

4 Der Messkopf USM 3.1

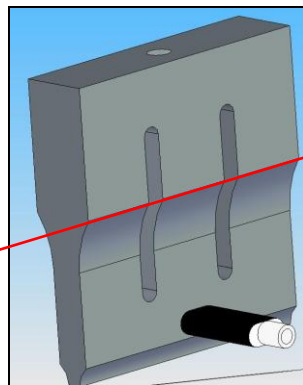
4.1 Der korrekte Gebrauch des Messkopfes



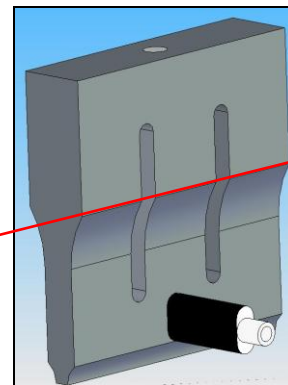
Der Messkopf USM 3.1 ist auf seiner Breit- und auf seiner Schmalseite mit einer kleinen stabförmigen Erhebung markiert. Achten Sie beim Messen unbedingt darauf, dass diese markierte Seite stets nach oben zeigt.



Der Messkopf wird händisch und mit geringem Druck gegen eine Sonotrodenfläche gehalten. Mittels horizontaler bzw. vertikaler Ausrichtung erhält man im Oszilloskop die Darstellung der gewünschten Schwingungswelle.



Messung der Querschwingungen



Messung der Longitudinalschwingungen



Lassen Sie die Schweißeinheit **nie** im demontierten oder nur teilweise montierten Zustand schwingen, also z.B. ohne Sonotrode. Lassen Sie eine Schweißeinheit immer nur komplett mit allen Bauteilen (Konverter, Booster und Sonotrode) schwingen, da ansonsten u.U. Bauteile geschädigt werden!

4.2 Interpretation der Messergebnisse

Für die Qualitätsbeurteilung von Sonotroden gibt es keine verbindlichen Vorgaben, da unter Umständen die Geometrie der Sonotrode so sehr an die Schweißteile bzw. an andere geometrische Bedingungen angepasst werden musste, dass kein optimales Schwingverhalten realisiert werden konnte.

In der Regel gilt aber, dass eine Sonotrode deutliche geringere Querschwingungen als Longitudinalschwingungen haben sollte, insbesondere in Höhe der Arbeitsfläche. Außerdem muss jede Sonotrode eine deutliche Zone geringer Amplituden im Bereich ihrer sog. Nulllinie haben. Die Nulllinie verläuft in den oben gezeigten Abbildungen in der Mitte der Sonotroden am Übergang vom „dickeren“ Teil zum Radius (rote Pfeile).

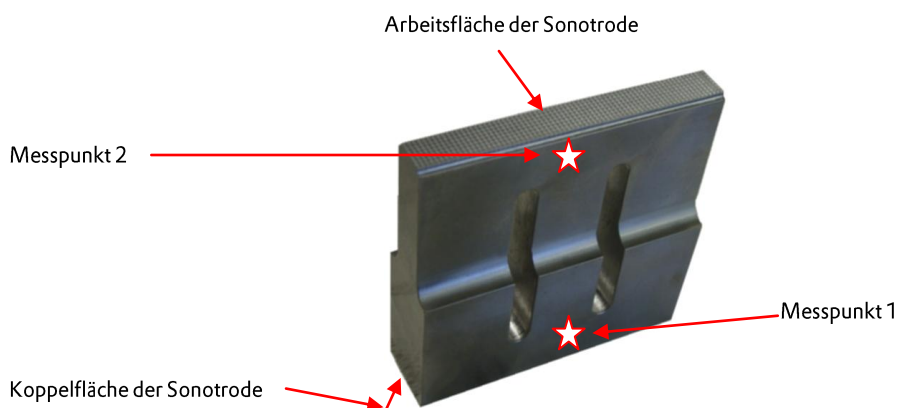


Das Oszilloskop gibt für die Amplitude lediglich einen digitalen Wert aus, der in keinem Zusammenhang steht mit einem absoluten Amplitudenwert. Erst der Abgleich von zwei Messpunkten lässt Aussagen über die tatsächliche Amplitude zu.

4.3 Ermittlung des Übersetzungsverhältnisses

anhand der nachfolgenden Beispielmessung:

Sie möchten das „Übersetzungsverhältnis“ Ihrer Sonotrode überprüfen. Damit ist der Wert gemeint, um den sich die „Eingangsamplitude“ (gemessen an der Flanke der Koppelfläche zum Booster) vergrößert (gemessen an der Flanke der Arbeitsfläche).



Dividieren Sie den angezeigten digitalen Wert von Messpunkt 1 durch den vom Messpunkt 2. Dann erhalten Sie den Wert des Übersetzungsverhältnisses.

Beispiel: Messpunkt 1 = 70
 Messpunkt 2 = 50

Division: $\frac{70}{50}$ = 1,4

Übersetzungsverhältnis: = 1 : 1,4



Während der Messung sollten Sie darauf achten, dass möglichst geringe Schwankungen im Kurvenverlauf auftreten und dass Sie den größten Ausschlag erreichen. Versuchen Sie, den Messkopf möglichst ruhig zu halten, bis die Anzeige relativ konstante Werte anzeigt.

4.4 Sinnvolle Messungen

Mit gleichem Vorgehen wie oben beschrieben (4.3) können Sie folgende Messungen vornehmen, die Ihnen Aussagen über die Qualität Ihrer Sonotrode erlauben:

4.4.1 Übersetzung (siehe oben unter 4.3)

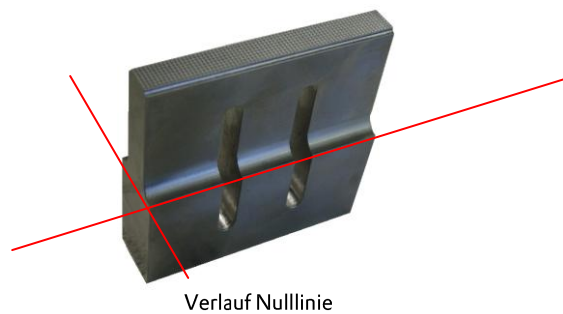
4.4.2 Die Nulllinie

Amplituden als die gemessenen Werte einer Schallwelle können mit dem Messkopf USM 3.1 und einem Oszilloskop visualisiert werden. Sie folgen einem sinusförmigen Kurvenverlauf.

Tief- bzw. Hochpunkte der Sinuskurve markieren die Bereiche größter bzw. geringster Ausdehnung. Der Durchgang durch die Nulllinie markiert entsprechend die Zone ohne oder geringster Ausdehnung. Aus physikalischen Gründen wird in diese Zone die geometrische Reduzierungsstufe gelegt, um die Amplitude zu vergrößern.

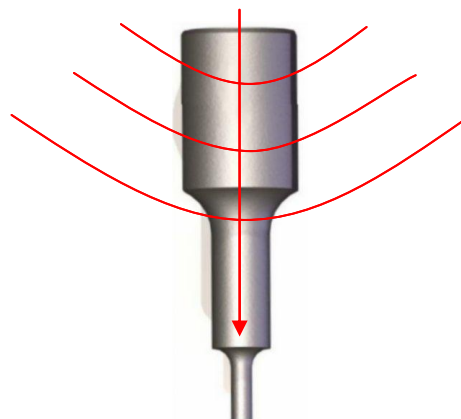
Die Nulllinie bzw. die Zone geringster Amplituden ist ein absolutes Muss und zwingend erforderlich.

Mit dem Messkopf USM 3.1 kann die Sonotrode „abgefahren“ und können die Amplituden sichtbar gemacht werden: die Eingangsamplitude, die – meist größere - Ausgangsamplitude, und die „Null-Amplitude“ der Nulllinie.



Das Fehlen der „Nulllinie“ deutet i.d.R. auf eine fehlerhafte Konstruktion der Sonotrode hin.

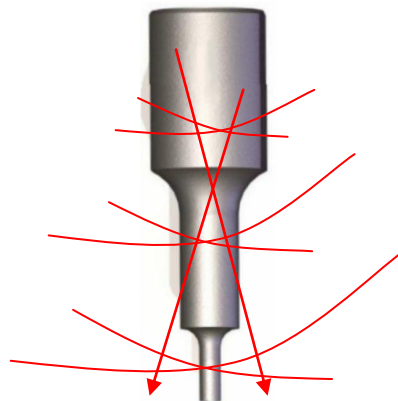
4.4.3 Verhältnis Longitudinal- zur Transversalschwingung



Idealtypischer „longitudinaler Schallwellenverlauf“

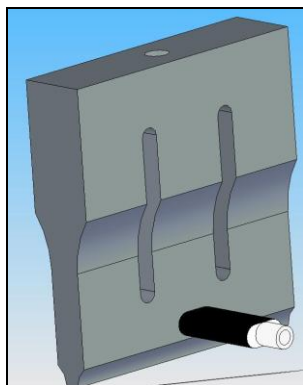
In den allermeisten Anwendungen in der Ultraschallbearbeitung sind sogenannte *Longitudinalwellen* des Ultraschalls gewünscht, da diese Schallwellen senkrecht auf das Werkstück treffen und damit die beste Wirkung haben. Zu vermeiden ist ein zu hoher Anteil an Querschwingungen oder Transversalwellen¹. Sie erfordern häufig höhere Schweißzeiten als nötig oder einen höheren Andruck der Sonotrode an das Werkstück und verkürzen damit die Lebensdauer von Sonotroden und mitunter sogar die vom Konverter.

Eine gute Longitudinalschwingung sorgt für eine stabile und gleichmäßige Amplitude an der Arbeitsfläche der Sonotrode. Eine solche Amplitude zeigt am Oszilloskop eine gleichmäßige Sinuskurve.

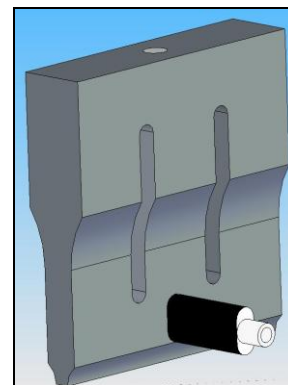


Hoher Transversalwellenverlauf (schematisch)

Sind die gemessenen Amplituden der Querschwingungen größer oder gar deutlich größer als ca. 30 - 50% der Amplituden der Longitudinalschwingungen, ist die Sonotrode eventuell nicht optimal konstruiert bzw. gefertigt. Sie wird eine begrenzte Lebenszeit haben und kann unter Umständen heiß werden; die Leerlaufleistung wird hoch sein und es werden keine optimalen Schweißergebnisse erzielt werden.



Messung der Querschwingungen



Messung der Longitudinalschwingungen

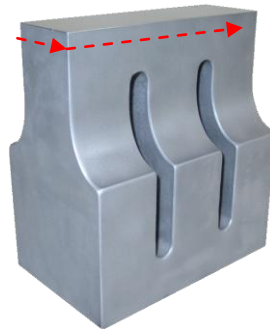
Grundsätzlich kann erwartet werden, dass eine gut arbeitende Sonotrode eine saubere Sinuskurve erzeugt. Deutliche Abweichungen im Kurvenverlauf sind ein Indiz für Fehler.

¹ Es gibt immer einen Anteil von Querschwingungen in Sonotroden – es sollten nur nicht zu viele sein.

4.4.4 Amplitudenverteilung

Es ist Aufgabe der Konstruktion, das Design der Sonotrode so zu wählen, dass eine möglichst gleichmäßige Amplitudenverteilung erreicht wird. Dazu stehen eine Reihe konstruktiver Möglichkeiten zur Verfügung.

Mit dem USM 3.1 lassen sich die Amplituden der longitudinalen und die der Querschwingungen an den Außenflanken einer Sonotrode erfassen.



Fahren Sie mit dem Messkopf die Flanken der Sonotrode dicht an der Arbeitsfläche ab und beobachten Sie die Sinuskurve am Oszilloskop. Schwankungen über der Amplitudenwerte über ca. 15% - 20% können ein Hinweis auf ein nicht optimales Schwingverhalten sein.