



Zusammenfassung der Dissertation:

**Ein wellenleiterbasiertes Verfahren zur Bestimmung von  
Materialdaten für die realitätsnahe Simulation von Schallausbreitungsphänomenen  
am Beispiel stark absorbierender Kunststoffe**

**des Herrn Jens Rautenberg**

Im Rahmen dieser Arbeit wird ein Verfahren vorgestellt, mit dem es möglich ist, anhand einer einzigen Transmissionsmessung durch einen akustischen Wellenleiter alle Daten zu bestimmen, die für eine Simulation von Schallausbreitungsphänomenen in stark absorbierenden und schwach anisotropen Materialien erforderlich sind. Genutzt wird dabei die mehrmalige Modekonversion an den Mantelflächen eines Hohlzylinders, wonach ein Empfangssignal mehrere Signalgruppen aufweist, deren absolute Laufzeit, Laufzeitdifferenzen und Amplituden in Abhängigkeit der Materialkenngrößen stark variieren.

Am Beispiel transversal isotroper Materialien wird der Zusammenhang zwischen Signal- und Materialkenngrößen erarbeitet. Damit ist einerseits eine optimale Auslegung des Probekörpers möglich, andererseits eröffnet sich durch die wellentheoretische Betrachtung die Möglichkeit zur halbanalytischen und damit besonders effizienten Simulation der Schallausbreitung im hohlzylindrischen Wellenleiter. Eine besondere Anforderung dabei ist die Berücksichtigung der frequenzabhängigen Dämpfung und Schallgeschwindigkeit, welche über die Kramers-Kronig-Beziehungen der Akustik in einer eindeutigen Beziehung zueinander stehen. Verletzungen dieser Wechselbeziehung können zu nicht kausalen Simulationsergebnissen führen. Ein häufig in der Computersimulation verwendetes Dämpfungsmodell ist das Rayleigh-Dämpfungsmodell. Es wird hier unter dem Aspekt der Kausalität neu interpretiert, woraus sich auch Konsequenzen für die weitere Parametrisierung der Materialkenngrößen des Computermodells ergeben. Ein weiterer Schwerpunkt liegt auf der eindimensionalen und breitbandigen Modellierung der Oberflächenauslenkung eines piezoelektrischen 1-3 Composites. Die Modelle werden zur Erzeugung kurzer und in der Signalform weitgehend nicht verzerrter Ultraschallsignale sowie zur ganzheitlichen Simulation des realisierten Versuchsaufbaus genutzt.

Die Funktionsweise des Verfahrens, insbesondere die Signalerzeugung, die Extraktion charakteristischer Signalmerkmale und schließlich die Übertragung auf Werkstoff- und Modellkenngrößen wird für zwei isotrope und einen schwach anisotropen Kunststoff demonstriert, wobei schlussendlich eine gute Übereinstimmung zwischen gemessenen und simulierten Signalen besteht.