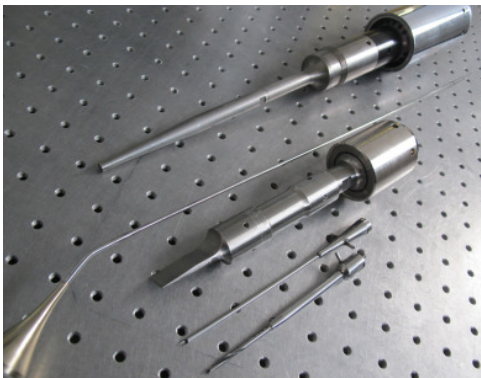


# Entwicklung und Optimierung von Sonotroden

*Lange und flexible Sonotroden, parasitäre Resonanzen, Quietschvermeidung*

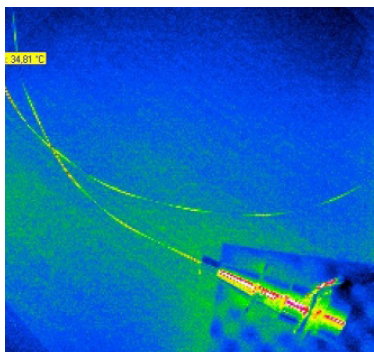
## Entwicklung langer, flexibler Sonotroden

Sonotroden für industrielle Fertigung, Nahrungsmittel-technik und medizinische Anwendungen haben häufig eine lange, schlanke Geometrie. Üblich sind Sonotroden der Länge weniger Vielfacher der Halbwellenlänge des Materials (Bild 1). Bei der ATHENA Technologie Beratung GmbH entwickeln wir solche Sonotroden für die Spezialanwendungen unserer industriellen Partner.



*Bild 1 Schlanke Sonotroden mit zwei und mehr Halbwellenlängen (Anwendungen: Fluidbeschallung, Lithotripsie, Schneiden, Bohren)*

Die Entwicklung von Sonotroden mit noch deutlich größeren Längen ist möglich und in Spezialanwendungen durchaus etabliert. Dünne Sonotroden mit Längen oberhalb 1 m (also 10 und mehr Halbwellenlängen) können zu stabilen Ultraschallschwingungen angeregt werden, wenn passende Geometrien und Werkstoffe verwendet werden. Dies ermöglicht höchst innovative Sonotrodenkonzepte, denn der Ultraschall kann in flexiblen Wellenleitern „um die Kurve“ geleitet werden (Bild 1 und 2).

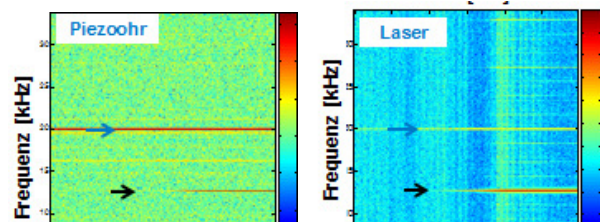


*Bild 2 Thermografie-Messung von Longitudinalschwingungen an einem in einer 360°-Schleife gelegten Ultraschall-Resonator mit Länge > 1 m. Deutlich erkennbar ist die abwechselnde Folge von Schwingungsknoten und -bäuchen.*

## Parasitäre Resonanzschwingungen

Wenn lange Sonotroden auf hohe Ausgangsamplituden gezüchtet sind (d.h. Schwinggeschwindigkeiten oberhalb etwa 100  $\mu\text{m}$  peak-peak), so ergeben sich häufig unerwünschte Parasitärerschwingungen in Nähe der Ziel-Resonanzfrequenz. Durch Asymmetrien im System (z. B. durch seitliches Andrücken der Sonotrode auf einen Untergrund) erhöht sich die Neigung des Systems zum Ausweichen auf diese Schwingungsmoden. Bei überlagerter Anregung kann sich dies in hässlichen Quietschgeräuschen bemerkbar machen (Bild 3); ein stabiler Betrieb wird oft unmöglich.

Da der Modenverkopplung komplizierte nichtlineare Wirkmechanismen (z. B. parametrische Schwingungserregung) zugrunde liegen können, ist eine rein simulationsbasierte Optimierung im Regelfall leider unmöglich.



*Bild 3 Quietschanalyse einer Sonotrode mit speziellen Laser- und Akustik-Sensoren. Unterhalb der Nennfrequenz (blaue Pfeile) erscheint nach einiger Zeit eine Störmode (schwarz).*

## Unser Angebot

Wir entwickeln Sonotroden für Ihren Prozess, und untersuchen sie im Zusammenspiel mit dem Konverter und dem Prozess. Wir analysieren Ihre Systeme mit FEM und durch Messungen und optimieren Sonotrodengeometrien mit dem Ziel größerer Robustheit.

## 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>