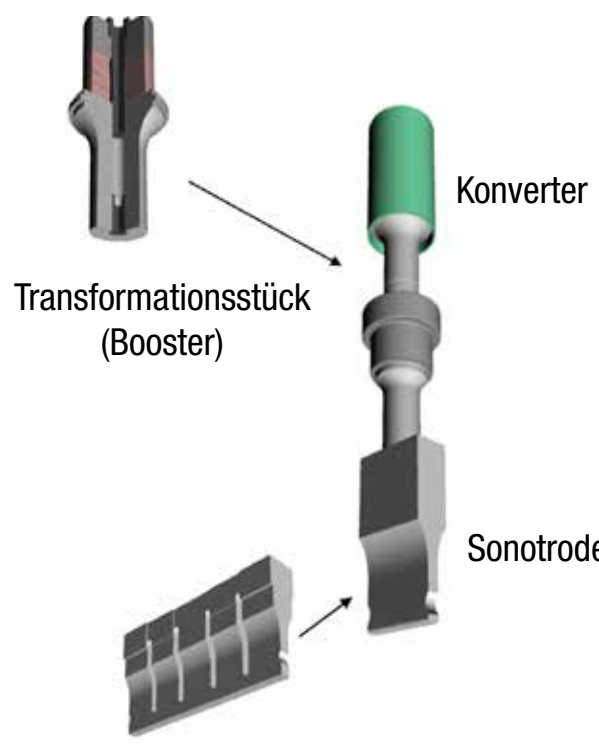


Ultraschallschweißen

Kurzbeschreibung

Beim Ultraschallschweißen wird die in einem Generator erzeugte hochfrequente Energie mittels eines Schallwandlers (Konverter) in hochfrequente mechanische Schwingungen umgewandelt und durch das Schweißwerkzeug (Sonotrode) auf das Bauteil übertragen. Das gesamte Schweißsystem, bestehend aus Konverter, Transformationsstück und Sonotrode, arbeitet hierbei in Resonanz. Die Arbeitsfrequenz liegt beim Ultraschallschweißen typischerweise zwischen 20.000 Hz und 40.000 Hz. Die zum Schweißen benötigte Wärme wird durch Dissipation der mechanischen Schwingungsenergie in der Fügezone erzeugt. Hierbei werden die hochfrequenten Schwingungen absorbiert und führen zu Molekular- und Grenzflächenreibung, infolgedessen der Kunststoff plastifiziert. Für einen gezielten Energieeintrag und eine anwendungsgerechte Schweißnahtbildung ist beim Ultraschallschweißen eine spezielle Fügezonegeometrie in Form eines Energierichtungsgebers (ERG) notwendig. Die für den Prozess besonders relevanten Parameter sind die Arbeitsfrequenz der Ultraschallschweißmaschine, die Schwingungsamplitude, der Fügedruck bzw. das Fügedruckprofil und die Haltezeit. Der Schweißprozess kann weggesteuert, zeitgesteuert oder energieeregelt erfolgen.



Vorteile	Nachteile
sehr kurze Prozesszeiten	spezielle Fügeflächen-gestaltung (ERG)
hoher Automatisierungsgrad möglich	Schwingungseintrag in das Bauteil
energieeffizient und ressourcenschonend	hohe Werkstoff- und Geometrie-abhängigkeit
geringe Investitionskosten	Partikelabrieb
geringste Prozesszeiten benötigt	

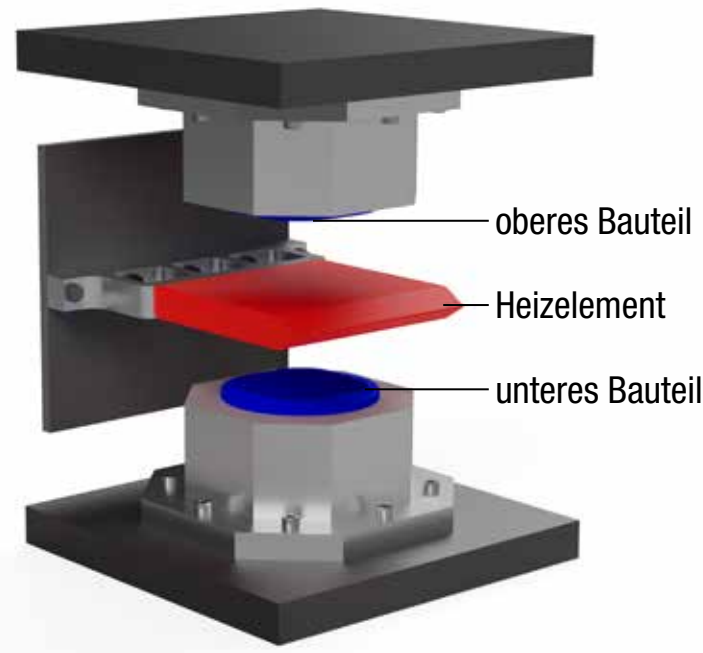
Anwendungsbereiche

Typische Anwendungsbereiche sind die Automobil-, Verpackungs- und Elektronikindustrie sowie die Medizintechnik. Aufgrund der sehr kurzen Prozesszeiten ist das Ultraschallschweißen hervorragend für den Einsatz in der Serienproduktion geeignet. Infolge der Größenbeschränkung des Schweißwerkzeugs eignet sich das Verfahren besonders für kleine bis mittelgroße Bauteile aus thermoplastischen Kunststoffen sowie zum Schweißen von Folien und Vlieswerkstoffen.

Heizelementschweißen

Kurzbeschreibung

Beim Heizelementschweißen werden die Fügeflächen der Formteile bzw. Halbzeuge durch den direkten Kontakt zum temperierten Heizelement erwärmt und anschließend unter Druck geschweißt. Infolge des zeitlich getrennten Erwärmungs- und Fügevorgangs handelt es sich beim Heizelementschweißen um ein Mehrstufenverfahren. Der Prozess unterteilt sich in fünf Prozessphasen: Angleichen, Erwärmen, Umstellen, Fügen und Kühlen. Während des Angleichens wird ein vollständiger Kontakt der Fügeflächen am Heizelement hergestellt. Anschließend erfolgt bei nahezu druckloser Erwärmung die Bildung einer Schmelzeschicht. Danach wird das Heizelement entfernt (Umstellen) und die Bauteile unter Druck geschweißt. Nach dem Zurücklegen des benötigten Fügewegs und dem damit verbundenen Ausdrücken der Schmelze erfolgt das Abkühlen unter Druck und das Erstarren der Schmelze. Der Schweißprozess kann druckeregelt oder weggesteuert ausgeführt werden. Zu den kennzeichnenden Prozessparametern gehören die Heizelementtemperatur, die Erwärmungszeit, der Fügedruck und die Abkühlzeit.



Vorteile	Nachteile
hoher Automatisierungsgrad möglich	aufwendige Werkzeuge für 3D-Strukturen
hoher Reifegrad	lange Taktzeiten
homogene Schweißwulst (partikelfrei)	Materialanhaftung am Heizelement möglich
tolerant bei Materialunterschieden	hohe laufende Kosten (Energie)
mittlere bis hohe Prozesszeiten benötigt	

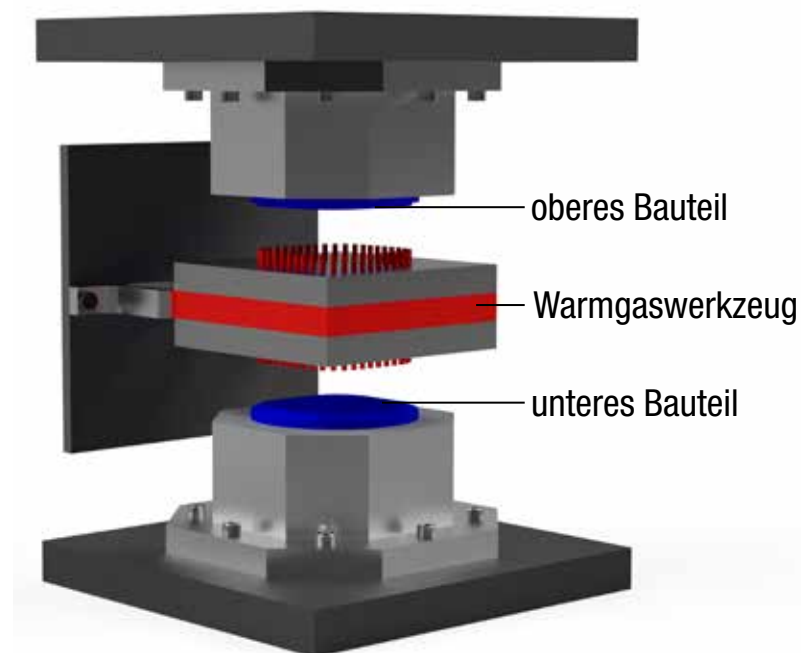
Anwendungsbereiche

Das Heizelementschweißen ist eine der dominierenden Fügeverfahren in der Serienfertigung von Halbzeugen und Formteilen aus thermoplastischen Kunststoffen. Die besondere Eignung für komplexe dreidimensionale Fügeflächen und die Anwendbarkeit für eine Vielzahl an Kunststoffen zeichnet dieses Verfahren aus. Das Heizelementstumpfen- und das Heizelementmuffenschweißen besitzen eine hohe Bedeutung beim Schweißen im Rohr- und Apparatebau.

Wärmegastumpfschweißen

Kurzbeschreibung

Beim Wärmegastumpfschweißen erfolgt der Wärmeeintrag mittels Konvektion und Wärmeleitung. Die Fügeflächen werden hierbei durch einen Wärmegastumpfen plastifiziert, der durch ein an das Fügeteil angepasstes Wärmegastüßensystem austritt. Die Wahl des Prozessgases kann frei getroffen werden, jedoch wird dieses abhängig von der Oxidationsanfälligkeit des zu schweißenden Kunststoffes ausgewählt. Die deutlich oberhalb der Schmelztemperatur liegende Gastemperatur kann zu einer thermischen bzw. thermisch-oxidativen Schädigung des Kunststoffes führen. Wie beim Heizelement- und Infrarotschweißen werden die Erwärm- und Fügephase getrennt voneinander ausgeführt. Nach Erzeugung der gewünschten Schmelzeschicht wird das Wärmegastüßensystem zwischen den Bauteilen entfernt und die Bauteile werden unter Druck geschweißt. Die kennzeichnenden Prozessparameter sind die Gastemperatur, der Gasvolumenstrom, der Abstand zwischen den Düsen und die Bauteiloberfläche, die Erwärmungszeit, der Fügedruck und die Abkühlzeit. Der Fügeprozess kann weggesteuert oder krafteregelt ausgeführt werden.



Vorteile	Nachteile
kontaktlose Erwärmung	thermische/thermisch-oxidative Schädigung des Kunststoffes möglich
homogene Schweißwulst (partikelfrei)	Energieeintrag außerhalb der Fügezone möglich
Eignung für komplexe Bauteilgeometrien	wenige wissenschaftliche Grundlagen
Eignung für Hochtemperatur-kunststoffe	hohe Betriebskosten
mittlere bis hohe Prozesszeiten benötigt	

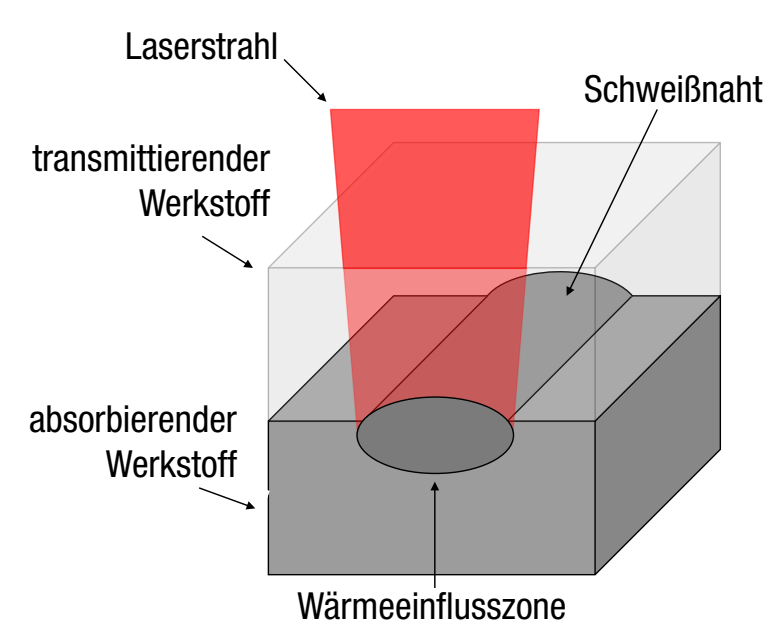
Anwendungsbereiche

Das Wärmegastumpfschweißen ist ein vollautomatisierbares Schweißverfahren, das grundsätzlich für alle thermoplastischen Formteile geeignet ist. Es bietet die Möglichkeit, dreidimensionale Fügeflächen zuverlässig zu schweißen. Als Anwendungsbeispiele gelten vor allem Bauteile aus dem Automobilbau, bei denen eine vollständige Partikelfreiheit gefordert wird. Ansaug- und Ladeflutrohre, Kraftstoff- und Hydraulikölbehälter, aber auch Scheinwerfer können gefügt werden.

Laserdurchstrahlschweißen

Kurzbeschreibung

Das Erwärmen und Plastifizieren der Fügezone erfolgt durch Absorption der elektromagnetischen Energie der infraroten Laserstrahlung durch den Kunststoff. Beim Laserdurchstrahlschweißen werden die Fügeteile vor dem Schweißen in Kontakt gebracht, der Laserstrahl durchdringt das für ihn transparente Fügeteil und wird im absorbierenden Fügeteil in Wärme umgewandelt. Das laserstrahltransparente Fügeteil wird durch Wärmeleitung ebenfalls erwärmt, sodass durch das Aufbringen eines Fügedrucks die Schweißung hergestellt wird. Beim Laserstrahlschweißen können nur sehr geringe Formteiltoleranzen überbrückt werden, da ein Spalt die Wärmeleitung in das transparente Bauteil verhindert. Es wird zwischen dem Konturschweißen, dem Simultanschweißen, dem Quasi-Simultanschweißen sowie dem Maskenschweißen unterschieden. Zu den relevanten Prozessparametern gehören der Typ der Laserstrahlquelle, die Wellenlänge, die Streckenenergie sowie die Eigenschaften des Spots.



Vorteile	Nachteile
kleine gut kontrollierbare Wärmeinflusszone	bedingte Möglichkeit der Spaltüberbrückung zum Ausgleich von Fertigungstoleranzen
optisch hochwertige Schweißnähte (Kein Quetschfluss beim Konturschweißen)	kostenintensive Anlagentechnik
kurze Taktzeiten	aufwendige Schutzmaßnahmen
für sehr kleine und präzise Bauteile einsetzbar	in der Regel ist die Durchstrahlbarkeit eines Fügepartners notwendig
geringe Prozesszeiten benötigt	

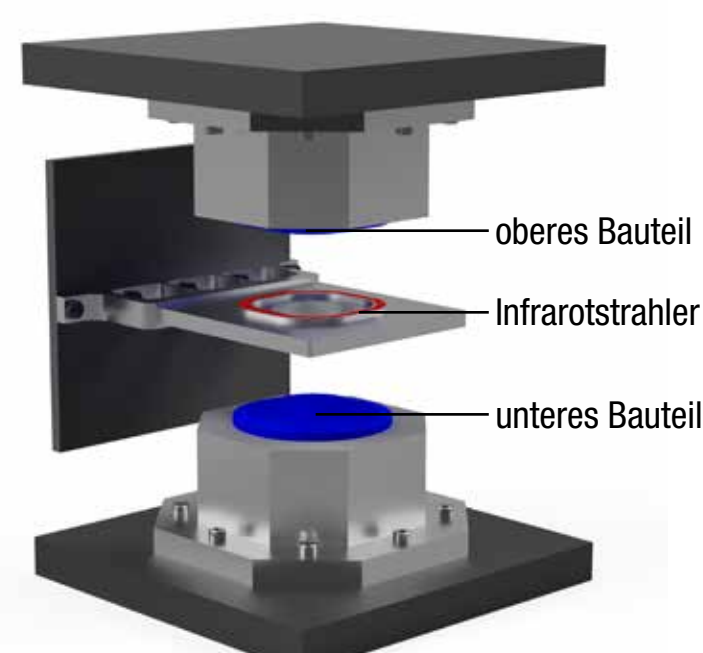
Anwendungsbereiche

Die Haupteinsatzgebiete finden sich in der Elektronikindustrie, der Medizintechnik und der Automobilindustrie. Neben gleichartigen Kunststoffen lassen sich auch unterschiedliche Kunststoffarten miteinander schweißen, sofern sich ihre Schmelztemperaturbereiche hinreichend überschneiden und die beiden Werkstoffe chemisch und physikalisch kompatibel sind.

Infrarotschweißen

Kurzbeschreibung

Der Wärmeeintrag erfolgt beim Infrarotschweißen durch Wärmestrahlung. Die vom Infrarotstrahler emittierte Strahlung wird durch den zu schweißenden Kunststoff absorbiert. In der Regel wird hierbei die kurz- (0,78 bis 1,4 µm) und mittelwellige (1,4 bis 3 µm) Infrarotstrahlung des Lichtspektrums angewendet. Zum Erreichen eines hohen Wirkungsgrads sollte das Emissionsspektrum des Strahlers auf das Absorptionsspektrum des Kunststoffes abgestimmt sein. Es ist zu beachten, dass etwaige Zusatzstoffe, beispielsweise Ruß oder Farbpigmente, das Absorptionsvermögen verändern. Es ist zwischen der Volumen- und Oberflächenabsorption zu unterscheiden. Bei Verwendung kurzweiliger Infrarotstrahler mit einer zumeist höheren Flächenleistung ist auf eine mögliche thermische Schädigung der Bauteiloberfläche zu achten. Die Prozessführung beim Infrarotschweißen ist ähnlich der beim Heizelementschweißen. Nach der kontaktlosen Erwärmung wird der Infrarotstrahler zwischen den Bauteilen entfernt und sie werden anschließend unter Druck geschweißt. Zu den für den Prozess charakteristischen Parametern gehören die Strahlerart und -leistung, die Bestrahlungsdauer, der Strahlerabstand und die Abkühlzeit. Der Schweißprozess kann druckeregelt oder weggesteuert ausgeführt werden.



Vorteile	Nachteile
kontaktlose Erwärmung	komplexe Strahler-Werkstoff-Abhängigkeit
hohe Gestaltungsfreiheit der Fügeflächen und des Infrarotstrahlers	Abstimmung des Emissions- und Absorptionsverhaltens
homogene Schweißwulst (partikelfrei)	Energieeintrag außerhalb der Fügezone möglich
spannungsarme Verbindungen	eventuell komplexer Strahlerbau
mittlere bis hohe Prozesszeiten benötigt	

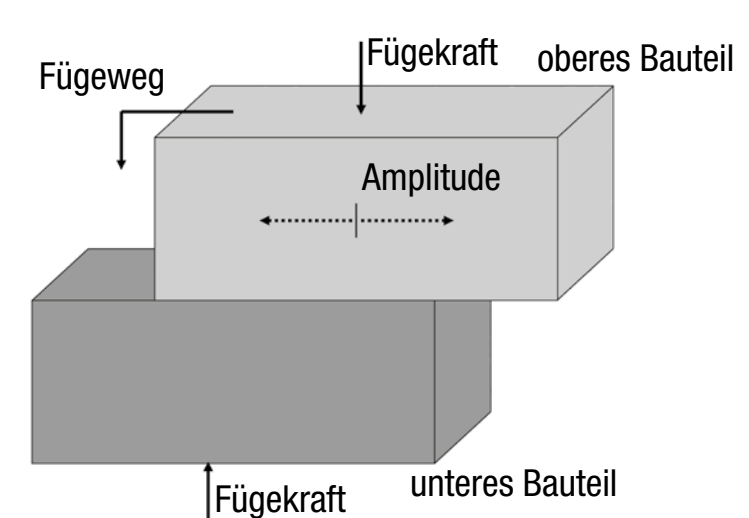
Anwendungsbereiche

Das Infrarotschweißen wird branchenübergreifend eingesetzt. Typische Anwendungen sind das Schweißen von Rohren und großvolumigen Behältern sowie die Serienfertigung im Automobilbau. Das Infrarotschweißen ist sehr gut für Anwendungen mit hohen Reibungsanforderungen, aber auch zum Verbinden von Hochtemperaturthermoplasten mit und ohne Faserverstärkung geeignet (keine Anhaftungs- und Abrasionsgefahr). In Abhängigkeit vom eingesetzten Strahlersystem können auch komplexe 3D-Geometrien geschweißt werden. Zudem kann die Infrarottechnologie mit anderen Schweißverfahren kombiniert werden. Ein typischer Anwendungsfall ist das Vibrationschweißen in Kombination mit einer Infrarot-Vorwärmung zum Reduzieren der Partikelbildung.

Vibrationschweißen

Kurzbeschreibung

Beim Vibrationschweißen erfolgt die Erwärmung des Kunststoffes durch Dissipation von Reibung. Die Fügeteile werden unter Einwirkung einer Fügekraft mit einer Amplitude in horizontaler Richtung relativ zueinander bewegt. Hierbei wird der Obertisch über elektromagnetische Federsysteme in horizontale Schwingungen versetzt. Die Fügeteile werden an ihrer Grenzfläche durch die Umwandlung von Reibenergie in Wärme plastifiziert. Es entsteht eine Schmelzeschicht, welche durch die Vibrationsbewegung einer wechselnden Scherbelastung ausgesetzt ist. Dies bewirkt einen zusätzlichen Energieeintrag. Durch den aufgetragenen Fügedruck wird gleichzeitig Schmelze in den Wulst gedrückt. Es handelt sich folglich um ein einstufiges Schweißverfahren. Im Hinblick auf die Prozessführung wird beim Vibrationschweißen zwischen den Schwingrichtungen linear-längs und linear-quer (längs bzw. quer zur Hauptausdehnungsrichtung der Fügeteile) unterschieden. Die charakteristischen Prozessgrößen sind die Schwingfrequenz, die Schwingamplitude, die Fügekraft, der Fügeweg und die Abkühlzeit. Der Schweißprozess kann zeit- oder weggesteuert ausgeführt werden. Zusätzlich besteht die Möglichkeit, die Prozesszeit beim Vibrationschweißen durch die Prozessführungsstrategie des so genannten Hochdruckanfahrens nochmals deutlich zu verkürzen.



Vorteile	Nachteile
kurze Taktzeiten	ebene Nahtkonturen erforderlich
hohe Schweißnahtqualität	bedingte Eignung für Bauteile mit integrierten Elektronikkomponenten
robuste Anlagentechnik	Partikelabrieb (Fusselbildung)
tolerant gegenüber Verunreinigungen	bedingte Eignung für biegeschlechte Bauteile
geringe Prozesszeiten benötigt	

Anwendungsbereiche

Das Vibrationschweißen eignet sich für das Schweißen von spritzgegossenen, extrudierten oder blasgeformten Bauteilen in der Serienfertigung. Es können auch unterschiedliche Werkstoffe miteinander geschweißt werden (zum Beispiel Kunststoff mit Elastomeren, Textilfasern oder Holzwerkstoffen). Hauptanwendungsbereiche sind die Automobil- und die Haushaltsgeräteindustrie.

Die Poster-Inhalte wurden zusammengestellt von Mitarbeitern der Professur Kunststoffe der Technischen Universität Chemnitz und Mitarbeitern der Kunststofftechnik Paderborn (KPT) der Universität Paderborn.

Ihr kompetenter Partner in der Ultraschall-Verbindungstechnik
www.telsonic.com

www.leister.com

FÜGEN UND AUTOMATISIEREN AUS EINER HAND?
GIBT ES ZU 100% PASSEND VON UNS!
www.bielomatik.de

www.paneltim.com

KLN Ultraschall AG
Odenwaldstraße 8
D-64646 Heppenheim
Tel.: +49 6252 14-0
Fax: +49 6252 14-277
Email: info@kln.de
www.kln.de

www.awematec.com

Zirkularschweißen (ZS) Rotationschweißen (ROT)
Rotatives Vibrationschweißen (ROV)
Linearschweißen (VIB)
Infrarotschweißen (IR)
Laserschweißen (LS)
Hybrid Reinraumschweißen ZS+IR, ZS+LS
www.fischer-st.de

www.wegenerwelding.de

Fachzeitschriften & Newsletter
Ihre erste Wahl: TOP-Entscheider
schnell, direkt & punktgenau erreichen!
www.joining-plastics.info

HERZ GmbH - Tel.: +49 (0) 2622-88350 - info@herz-gmbh.com - www.herz-gmbh.com