

Verfahrensbeschreibung für Lineares Vibrationsreibschweißen

1. Einleitung

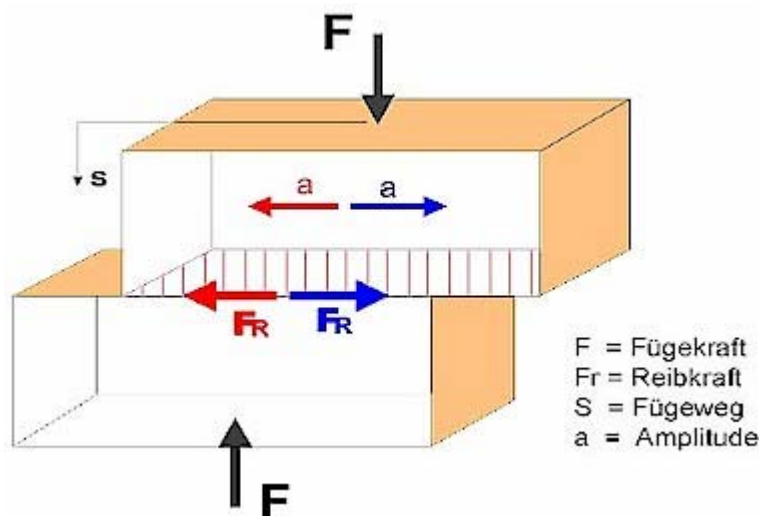
Das "lineare Vibrationsschweißen" hat sich neben dem Ultraschall- und Heizelement- Schweißen insbesondere im Bereich großflächiger Füge­teile in der Serienfertigung durchgesetzt. Das Verfahren eignet sich für beliebig geformte Teile, allerdings nur unter der Voraussetzung, dass die Verbindungsstellen ein gegenseitiges Bewegen der zu verbindenden Teile erlaubt. Das Vibrationsschweißverfahren verlangt insbesondere bei großen (Automobilstoßfänger) oder dünnwandigen Füge­teilen großen Aufwand bei den Aufnahmewerkzeugen, um die erforderliche Reibbewegung gleichmäßig auf den Schweißnahtbereich zu übertragen.

Neben der bekannten Verschweißbarkeit von Thermoplasten, die als Polymerverbindung definiert ist, gibt es weitere Möglichkeiten der Verbindung zwischen Thermoplasten und nicht thermoplastischen Materialien. Hierbei verbindet sich das thermoplastische Material mit dem jeweiligen Trägerwerkstoff durch Verkrallen, wobei die Festigkeitswerte abhängig sind von der jeweiligen Trägerstruktur. Hierbei fließt der schmelzflüssige Thermoplast in die Hinterschnitte der nichtthermoplastischen Oberfläche und verkrallt sich dort nach dem Abkühlen.

2. Verfahrenstechnik

2.1 Aufschmelzen durch Reibung

Das lineare Vibrationsschweißen gehört zu den Reibungsschweißverfahren. Beim linearen Vibrationsschweißen werden die Füge­teile in einer oszillierenden, translatorischen Relativbewegung unter definiertem Druck solange gegeneinander gerieben bis die Werkstoffe in den Berührungszonen aufschmelzen und ein Schmelzfluss stattfinden kann. Nach Beendigung des Vibrationsvorganges erfolgt das Abkühlen unter Druck, so dass eine stoffschlüssige Verbindung entsteht.



Verfahrensprinzip des linearen Vibrationsschweißens

Beim Vibrationsschweißprozess stehen die Schweißparameter Schweißzeit t_s , Schweißdruck p_s , Haltezeit t_H , Haltedruck p_H , Amplitude a und Frequenz f zur Verfügung.

2.2 Zyklus des Vibrationsschweißens

Entscheidende Parameter für die Schweißnahteigenschaften sind während der Vibrationsphase die Schweißzeit, Amplitude, Schweißdruck, Schweißweg und die daran anschließende Abkühlphase in der Haltezeit. Die Vibrationsphase kann in drei zeitliche Phasen unterteilt werden.

- Phase 1: Trockenreibphase
- Phase 2: instationäre Schmelzreibphase
- Phase 3: quasistationäre Schmelzreibphase

Die nachfolgende Haltezeit kann ebenfalls in zwei weitere Phasen unterteilt werden

- Phase 4: dynamische Haltephase
- Phase 4: statische Haltephase

Phase 1

In der Phase 1 werden die Reibflächen und Füge­teile durch die Reibungsenergie bis über die Kristall­schmelztemperatur bei teilkristallinen bzw. Glasübergangstemperatur bei amorphen Thermoplasten erwärmt.

Phase 2

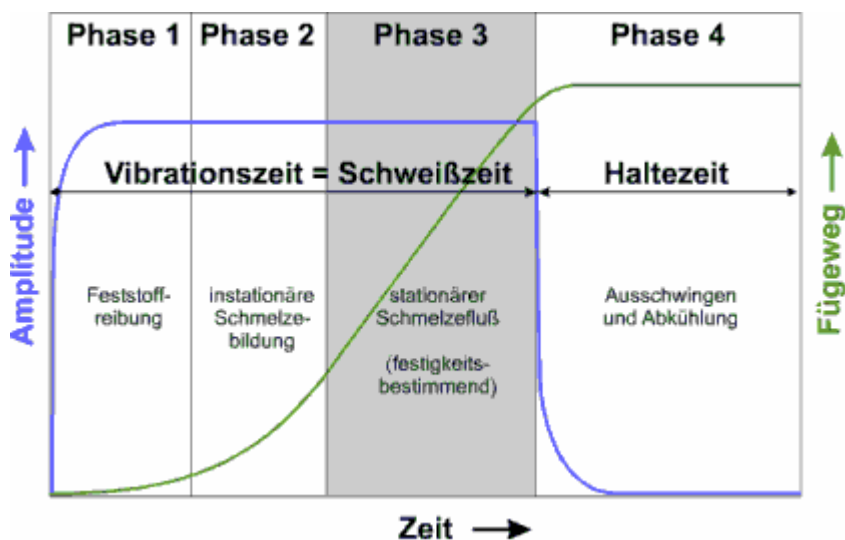
In der folgenden instationären Phase 2 baut sich ein Schmelzefilm auf, verbunden mit ersten Fließbewegungen in dem Schweißwulst.

Phase 3

In der anschließenden quasistationären Phase 3 liegt ein annäherndes Energiegleichgewicht vor. Der Fügeweg zeigt einen nahezu konstanten linearen zeitlichen Verlauf.

Phase 4

Nach Beendigung der Vibrationsphase kühlen die Füge­teile unter Druck ab. Diese Haltephase wird in die dynamische Haltephase, in der die Amplitude degressiv abfällt, und in die statische Haltephase unterteilt.



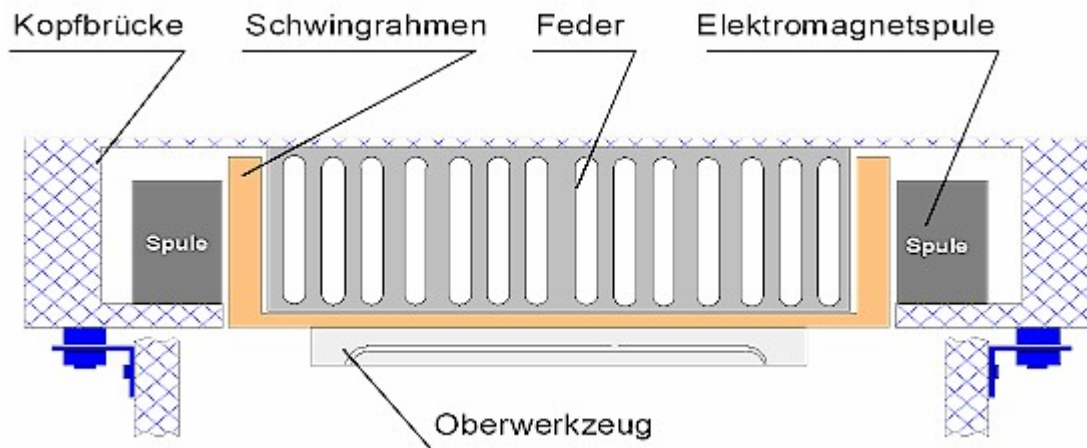
Prozessphaseneinteilung beim Vibrationsschweißen

3. Maschinentechnik

Die lineare Vibrationsbewegung kann mit hydraulischem oder elektromagnetischem Antrieb erzeugt werden.

3.1 Elektromagnetisches Antriebssystem

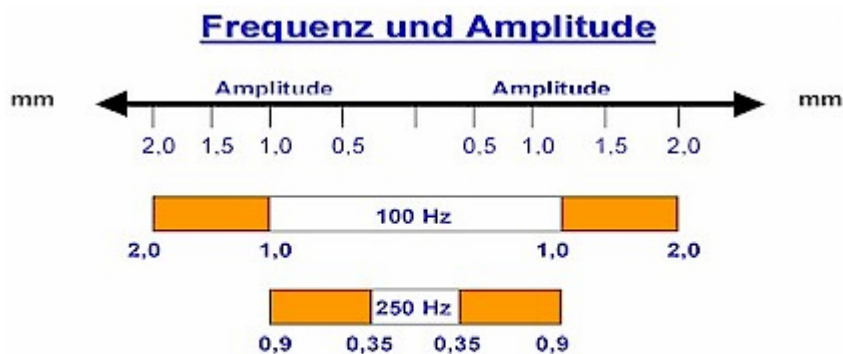
Der vom Stromnetz gelieferte Strom wird über einen Generator zu den elektromagnetischen Spulen geleitet. Diese sind zusammen mit Federpaketen im Schwingkopf installiert. Durch die wechselweise wirkenden Magnetfelder wird das Schwingssystem in eine lineare Schwingung versetzt. Durch die Rückstellkraft der Federn wird das System in die Ausgangsposition gebracht.



Aufbau einer Vibrationsschweißmaschine

3.2 Amplituden und Frequenzen

Je nach Anforderung der Schweißoperation kann die Amplitude verändert werden, bei Maschinen mit 100 Hz Arbeitsfrequenz von 1-2 mm und bei Maschinen mit 260 Hz Arbeitsfrequenz von 0,35- 1,0 mm.



Schwingungsweite = 2 x Amplitude

Frequenz und Amplitude

3.3 Amplitudenregelung

Mit Hilfe einer Amplitudenregelung kann die Schwingweite für die unterschiedlichen Schweißphasen verändert werden. Zum Beispiel verwendet man in vielen Fällen während der Trockenreibphase eine große Amplitude; in der nachfolgenden instationären Schmelzreibphase, (Schmelzebildung und dem Schmelzefluss) wird eine kleinere Amplitude bevorzugt, um Flusenbildung und den Schweißnahtaustritt zu reduzieren. Gleichzeitig werden die Festigkeitswerte in der Schweißnaht verbessert. Verschiedene Betriebsarten wie Fügeweg-Steuerung, Teile-Endhöhe und Zeit-Steuerung mit Wegkontrolle gewährleisten auch bei kritischen Anwendungen reproduzierbare, qualitativ hochwertige Schweißverbindungen.

4. Werkzeugtechnik

Wie bereits schon erwähnt, ist der technische Aufwand bei den Aufnahmewerkzeugen sehr groß, um die Vibrationsamplitude gleichmäßig auf den Schweißnahtbereich zu übertragen. Für eine ausreichende Fixierung bzw. Mitnehmermöglichkeit der Werkzeuge in Fügezonennähe ist zu sorgen. Es empfiehlt sich daher schon bei der Formteilentwicklung Fixierhilfen vorzusehen, so dass bereits im ungeschweißten Zustand eine lagerichtige Positionierung des Teils vorliegt.



5. Gestaltung der Formteile

Die konstruktive Gestaltung der Formteile richtete sich nach dem späteren Verwendungszweck des fertigen Produktes (Schweißnahtqualität).

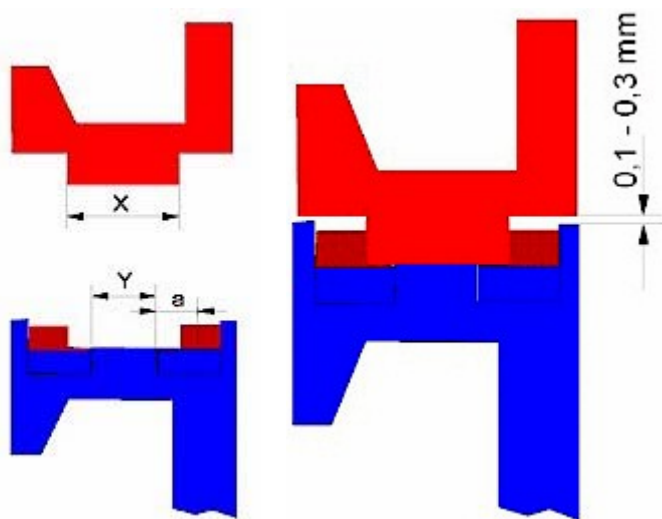
Die Formteile sollten ausreichend formsteif ausgeführt werden, besonders dann wenn das Werkzeug nicht in unmittelbarer Nähe der Fügefläche angreifen kann. Für eine ausreichende Fixierung bzw. Mitnehmermöglichkeit der Werkzeuge in Fügezonennähe ist zu sorgen.

5.1 Ausbildung der Fügeflächen

Wie bei allen Reibschweißmethoden sollten auch beim Vibrationsschweißen zur Erreichung einer günstigen Energieeinleitung ein Energie- Richtungs- Geber verwendet werden. Bevorzugt werden beispielsweise Nut- und Feder - Nähte. Bei der Auslegung muss der Schmelzeaustritt, der beim Vibrationsschweißen meist unsauber, brüchig, optisch nicht einwandfrei ist, berücksichtigt werden.

Daher ist es in den meistens Fällen zu empfehlen, Fangnuten zur Erzielung von verdeckter Nähte vorzusehen.

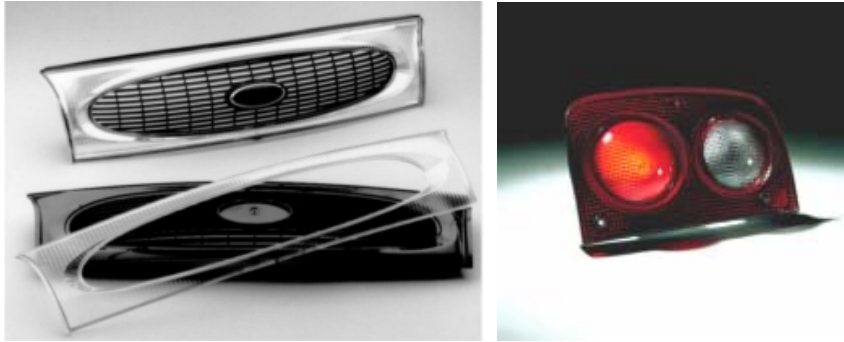
$$X > Y + 2 a$$



Schweißnahtgestaltung mit Auffangzone für das geschmolzene Material

6. Schlusswort

Das Vibrationsschweißen findet vielfältigste Anwendungsmöglichkeiten in der Industrie. Zu nennen sind hier z.B. der Automobilbau (Schweißen von Stoßfängern, Armaturentafeln, Leuchten, Hutablagen, Aktivkohlefilter, Lüftungskanälen etc.). Insbesondere wird das Vibrationsschweißen dann eingesetzt, wenn großflächige Bauteile miteinander verbunden werden sollen.



Schweißnahtgestaltung

Voraussetzung für eine qualitativ hochwertige Schweißverbindung ist eine fachgerechte und anwendungsbezogene Fügenaht- Gestaltung. Gerne stehen wir Ihnen bei der schweißgerechten Auslegung Ihrer Kunststoffteile mit Rat und Tat zur Verfügung. Anwendungsbeispiele: Automobilindustrie- Servoölbehälter, Spoiler, Behälter, Rückleuchten, Blinker, Kühlergrill usw. Haushalts- und Weißgeräteindustrie: Tanks für Bügeleisen, Pumpengehäuse usw.

Die Verfahrensbeschreibungen wurden auf die wichtigsten Grundlagen beschränkt. Gemäß Teledienstgesetz weisen wir darauf hin, dass unsere Verfahrensbeschreibungen KLN - Produkt- und Firmeninformationen enthalten. Alle Angaben ohne Gewähr. Änderungen im Sinne des technischen Fortschritts vorbehalten.



KLN Ultraschall AG · Siegfriedstraße 124 · D-64646 Heppenheim · Tel. (+49) (0) 6252 / 14 - 0 · Fax (+49) (0) 6252 / 14 - 277 · info@kln.de <http://www.kln.de>