

# **IR-Angelierung von Pulverlack auf 3-D-Teilen**

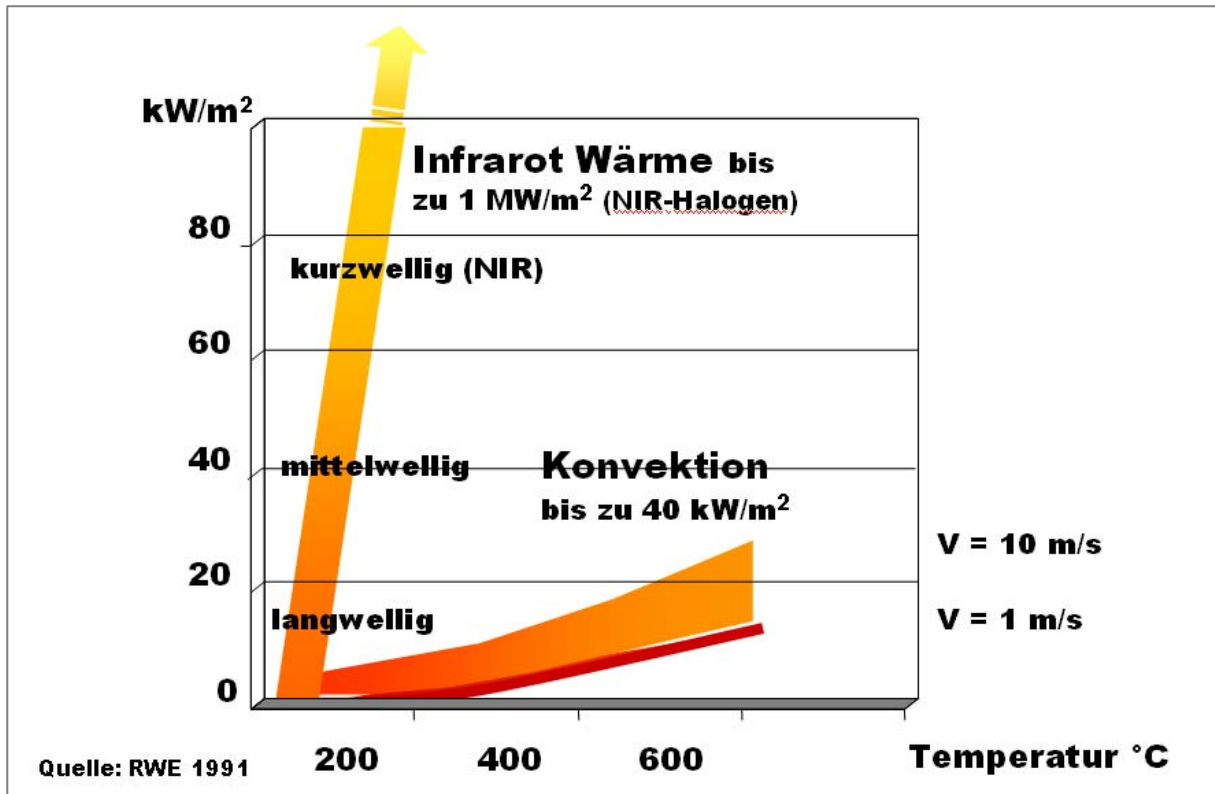
Platz und Energiesparende Ofenkonzepte mit Infrarot

**Pulverlack wird durch Wärmezufuhr geschmolzen und in der Regel bei Temperaturen im Bereich von 180 °C ausgehärtet. Dabei kommen sowohl Heißluftöfen als auch Infrarot-Systeme zum Einsatz. Heißluft und Infrarot-Strahlung weisen unterschiedliche Merkmale auf. Die rasche Erwärmung der Teile und der geringe Platzbedarf machen Infrarot zu einer attraktiven Wärmequelle. Die Anpassung an komplizierte Teilegeometrien erfordert jedoch eine sorgfältig durchdachte Anlagenkonzeption. Zunehmend werden auch Kombinationen aus beiden Wärmetechnologien eingesetzt. Beispiele zeigen, wie Pulveraushärteprozesse mit Infrarot-Strahlern von Heraeus Noblelight verbessert werden konnten.**

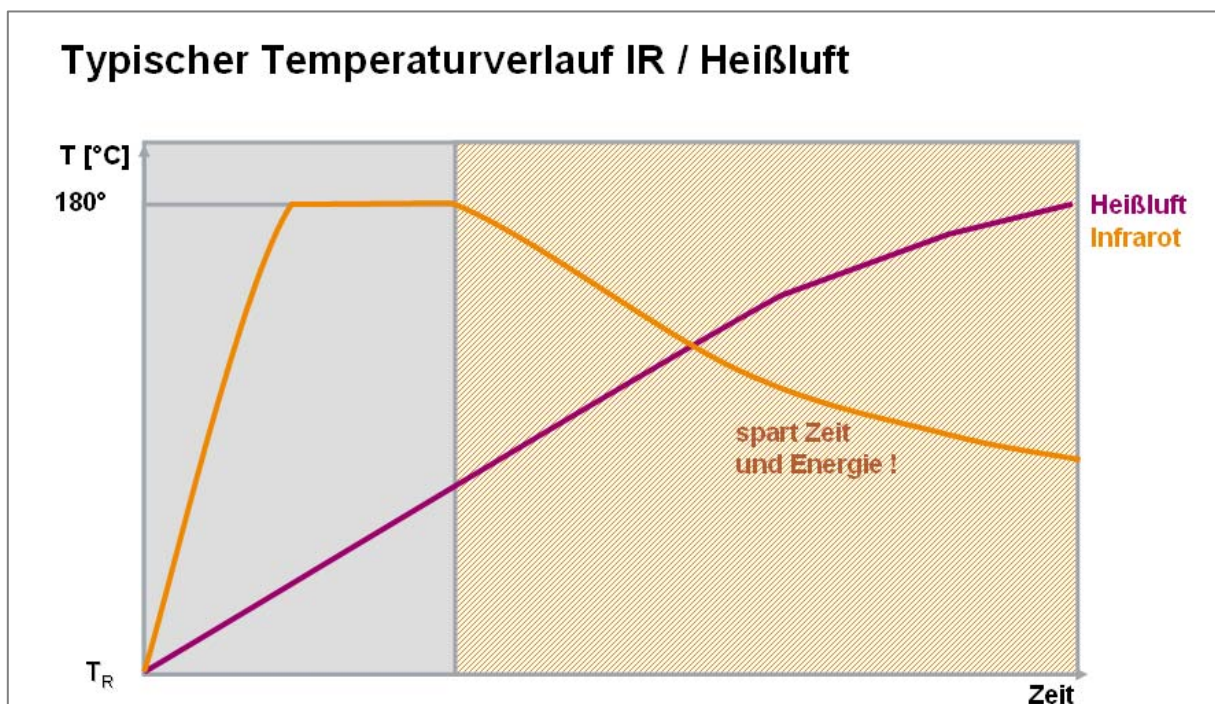
## **1. Verschiedene Wärmequellen**

Umluftöfen übertragen Wärme über das Medium Luft. Je höher Temperatur und Geschwindigkeit der Luft, desto höher der Wärmeübergang. Wegen der Gefahr der Pulververschleppung bei hohen Anblasgeschwindigkeiten arbeiten Umluftöfen im Bereich der sogenannten Angelierzone meist mit sehr kleinen Luftgeschwindigkeiten. Auch lässt sich die Ofentemperatur nicht beliebig erhöhen, weil bei einem Bandstopp die Gefahr der Überbrennung (Vergilbung) droht. Entsprechend niedrig sind die Wärmeübergangswerte konvektiver Einbrennöfen, und dementsprechend benötigen sie sehr viel Platz.

Infrarot-Systeme übertragen Wärme ohne ein Kontaktmedium. Es handelt sich um elektromagnetische Strahlen mit ähnlichen Eigenschaften wie Licht, die sich erst beim Auftreffen auf das Material in Wärme umwandeln. Infrarot-Strahlung besitzt eine vielfache Wärmeübertragungskapazität im Vergleich zu Konvektion. Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass besonders Quarzstrahler im kurzwelligen Bereich oder mittelwellige Carbon Strahler innerhalb von Sekunden reagieren. Ein Infrarot-Ofen kann also schnell ein- und ausgeschaltet bzw. auf ein neues Produkt umgestellt werden.



Pulverbeschichtungen absorbieren – wie alle Kunststoffe – Infrarotstrahlung sehr gut. Die intensive Bestrahlung lässt das Pulver in kurzer Zeit schmelzen und auf die Aushärtetemperatur bringen. Durch die Abwesenheit von Anblasluftströmungen werden Staubeinschlüsse vermieden, Pulver wird nicht abgelöst und verschleppt.



Da Infrarot-Wärme schnell und mit hoher Leistung übertragen wird, ist in den meisten Fällen ein wesentlich kürzerer Ofen möglich, oder die Produktionsgeschwindigkeit kann erhöht werden.

Infrarot-Strahler zeigen sehr kurze Reaktionszeiten, kurzwellige und Carbon-Strahler von Heraeus Noblelight reagieren innerhalb von einer bis drei Sekunden. Das macht Wärme regelbar und hilft zusammen mit Temperaturmessungen am Objekt eine Überhitzung von Materialien zu vermeiden.

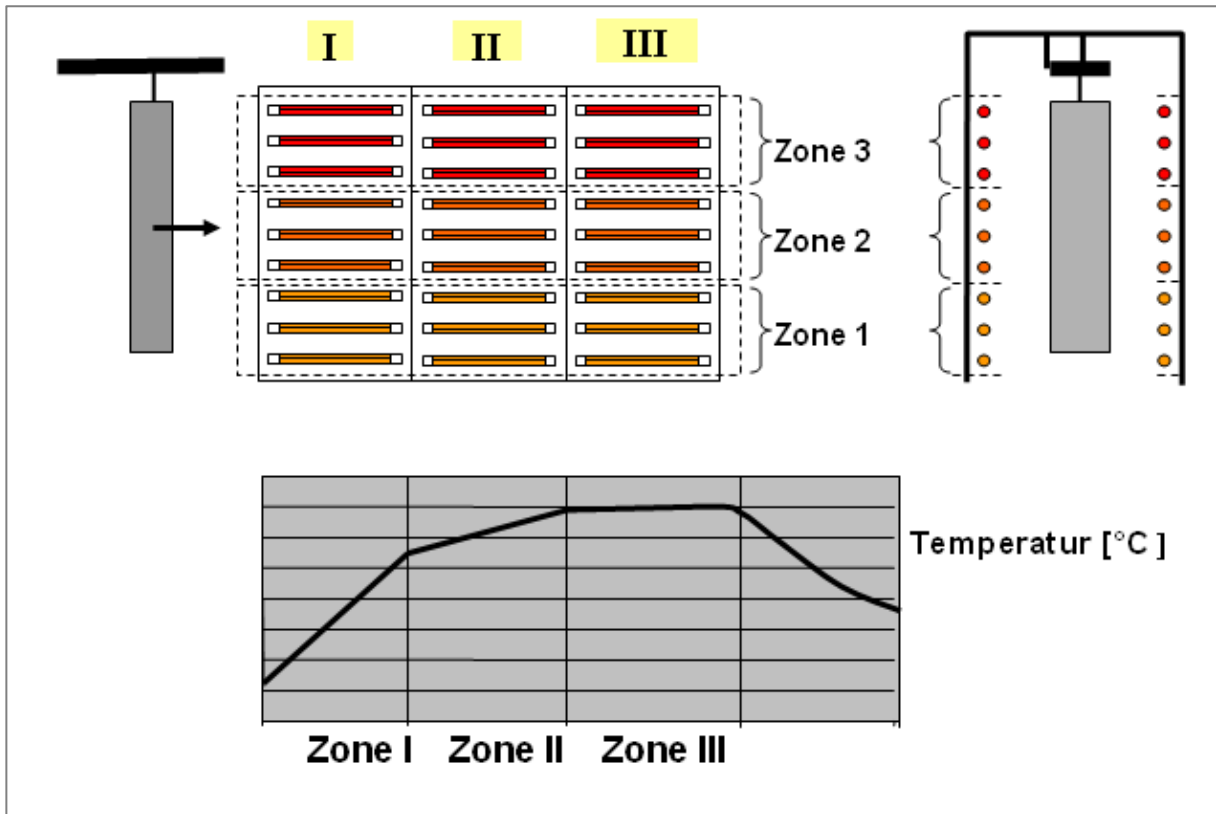
Ein rascher Wechsel von verschiedenen Lacktypen mit unterschiedlichen Einbrenntemperaturen in dem vorhandenen Ofen wird möglich. Und es spart Energie, wenn die Wärmequelle nur dann angeschaltet sein muss, wenn sie gebraucht wird.

## **2. Einflussparameter der IR- Erwärmung**

In welchem Maße die von IR- Strahlern abgegebene Energie auf Objekten ankommt und welche Temperatur sie im Pulver bewirkt, hängt im Wesentlichen von folgenden Faktoren ab:

- Auftreffwinkel der Strahlung
- Abstand zwischen Strahlern und Objekt
- Pigmentierung des Pulvers
- Wärmeleitfähigkeit des Objektmaterials
- Wandstärke des Objekts

Am einfachsten lassen sich flächige Materialien mit einheitlichen Wandstärken, wie beispielsweise bepulverte Blechtafeln aus Aluminium oder Stahl mittels IR erwärmen. Extrem dreidimensional gestaltete Produkte hingegen sind schwieriger mit Infrarot-Strahlern zu erwärmen, weil einzelne Bereiche im Schatten liegen können, wo sie die Strahlung nicht erreicht. Metalle, vor allem Aluminium und Stahl weisen eine hohe Wärmeleitfähigkeit auf. Sie ermöglicht es, auch kompliziert gestaltete 3-D-Objekte mit IR-Strahlern zu erwärmen, weil sich Temperaturunterschiede nach kurzer Zeit ausgleichen. Außerdem lassen sich IR- Strahler im Ofen in Bezug auf Abstrahlwinkel und Abstand untereinander unterschiedlich anordnen sowie in verschiedene Zonen einteilen. Beispielsweise betreibt man bei Bauteilen mit großer Bauhöhe die oben befindlichen Strahler mit weniger Leistung, weil die natürliche Konvektion die Wärmezufuhr in diesem Bereich teilweise übernimmt.



Zum Halten einer Temperatur benötigt man weit weniger Leistung als zum Aufheizen eines Objekts. In der Haltezone eines Infrarot- Ofens berücksichtigt man dies durch weniger Strahler oder Strahler mit geringer spezifischer Leistung.

Häufig möchte man in der Praxis den Durchsatz einer Pulverbeschichtungsanlage erhöhen. Aus Platzgründen ist die Verlängerung des vorhandenen Einbrennofens unmöglich. Hier hilft ein sogenannter IR- Booster, eine vor dem Ofen oder im Einlauf des Ofens befindliche IR- Erwärmungsstation. Sie sorgt für ein rasches Angelieren des Pulvers. Mögliche Temperaturunterschiede auf komplexen Bauteilen gleichen sich bei der nachfolgenden konvektiven Erwärmung aus. Sind schnell schaltbare IR- Strahler eingebaut, kann man diese bei Bandstopp und Lücken abschalten, und man spart somit Energie.

### 3. Infrarot-Wärme in der Praxis

#### 3.1. Aluminiumprofile

Eine hochwetterfeste Beschichtung auf Fassaden- und Fensterprofilen aus Aluminium erforderte eine um fünf Minuten längere Aushärtezeit. Den bestehenden Ofen zu verlängern kam nicht in Betracht. Man entschied sich für einen Infrarot Booster bestehend aus zwei gegenüber angeordneten Infrarot-Strahlermodulen, die vor dem Ofen- Einlauf platziert werden konnten. Die Module lassen sich elektromotorisch verfahren; je nach Dicke der Profile lässt sich der Abstand zwischen 0,2 und 0,5 m einstellen. In Durchlaufrichtung misst ein Modul lediglich ca. 0,7 m (einschließlich Anbauten), die Höhe beträgt 7,5 m. Insgesamt sind 36 Carbon Strahler eingebaut; sie sind in 12 stufenlos einstellbare Zonen eingeteilt, auf jeder Seite 6 Zonen entlang der Vertikalen. Dies ermöglicht, die oberen Strahler mit weniger Leistung zu betreiben. Außerdem kann man bei Belegung der Gehänge mit Profilen unterschiedlicher Wandstärke die Strahlungsleistung anpassen. Bei Bandstopp und Lücken im Warentransport schaltet man die Strahler ab. Die schnell veränderbare Leistung der IR-Strahler ermöglicht einen sehr sicheren Erwärmungsprozess und eine erhebliche Einsparung an Energie. Vier Pyrometer messen ständig berührungslos die Objekttemperatur. Der Anwender nützt dies für eine optimale Prozesskontrolle.



### 3.2. Stahlzylinder

Ein Pulverbeschichter konnte durch den Austausch des gasbeheizten Umluftofens durch einen Ofen mit Infrarot-Wärme etwa 80 Prozent Stellfläche und bis zu 80 Prozent Angelier- und Einbrennzeit sparen. Der vorher genutzte Umluftofen war 30 m lang und brauchte etwa 60 Minuten Einbrennzeit für Pulverlack auf metallenen Gasflaschen. Durch die Verwirbelung des Pulvers hatten sich zudem Qualitätsprobleme ergeben.



Der Umstieg auf eine Infrarot-Trocknungsanlage konnte den Prozess erheblich verbessern,

der neue Infrarot-Ofen ist nur noch 6 m lang und der Pulverlack wird, je nach Flaschengröße bei max. 200 °C in nur noch 12 bis 18 Minuten angeliert und eingebrannt.

Für eine gleichmäßige Wärmeverteilung wurden die Strahler im Infrarot-Ofen so installiert, dass die Flächenleistungen der Flaschenform und der Wanddicke angepasst wurden. An den dickeren Zonen von Flaschenboden und Flaschenhals wird mehr Wärme erzeugt, als an den dünneren Wänden.

### 3.3. Kompressoren für Kühlanlagen

Kompressoren für kleinere Kühlanlagen sind ca. 600 mm hoch und haben einen Umfang von bis zu 280 mm, ihre Masse beträgt bis zu 250 kg. Sie werden mit schwarzem Pulverlack beschichtet. In einem 10 m langen Infrarot-Ofen wird der Pulverlack angeliert und ausgehärtet. Der Ofen war mit langwelligen IR-Strahlern (Dunkelstrahler) ausgestattet. Den Betreiber störten eine zu niedrige Einbrenntemperatur und eine sehr inhomogene Temperaturverteilung. Zur Beseitigung dieser Probleme und zur Erhöhung der Fördergeschwindigkeit wurden in einem ersten Schritt die vorhandenen Dunkelstrahler durch mittelwellige Quarzstrahler mit Goldreflektor ersetzt. Allein diese Maßnahme ließ eine Steigerung der Fördergeschwindigkeit

um ein Drittel zu. Die Einbrenntemperatur wurde beträchtlich angehoben. Allerdings entsprach die Homogenität der Temperaturverteilung noch nicht den Vorstellungen des Betreibers.

Als weiterer Schritt – auch mit dem Ziel einer weiteren Produktivitätssteigerung – setzte man ein IR- Booster mit einem Meter Länge vor den Eingang des Infrarot- Ofens. Der Booster ist zwecks Anpassung an die schräg verlaufende Förderkette mit senkrecht stehenden kurzwelligen

Zwillingsrohrstrahlern (mit Goldreflektor) bestückt und hat eine elektrische Anschlussleistung von 108 kW. Diese Strahler sind schnell zu- und abschaltbar. Wenn kein Kompressor auf den Ofen zukommt, schaltet die Steuerung die Strahler ab. Die Nachrüstung mit den kurzwelligen Strahlern ermöglichte die

Verdoppelung der Produktionsgeschwindigkeit gegenüber dem ursprünglichen Anlagenzustand. Auf den Produkten gibt keine Stellen mehr mit zu niedriger Temperatur. Darüber hinaus erreicht man nun die gewünschte Einbrenntemperatur von 220 °C.



Es hat sich gezeigt, dass die Halte- oder Einbrennzeit für Pulverlack mit Hilfe der Infrarot-Strahlung stark verkürzt oder in manchen Fällen sogar komplett eingespart werden kann.