

## **Richtlinie DVS 2216-5**

# **Ultraschallfügen von Formteilen aus thermoplastischen Kunststoffen in der Serienfertigung – Ultraschallwerkzeug Sonotrode**

DVS, Ausschuss für Technik, Arbeitsgruppe "Fügen von Kunststoffen"

Diese Veröffentlichung wurde von einer Gruppe erfahrener Fachleute in ehrenamtlicher Gemeinschaftsarbeit erstellt und wird 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 Deutschen Verbandes für Schweißen und verwandte Verfahren e.V. und derjenigen, die an der Ausarbeitung beteiligt waren, ist ausgeschlossen.

**Inhalt:**

- 1. Geltungsbereich**
- 2. Grundlagen**
  - 2.1. Aufgabe der Sonotrode
  - 2.2. Ultraschall-System
- 3. Sonotrodenformen**
  - 3.1. Standardsonotroden ohne Schlitze
  - 3.2. Sonotroden mit Schlitzen
  - 3.3. Zylindersonotrode, mit Einschnürung nicht größer  $\lambda/4$
  - 3.4. Basis- mit Einschraubsonotroden
- 4. Sonotrodenwerkstoffe**
- 5. Qualitätsmerkmale der Sonotrode**
  - 5.1. Einflussgrößen/Messtechnik
    - 5.1.1. Eigenfrequenz
    - 5.1.2. Resonanzfrequenz
    - 5.1.3. Mechanische Impedanz/Leerlaufleistung
    - 5.1.4. Amplitude
    - 5.1.5. Amplitudentransformation
    - 5.1.6. Materialeigenschaften
    - 5.1.7. Koppelflächen
    - 5.1.8. Anzugsmomente für die Sonotroden
- 6. Nacharbeit von Sonotroden**
- 7. Konzeption von einfachen Sonotroden**
  - 7.1. Sonotrodenparameter
  - 7.2. Bestimmen der Länge bei rotationssymmetrischen Sonotroden, Querabmessungen kleiner  $\lambda/4$ 
    - 7.2.1. Rotationssymmetrische Stufensonotrode
    - 7.2.2. Kegelsonotrode mit zylindrischen Endstücken
  - 7.3. Abstimmen der Sonotrode
- 8. Berechnung von Sonotroden mittels Rechenprogramm**
- 9. Weiterführende Literatur**
- 10. Schlagworte**

## 1. Geltungsbereich

Die Richtlinie beschreibt die Aufgabe, die Wirkungsweise und die Komplexität der Sonotrode.

Außerdem wird auf die Dimensionierung von einfachen Sonotroden mit maximalen Querabmessungen von:

- ca. 60 mm bei 20 kHz und
- ca. 30 mm bei 40 kHz

eingegangen.

Die Kenntnis der Sonotrodentechnologie ist bei der Anwendung der Ultraschallfügetechnik hilfreich. Die Prozessoptimierung und Qualitätssicherung wird dadurch erleichtert.

### Hinweis:

**Die Konzeption von Sonotroden mit komplexen Geometrien und/oder größeren Abmessungen erfordert umfangreiche Kenntnisse und Erfahrungen und ist nicht Gegenstand dieser Richtlinie.**

**Eine unterstützende Optimierung durch FEM ist sinnvoll/notwendig.**

Nachfolgend die geläufigsten US-Schweißfrequenzen:

- 20 kHz, Standard-Frequenz für große bis mittlere Bauteile und Leistungen
- 30 kHz, für mittlere bis kleine Bauteile; Vorteil: kein Schallschutz erforderlich
- 35 kHz, für mittlere bis kleine Bauteile; Vorteil: kein Schallschutz erforderlich
- 40 kHz, für kleine Bauteile; Vorteil: kein Schallschutz erforderlich
- 70 kHz, für Sonderanwendungen, die aufgrund ihrer Größe sehr kleine Leistungen benötigen

## 2. Grundlagen

### 2.1. Aufgabe der Sonotrode

Als Sonotrode (Horn, Resonator) bezeichnet man das Schweißwerkzeug, das die vom Ultraschallwandler (Konverter, Schallkopf, Wandler) und dem Transformationsstück (Booster) abgegebene Schwingungsenergie möglichst verlustfrei den Fügeteilen zuführt.

Sie hat folgende Aufgaben zu erfüllen:

- Übertragung der Schwingungsenergie auf das Werkstück,
- Übertragung der Anpresskraft,
- Transformation der Schwingungen und
- Formgebung beim Umformen (Nieten, Bördeln und Verdämmen).

**Hinweis:** Bei vom Anwender hergestellten oder veränderten Sonotroden und bei nicht vom Hersteller vorgegebener Nutzung erlischt die Garantie der Maschinenhersteller. Die Verwendung von nicht zur US-Anlage gehörenden Sonotroden (Fremdfabrikate), zum Teil mit unterschiedlichen Gewinden, bedarf der Überprüfung und Zustimmung durch den Maschinenhersteller.

### 2.2. Ultraschall-System