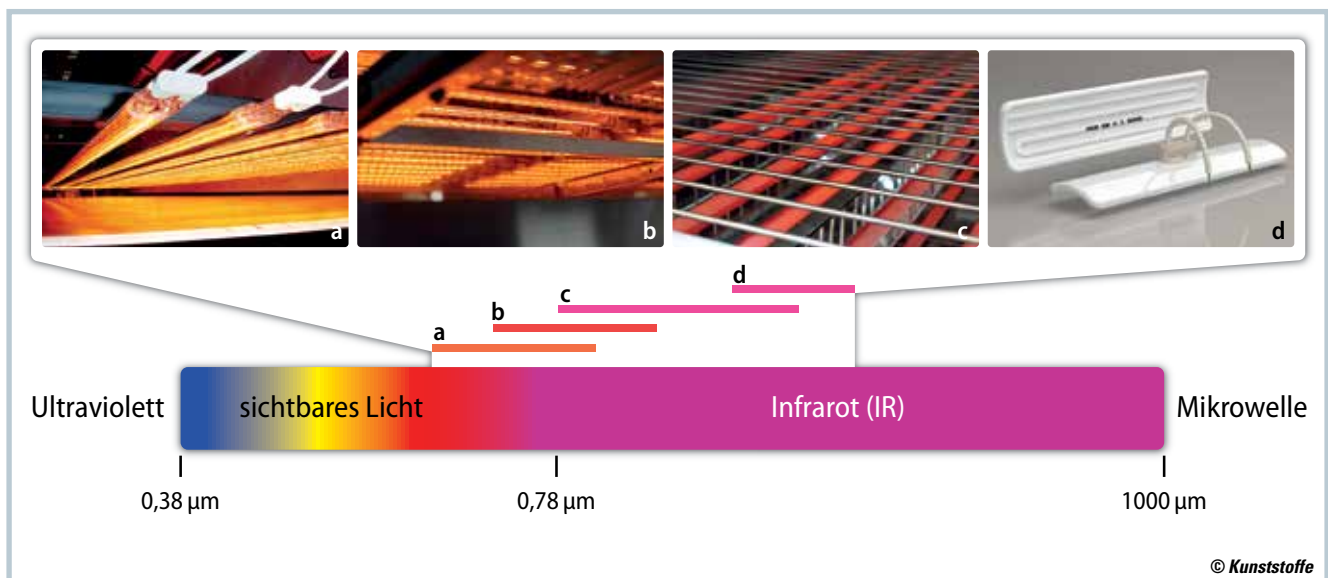


Richtig einheizen mit Infrarot

Gut abgestimmte Strahler können die Fertigung effizienter machen

Für die jeweilige Applikation den geeigneten Infrarotstrahler zu finden, ist für Anlagenbetreiber oft schwierig, weil das Strahlungs- und Emissionsverhalten der Strahlungsquellen zum Absorptionsverhalten der zu erwärmenden Produkte passen muss. Stimmen alle Parameter, so steigen Wirkungsgrad sowie Prozesssicherheit und der Ausschuss sinkt.



Strahlungsquellen und ihr Arbeitsbereich im elektromagnetischen Spektrum: kurzwellige IR-Hellstrahler (a), schnelle mittelwellige IR-Strahler (b), mittelwellige IR-Strahler (c), langwellige Keramik-Strahler (d) (Quellen: Heraeus Noblelight (a), IBT (b, c, Grafik), Freck (d))

Bei der Verarbeitung von Kunststoffen, Verbundwerkstoffen und Oberflächenbeschichtungen weist die Wertschöpfungskette häufig Erwärmungs-, Verklebungs-, Laminier- oder Trocknungsprozesse auf. Die dafür nötige Wärme wird traditionell über Konvektion (beispielsweise im Umluftofen oder mittels Heizgebläsen) oder Kontakt übertragen. Aufgrund physikalischer Gesetze (**siehe Kasten**) lässt sich jedoch mit thermischer Strahlung eine höhere Leistungsdichte erzielen als mit Konvektion. Für den Fertigungsprozess bedeutet dies eine schnellere Erwärmung auf die jeweilige Zieltemperatur, wodurch sich die Prozesszeit verkürzt.

Weil sich die Leistung der Strahler zwischen 0 und 100% modulieren und damit ein Temperatursollwert zielgenau

regeln lässt, verbessern sich Prozesssicherheit und Produktqualität. Bei kontinuierlich betriebenen Durchlaufanlagen mit geringem bis mittlerem Anlagennutzungsgrad lässt sich die Anlage aufgrund der kurzen Vorwärmzeit in Stillstandzeiten abschalten, was im Vergleich zu trägen Konvektionslösungen erheblich Energie einspart.

Wichtige Strahlungsparameter auf den Prozess abstimmen

Bei der verfahrenstechnischen Planung und Auslegung des Fertigungskonzepts stellt sich allerdings schnell die Frage nicht nur nach dem richtigen Infrarotstrahler, sondern auch nach der passenden Mess- und Regelungstechnik sowie

idealer Anordnung und Anzahl der Strahler. Der passende Strahler lässt sich über die Emissionscharakteristik – kurzwellig, (schnell) mittelwellig und langwellig – auch Materialklassen und deren Absorptionsspektren zuordnen (**Titelbild, Bild 1**). Wird elektromagnetische Strahlung im Wellenlängenbereich der Absorptionsmaxima der zu erwärmenden Materialien ausgesendet, tritt ein Resonanzeffekt auf, der Wärmeverluste verringert.

Bei manchen Prozessen ist eine gewisse Tiefenwirkung Voraussetzung für ein zufriedenstellendes Produktergebnis. Es gilt daher, neben dem Absorptionsverhalten Strahler mit ausreichender Leistungsdichte zu bestimmen: Erfordert der thermische Prozess eine geringe Leistungsdichte, so genügen eventuell mittel- ➤

oder langwellige Strahler und die Anschlussleistung sowie Investitionskosten sinken. Prozesse, in denen schnelles Aufheizen (hohe Leistungsdichte) und hohe Reaktionsgeschwindigkeiten erforderlich sind, benötigen dagegen kurzwellige oder schnelle mittelwellige Strahler (**Bild 2**).

Um den unterschiedlichsten Anforderungen gerecht zu werden, ist es nötig, auf das gesamte Spektrum der Strahlerarten zurückgreifen zu können und diese bedarfsgerecht einzusetzen. Die einschlägigen Hersteller von Infrarotsystemen haben das Know-how, um den verfahrenstechnischen Prozess vollumfänglich mit dem Anlagenbetreiber zu entwi-

Wärmestrahlung

Wärmestrahlung, auch thermische Strahlung genannt, entsteht, wenn ein Körper mit positiver thermodynamischer Temperatur ($T > 0 \text{ K}$) elektromagnetische Wellen an seine Umgebung abgibt. Bei der Emission wird innere Energie in elektromagnetische Wellen umgewandelt, bei der Absorption umgekehrt. Nach dem Planckschen Strahlungsgesetz wächst der Wärmestrom mit der vierten Potenz der Oberflächentemperatur. Im Vergleich zur Konvektion kann thermische Strahlung deshalb eine wesentlich höhere Leistungsdichte bzw. Wärmestromdichte übertragen. Die für Erwärmungsprozesse relevante elektromagnetische Strahlung erstreckt sich vom Ultraviolett über sichtbares Licht und Infrarot bis zur Mikrowelle. Das Spektrum der Infrarotstrahler unterteilt sich in kurzwellige, mittelwellige und langwellige Strahler.

Der Autor

Dr. Robert Eder ist Leiter der technischen Entwicklung der IBT.InfraBioTech GmbH in Freiburg; r.eder@infrabiotech.de

Service

Digitalversion

» Ein PDF des Artikels finden Sie unter www.kunststoffe.de/169725

English Version

» Read the English version of the article in our magazine *Kunststoffe international* or at www.kunststoffe-international.com

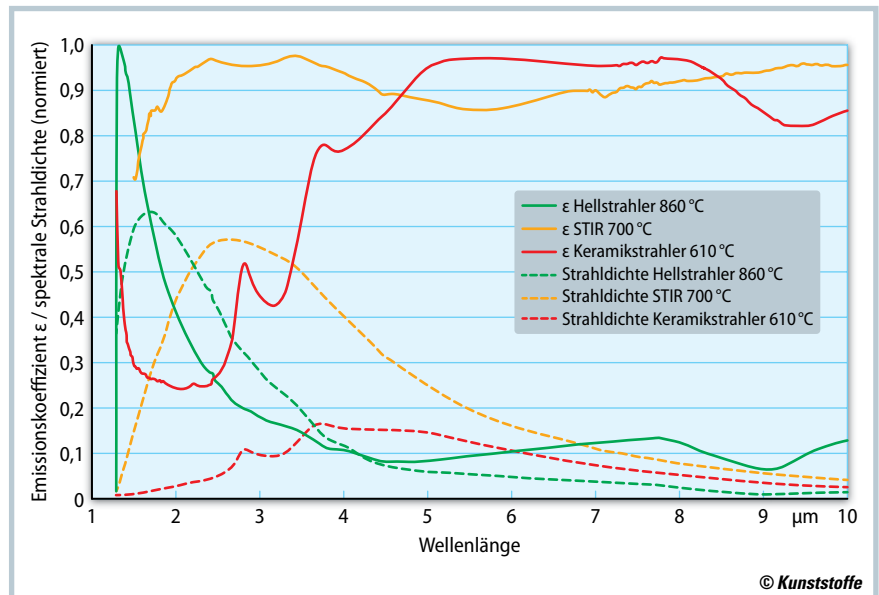


Bild 1. Unterschiedliche Emissionscharakteristik: Je höher die Temperatur, desto mehr verschiebt sich das Maximum der Strahlendichte (gestrichelte Linien) in den kurzwelligen Bereich. Der Emissionskoeffizient (durchgezogene Linien) weist je nach Strahlerart dagegen einen sehr unterschiedlichen Verlauf auf (Quelle: IBT)

ckeln, sind aber selbst meist nur auf ein oder zwei Strahlertypen spezialisiert und bieten nicht das gesamte Portfolio an.

An dieser Stelle ist der Interessenkonflikt zwischen Strahlerhersteller/Anlagenbauer und Anlagenbetreiber vorprogrammiert. Häufig wird der thermische Prozess auf einen vorhandenen Strahlertyp angepasst, wodurch der Wärmebehandlungsprozess nicht das volle Potenzial der Infrarottechnik ausschöpft. Um den jeweiligen Anforderungen des thermischen Prozesses gerecht zu werden, ist es sinnvoll, im Hinblick auf die zu behandelnden Materialien und die Einwirkzeit den am besten geeigneten Infrarotstrahler herstellerunabhängig zu wählen.

Anwendungsbeispiele

Bei der Produktion von TPU-Bauteilen sind beispielsweise kurze Taktzeiten in Kombination mit homogener Durchwärmung trotz einseitiger Erwärmung gefordert. Unter einem fest definierten Temperaturregime werden die Bauteile künstlich vorgealtert und ein definierter Volumenschwund eingestellt. Unter diesen hohen Anforderungen an den Prozess führt hybride Beheizung zum Ziel: Kurzwellige Infrarotstrahler mit hoher Energiedichte sorgen für eine schnelle Erwärmung, mittelwellige Infrarotstrahler für die gewünschte Tiefenwirkung.

Für neue Werkstoffkonzepte, wie die Substitution von Stahl- durch Organoblech bei der Herstellung von Strukturbauteilen ist die schnelle und schonende Erwärmung auf Umformtemperatur für die Matrixwerkstoffe von großer Bedeutung. Um die Abbauvorgänge bei erhöhter Temperatur einzuschränken, definieren die Halbzeughersteller sehr kurze Verweilzeiten, die durch konventionelle Er-



Bild 2. Mittelwellige STIR-Strahler zur Erwärmung von technischen Textilien (© IBT)

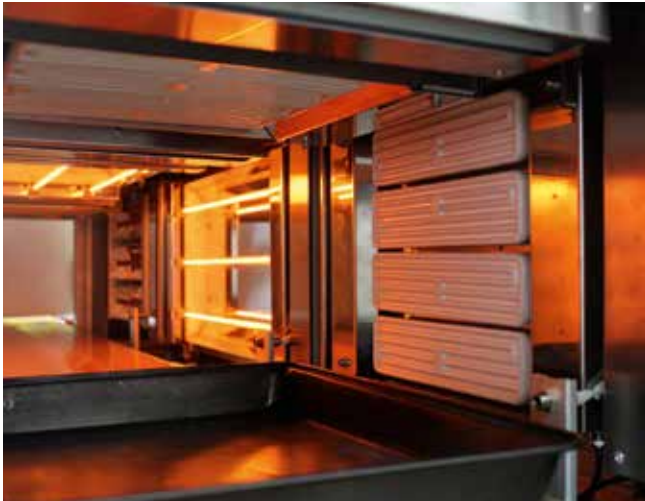


Bild 3. IR-Durchlaufanlage zur Erwärmung unterschiedlicher Lacksysteme: Im Innenraum befinden sich Zonen mit langwelligen Keramikstrahlern (vorn), kurzwelligen Hellstrahlern (Mitte) und mittelwelligen STIR-Strahlern (© IBT)



Bild 4. Erwärmung einer beidseitig grafitbeschichteten Kupferfolie mittels mittelwelligem Infrarot STIR (© IBT)

wärmung in Umluftöfen nur schwer zu realisieren sind. Wärmestrahlung kann hier den Vorteil der höheren Energiedichten ausspielen, sodass dieser Prozessschritt für den Einsatz von Infrarottechnik prädestiniert ist.

Bei der Lackrocknung auf spritzgegossenen Kunststoffbauteilen muss die Wellenlänge der Infrarotstrahler zum Absorptionsspektrum des Lacks passen (**Bild 3**). Wird zu viel Wärmestrahlung von der Lackschicht absorbiert, kann sich eine diffusionsdichte Haut bilden. Wenn die darunterliegenden Lackschichten weiter abdunsten, bilden sich Kocher. Wird der Lack jedoch gerichtet von unten erwärmt und ausgehärtet, lassen sich gute Ergebnisse erzielen. Häufig führt die Kombination der richtigen Infrarotbeheizung mit Konvektion zu einer erstaunlichen Steigerung des Anlagendurchsatzes (**Bild 4**).

Zusammenfassung und Ausblick

Um den Anforderungen der Anlagenbetreiber und Prozesse Rechnung zu tragen, muss auf das gesamte Spektrum der verschiedenen Strahlerarten zurückgegriffen werden. Der anwendungsorientierte Einsatz der Infrarottechnik trägt zur Qualitätsverbesserung und Energieeinsparung bei.

Vor allem bei wärmetechnisch schwierig beherrschbaren Produktionszyklen bietet die flexible Auswahl der Infrarotstrahler erweiterte Möglichkeiten, um den Fertigungsprozess optimal zu gestalten.

Der Trend zu Leichtbauwerkstoffen in allen gängigen Industriezweigen birgt ein riesiges Potenzial für Infrarot-Anwendungen. Die Produktion dieser Werkstoffe erfolgt mit gezielter Wärmezufuhr, um die Verfahren zu aktivieren, zu beschleunigen und Aushärtprozesse zu realisieren. Hochwertige Kunststoff- und Verbundsysteme sollen Ansprüche zwischen den Polen Low-Cost und High-End erfüllen und erfordern daher eine exakt abgestimmte Bearbeitung.

Bisherige Kleinstserien von Carbon-Bauteilen werden durch mittlere Serien abgelöst. Während sich ihr Einsatz bislang auf wenige Anwendungsgebiete (z. B. Flugzeugindustrie, Rennsport, automobiler Oberklasse) konzentriert, erlauben verbesserte und kostengünstigere Produktionsmethoden eine industrieweite Anwendung. Dieser Trend wird sich in den kommenden Jahren ausweiten und nach heutigen Gesichtspunkten noch unbestimmte Zeit andauern. Intelligent eingesetzte Infrarotsysteme werden diese Entwicklung begleiten. ■