

# Medizintechnische akustische Ultraschallsysteme

Chirurgie-, Therapie- und Diagnostikgeräte, Scaler, Phaco-Emulsifikation

## Leistungen und Frequenzen

Medizintechnische Anwendungsgebiete sind seit Jahrzehnten Impulsgeber für die Entwicklung innovativer Ultraschallgeräte. Dabei haben sich die drei wesentlichen Schwerpunktgebiete „Diagnostik“, „Therapie“ und „Chirurgie“ herauskristallisiert, die sich wie in Bild 1 dargestellt nach Frequenz und Schallintensität einsortieren lassen.

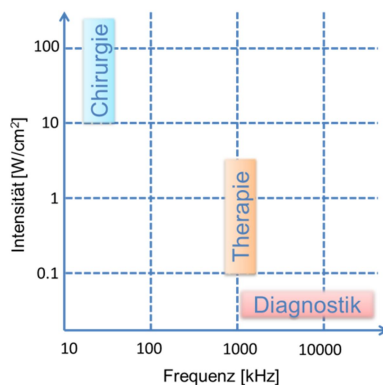


Bild 1 Sortierung der Hauptanwendungsgebiete von Ultraschall in der Medizintechnik in Abhängigkeit von Frequenz und Schallintensität

## Leistungsumschall in der Medizintechnik

Im Leistungsbereich von 10 bis 100 W und bei Frequenzen von 20 bis 40 kHz verwendet man Ultraschallskalpel zur Trennung von Hart- und Weichgewebe (minimal invasive Chirurgie: dissection, sealing, securing), ophthalmologische Operationssysteme (z.B. Phaco-Emulsifikation) um grauen und grünen Star zu behandeln und spezielle Ultraschallprozesse zur Knochenfixation (Osteosynthese). In diesen Leistungsbereich fallen auch Ultraschallscaler für die Zahnprophylaxe (Zahnsteinentfernung).

Häufig werden hierbei Systeme mit hohen Schwingungsamplituden eingesetzt, u.a. Winkelhandstücke oder asymmetrisch gestaltete Sonotroden, um zusätzliche Schwingungskomponenten zu ermöglichen.



Bild 2 Medizinischer Ultraschallwandler in Integralbauweise (300 kHz)

## Amplitudenmessung in Luft und unter Wasser

Für Performanceuntersuchungen ist es bei medizinischen Leistungsumschallwandlern („Handstücken“) wichtig die Amplituden der Geschwindigkeit und der Auslenkung genau zu kennen. Dies ist u.a. für die Gerätezulassung wichtig, da sich aus den Amplituden fundamentale Kennwerte für die Ultraschalleinwirkung auf menschliches Gewebe ableiten lassen.

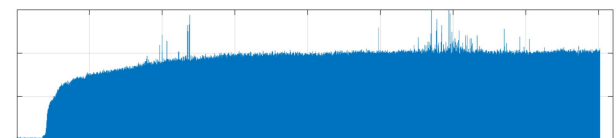
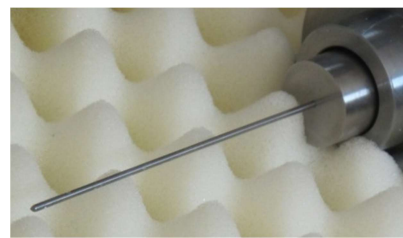


Bild 3 Lasermessung des zeitlichen Verlaufs der Amplitude eines 40 kHz Ultraschall-Handstücks, das während der Messung vollständig in Wasser versenkt wurde (Maximalamplitude zum Schluss etwa 10 m/s).

Bei der ATHENA Technologie Beratung GmbH haben wir die Möglichkeit Ultraschallamplituden weit über 20 m/s (entspricht z.B. 100  $\mu\text{m}$  bei 30 kHz) mit Hilfe spezieller Laservibrometer zu messen, und zwar mikrometergenau. Unsere Möglichkeiten beschränken sich nicht nur auf Messungen in Luft, sondern wir haben auch einen Prüfstand für Messungen unter Wasser. Dies stellt messtechnisch eine große Herausforderung dar, kommt dem normalen Betriebszustand vieler medizinischer Ultraschallhandstücke aber erheblich näher als die Messung in Luft.

Die Ergebnisse unserer Messungen können wir mit Simulationsergebnissen der Finite-Element-Methode (FEM) vergleichen, die wir für das komplette elektromechanische Ultraschallsystem durchführen. Häufig sind hierbei auch Verteilungen der internen mechanischen Spannungen und die Beziehungen zu elektrischen Anregungsgrößen von Interesse.

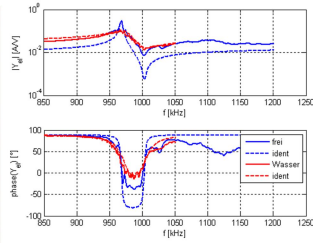
Equivalent Stress  
Type: Equivalent (von-Mises) Stress  
Frequency: 43835 Hz  
Unit: Pa



Bild 4 Finite-Element-Simulation der Spannungsverteilung in einem medizinischen Ultraschall-Hohlresonator

## Ultraschalltherapie

Ultraschalltherapieköpfe werden zur Einstrahlung von Schallwellen durch die Haut eingesetzt. Bei Frequenzen im Bereich von 1 MHz und Leistungen von meist nur wenigen Watt werden Ultraschallwellen angewendet, um z.B. Verspannungen im Gewebe zu therapieren.



*Bild 5 Prototyp-Schallkopf für Ultraschalltherapie (1 MHz) und Resonanzkurve in Luft und Wasser*

Bei der Entwicklung von Hochfrequenzwandlern stellt die Entwicklung von Fügestellen eine große Herausforderung dar. Gerade bei geklebten Strukturen ist eine genaue Kenntnis der Ultraschallanforderungen zwingend notwendig, um dauerhaft gute Ultraschallübertragung zu gewährleisten. Aktuell hält daneben die Multilayer-Aktortechnik Einzug in das Gebiet der Leistungultraschalltechnik.

## Besondere Anforderungen der Medizintechnik

In der Medizintechnik gibt es neben den Anforderungen, die die Physik des Ultraschalls an die Schwingssysteme stellt, spezielle Anforderungen aus medizinischen Richtlinien, so z.B. hinsichtlich Biokompatibilität, Sterilisationsfähigkeit und besondere elektrische Sicherheitsvorschriften in Bezug auf Patientenkontakt.

Bei der Entwicklung und Optimierung von Ultraschallwandlern hat das erhebliche Auswirkungen z.B. auf die Materialwahl und Systemgestaltung.

## Unser Angebot

Wir führen für unsere Kunden Prototypentwicklungen durch und begleiten die anschließende Produktentwicklung bis zum Serienbeginn.

Wir analysieren die Systeme unserer Kunden theoretisch und messtechnisch (u.a. FEM-Analysen und Lasermessungen). Wir modifizieren und optimieren die Geometrien von Ultraschallwerkzeugen und deren elektrische Ansteuerung.

Wir unterstützen bei der Charakterisierung von Systemen und entwickeln mit Ihnen gemeinsam Versuchskonzepte, um die Ultraschalleinwirkung auf den menschlichen Körper messtechnisch oder mit Hilfe von Simulationen zu bestimmen.

Sprechen Sie uns gern an!

## 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>