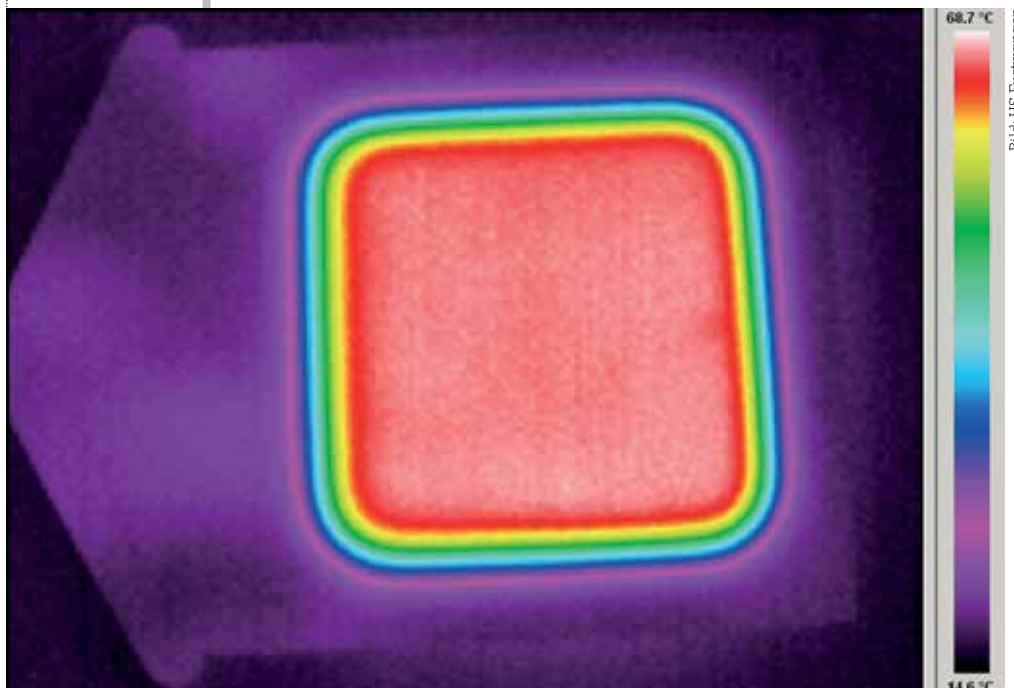


Vollautomatisiert Umformen

Wissenschaft An der Fachhochschule Furtwangen arbeitet an Wissenschaftsteam um Prof. Dr. Franz Aßbeck an einem energiesparenden und sauberen Verfahren zur Thermoumformung von Kunststoffen. Die Automatisierung spielt eine entscheidende Rolle.

Prof. Dr. F.Aßbeck* Dipl.-Ing. (FH) S.Grigull, H.-J. Scherzinger.



▲ Temperaturverteilung im Flachmaterial bei $67^{\circ}\text{C} \pm 0,5\text{K}$ am PET-Prüfling über $45 \times 45\text{mm}$ nach 3s.

Mit einem neuen hochfrequenzbasierten Verfahren (EU-Patent) können thermoplastische Kunststoff-Hohlprofile und -Platten sowohl geometrisch als auch zeitlich präziser und energieeffizienter erwärmt werden als es die aktuellen, konventionellen Verfahren zur Thermoumformung (Infrarot, Heißluft, Thermoöl) bisher ermöglichen. Ein Prototyp des Umform-Automa-

Prof. Dr.-Ing. Franz Aßbeck arbeitet an der Hochschule Furtwangen im Labor für Angewandte Mechatronik und Systemkonstruktion (LAMS)

ten auf Roboterbasis ist bereits seit einem halben Jahr bei einem lokalen Maschinenbauer in Erprobung. Die Vorteile der hochfrequenzbasierten Thermoumformung gegenüber dem Stand der Technik sind:

- energieeffizient, weil a) nur auf die Umformzone fokussierbare Erwärmung b) Energieeintrag nur während der „Anwärmzeit“ (diskontinuierlich) c) nur das Werkstück erwärmt wird

- verschmutzungsfreies, absolut sauberes Verfahren, sogar raumtauglich, da Erwärmung mittels, ggf. auch sterilisierbare, Hochfrequenz-Applikatoren und keiner-

lei Prozesshilfsmittel oder sonstige Abfälle

- „takt-genau“ innerhalb weniger Sekunden, da elektrische Energieintensität sehr gut „dosierbar“ - damit hervorragend geeignet für automatisierte Abläufe

- großes Spektrum an Umformprozessen im unmittelbaren Anschluss an die HF-basierte Erwärmung auf Verformungstemperatur möglich

- keine Leistungsbegrenzung durch Oberflächentemperaturen, die Wärme entsteht im Innern des Werkstücks

In der Matchbox steckt die Intelligenz des Verfahrens

Das hier vorgestellte dielektrische Erwärmungsverfahren ist in den Jahren 2011 bis 2014 entwickelt und ausgiebig beim Biegen von Kunststoffrohren erprobt worden. Mit verschiedenen Kunststoffen in Plattenform wurden zudem, unter Anwendung flacher Elektroden, in 2014 bis Anfang 2015 erfolgreiche Laborversuche durchgeführt, wobei ebenfalls Erwärmungszeiten im einstelligen Sekundenbereich bei sehr gleichmäßiger Wärmeverteilung realisiert worden sind. Bisher wurden verschiedene Polyamide (auch im Faserverbund), PMMA und amorphes PET (ohne Kristallisation) erwärmt. Prinzipiell können alle polaren Kunststoffe verarbeitet werden.

Das beschriebene Erwärmungssystem besteht aus drei Hauptkomponenten:

1. einem Hochfrequenzgenerator zur Erzeugung der Hochfrequenzleistung mit typischerweise $13,56/27,12\text{ MHz}$ bei wenigen 100W bis zu mehreren kW Leistung
2. einem Anpassungsnetzwerk (Matchbox) zur Einkopplung der

Leistung in die Elektroden-anordnung

3. den eigentlichen Heizelektroden aus Kupfer am Werkstück

Bei Hohlprofilen werden in erster Linie konzentrische Anordnungen der Elektroden genutzt, bei flachen Werkstücken werden Platten-Elektroden eingesetzt (siehe Bild 2). Um eine geringere Verschmutzungsneigung sowie eine reduzierte Wärmeabfuhr zu bewirken verwenden wir mit PTFE (Teflon) oder Al₂O₃ (Elektrokeramik) beschichtete Elektroden.

Das Anpassungsnetzwerk (Matchbox) wurde in unserem, EU-patentierten, Verfahren für Hohlprofile mit den Elektroden und einer speziell dafür entwickelten Regelung mit Systemkühlung und Überwachung zu einer geschlossenen Einheit kombiniert. Eine Wasserkühlung von Generator oder Matchbox ist nicht zwingend notwendig, kann aber zwecks Wärmerückgewinnung ebenfalls realisiert werden. Eine übergeordnete Maschinensteuerung (SPS, IPC) steuert den Prozess ausschließlich über die Ansteuerung des HF-Generators (ein/aus und Leistungswahl). Dazu können übliche Feldbusse genauso eingesetzt werden wie Analogsignal-schnittstellen oder eine RS232-Schnittstelle. Die einmalig parametrisierte Matchbox-Regelung kümmert sich autark um die Regelung des Erwärmungsprozesses, welcher bei Hohlprofilen üblicherweise durch kontinuierliches hin und her Bewegen auf größere Flächen als die Bedeckungsfläche durch die Heizeinheit wirkt. Außerdem kann über die Bewegungssteuerung, gegebenenfalls kombiniert mit einer Rotation, die Energie noch gleichmäßiger auf die Erwärmungszone verteilt werden. Unterschiedliche Erwärmungsprofile bzw. Tempera-



▲ Schematischer Aufbau des Hochfrequenz-Heizsystems (Umformwerkzeug nicht dargestellt).

turzonen werden durch Bewegung und zusätzliche Leistungsvariation erzeugt. Die Maschinensteuerung kann überdies ergänzende Informationen aus der Matchbox-Regelung auslesen. Damit ist eine 100%-Aufzeichnung der Daten zu jedem Heizvorgang zur Qualitätssicherung möglich. Ein spezielles Pyrosensor-System zur 3D-Erfassung der Oberflächentemperaturen in direkter Nähe der HF-Erwärmungseinheit wurde ebenfalls entwickelt.

Industriepartner sind jetzt gesucht

In den letzten drei Jahren wurde in zwei ZIM-geförderten Transferprojekten (Hochschulinstitut-KMU) ein Produktionsautomat für ein neuartiges, hochfrequenzbasiertes Erwärmungs- und Umformverfahren an thermoplastischen Kunststoffen und ein Analyseautomat zur Erarbeitung einer Expertenbasis dazu entwickelt. Wegen eines Stillhalteabkommens auf besonderen Wunsch eines Exklusivkunden unseres Industriepartners wurde dazu bisher, außer dem bereits erteilten EU-Patent, nichts publiziert.

Dieses voll automatisierbare neue Erwärmungs- und Umformverfahren hat ein besonders hohes Innovationspotential gegenüber den klassischen Erwärmungsverfahren mit Warmluftöfen oder gar mit Thermoöl. Es hat gegenüber der



Bild: HS Furtwangen

▲ PA6.12 Werkstück (hier Rohr) im Biegewerkzeug, das Heizsystem befindet sich rechts (Kupfer).

Infrarot-Erwärmung vor allem dann auch entscheidende Vorteile, wenn die zu erwärmenden Werkstücke wesentlich dicker als die Eindringtiefe der Infrarotstrahlung sind (mehrere mm-Bereich), da bei diesem Verfahren die Wärme im Werkstück selbst entsteht und nicht durch Wärmeleitung transportiert werden muss. Es hat gegenüber der einzigen Konkurrenz, der Infrarot-Erwärmung, auch dann Vorteile, wenn an einem Werkstück verschiedene Zonen auf unterschiedliche Temperaturen zu erwärmen sind (lokal abgegrenzte Verformungs- oder Fließzonen). Es werden „Anwendungspioniere“ gesucht.

Einfach.



Einfach genial.



DINA steht für genial einfache Sicherheitslösungen. Unsere kompakten Standalones sind kinderleicht zu parametrieren und als Not-Halt-Relais, Stillstands-, Phasen- oder Temperatur-Wächter für unterschiedlichste Anwendungsbereiche einsetzbar. Erleben Sie die Genialität unter dina.de/genial

