

Ersetzt Ausgabe August 1992 und 2216-2 Ausgabe August 1992

Inhalt:

- 1 Geltungsbereich
- 2 Anwendungsgebiet der Füge-technik durch Ultraschall
- 3 Prozess
 - 3.1 Prozessbeschreibung
 - 3.2 Kenngrößen
 - 3.3 Prozessphasen
 - 3.3.1 Prozessphase 1, Anschmelzen des Energierichtungsgebers (ERG)
 - 3.3.2 Prozessphase 2, instationäre Schmelzebildung
 - 3.3.3 Prozessphase 3, quasistationäre Abschmelzphase
 - 3.3.4 Prozessphase 4, Haltephase / Abkühlphase
- 4 Maschinen, Geräte und Werkzeuge
 - 4.1 Aufbau und Wirkungsweise
 - 4.1.1 Schematischer Aufbau einer Ultraschallschweißmaschine
 - 4.1.2 Ultraschallgenerator
 - 4.1.3 Ultraschallwandler
 - 4.1.4 Transformationsstück
 - 4.1.5 Sonotrode
 - 4.1.6 Aufnahmewerkzeug
 - 4.2 Schweißgeräte- und Maschinenarten
 - 4.2.1 Anforderungen
 - 4.2.2 Geräte mit manuellem Antrieb
 - 4.2.3 Schweißpressen mit pneumatischem Antrieb
 - 4.2.4 Schweißpressen mit elektromotorischem Antrieb
 - 4.2.5 Sondermaschinen
- 5 Sicherheitsmaßnahmen
- 6 Einfluss der Werkstoffeigenschaften auf das Schweißverhalten
 - 6.1 Schubmodul G' und mechanischer Verlustfaktor $\tan \delta$ in Abhängigkeit der Temperatur
 - 6.2 Spezifische Wärmekapazität c_p und der Wärmeleitfähigkeit
 - 6.3 Schmelztemperaturbereich
 - 6.4 Viskosität der Schmelze (MFR bzw. MVR)
 - 6.5 Verstärkungsstoffe, Füllstoffe, andere Zusätze
- 7 Einfluss der Herstellungsbedingungen der Fügeteile auf das Schweißverhalten
 - 7.1 Anforderungen an die Fügeteile
 - 7.1.1 Einfluss von Feuchtigkeit
 - 7.1.2 Regenerat, Rezyklat
 - 7.1.3 Formtrennmittel
 - 7.1.4 Lagerung
- 8 Konstruktive Gestaltung der Fügeteile
 - 8.1 Allgemeine konstruktive Merkmale
 - 8.1.1 Ausrunden von Ecken und Kanten
 - 8.1.2 Lage der Fügeteile und die Entfernung zur Sonotrode (Nahfeld-, Fernfeldschweißen)
 - 8.1.3 Größe und Ausbildung der Fügeflächen
 - 8.1.4 Energierichtungsggeber
 - 8.1.5 Zentrierung der Fügeteile
 - 8.1.6 Freier Einschnitt des Oberteils
 - 8.1.7 Mitschwingen von Rippen, Laschen, Bolzen und anderen Funktionselementen
 - 8.1.8 Lösen von Partikeln beim Schweißen
 - 8.1.9 Lage im Aufnahmewerkzeug
 - 8.1.10 Anschlagfläche der Sonotrode

- 8.1.11 Fügeflächengeometrie
- 8.1.12 Fügeflächenbildung mit kegel- und noppenförmigem Energierichtungsgeber
- 8.1.13 Fügeflächenbildung mit dachförmigem Energierichtungsgeber
- 8.1.14 Fügeflächenbildung mit Querschweißnähten
- 8.1.15 Punktschweißen
- 9 Prozessüberwachung
- 10 Qualitätsüberwachung von Fügeteilen nach dem Schweißen
- 11 Verfahrensschritte zum Einstellen und Optimieren der Prozessparameter
- 12 Normen, Richtlinien und Vorschriften
- 13 Anwendungsbeispiele

1 Geltungsbereich

Diese Richtlinie gilt für das Fügen und Bearbeiten von Formteilen und Halbzeugen aus thermoplastischen Kunststoffen mit Ultraschall, bevorzugt in der Serienfertigung.

Unter dem Begriff „Fügen“ sind alle stoffschlüssigen und mechanischen Verbindungstechniken zu verstehen, z.B. Schweißen, Nieten, Bördeln, Verkrallen, Verdämmen, Umbugen usw. Die Bezeichnung „Schweißen“ wird nur bei stoffschlüssigen Verbindungen angewandt. In der Richtlinie beschriebene technologische Zusammenhänge gelten sinngemäß für das Schweißen, Fügen und Bearbeiten mittels Ultraschall.

Beschrieben werden der Verfahrensablauf (Prozess), Maschinen, Geräte und Werkzeuge, Sicherheitsmaßnahmen, Einfluss von Werkstoffeigenschaften und Herstellbedingungen der Fügeteile auf das Schweißverhalten, konstruktive Gestaltung der Fügeteile, Prozessüberwachung, Qualitätssicherung, Literaturhinweise.

2 Anwendungsgebiet der Füge-technik durch Ultraschall

Die Ultraschalltechnologie wird für folgende Fügeverfahren eingesetzt:

Ultraschallschweißen, Ultraschallpunktschweißen, Ultraschallbördeln und -verdämmen Ultraschallnieten, Ultraschallverkrallen, Ultraschalleinsenken, Ultraschallnähen, sowie Ultraschallschneiden.

Mit Ultraschall geschweißt werden vorwiegend spritzgegossene Fügeteile sowie Fügeteile die durch Blasformen, Warmformen oder Extrudieren hergestellt sind.

Mit Ultraschall sind grundsätzlich alle thermoplastischen Kunststoffe schweißbar. Das gilt auch für eine Reihe von thermoplastischen Elastomeren und für Polymerblends (modifizierte ein- oder mehrphasige Polymerverbindungen, die mindestens zwei unterschiedliche Kunststoffarten beinhalten). Es können auch mit Verstärkungs- oder Füllstoffen versehene Kunststoffe untereinander oder mit unverstärkten bzw. ungefüllten Kunststoffen geschweißt werden.

Diese Veröffentlichung wurde von einer Gruppe erfahrener Fachleute in ehrenamtlicher Gemeinschaftsarbeit erstellt und wird als eine wichtige Erkenntnisquelle zur Beachtung empfohlen. Der Anwender muss jeweils prüfen, wie weit der Inhalt auf seinen speziellen Fall anwendbar und ob die ihm vorliegende Fassung noch gültig ist. Eine Haftung des DVS und derjenigen, die an der Ausarbeitung beteiligt waren, ist ausgeschlossen.

DVS, Ausschuss für Technik, Arbeitsgruppe „Fügen von Kunststoffen“

Nachdruck und Kopie, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des Herausgebers

3 Prozess

3.1 Prozessbeschreibung

Beim Ultraschallschweißen werden Füge­teile aus thermoplastischen Kunststoffen durch mechanische Schwingungen im Ultraschallbereich miteinander verschweißt.

Die von einem Generator erzeugten elektrischen Schwingungen werden im Ultraschallwandler (Schallkopf, Konverter) in mechanische Schwingungen gleicher Frequenz umgewandelt und über das Transformationsstück (Booster) und die Sonotrode (Horn) den Fügeflächen zugeleitet.

Durch Absorption der mechanischen Schwingungen, Reflexion in der Fügezone und durch die Grenzflächenreibung der Fügeflächen schmilzt der Kunststoff im Fugebereich. Die Füge­teile sinken durch die aufgebrachte Schweißkraft nach und die Schweißung tritt ein. In der anschließenden Haltephase setzt die Abkühlung des Schmelzefilms ein. Zusatzstoffe sind nicht erforderlich.

Zum Erzielen einer reproduzierbaren guten Schweißqualität sind neben der richtigen Auswahl des Ultraschallschweißgerätes die rohstoffbedingten Einflüsse der thermoplastischen Kunststoffe, die Herstell- und Lagerbedingungen und die konstruktive Gestaltung der Füge­teile sowie die Prozessparameter beim Schweißen von wesentlichem Einfluss.

In Bild 1 sind der prinzipielle Verlauf von Schweißkraft, Füge­weg und Amplitude für das Schweißen mit Energierichtungsgeber (ERG) dargestellt. Die während des Schweißprozesses auftretenden Phasen und geometrische Gegebenheiten sind ebenfalls eingezeichnet und werden unter Abschnitt 3.3 beschrieben.

3.2 Kenngrößen

Im Folgenden sind die Kenngrößen beim Ultraschallschweißen und ihre Dimensionen aufgeführt.

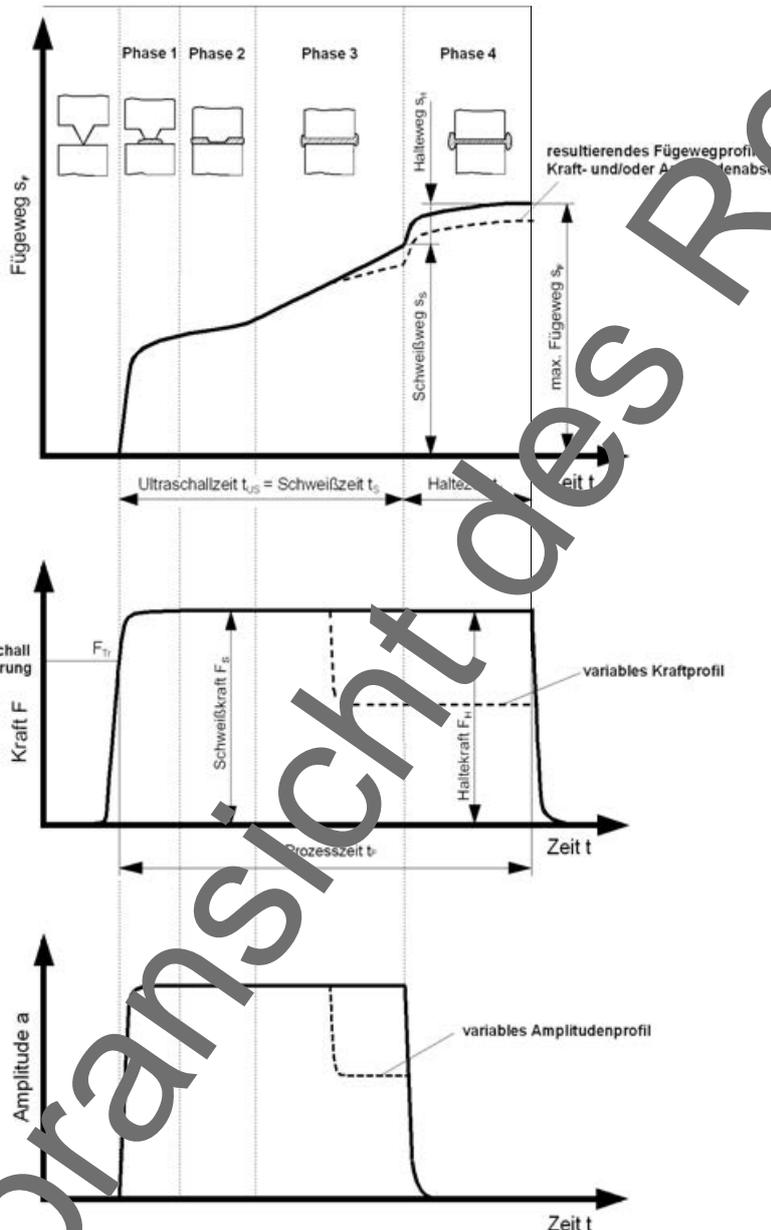


Bild 1.

Prinzipieller Verlauf von Kraft, Weg und Amplitude als Funktion der Zeit beim Ultraschallschweißen von Füge­teilen mit Energierichtungsgeber.

- Phase 1: Anschmelzen des Energierichtungsgebers
- Phase 2: Instationäre Schmelzbildung
- Phase 3: Quasistationäre Abschmelzphase
- Phase 4: Haltephase / Abkühlphase