1258 x 94 x 76 mm (exkl. Befestigungswinkel)

Sondergrößen sind auf Anfrage erhältlich. Fertigung auch in Edelstahl möglich.

#### 3.2.5.3 Zubehör



##### E27-Fassung

Für die birnenförmigen Strahler werden temperaturbeständige Porzellanfassungen benötigt, da die herkömmlichen Fassungen schmelzen würden.



##### Stromschienen

Stromschienen (8 x 2 mm) werden zusammen mit Keramikanschlusssteinen verwendet, um eine flexible und wartungsfreie Leistungsverteilung zu erreichen.



##### Keramikanschlussstein

Der Keramikanschlussstein wird in Stromschienen-Systemen verwendet oder mit Edelstahleinsatz für den Direktanschluss.



##### V-Clips

V-Clips (inkl. Befestigungsschraube) verbinden Anschlussleitungen mit Stromschienen.



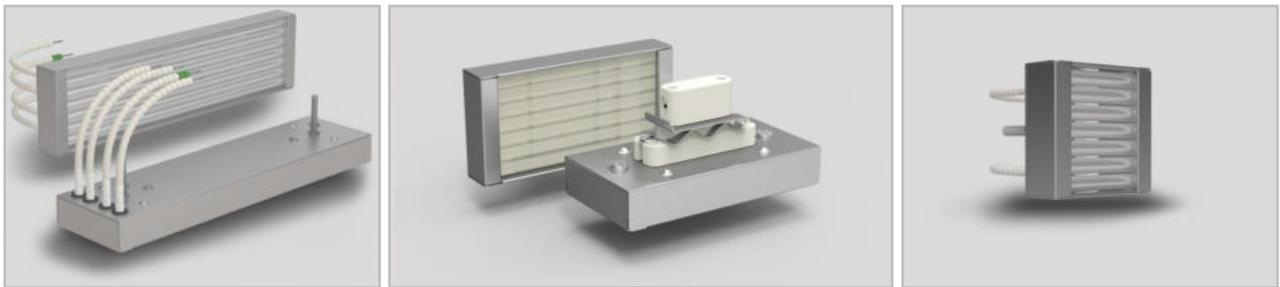
## 3.3 Mittelwellige Quarzstrahler



Bei den **mittelwelligen Quarzstrahlern** erwärmt ein Heizleiter Quarzglasröhren und versetzt das Glas dadurch in Schwingungen. Je nach Temperatur ist dabei ein dunkelrotes bis hell-oranges Leuchten zu sehen.

Quarz-Infrarotstrahler besitzen im mittel- und langwelligen infraroten Spektrum ein zu Keramikstrahlern vergleichbares Emissionsspektrum. Den Unterschied machen die kurzwelligeren Strahlungsanteile unter 3  $\mu\text{m}$ , die nur die Quarz-Infrarotstrahler aufweisen. Trotz vieler Überschneidungen unterscheiden sich daher die Anwendungsbereiche beider Strahlertypen. Aufgrund ihrer geringeren Masse haben sie kürzere Ansprechzeiten und empfehlen sich damit auch für zyklische oder häufig unterbrochene Arbeitsprozesse. Allerdings sind Quarzstrahler mechanisch anfälliger und z. B. für staubige Atmosphären nicht geeignet. Wir unterscheiden Kassetten und einzelne Stäbe.

### 3.3.1 Quarzstrahlerkassetten



**Quarzstrahlerkassetten** erzeugen nutzbare Wellenlängen zwischen 1,5 und 8  $\mu\text{m}$  und geben somit im Betrieb ein Glimmen ab. Das Gehäuse besteht aus aluminisiertem Stahl und verfügt über hervorragende Reflektionseigenschaften.

Standardmäßig erfolgt die Befestigung über M5 Gewindebolzen. Um eine Kompatibilität mit Keramikstrahlern zu erreichen, können Quarzstrahler mit einem Anschlussblock gefertigt werden.

Die Kassette beinhaltet sieben Rohre. Auf Wunsch kann im mittleren ein Thermoelement installiert werden.

Quarzstrahlerkassetten	Standard	Option
<b>Anschluss</b>	100 mm beperlte Litze	andere Längen möglich
<b>Farbe</b>	weißes Glas	keine
<b>Thermoelement</b>	Typ K	Typ J
<b>Befestigung</b>	M5 Gewindebolzen	Anschlussblock mit Feder & Clip
<b>Dimension</b>	siehe Tabelle	keine
<b>Spannung / Leistung</b>	230V / siehe Tabelle	andere möglich

Typ	Abmessungen	Leistung
<b>FQE (Full Quartz Element)</b>	247 x 62,5 x 22 mm	150W, 250W, 400W*, 500W*, 650W*, 750W*, 1000W*
<b>PFQE (Pillar Full Quartz Element)</b>	247 x 62,5 x 22 mm	150W, 250W, 400W*, 500W*, 650W*, 750W*, 1000W*
<b>HQE (Half Quartz Element)</b>	124 x 62,5 x 22 mm	150W, 250W, 325W, 400W, 500W
<b>PHQE (Pillar Half Quartz Element)</b>	124 x 62,5 x 22 mm	150W, 250W, 325W, 400W, 500W
<b>QQE (Quarter Quartz Element)</b>	62,5 x 62,5 x 22 mm	150W, 250W
<b>SQE (Square Quartz Element)</b>	124 x 124 x 22 mm	150W, 250W, 400W, 500W, 650W, 750W, 1000W

\* mit UL



#### 3.3.2 Quarzglasstäbe



Die mittelwelligen Infrarot-**Quarzglasstäbe** werden nach Kundenwunsch gefertigt. Sie werden z. B. in Toastern oder Strahlerfeldern in Trocknungsanlagen eingesetzt. Wie im Bild zu sehen, sind diverse Anschlussmöglichkeiten vorhanden. Quarzglasstäbe sind als Hell- oder Dunkelstrahler erhältlich und nur für den Horizontalbetrieb geeignet.



Quarzglasstäbe	Standard	Option
<b>Anschluss</b>	-	diverse
<b>Farbe</b>	weißes Glas	keine
<b>Thermoelement</b>	nicht möglich	keine
<b>Befestigung</b>	-	diverse
<b>Dimension</b>	Ø 10 / 11 / 13 mm - Länge: max. 1000 mm	diverse
<b>Spannung / Leistung</b>	-	diverse

#### 3.3.3 Brezelstrahler STQH



**Brezelstrahler** sind gebogene Quarzglasstäbe, die i. d. R. in Infrarotfeldern beim Thermoformen eingesetzt werden. Die nutzbare emittierte Wellenlänge beträgt 1,5 – 8 µm. Die Einbaulage muss immer horizontal sein. Spezielle Halterungen für die Strahler sind lieferbar.



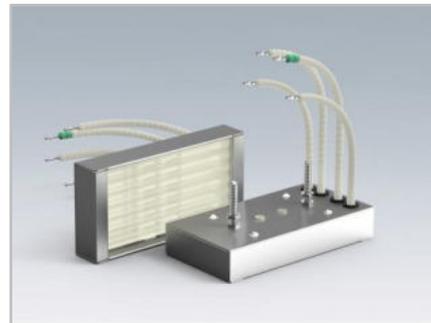
Brezelstrahler	Standard	Option
<b>Anschluss</b>	100 mm beperlte Litze	andere Längen möglich
<b>Farbe</b>	weißes Glas	keine
<b>Thermoelement</b>	nicht möglich	keine
<b>Befestigung</b>	STQH Clip	keine
<b>Dimension</b>	100 x 100 mm / 112 x 112 mm / 140 x 140 mm / 150 x 150 mm	andere möglich
<b>Spannung / Leistung</b>	230V / 150 – 650W	andere möglich



#### 3.3.4 Thermoelement



Bei den Quarzstrahlerkassetten kann ein Thermoelement integriert werden. Dieses wird in der mittleren der sieben Quarzröhren installiert. Üblich ist ein Thermoelement Typ K (NiCr-Ni), aber auch Typ J (Fe-CuNi) ist möglich. Bei den Quarzglasstäben und den Brezelstrahlern kann leider kein Thermoelement eingebaut werden.



#### 3.3.5 Zubehör



##### **Keramikanschlussstein**

Der Keramikanschlussstein wird in Stromschienen-Systemen verwendet oder mit Edelstahlinsatz für den Direktanschluss.



##### **V-Clips**

V-Clips (inkl. Befestigungsschraube) verbinden Anschlussleitungen mit Stromschienen.



##### **Stromschienen**

Stromschienen (8 x 2 mm) werden zusammen mit Keramikanschlusssteinen verwendet, um eine flexible und wartungsfreie Leistungsverteilung zu erreichen.

#### 3.4 Kurzwellige Quarzstrahler



**Kurzwellige Quarzstrahler** sind die Infrarotstrahler mit der höchsten Strahlungsintensität (bis zu  $20 \text{ W/cm}^2$ ). Sie bestehen aus einem gewendelten Wolframdraht in einem mit Edelgas gefüllten und hermetisch verschlossenen Quarzglas. Abhängig vom gewünschten Emissionsspektrum werden unterschiedlich gewendelte Heizleiter verwendet. Standardmäßig werden R7s-Anschlüsse eingesetzt wie sie auch bei Halogenstrahlern als Leuchtmittel gängig sind. Alternativ bieten wir verschiedene andere Befestigungen und Anschlüsse an.

Die Aufheiz- und Abkühlzeiten betragen wenige Sekunden, weshalb sie prädestiniert sind für Anwendungen mit kurzen Zykluszeiten, die schnell gestartet oder beispielsweise bei Bandstillstand schnell abkühlen müssen.

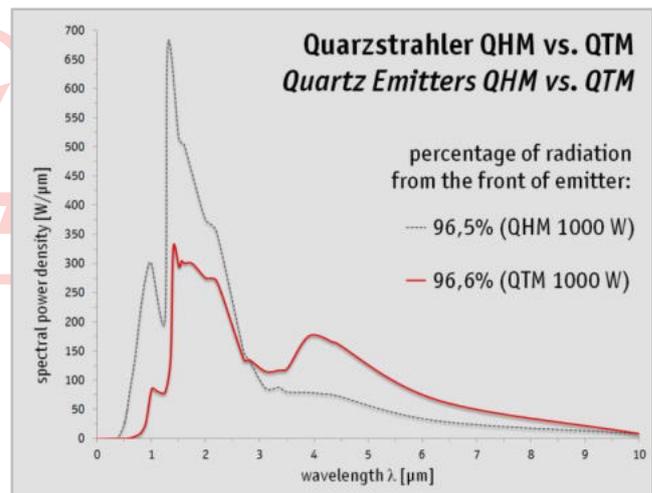
Passend zu den Strahlern sind Reflektoren aus aluminierem Stahlblech erhältlich. Um die Strahlung noch exakter auf das zu beheizende Gut auszurichten, kann das Glas an der Rückseite mit einer Beschichtung aus Keramik oder Gold ausgestattet werden.

Die kurzfristig lieferbaren Standards finden Sie in den Tabellen weiter unten. Ab 25 Stück produzieren wir gerne spezielle Strahler nach Ihren Wünschen. Auch Zwillingrohrstrahler mit einem einseitigen Anschluss können wir herstellen. Diese Doppelrohrstrahler verfügen außerdem über eine höhere Eigenstabilität, wodurch der Bau längerer Strahler möglich wird.

Generell sind die Strahler für horizontale Einbaulagen ausgelegt. Durch eine spezielle Abstützung der Heizwendel am Quarzglas ist ein diagonaler oder vertikaler Betrieb der Strahler möglich.

Der hohe Lichtanteil kann in einigen Einsatzfällen störend wirken. Eine rote Beschichtung des Glases dunkelt den Lichtanteil ab, ohne die Infrarotstrahlung zu beeinflussen.

Um die Lebensdauer der Strahler und Reflektoren zu optimieren, empfehlen wir eine Luftkühlung der Bleche. Temperaturen über  $350^\circ\text{C}$  im Bereich der kalten Enden der Heizung müssen in jedem Fall vermieden werden.





#### 3.4.1 Quarz-Halogen-Strahler



Die Wolframwendel wird bei **Quarz-Halogen-Strahlern** durch Abstandsspannen in der Mitte des Quarzrohrs gehalten. Dieser Abstand zum Glas ist notwendig, da der Heizdraht bis zu 2600 °C erreichen kann. Durch die hohe Temperatur der Wendel emittieren diese Heizungen bis zu 5% der Strahlung im sichtbaren Bereich (gelbliches bis weißes Licht). Wir empfehlen, die Strahler so einzubauen, dass man nicht direkt ins Licht sehen kann. In der Standardvariante darf der Strahler nur horizontal betrieben werden. Strahler für den vertikalen Betrieb können auf Wunsch produziert werden.

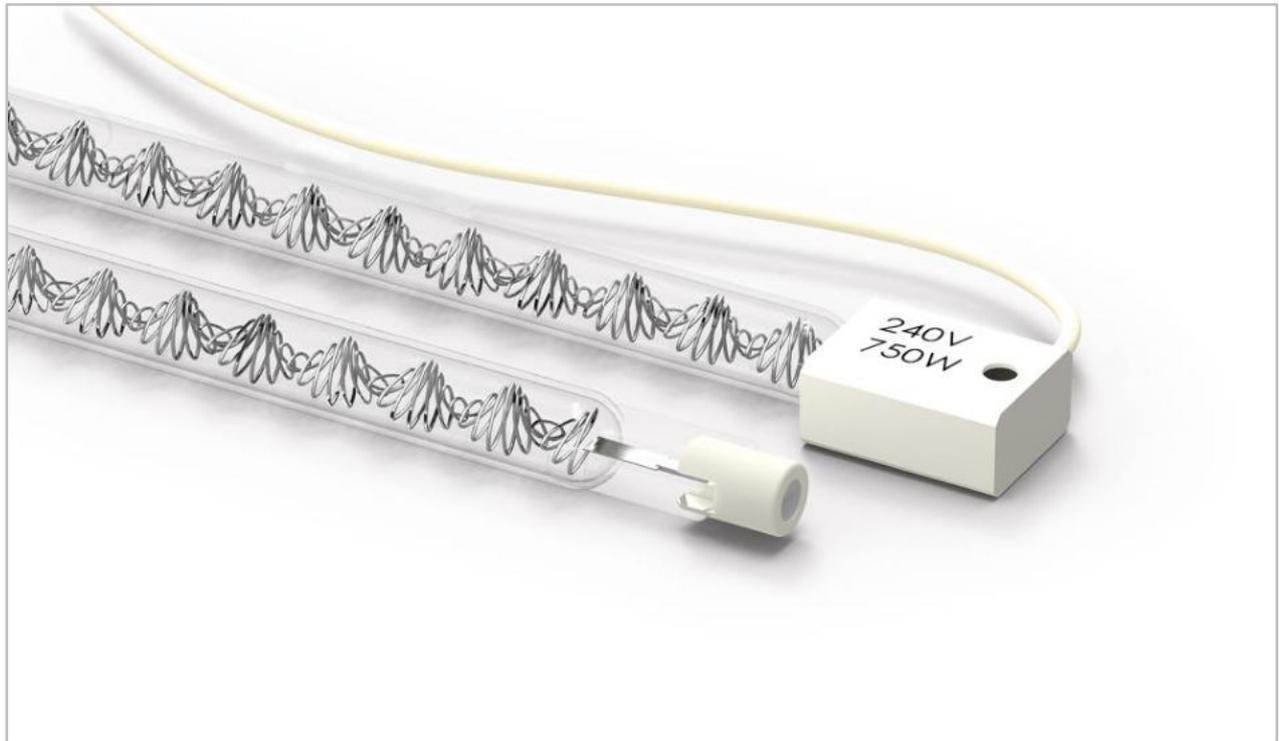
Quarz-Halogen-Strahler	Standard	Option
<b>Anschluss</b>	R7s	andere möglich
<b>Farbe</b>	Klarglas	rotes, keramik- oder goldbeschichtetes Glas
<b>Thermoelement</b>	nicht möglich	keine
<b>Befestigung</b>	durch Einspannen	keine
<b>Dimension</b>	Ø 10 mm siehe Tabelle	andere möglich max. Länge: 1200 mm (Zwillingsrohr: 23 x 11 mm oder 33 x 15 mm, Länge bis 3000 mm)
<b>Spannung / Leistung</b>	230V / siehe Tabelle	andere möglich

Typ	Leistung (bei 240 V)	Max. Wendeltemperatur	Gesamtlänge	Beheizte Länge	Rohr-Ø
<b>QHS</b>	750 W	2410 °C	224 mm	170 mm	10 mm
<b>QHM</b>	1000 W	2410 °C	277 mm	235 mm	10 mm
<b>QHL</b>	1500 W	2250 °C	473 mm	425 mm	10 mm
<b>QHL</b>	2000 W	2390 °C	473 mm	425 mm	10 mm





#### 3.4.2 Quarz-Wolfram-Strahler



Ein sternförmig gewendelter Heizleiter bei **Quarz-Wolfram-Strahlern** stützt sich bei jeder Umdrehung an drei Punkten am Quarzglas ab und erreicht eine hervorragende strukturelle Festigkeit. Der direkte Kontakt mit dem Glas ist nur möglich, weil die Temperatur des Heizleiters 1500 °C nicht übersteigt. Bei gleicher Leistung wird also deutlich mehr Heizleiter verwendet als bei den Strahlern mit gestützter Spirale. Dadurch ist die emittierte Strahlung nicht ganz so kurzwellig. Weiterhin ist ein Anteil sichtbaren Lichts vorhanden, dieser liegt aber eher im orangen bis dunkelgelben Spektrum.

Quarz-Wolfram-Strahler	Standard	Option
<b>Anschluss</b>	R7s	andere möglich
<b>Farbe</b>	Klarglas	rotes, keramik- oder goldbeschichtetes Glas
<b>Thermoelement</b>	nicht möglich	keine
<b>Befestigung</b>	durch Einspannen	keine
<b>Dimension</b>	Ø 10 mm Länge: siehe Tabelle	andere möglich max. Länge: 1200 mm (Zwillingsrohr: 23 x 11 mm oder 33 x 15 mm, Länge bis 3000 mm)
<b>Spannung / Leistung</b>	230V / siehe Tabelle	andere möglich

Typ	Leistung (bei 230 V)	Max. Wendeltemperatur	Gesamtlänge	Beheizte Länge	Rohr-Ø
<b>QTS</b>	750 W	1450 °C	224 mm	170 mm	10 mm
<b>QTM</b>	1000 W	1450 °C	277 mm	225 mm	10 mm
<b>QTL</b>	1500 W	1270 °C	473 mm	415 mm	10 mm
<b>QTL</b>	2000 W	1500 °C	473 mm	415 mm	10 mm



#### 3.4.3 Kurzwellige IR-Systeme & Zubehör



##### 3.4.3.1 FAST-IR-Module



Eine standardisierte Einheit für den Einsatz von Quarz-Halogen-Strahlern oder Quarz-Wolfram-Strahlern ist das **FAST-IR Modul**. Die verwendeten Reflektoren sind in ein leichtes aber stabiles Gehäuse mit integrierter Lüftung eingebaut. Fast-IR-Module können ebenso vielfältig eingesetzt werden wie die Strahler: von der Lacktrocknung über das Vorheizen von Folien bis hin zur Bedruckung oder thermischen Verformung von Textilien, Leder und Kunstleder in der Möbel- und Automobilindustrie.

Wahlweise können die Strahler mit gestützter Wendel oder Sternwendel verwendet werden.

Die eingebauten Axiallüfter sind für den Dauerbetrieb ausgelegt. Neben der Kühlung der Reflektoren und Strahler dient der gerichtete Luftstrom auch dem Abtransport der in vielen Anwendungen entstehenden Feuchtigkeit und Gase, die den Erwärmungsprozess behindern würden.

Neben den Standardgrößen fertigen wir jede Dimension nach Kundenwunsch. Für eine größere Anlage können mehrere dieser Module aneinander gereiht werden.

Typ	Abmessungen	Strahler	Leistung (bei 240 V)	Leistungsdichte
<b>FastIR 305</b>	305 x 305 x 150 mm	QTM oder QHM, 1000W	4 Strahler: <b>4 kW</b> 5 Strahler: <b>5 kW</b>	4 kW » 43 kW/m <sup>2</sup> 5 kW » 54 kW/m <sup>2</sup>
<b>FastIR 500</b>	500 x 500 x 150 mm	QTL oder QHL, 1750W, 2000W	6 Strahler: <b>12 kW</b> 7 Strahler: <b>14 kW</b>	12 kW » 48 kW/m <sup>2</sup> 14 kW » 56 kW/m <sup>2</sup>

##### 3.4.3.2 Steuerung

Für die kurzwelligen Quarzstrahler wurde eine SPS basierte Steuerung mit leistungsstarken Halbleiterrelais entwickelt. Diese verfügt neben der üblichen Regelungstechnik über ein Vorwärm-Programm für die Strahler, eine Standby-Schaltung, sowie eine Nachlaufschaltung für die Lüfter der Fast-IR-Module. Die Steuerung ist auch über eine Zeitvorgabe möglich. Ein hoher Bedienkomfort wird durch das verwendete LC-Display gewährleistet.



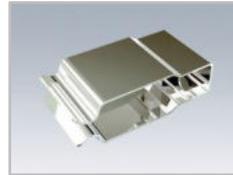


#### 3.4.3.3 Zubehör



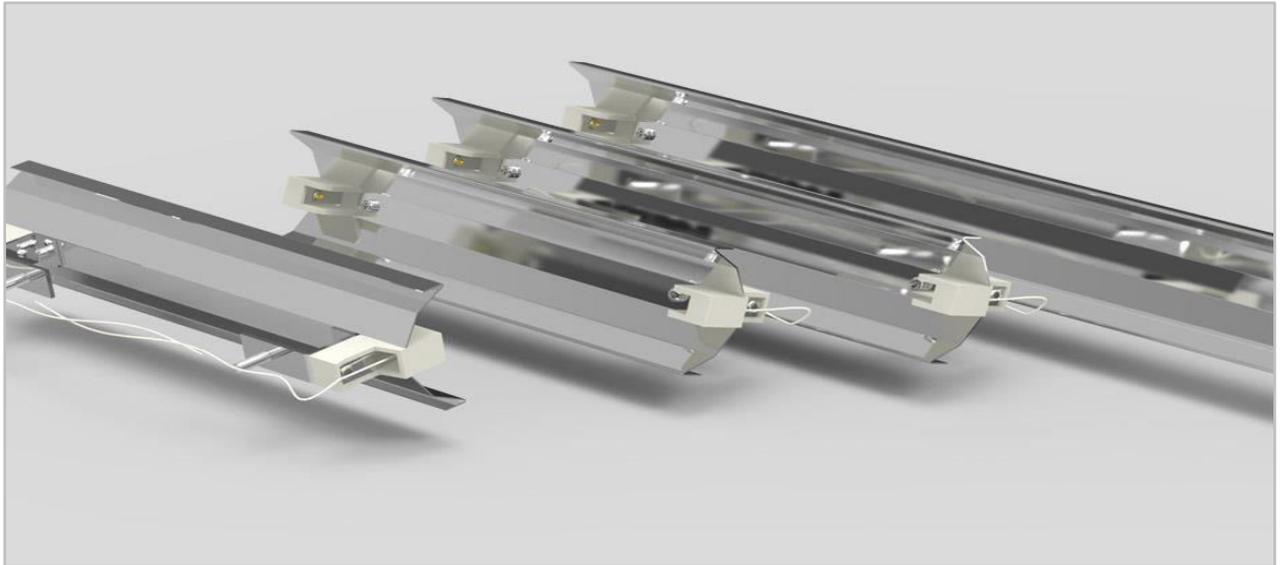
##### R7s-Halterung

Wenn Sie unseren Reflektor nicht nutzen möchten, können Sie die R7s-Halterungen separat bestellen. Bis 250 V bzw. 8 A und Temperaturen bis 350 °C können Sie diese verwenden. Sie verfügen über 190 mm PTFE-Litze (max. 250 °C) und eine M4-Befestigungsschraube.



##### LirU-Halterung

Für die Befestigung von Strahlern mit flachen Keramikanschlüssen (LirU).

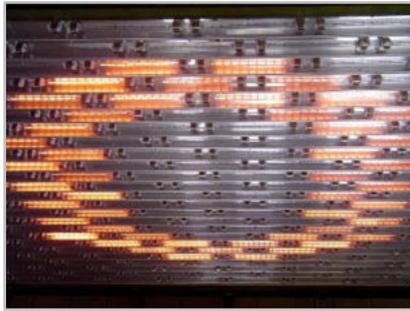


Für die Standardstrahler sind passende Reflektoren aus aluminisiertem Stahl lieferbar. Damit ist die Installation der Strahler sehr einfach: Reflektor anschrauben, Strahler einspannen, fertig. Sonderanfertigungen sind problemlos möglich.

Auf Wunsch können diese auch aus Edelstahl gefertigt werden. Die Reflektoren werden mit R7s-Halterungen und Anschlusslitzen geliefert.

Typ	passend für	Abmessungen
QTSR	QTS / QHS	247 x 62 mm
QTM	QTM / QHM	302 x 62 mm
QTLR	QTL / QHL	497 x 62 mm

### 3.5 Heizfelder



Für den großflächigen Einsatz von IR-Strahlern bieten wir Ihnen das komplette Engineering von **Infrartheizfeldern**.

Abhängig von Ihrer speziellen Beheizungsaufgabe kann unsere maßgeschneiderte Systemlösung mit Keramikstrahlern, Quarzstrahlern und Quarz-Halogen- bzw. Quarz-Wolframstrahlern realisiert werden. Die Größe des Feldes und die Gesamtleistung kann entsprechend Ihren Vorgaben umgesetzt werden.



Die Strahlerfelder können in separat ansteuerbare Heizzonen unterteilt und entsprechend verdrahtet werden. Optional ist die Installation eines externen Thermoelements oder eines Pyrometers möglich. Natürlich können wir Ihnen auch die passende Steuerung anbieten.



Wenn Sie bestimmte Zykluszeiten erreichen müssen, können wir Proben von dem zu erwärmenden Material in unserem Testaufbau daraufhin untersuchen, mit welchem Strahlertyp in welcher Zeit welche Temperatur erreicht wird (► siehe Kapitel 3.7.2 Auswahl nach Temperatur bzw. Wellenlänge).



## 3.6 ComfortSun für den In- und Outdooreinsatz

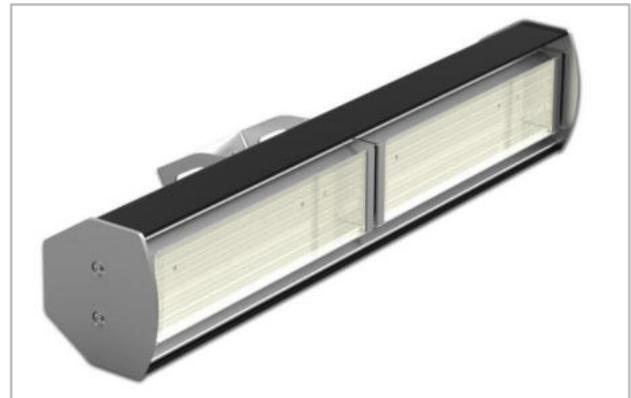


Speziell für das Wohlgefühl auf Terrassen, in Raucherecken und in Biergärten auch bei weniger Sonne gibt es unsere "ComfortSun". Mit 650 W Keramik- oder Quarz-Strahlern ist sie in Edelstahl gebürstet oder schwarz pulverbeschichtet als Standard lieferbar. Die Modelle ComfortSun 360 und IRP 4 sind speziell für die Deckenmontage konstruiert.

Typ	Abmessungen (T x B x L)
ComfortSun 2	171 x 95 x 509 mm
ComfortSun 3	171 x 95 x 759 mm
ComfortSun 360	160 x 450 x 450 mm
IRP 4	236 x 400 x 750 mm

Hinweise zur Installation und detaillierte technische Informationen erhalten Sie im Internet unter:

[comfordsun.freek.de](http://comfordsun.freek.de)



ComfortSun 2 (schwarzes Gehäuse / Quarzstrahler)



ComfortSun 3 (schwarzes Gehäuse / Keramikstrahler)



ComfortSun 360 (Gehäuse Edelstahl / Quarzstrahler)



IRP 4 (Gehäuse Edelstahl / Keramikstrahler)





### 3.7 Service



Wärmen mit Infrarotstrahlung ist ein komplexes Thema. Nicht immer bedeutet eine höhere Strahlertemperatur eine schnellere Erwärmung. Die Abstimmung der Strahler und der Strahlertemperatur auf das zu beheizende Objekt (Werkstoff, Farbe, Form und Oberfläche) ist bei der Infrarot-Erwärmung von entscheidender Bedeutung. Denn nicht jeder Werkstoff und nicht jede Oberfläche kann alle infraroten Wellenlängen gleich gut absorbieren. So kann es passieren, dass eine höhere Strahlertemperatur ein Objekt im wahrsten Sinne des Wortes "kalt" lässt, wenn dieses kürzere IR-Wellenlängen zunehmend durchleitet oder reflektiert.

Die nachstehenden Arbeitshilfen liefern Anhaltspunkte für die richtige Infrarotstrahler-Auswahl. Während die Auswahl nach Anwendung unter 3.7.1 rein auf Erfahrungswerten basiert, spezifizieren die Auswahlhilfen unter 3.7.2 und 3.7.3 strahlerspezifische Auslegungskenngrößen. Die Benutzerhinweise unter 3.7.4 enthalten wichtige Benutzerhinweise.





## 3.7.1 Auswahl nach Anwendung



Anwendung	Kurzwellig	Mittelwellig	Langwellig
	Quarz-Halogen	Quarz-IR	Keramik-IR
	3.4	3.3	3.2
<b>Farbtrocknung</b>			
Stahlplatte – Acryl		X	X
Stahlplatte – Alkyd		X	X
Stahlplatte – Epoxy		X	X
Epoxid-Lack	X	X	
<b>Kunststoffe</b>			
Vulkanisieren von PVC-Paste		X	X
Thermoformen von A.B.S.		X	X
Thermoformen von Styropor		X	X
Thermoformen von Polyäthylen		X	X
Thermof. von Polypropylen		X	X
KFZ-Karosserieteile		X	
Vorlackieren	X		
Pulverfarben	X		
<b>Klebstoffe</b>			
Wasserbasis	X	X	
End-Polymerisation	X		
Papier-Etiketten			X
Klebebeschichtung auf Papier			X
<b>Nahrungsmittel</b>			
Pasteurisieren, Sterilisieren	X		
Warmhalten	X		
Grillen		X	X
<b>Textilien</b>			
Latex Teppichbelag			X
PVC Teppichbelag			X
Siebdruck-T-Shirts		X	X
Wärme-Abziehbilder			X
<b>Siebdruck</b>			
Kunststoff-Instrumentenskalen			X
Aluminium-Armaturen Bretter		X	
<b>Gesundheit</b>			
Infrarot-Wärmekabinen			X







## 3.7.3 Auswahl nach Spektren

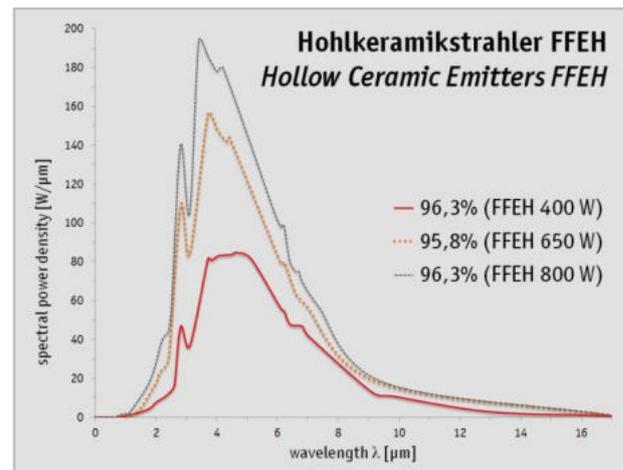
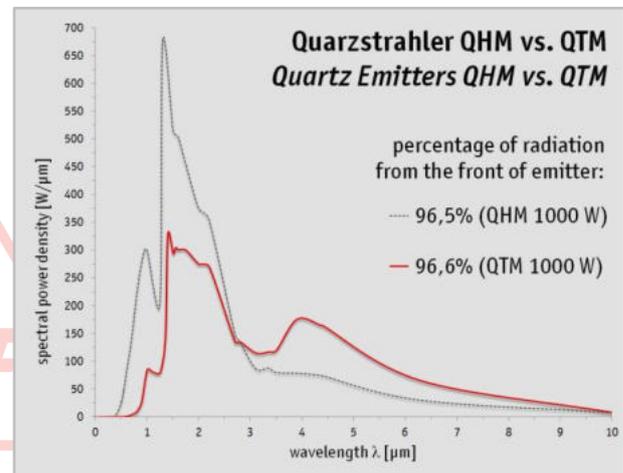
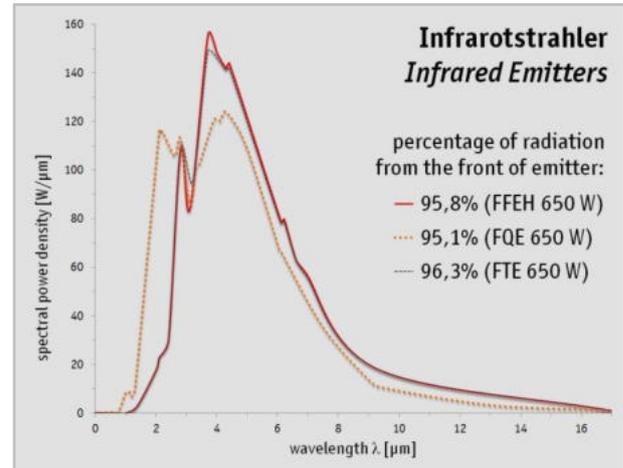


In enger Kooperation mit dem Fachbereich Experimentalphysik an der Universität Duisburg-Essen entwickeln wir unsere Infrarotstrahler kontinuierlich weiter. Vor allem das Austesten und Vergleichen neuer Werkstoffe und Materialien ist ein ewig aktuelles Forschungsthema. Ergebnis dieser Forschungstätigkeit sind Produkte, die nachweislich hohe Emissionsgrade aufweisen und sich daher mit niedrigen Arbeitstemperaturen bei kurzen Aufheiz- und Abkühlzeiten betreiben lassen. Zudem weisen unsere Infrarotstrahler energetische Wirkungsgrade von  $> 95\%<sup>1</sup>$  auf.

Von besonderem Nutzen ist die von unserem wissenschaftlichen Partner eingesetzte spektrale Messtechnik, welche die unsichtbare infrarote Wärmestrahlung "sichtbar" macht. So wissen wir zu jedem unserer Strahler exakt, welche Wellenlänge er in welcher Intensität abstrahlt (Emissionscharakteristik » siehe Beispieldiagramme). Ist auf der anderen Seite von dem zu erwärmenden Material bekannt, wie intensiv es die abgestrahlten Wellenlängen absorbiert (Absorptionscharakteristik) bzw. hindurch lässt (Transmissionscharakteristik), können Strahlertypen derart passgenau ausgewählt werden, dass sie ihre Wirkung nahezu vollständig an der Oberfläche oder aber im Inneren eines Werkstückes entfalten.

Absorptions- bzw. Transmissionscharakteristiken finden sich zu den meisten gängigen technischen Materialien in einschlägigen Spektral-Bibliotheken und -Kompendien. Alternativ können wir die Charakteristik des zu verarbeitenden Materials exakt bestimmen. Wenn Sie mit Ihren Prozessergebnissen unzufrieden sind, empfehlen wir die spektrale Feinabstimmung von Strahler und Verarbeitungsmaterial als sicheren Weg zum Ziel.

Die Diagramme zeigen beispielhaft vergleichende Emissionscharakteristiken unserer grundsätzlich zur Auswahl stehenden Strahlertypen bei unterschiedlicher elektrischer Leistung.



<sup>1</sup> Für Keramikstrahler, Quarz-Halogen- und Quarz-Wolframstrahler in Verbindung mit einem Reflektor





### 3.7.4 Benutzerhinweise



#### 1 Überhitzungsgefahr

Das in Verbindung mit unseren Keramik- und Quarz-Infrarotstrahlern verwendete alumierte Projektor-/ Reflektor- bzw. Gehäuseblech beginnt bei Temperaturen über 500 °C zu korrodieren. Hierdurch verliert das Blech seine Reflektionseigenschaften, was eine kritische Überhitzung und damit Zerstörung der Strahler zur Folge haben kann. Unter normalen Umständen werden 500 °C aufgrund der hervorragenden Reflektionseigenschaft des Bleches (Reflektionsfaktor ~0,96) selbst in Hochleistungsanwendungen nicht erreicht. Verschmutzung, Kondens- / Tropfwasser und "Face-to-Face"-Betrieb von Strahlern / Reflektoren / Projektoren / Feldern können jedoch die Reflektionswirkung mindern und somit die Überhitzungsgefahr erhöhen. Lassen sich diese Risiken nicht ausschließen, empfehlen wir Reflektorbleche aus poliertem Edelstahl zu verwenden (auf Anfrage!), eine Luftkühlung vorzusehen oder aber mittels externer Temperaturfühler eine Überhitzung steuerungstechnisch zu vermeiden.

Es muss unter allen Umständen sichergestellt sein, dass die maximale Oberflächentemperatur von Keramikstrahlern 750 °C nicht übersteigt.

Unsere Quarz-Halogen-Strahler (QHx/ QTx) sind durch geeignete Maßnahmen (Abschirmung, Ventilation, ausreichend bemessene "kalte" Anschlusslänge) davor zu schützen, dass die hermetisch versiegelten Anschlussenden Temperaturen über 350 °C erreichen. Andernfalls kann die Versiegelung Schaden nehmen, was die unmittelbare Zerstörung der Strahler zur Folge hat.

#### 2 Überspannung

Unsere Infrarotstrahler sind für den Betrieb an festgelegten Netzspannungen ausgelegt. Davon abweichend höhere Betriebsspannungen können die Lebensdauer erheblich reduzieren oder zum unmittelbaren Ausfall führen. (15% mehr Spannung = 32% mehr Leistung!!!).

#### 3 Einbaulage

Unsere Quarz- und Quarz-Halogen-Strahler dürfen nur in horizontaler Einbaulage verwendet werden. Bei bewegten Anwendungen / Feldern ist darauf zu achten, dass Quarzstrahler(kassetten) immer quer zur Bewegungs- bzw. Verfahrriichtung montiert werden.

#### 4 Sicherheitsabstände

Bitte achten Sie darauf, dass Sie zwischen den beperlten Anschlusslitzen unserer Keramik- und Quarz-Infrarotstrahler und den darüber/darunter liegenden Montage-, bzw. Abdeckplatten immer genügend Platz lassen. Bei Berührung und entsprechend kontaminierter Umgebungsatmosphäre können ansonsten leitende Ablagerungen / Verschmutzungen zu Masse- oder Kurzschlüssen führen.

#### 5 Ventilation

Durch Wärmestrahlung ausdampfende Stoffe können zum Einen die Strahlungsleistung reduzieren und zum Anderen zu problematischen Ablagerungen auf Anschlussleitungen und Reflektoren führen. Je nach Anwendung ist daher auf eine ausreichende Ventilation des Arbeitsbereiches zu achten.

#### 6 Tests

Da es in jeder Anwendung Betriebs- und Umgebungsparameter gibt, die sich in der Theorie nicht exakt bestimmen lassen, empfehlen wir grundsätzlich, unsere Heizelemente vor Serieneinsatz in der Anwendung selbst unter den tatsächlichen Betriebsbedingungen zu testen.

Aus den Benutzerhinweisen können keine Garantieansprüche abgeleitet werden

