

Zusammenfassung

IGF-Vorhaben-Nr.: 17414 N

Grundlegende Untersuchungen zum Infrarot-Schweißen von PVC-Fensterprofilen

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit grundlegenden Untersuchungen zum Infrarot-Schweißen von PVC-Fensterprofilen, um Potenziale und Grenzen des Verfahrens im Vergleich zum etablierten Heizelementschweißen herauszuarbeiten. Hierzu wurden zunächst die im Projekt eingesetzten Weiß- und Braunprofile hinsichtlich ihres Absorptionsverhaltens sowie ihrer Wärmeleitfähigkeit untersucht.

Anschließend wurden mehrere IR-Strahler bezüglich ihrer generellen Eignung für das IR-Schweißen von PVC-Fensterprofilmaterialien untersucht. Dabei kamen aus dem mittelwelligen IR-Bereich Carbonstrahler (mit und ohne Reflektor) und Metallbandemitter (in zwei unterschiedlichen Ausführungen) sowie aus dem kurzwelligen IR-Bereich Quarzglasstrahler (mit und ohne Reflektor) zum Einsatz. Die Strahler wurden u. a. nach Kriterien wie erreichbarer Aufschmelztiefe, notwendiger Erwärmdauer sowie hinsichtlich einer möglichst geringen thermischen Materialschädigung bewertet. Hierbei konnte prinzipiell mit mehreren Strahlertypen eine materialschonende Erwärmung von PVC-Fensterprofilrezepturen erreicht werden.

Daraufhin wurden IR-Schweißversuche mit kurz- und mittelwelligen IR-Strahlern durchgeführt, wofür flächige Strahlermodule zur Erwärmung vollständiger Flügelprofile verwendet wurden. Zunächst wurden dabei jeweils die relativen Bruchkräfte der Eckschweißungen in Abhängigkeit unterschiedlicher Erwärmparameter bewertet, wobei anfänglich auf die Verwendung von Blenden zur Fokussierung der IR-Strahlung auf der Schweißebene verzichtet wurde. Dabei wurden mit beiden Strahlertypen je nach Schweißparameter meist Bruchkräfte nahe den profilspezifischen Mindestbruchkräften erreicht. Die hierzu notwendigen Zeiten unterschieden sich bedingt durch die unterschiedlichen Leistungsdichten beider Strahler deutlich. Während sich beim Einsatz der kurzwelligen IR-Strahler Erwärmzeiten von 10 s realisieren ließen, waren bei den gewählten Versuchsbedingungen mit den mittelwelligen Strahlern etwa 18 s für ein ausreichend tiefes Plastifizieren der Profile notwendig. Die so durchgeführten Schweißversuche führten jedoch einerseits zu einem undefinierten Ausbeulen der Flanken im Bereich der inneren Ecke, was durch ein zu tiefes Erweichen der Profile im Gehrungsschnitt hervorgerufen wurde. Zum anderen mussten die einextrudierten Dichtungen bei diesen Versuchen entfernt werden, um die thermische Zersetzung der Dichtungsmaterialien zu vermeiden.

Aus diesen Gründen wurden zudem diverse Schweißversuche mit profilspezifisch optimierten Edelstahlblenden durchgeführt, die zwischen dem jeweiligen Strahlermodul und den Profilen eingesetzt wurden. Eine ausreichende thermische Abschirmung der empfindlichen Dichtungen gelang jedoch nur bei den Schweißungen mit den mittelwelligen IR-Strahlern. Dahingegen waren bei den Schweißversuchen mittels kurzwelligem IR trotz der Abschattung weiterhin starke thermische Zersetzungsreaktio-

nen zu beobachten, was vermutlich durch Streu- und Reflexionseffekte bedingt ist. Der niedrigere Energieeintrag in die Profile bei Verwendung von Blenden wurde durch längere Erwärmzeiten kompensiert. So waren mittels mittelwelligem IR bei Verwendung von Masken vier der fünf untersuchten Weißprofile mit verhältnismäßig hohen Bruchkräften schweißbar, wozu die Erwärmdauer jedoch um 4 s auf 22 s erhöht werden musste. Der Einsatz von Abschattungen führte bei Bestrahlung mit den kurzwelligen IR-Strahlern zu erheblich niedrigeren Bruchkräften: Eine ausreichend tiefe Plastifizierung der Profile ohne Anzeichen einer thermischen Materialschädigung war hierbei nicht mehr möglich, was sich oftmals an einem spröden Bruchversagen zeigte.

Zur ökologischen und ökonomischen Bewertung sowie in Bezug auf die potenzielle Gefährdung am Arbeitsplatz wurden im Rahmen des Projekts zudem diverse Untersuchungen zur Emission flüchtiger organischer Verbindungen sowie der Freisetzung von HCl durchgeführt. Selbst bei der Betrachtung von worst-case-Szenarien waren hierbei jedoch keine nennenswerten Gefährdungen festzustellen. Darüber hinaus wurden die Zykluszeit sowie der Energiebedarf beim Schweißen von PVC-Fensterprofilen mit kurz- bzw. mittelwelliger IR-Strahlung bewertet. Zu Vergleichszwecken wurden hier analog HS-Schweißungen bei Heizelementtemperaturen von 250 sowie 280 °C durchgeführt. Die wirtschaftliche Betrachtung stellte unter Berücksichtigung der eingesetzten Maschinenkonfiguration sowie der betrachteten Schweißparameter das IR-Schweißen mittels kurzwelligen IR-Strahlern als kosteneffizienteste Verfahrensvariante heraus.

„Das Ziel des Vorhabens wurde teilweise erreicht.“

Danksagung und Bestellhinweis

*Das Vorhaben 17414 N der Forschungsvereinigung **Fördergemeinschaft für das Süddeutsche Kunststoff-Zentrum e. V.** wurde über die *Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen "Otto von Guericke" e.V. (AiF)* im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.*

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Die gesamten Forschungsergebnisse können einem umfangreichen Forschungsbericht entnommen werden, der zum Selbstkostenpreis beim SKZ bestellt werden kann. Die Rechnung wird mit dem Bericht zugeschickt.