

ENTWICKLUNG EINES HEIZELEMENT-STUMPF-SCHWEISSSYSTEMS ZUR SCHWEISSUNG VON KOMPLEXEN 3D-THERMOPLASTSTRUKTUREN

Projektleiter: Dipl.-Ing. Marcel Meyer

Laufzeit: 05/19 – 07/21

Ausgangssituation

Beim Schweißen von Thermoplast-Platten und Rohren mit hohem Schmelzindex (engl. MFI = Melt-Flow-Index) lässt sich eine optimale Schweißnaht nur schwer herstellen und erfordert erfahrenes Personal. Gründe hierfür sind eine leichte Fließfähigkeit und ein niedriger Polymerisierungsgrad. Erschwerend dazu verlangt der Markt das Schweißen von großen komplexen 3D-Formen, das Generieren der Prozessparameter ist zeit- und materialaufwändig. Prozessbedingt kommt es jedoch zu einem entscheidenden Nachteil des Hezelement-Schweißens (HES). Die Qualität der Schweißverbindung ist von einer Vielzahl von anwendungsbezogenen und materialspezifischen Verfahrensparametern, wie Temperatur des Heizschwertes, der Vorwärmzeit der Fügepartner und der Werkzeuge, der Taktzeit und der Vorschubgeschwindigkeit der Antriebe, dem Anpressdruck auf die plastifizierten Fügeflächen sowie dessen zeitlichen Verlauf abhängig. Die Teilprozessschritte: Angleichen, Erwärmen, Umstellen, Fügen und Abkühlen des HES werden in Abbildung 1 dargestellt.

Forschungsziel

Ziel des Projektes war die Entwicklung eines Hezelementstumpf-Schweißsystems zur prozesssicheren Schweißung von komplexen 3D-Thermoplaststrukturen mit hohem MFI. Das neu zu entwickelnde System soll entscheidende Schweißparameter selbsttätig generieren, überwachen und in situ darauf reagieren, um optimale Schweißnähte in verkürzter Schweißzeit herzustellen (Abbildung 2).

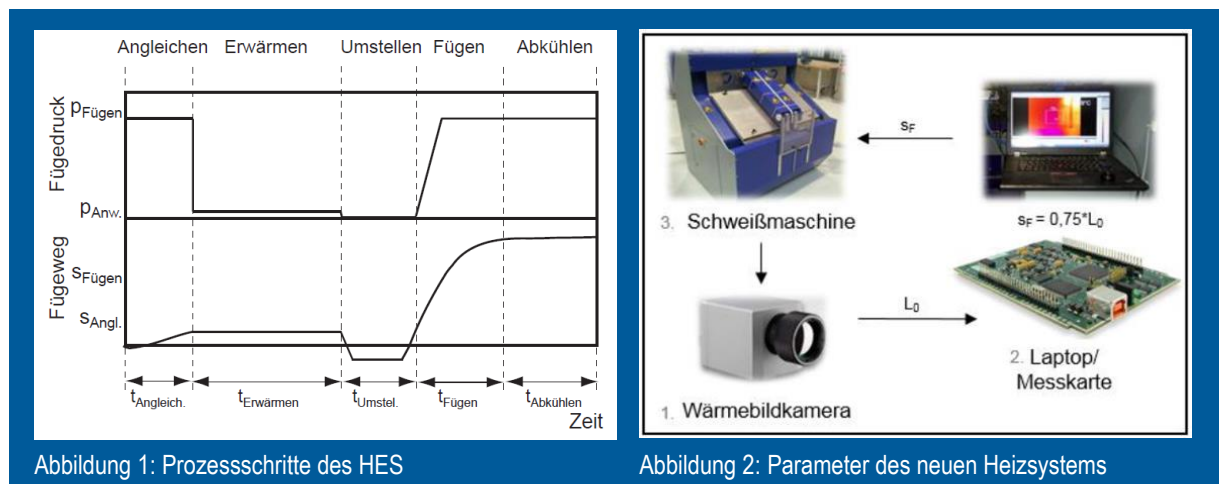


Abbildung 1: Prozessschritte des HES

Abbildung 2: Parameter des neuen Heizsystems

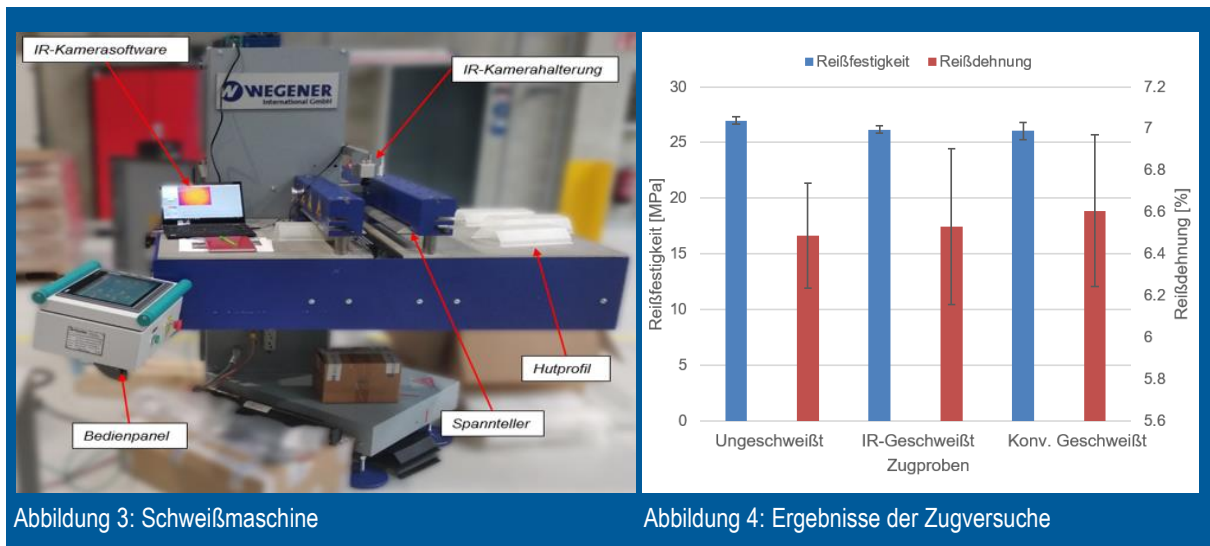
Die Entwicklung beinhaltet ein neues Antriebssystem für die Heitzische, eine neue Heizschwerttechnologie und erstmals den prozessintegrierten Einsatz von IR-Wärmebildkameras zur Messung des Schmelzschichtdickenminimums und zur exakten Bestimmung der Schmelzschichtdicke in der Erwärmphase. Damit wird der materialspezifische Fügeweg generiert, um spezifische Fügestrategien abzuleiten. Mit einem derartigen System sollen Rüst- und Fertigungskosten reduziert und zudem die Flexibilität von zu schweißenden Thermoplaststrukturen erhöht werden. Dabei werden die Entwicklung zu einem höheren Automatisierungsgrad und das Echtzeitgenerieren von Prozessparametern während des Schweißprozesses angestrebt.

Anwendung kann dieses Konzept bei allen homogenen Thermoplasten ohne weiteren Aufwand finden. Laut DVS 2215-2 ergibt eine 75%ige Schmelzeverdrängung bei homogenen Thermoplasten eine optimale Schweißnaht. Aber auch Faser-Kunststoff-Verbunde mit Fasern oder Holz-Kunststoff-Verbund können nach Bestimmung der optimalen Schmelzeverdrängung geschweißt werden.

Forschungsergebnis

Die Untersuchung des Antriebskonzeptes ergab die Eignung eines spindelangetriebenen Elektromotors mit Positionierung im Millimeterbereich sowie präzise Verfahrensgenauigkeiten der Schweißtische und eine hohe Wiederholgenauigkeit, somit entstanden auch keine Stick-Slip-Effekte. An beiden Tischen wurde ein spindelangetriebener Elektromotor eingebaut, programmiert und erfolgreich gefahren. Um die Überwachung der IR-Kamera zu realisieren, wurde eine Kamerahalterung über den Spanntellern und dem Heizschwert montiert. Hardwaretechnisch war zur Kommunikation zwischen IR-Kamera und HES-Schweißmaschine weiterhin eine Hilfsspannung notwendig (Abbildung 3). Softwareseitig mussten das SPS-Programm komplett neu erstellt und die IR-Kamera angepasst werden. Die Software umfasste die Programmierung am SPS-Modul via TIA V16. Es wurden eine funktionierende Schnittstelle zwischen Schweißanlage und IR-Kamera hergestellt sowie die Prozessphasen an die IR-Kamera angepasst. Für die IRDAS Aufnahme- und Auswertesoftware der Thermobildkamera waren Anpassungen notwendig. Hard- und Software wurden vor den empirischen Tests komplett aufeinander abgestimmt.

Aus einem komplexen Demonstrator wurden Zugproben mit Hilfe der IR-Kamera und HES-Schweißmaschine unter Praxisbedingungen hergestellt, reproduzierbare Schmelzschichtdicken dedektiert sowie die Füge- und Restwege der HES-Schweißmaschine bei den ausgewählten und spritzgegossenen Hutprofilen reproduziert. Die Zugversuche zur Bestimmung mechanischer Schweißseigenschaften haben bei den IR-Kamera- und bei den konventionell geschweißten Zugproben ein sehr gutes Verhältnis von 97 % und 96,6 % erzielt (Abbildung 4).



Anwendung und wirtschaftliche Bedeutung

Mit dem Schweißsystem sind alle Thermoplaste unabhängig der Bauteildicke, MFI und Geometrie ohne lange Rüstzeiten optimal schweißbar. Somit kann in Echtzeit zum Beispiel bei PA6 auf die schwankenden vom Feuchtegehalt abhängigen Schmelze-Volumenfließraten (engl. Melt Volume-flow Rate) reagiert werden. Da die Laborschweißmaschine mit IR-Kamera bei einem großen Spektrum von homogenen und verstärkten Kunststoffen eingesetzt werden kann, ist die Maschine für einen Großteil der handelsüblichen Kunststoffe anwendbar und für alle Anwender- und Kundenklassen interessant.

Projektpartner

Wegener International GmbH

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages