

### 3.2.1 Infrarot (IR)

Bei der Infrarot-Trocknung/Härtung wird das beschichtete Werkstück durch Absorption von IR-Strahlung erwärmt. Die Energie bzw. Intensität der IR-Strahlung hängt dabei vom Wellenlängenspektrum und damit von der Strahlertemperatur ab.

#### Verfahrensbeschreibung

- IR-Strahlung aus IR-Strahler führt zur Aufheizung des Beschichtungsstoffes
- Wellenlängen kurzwellig (**KW**:  $\lambda=0,76 - 2,0 \mu\text{m}$ ), mittelwellig (**MW**:  $\lambda=2 - 4 \mu\text{m}$ ), langwellig (**LW**:  $\lambda=2 - 10 \mu\text{m}$ )

#### IR-Strahlerarten

##### Kontaktheizelemente

- Heizband, Heizplatte, Heizmanschette, Heizpatrone LW

##### Ofenheizelemente

- Metallrohrstrahler, Metallstabstrahler LW + MW

##### Strahlungsheizelemente

- Keramische IR-Strahler LW + MW  
 Flächenstrahler, Pilzstrahler, Stabstrahler, Ringstrahler

##### - Gas-IR-Strahler

Katalytische Gasstrahler LW  
 Oberflächen-Gasstrahler MW  
 Gas-IR-Porenstrahler MW + KW

##### - Quarzglas-IR-Strahler

Rundrohrstrahler, Zwillingsrohrstrahler 23 x 11 mm MW + KW  
 Zwillingsrohrstrahler 34 x 14 mm SMW  
 Carbon-IR-Strahler Rundrohr; Zwillingsrohr 34 x 14 mm MW  
 Halogen-IR-Strahler Rundrohr KW  
 Sonderstrahler wie kreisförmig, Konturstrahler, Winkelstrahler MW + KW

#### IR-Strahlerarten (Auswahl)

IR-Strahler	max. Temperatur in °C	Wellenlänge in $\mu\text{m}$	mögl. Flächenleistung in $\text{kW}/\text{m}^2$	Reaktionszeit in An/Aus in Sek.
Keramikstrahler LW	700	3,0	40 Elektr.	240
Keramikstrahler MW	1000	2,26	80 Elektr.	60
Katalyt-Gas-Str. LW	550	3,5	50 Gas	600
Gas-Hell-Str. MW	1050	2,18	120 Gas	300
Poren-Gas-Str. KW	1400	1,7	1000 Gas	180
Quarzglas-IR-Strahler MW	950	2,3	50 Elektr.	120
Carbon-IR-Strahler MW	1200	1,9	150 Elektr.	1 – 2
Quarzglas-IR-Strahler SMW	1600	1,5	120 Elektr.	3 – 4
Quarzglas-IR-Strahler KW	2200	~ 1,2	150 Elektr.	2 – 3
Halogen-IR-Strahler KW	2600	1,0	200 (1000)	1 – 2

Werte in ( ) sind nur für kleine Flächen und mit großem Aufwand an Modul- und Strahlerkühlung möglich. Die Tabelle erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit, da die verschiedenen Strahlerhersteller unterschiedliche Angaben machen und hieraus Mittelwerte entnommen wurden.

## Wirkungsgrad

Die in einem IR-Strahler eingebrachte elektrische Energie wird zu fast 100 % in Wärmeenergie umgewandelt und vom Heizleiter emittiert. Der Emissionsgrad des Heizleiters bestimmt zu wie viel % elektrische Energie in Strahlungsenergie (Wärmestrahlung) umgewandelt wird. → Elektrischer Wirkungsgrad (vereinfacht).

Die Wellenlänge der IR-Strahleremission  $\lambda$  (in  $\mu\text{m}$ ) entsteht durch die Temperatur des Heizleiters (Glühdraht, Wendel, Carbonband etc.).

So hat ein Halogenstrahler bei  $2500^\circ\text{C}$  eine Wellenlänge von  $\lambda = 1,0\ \mu\text{m}$  oder ein mittelwelliger IR-Strahler mit  $900^\circ\text{C}$  ca.  $2,5\ \mu\text{m}$ .

Wie viel der IR-Strahlungsenergie auf das zu erwärmende Material trifft, hängt von der Art des IR-Strahlers ab. Ein lang-welliger Keramikstrahler hat einen stärkeren Anteil an Konvektionswärme als ein kurzwelliger IR-Strahler. Die gesamte von einem Heizleiter emittierte Wärmemenge verteilt sich unterschiedlich.

Bei kurzwelligeren Quarzglasstrahlern werden ca. 5 % vom Quarzglas absorbiert, wodurch dieses sich im Dauerbetrieb auf bis zu  $550^\circ\text{C}$  erwärmt. Hinzu kommt die durch einen Reflektor absorbierte Wärmemenge, die trotz Reflexion, je nach Material und Position, bis zu 20 % abführt; besonders die sekundären Reflektoren.

Der wichtigere Wirkungsgrad ist nicht der elektrische, sondern vielmehr der praktische, produktabhängige, denn er entscheidet über die tatsächlichen Möglichkeiten der IR-Strahlungsanwendung, abhängig von den Eigenschaften des Lacksystems. → Prozesswirkungsgrad

## Anwendung Lacke und Beschichtungsstoffe

- Alle wärmetrocknenden/-härtenden lösemittelhaltigen/-freien Lacksysteme.
- Strahlungsleistung muss auf das Lacksystem angepasst werden (Wasserlacke etc.)

## Werkstückart

- Alle Werkstoffe, bevorzugt ebene Werkstückformen
- Bedingt transparente Materialien (Glas, Kunststoff) und vergilbungsanfällige
- Materialien (Kunststoff, Holz)

## Anlagen (Komponenten, Vor- und Nachteile)

- Kompakte Anlagenkonzepte (Strahler, Fördereinrichtung)
- Absorption der Strahlung ist abhängig vom Farbton des Beschichtungsstoffes
- Trocknung/Härtung an Hinterschneidungen und nicht zugänglichen Bereichen nur durch Wärmeleitung (mögliche Folge: Überhitzung des Lackes)
- Geringe Aufheizung des Werkstücks und damit geringere Energiekosten

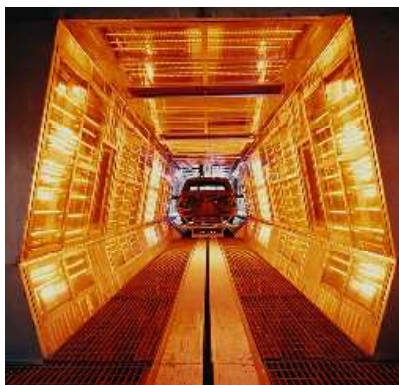


Abb. 1: IR-Trockner in der Automobilindustrie (Quelle: Heraeus Nobellight GmbH)