

# „Direct Torsion“ für das Ultraschall-Metallschweißen

*Torsionskonverter und -sonotroden für das Ultraschallschweißen von Metallen*

## Ultraschallschweißen von Metallen

Während das Ultraschall-Kunststoffschweißen seit vielen Jahren eine der am besten etablierten Anwendungen von Hochleistungs-Ultraschallaktoren ist, findet das eigentlich ebenfalls lange bekannte Ultraschallschweißen von Metallen erst in jüngerer Zeit wieder erhöhte Aufmerksamkeit. Grund sind industrielle Trends wie Elektromobilität, in denen wegen hoher benötigter Ströme sehr dicke Kupfer- und Alukabel verschweißt werden müssen. Hierzu benötigt man Ultraschallkonverter mit hoher Leistung (bis > 10 kW). Eine Besonderheit beim Schweißen von Metallen ist die benötigte Schwingungsrichtung in der Prozesszone: Anders als beim Kunststoffschweißen erfolgt eine tragfähige Verbindung nur, wenn die zu verschweißenden Metallteile „inplane“, d.h. in der Ebene der Verbindungsfläche und orthogonal zur Schweißkraft schwingen.

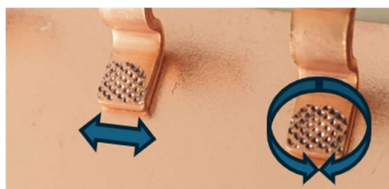


Bild 1 Inplane-Schwingungseinkopplung beim Ultraschall-Metallschweißen: a) linear, b) torsional

## Inplane-Schwingungen zum Metallschweißen

Inplane-Schwingungen lassen sich auf unterschiedliche Weise erzeugen. Im Bereich der Halbleiterfertigung werden feinste Aluminiumdrähte mittels resonant abgestimmter Biegewellenleiter verschweißt, die auf die Schweißstelle aufgesetzt werden (Drahtbonden). Zur Schwingungserzeugung werden dabei Longitudinalkonverter im Bereich 60 bis 100 kHz verwendet, die den Biegewellenleiter in dessen Eigenresonanz anregen.

Ein ähnliches Prinzip wird seit langem beim Litzenschweißen von Kabelbäumen in Kfz angewendet – nur mit ca. 100-facher Leistung: Ein Longitudinalschwinger wird mit einer seitlichen Schall-Auskopplungsfläche versehen und verbindet die Kupferlitzen unter hohem Anpressdruck zu einer stoffschlüssigen Verbindung.

## Torsionsschweißen

Erst in den letzten 20 Jahren hat sich mit dem Torsionsschweißen ein Sonderverfahren zum Schweißen von Metallen etabliert, um besonders hohe Leistungen zu übertragen. Die Torsionsschwingung der Stirnfläche eines kreisförmigen Stabes ist eine inplane-Bewegung. Ein großer Vorteil des Torsionsschweißens ist, dass die hohe statische Anpresskraft direkt in der Achse des Torsions-

stabes eingekoppelt werden kann. Man vermeidet dadurch die hohen Biegemomente, die bei den Längs-Biegeschwinger-Konzepten abgefangen werden müssen.

Vergleichsweise aufwändig ist bisher allerdings die Anregung von Torsionsschwingungen: Üblicherweise werden Längsschwinger seitlich-tangential am Torsionsstab angekoppelt. Dies führt zu recht sperrigen Aufbauten mit hohem Bauraumbedarf und stark eingeschränkter Beweglichkeit, zumal der Vorteil der Rotationssymmetrie des Torsionsschwingers durch die Anregung torpediert wird.

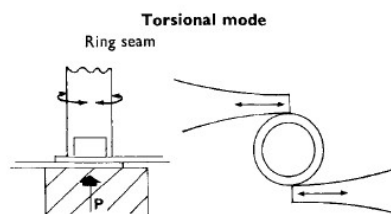


Bild 2: Torsionsschweißprozess (links) und Torsionsschwingungserzeugung durch tangentielle Ankopplung von Längsschwingern (rechts). Quelle: E.A. Neppiras, „Ultrasonic Welding of Metals“, Ultrasonics (1965)

Zur Torsionsschwingungserzeugung werden auch Längsschwinger eingesetzt, die mit schrägen Schlitten versehen sind. Bei hohen Kräften führt dies allerdings häufig zu Stabilitätsproblemen der Schwingung.

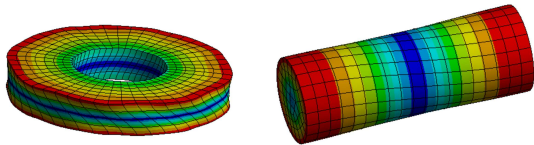
## Die „Direct Torsion“ Technologie

Die ATHENA Technologie Beratung GmbH hat mit der „Direct Torsion“ Technologie ein innovatives Torsionssystem entwickelt, das die Vorteile des Torsionsschweißens mit einer kompakten Schwingungserzeugung kombiniert. Der „Direct Torsion“ Konverter erzeugt mittels spezieller torsionaler Piezoelemente direkt Torsionsschwingungen, so dass auf eine Konversion der Schwingung verzichtet werden kann. Dies ermöglicht für das Metallschweißen einen rotationssymmetrischen, „inline“-Systemaufbau aus Konverter, Booster und Sonotrode wie beim Kunststoffschweißen – nur dass das System in Umfangs- anstatt in Axialrichtung schwingt.



Bild 3: „Direct Torsion“ Konverter mit Booster und Sonotrode für das Ultraschall-Metallschweißen

Herzstück der „Direct Torsion“ Technologie sind spezielle Piezoelemente, die die Torsionsschwingung auf Basis von Schubspannungen direkt erzeugen.



*Bild 4: Torsionsresonanz einer Piezoscheibe (links) und eines schlanken Metallstabes (rechts)*

### Unser Angebot

Sie suchen einen kompakten Torsionskonverter für Ihre Anwendung? Sprechen Sie uns gern an, denn wir unterstützen Sie bei der Systementwicklung. Und natürlich können Sie zum Einstieg unsere „Direct Torsion“ Standardkonverter erwerben und mit dem ATHENA Ultraschallgenerator betreiben. Außerdem entwickeln wir für Ihre Anwendung passende Torsionssonotroden - für Sie oder gemeinsam mit Ihnen.

### Kontakt

Autor: Dr.-Ing. Walter Littmann, Leiter der Technischen Entwicklung der ATHENA Technologie Beratung GmbH



ATHENA  
Technologie Beratung GmbH  
Technologiepark 13  
33100 Paderborn

Tel.: +49-52 51-3 90 65 60

Fax: +49-52 51-3 90 65 63

E-Mail: [info@myATHENA.de](mailto:info@myATHENA.de)

<http://www.myATHENA.de>