

Simulation von Lautsprechermembranen



Micro-Acoustic &
Human Interface Products

Susanne Windischberger

- Vorstellung von Knowles
- Lautsprecher für mobile Anwendungen
- Standardsimulationen und Abstimmung mit Messungen
- Membran Materialvarianten



Knowles



Knowles Electronics (KE)

- Subminiature microphones
- Subminiature speakers for hearing aids

Knowles Acoustics (KA)

- MEMS microphones
- Specialty transducers
- “In ear” receiver technology

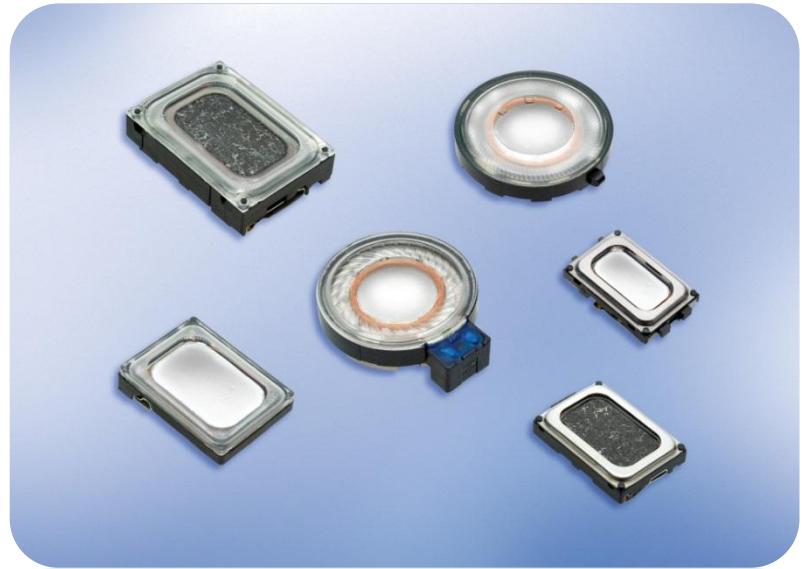
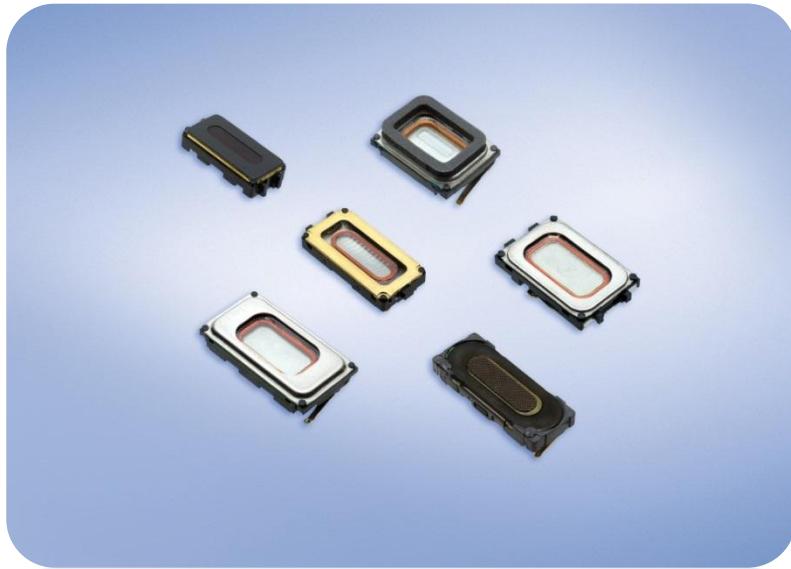
Knowles Sound Solutions (KS)

- Dynamic speakers
- Dynamic receivers
- Speaker boxes for cell phones and consumer electronics



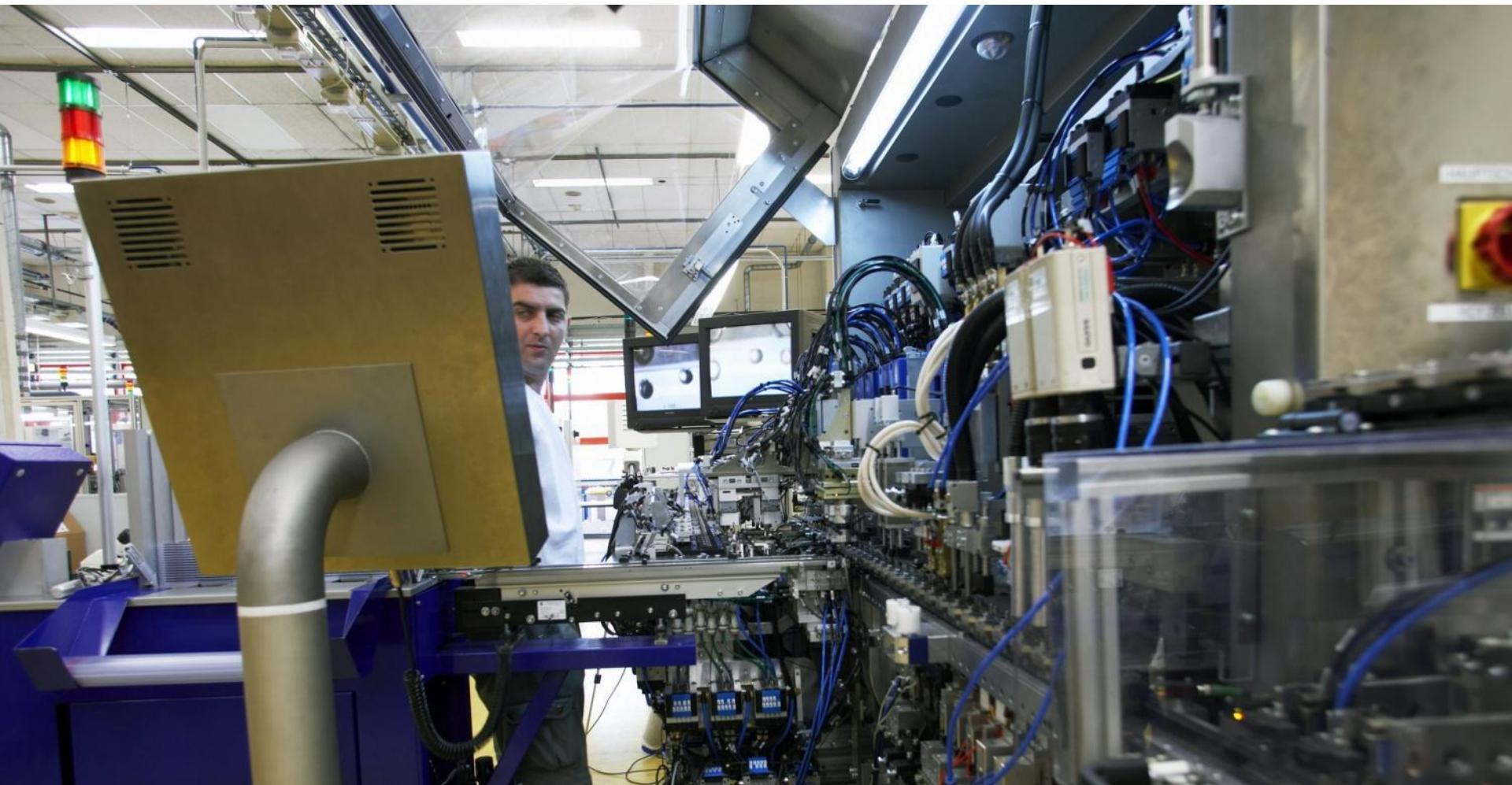
Handylautsprecher:

- Receiver: zum am Ohr hören
- Speaker: für Freisprechanlagen, polyphone Klingeltöne,...
- Boxen





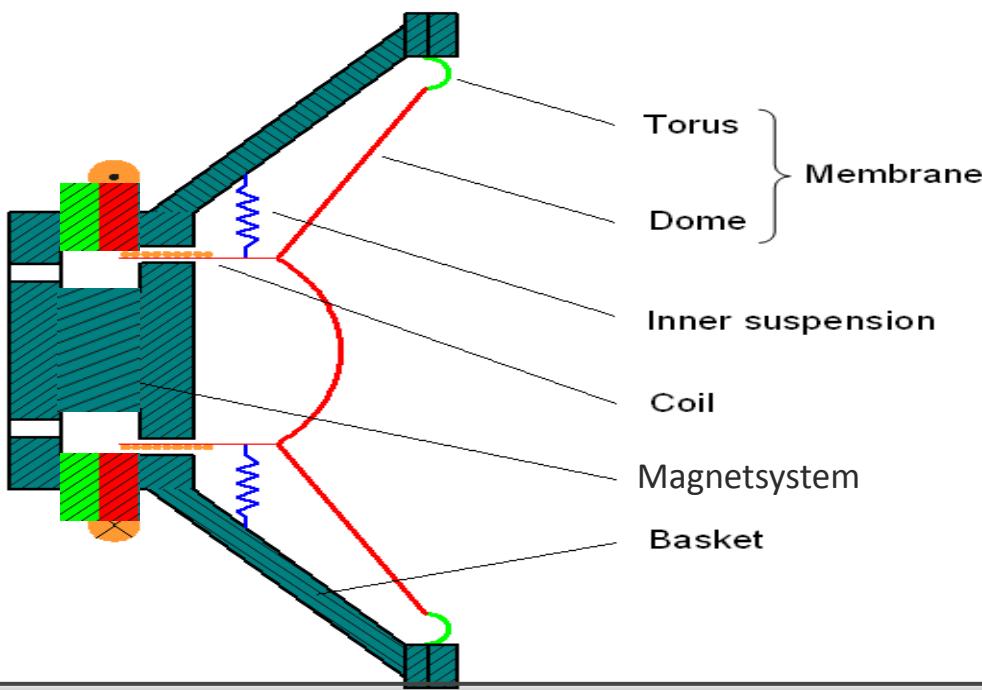
Vollautomatische Fertigung



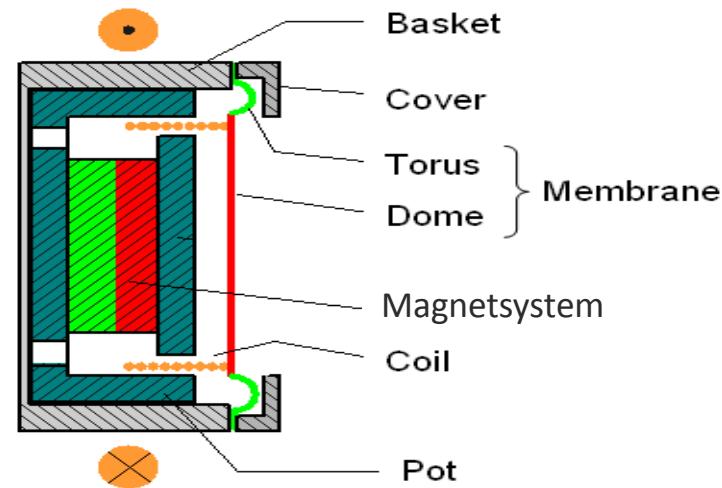
Hifi Speaker vs. Microspeaker



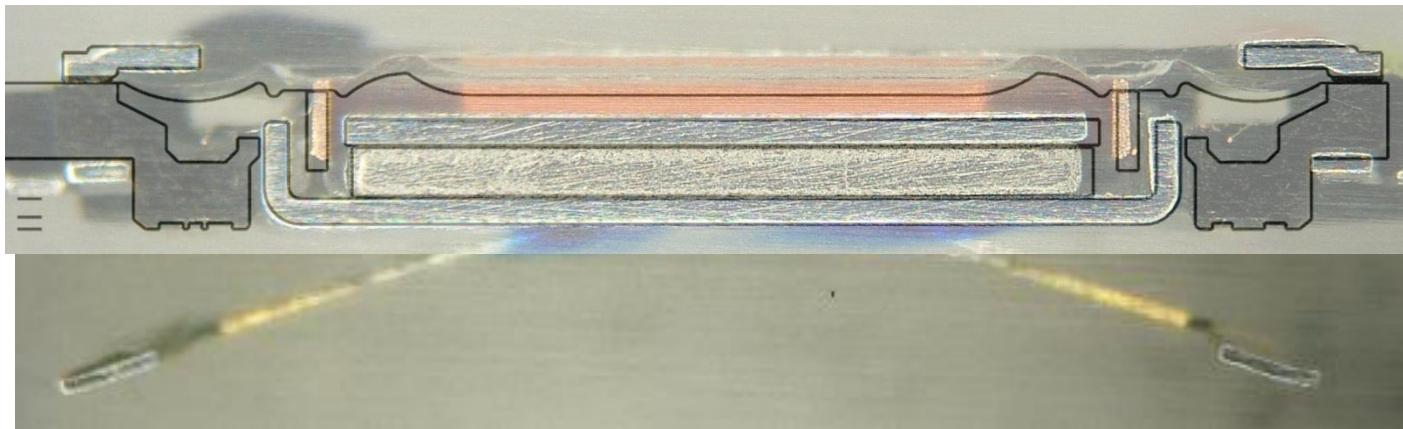
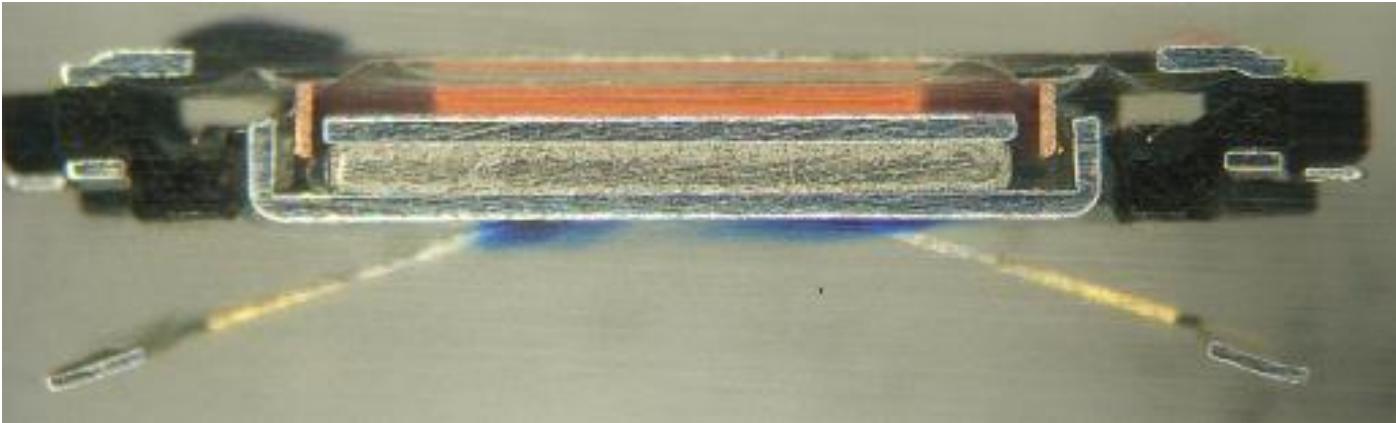
HiFi Speaker



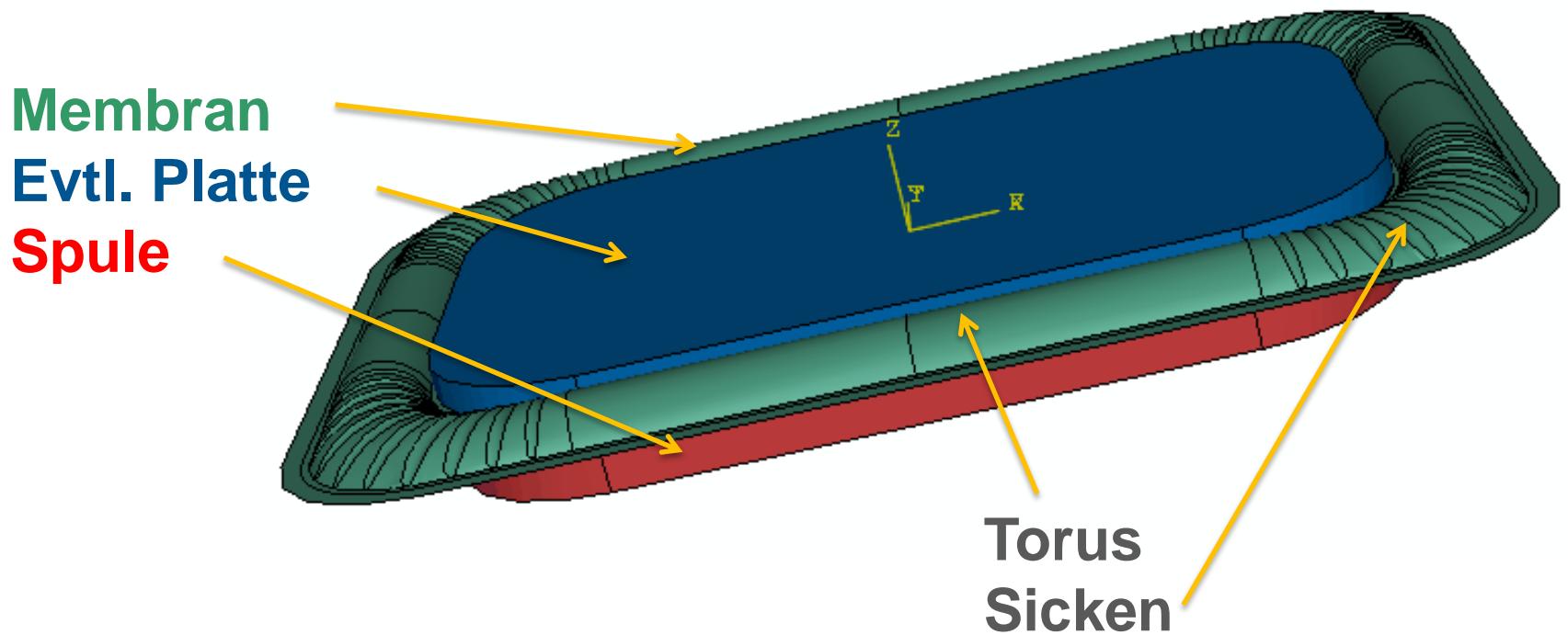
Microspeaker







Gesamtes schwingendes System:





- Abaqus
- Standard-Simulationen
 - Frequenzen (Resonanzfrequenz, Taumelfrequenz, Platten-, Kuppen und Spulenmoden)
 - Nichtlinearitäten
 - Spannungen und Dehnungen
- Membranmaterialien
 - Monofolie
 - Multilayer mit Dickenverteilung
 - Silikonmembranen



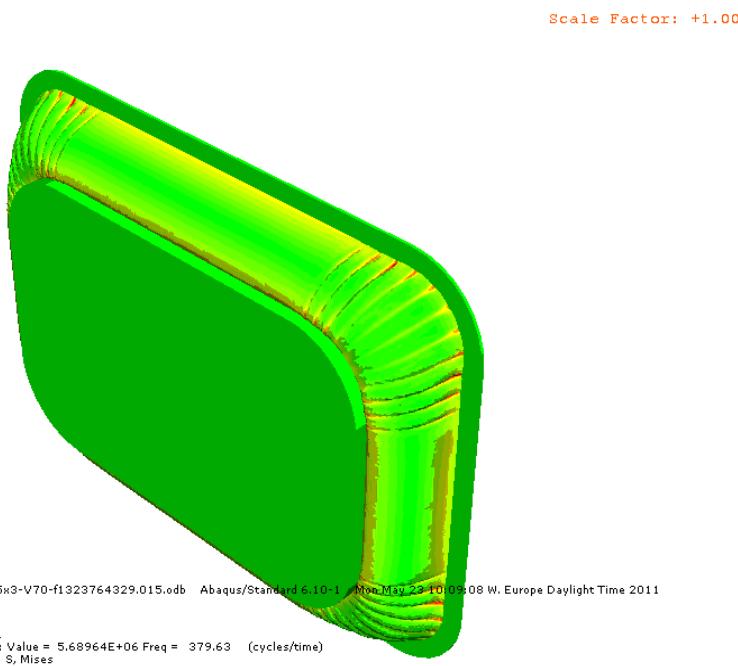


Was wir nicht berechnen

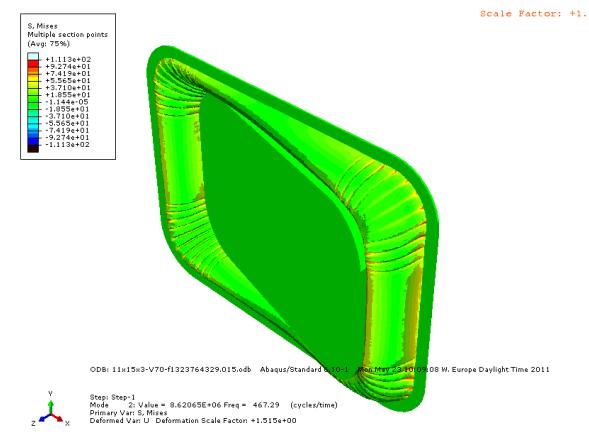
- Dämpfung (fehlende Material Daten bis 20 kHz)
- Buckling (fehlende Abstimmung mit Messung)
- Akustik (wird momentan durch Lumped Parameter Modell ersetzt; kommt)
- CFD (kommt)



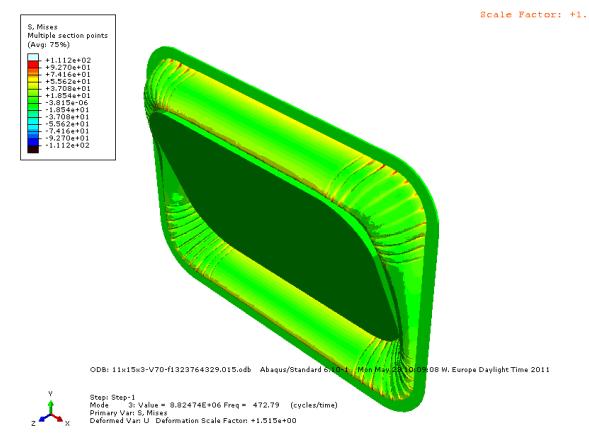
Resonanzfrequenz

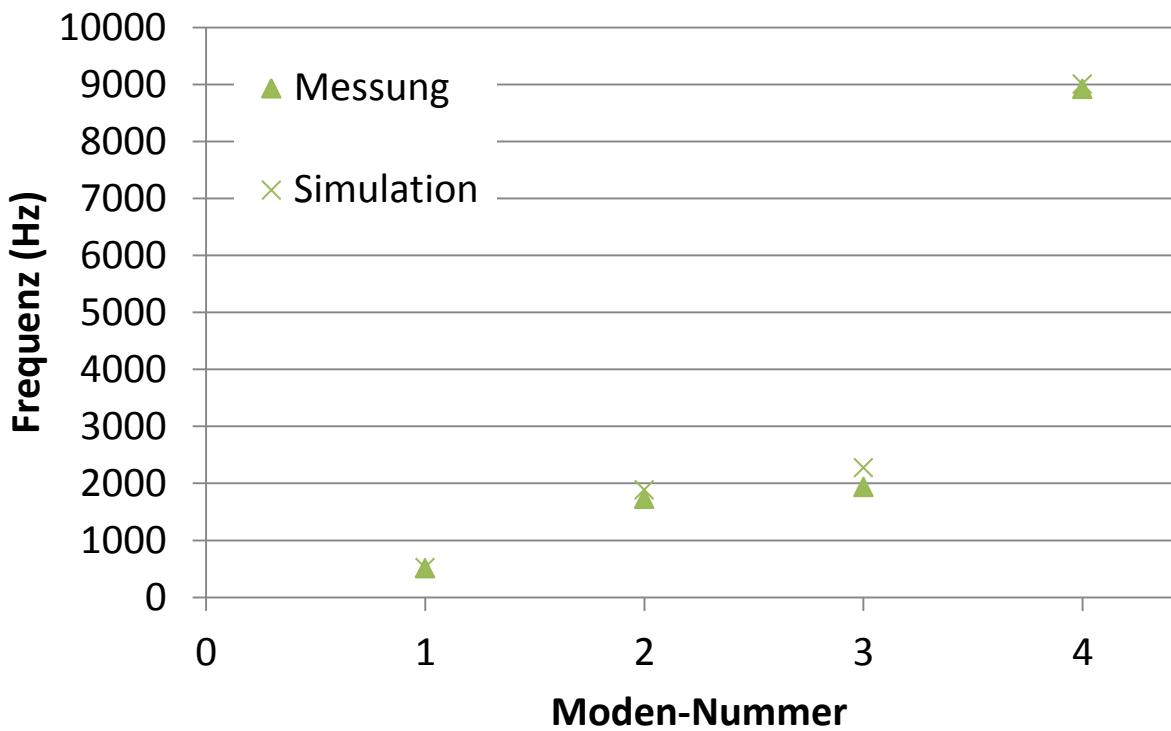


Taumelmode 1



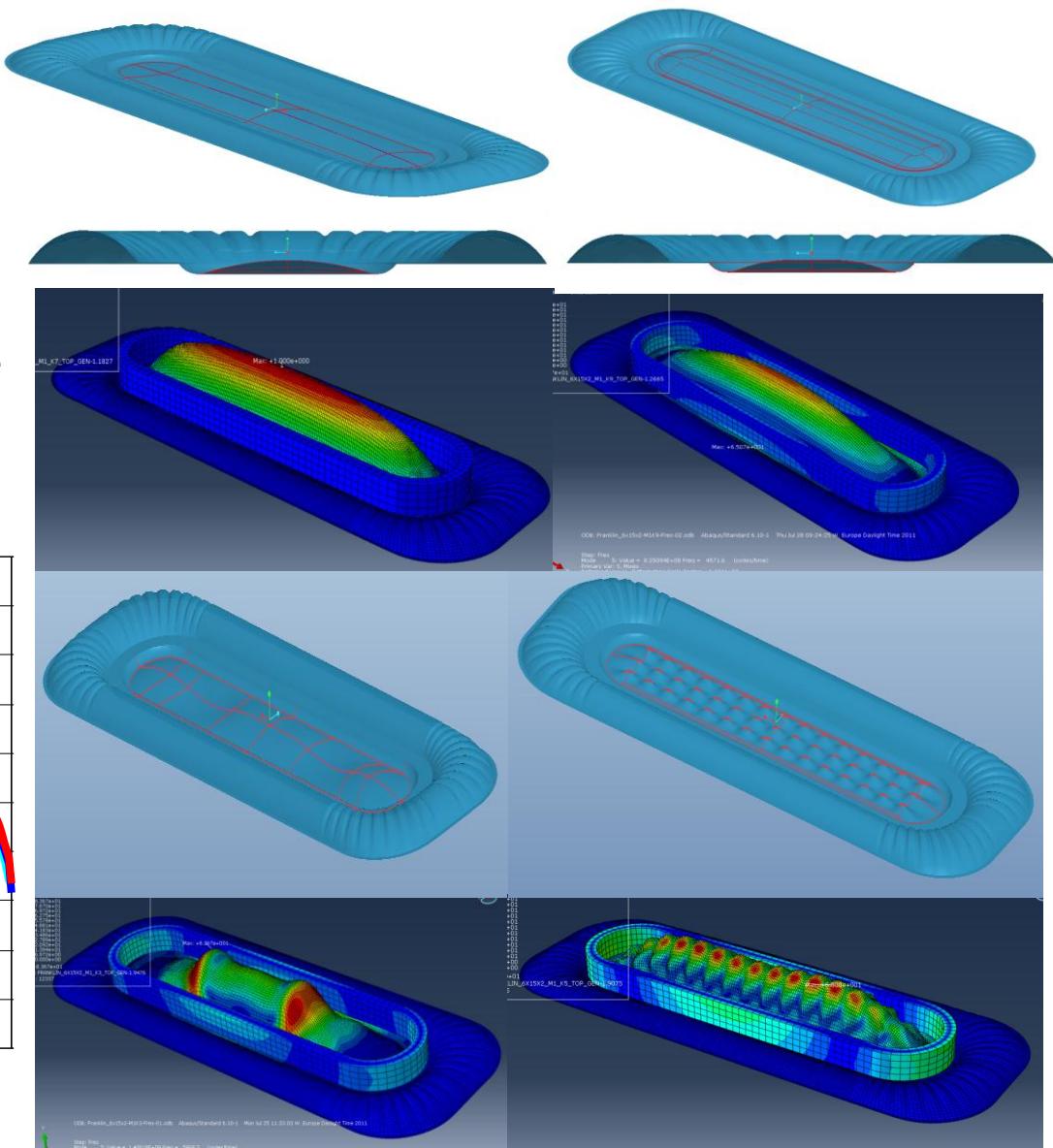
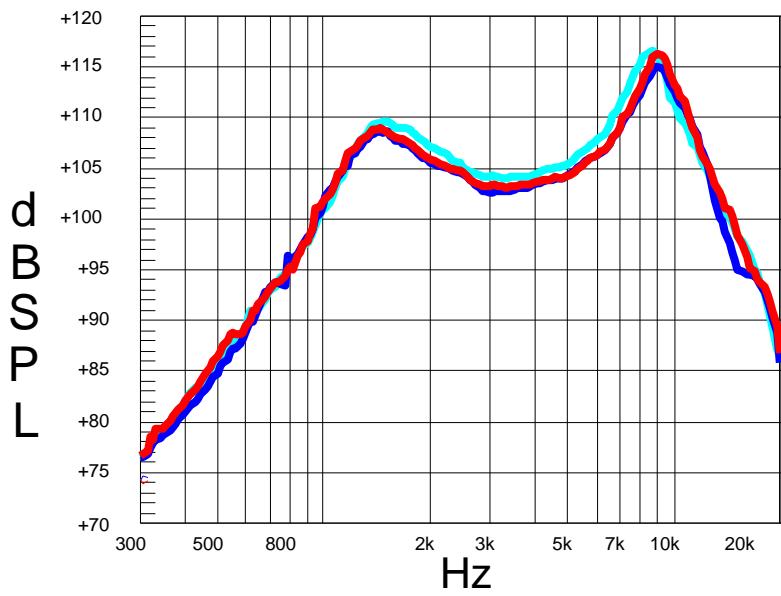
Taumelmode 2



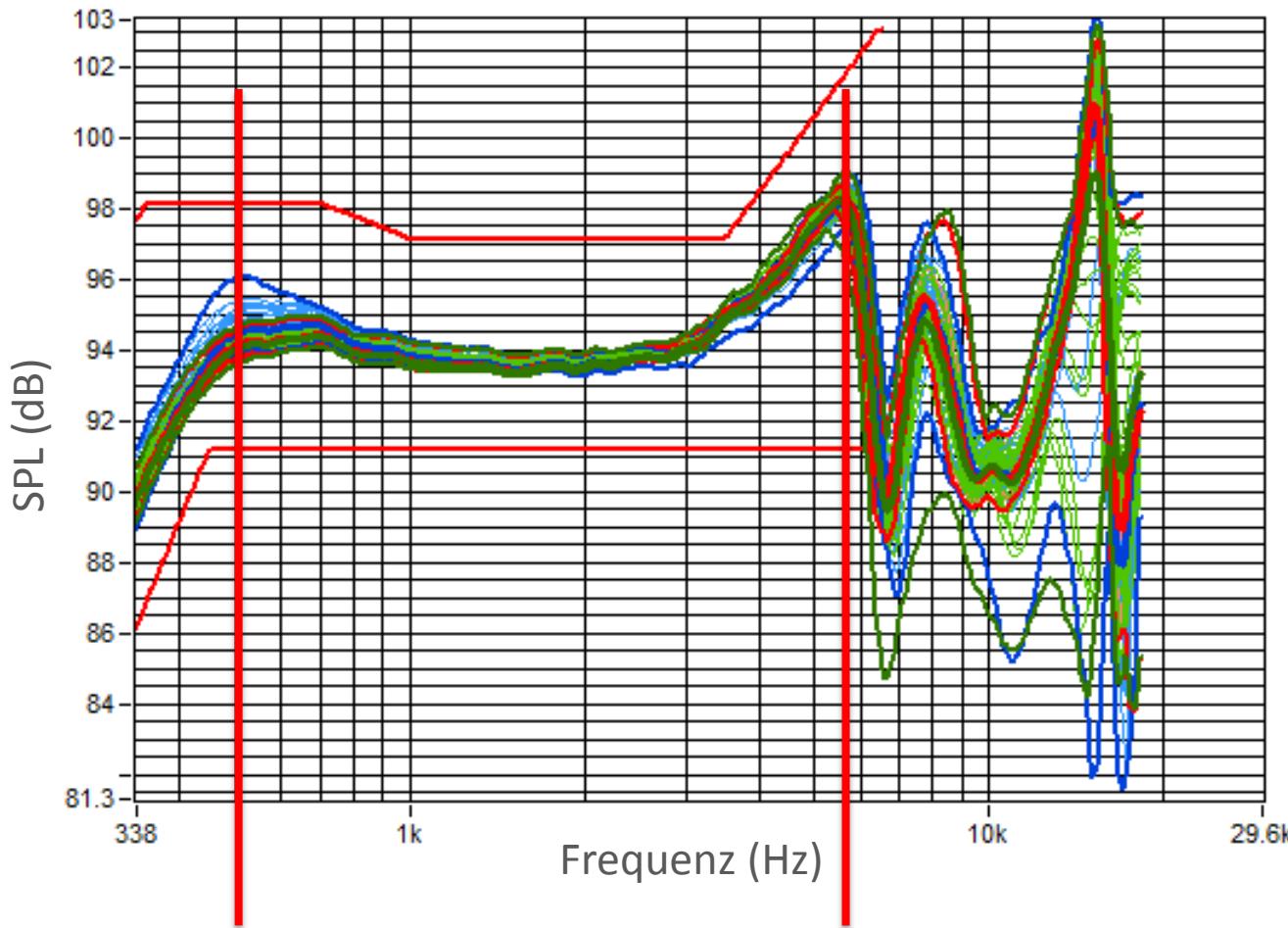


Resonanzfrequenz	1
Taumel um kurze Achse	2
Taumel um lange Achse	3
Verschiebung in Ebene	4

- Sind für Receiver genau vorgegeben
- Bestimmen obere Grenzfrequenz
- Hängen von Kuppe/Platte und Spule ab

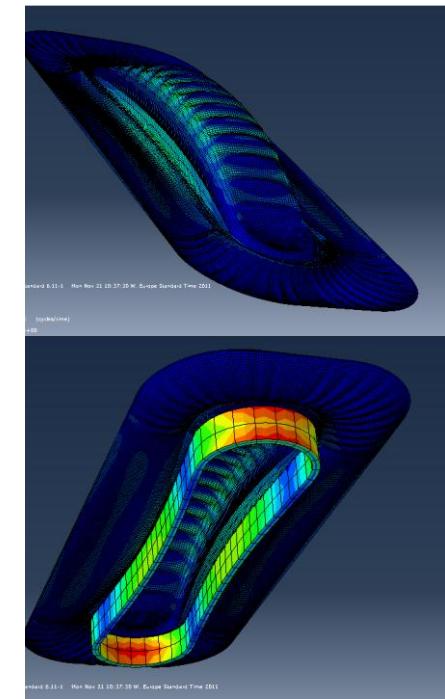


Messung Kuppenmoden

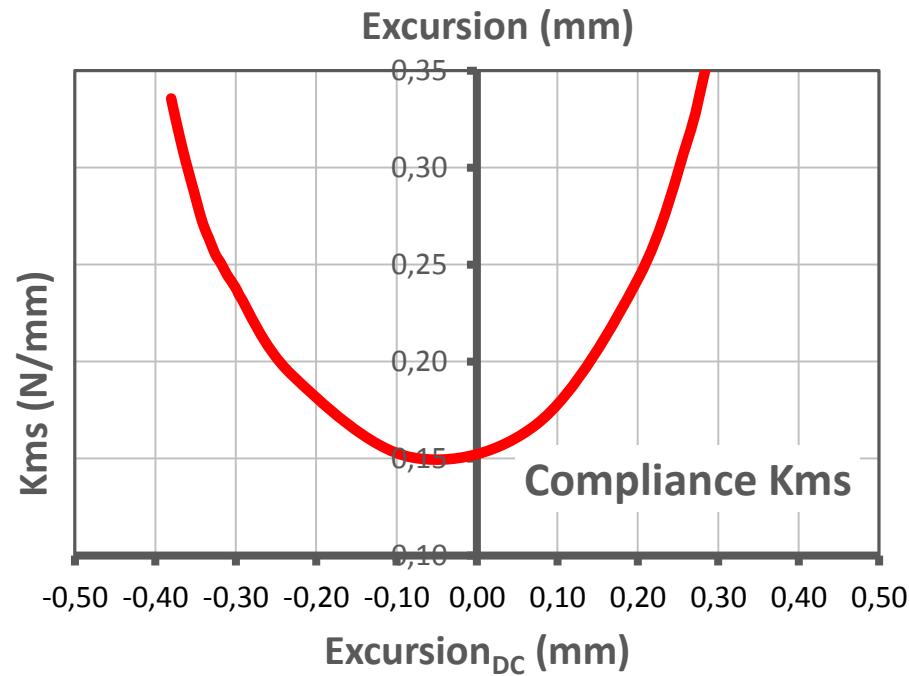
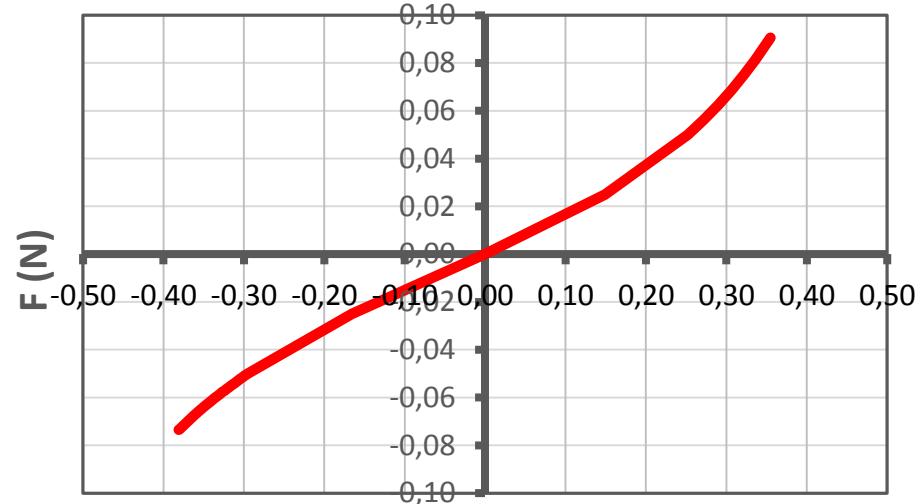


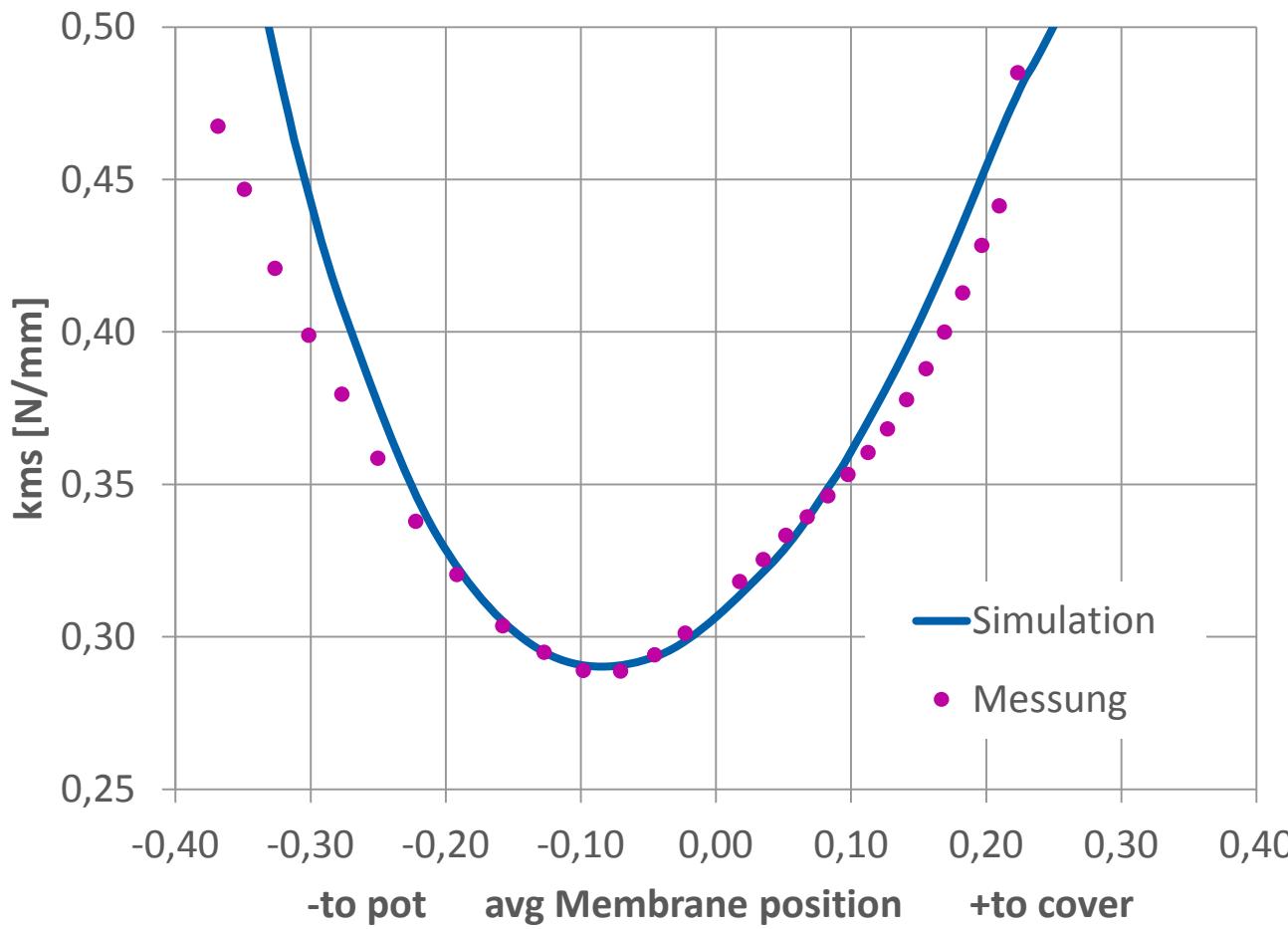
Simulation: 437
Messung: 506

Simulation: 5848
Messung: 5680

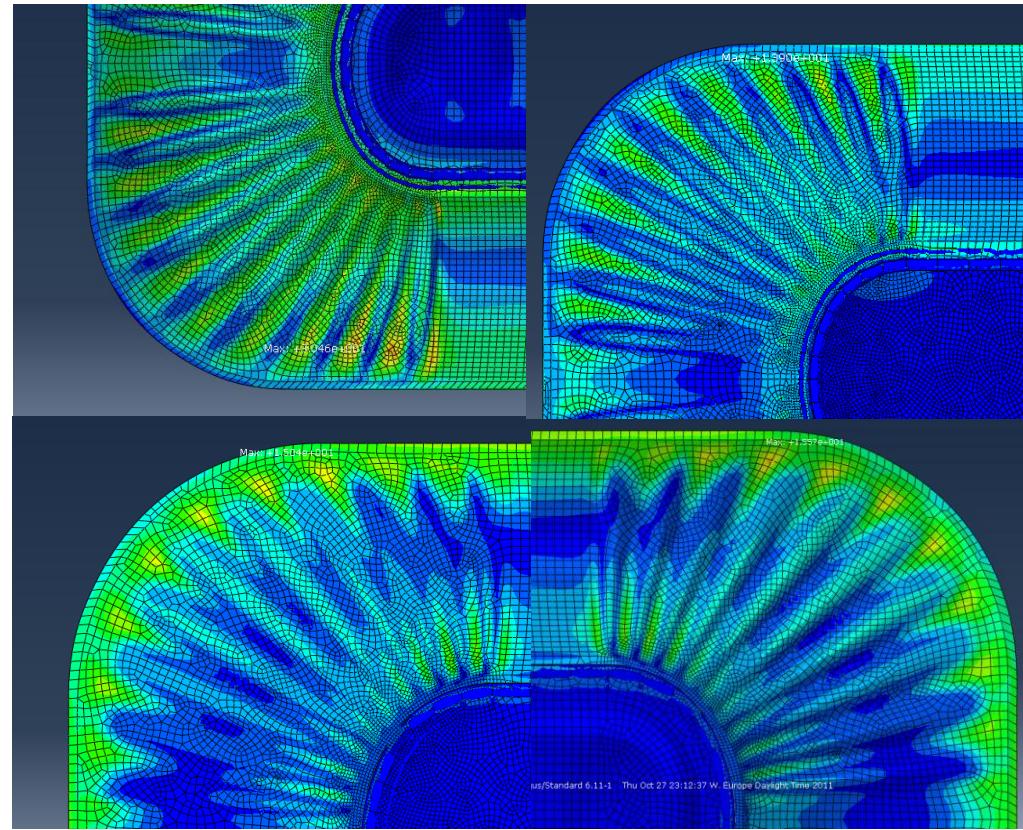


- Nichtlineare Kennlinie
- Statische nichtlineare Simulation
- Messung der Kennlinie akustisch und mit Laser
- Bestimmt Verzerrungen des Lautsprechers (Total Harmonic Distortions (THD))
- Wichtig für Lebensdauer – Selbstbremsende Membran





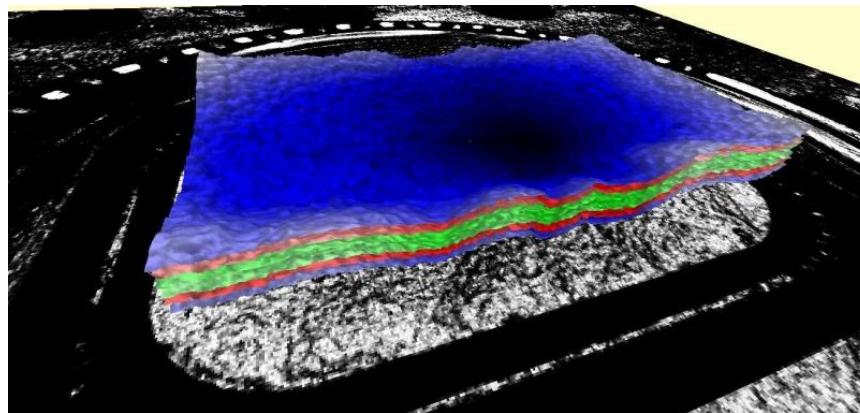
- Relativer Vergleich unterschiedlicher Membranen beim selben Hub
- Vergleich mit Lebensdauertests



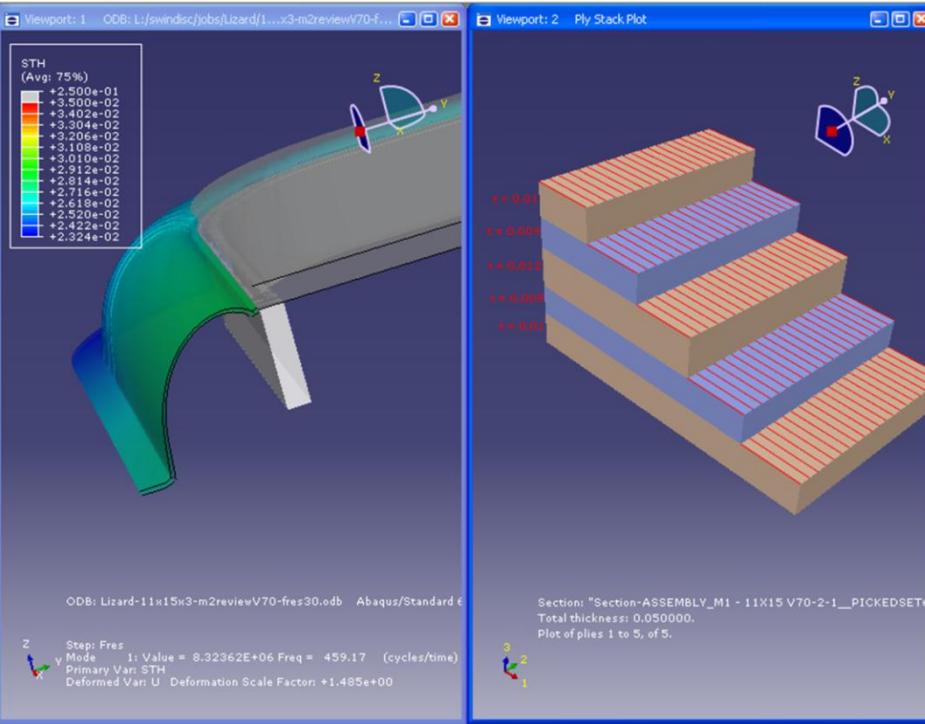
- Eine Lage Polycarbonat
- Linear elastisches Materialmodell
- Gute Übereinstimmung mit Messungen
- Wenig Dämpfung



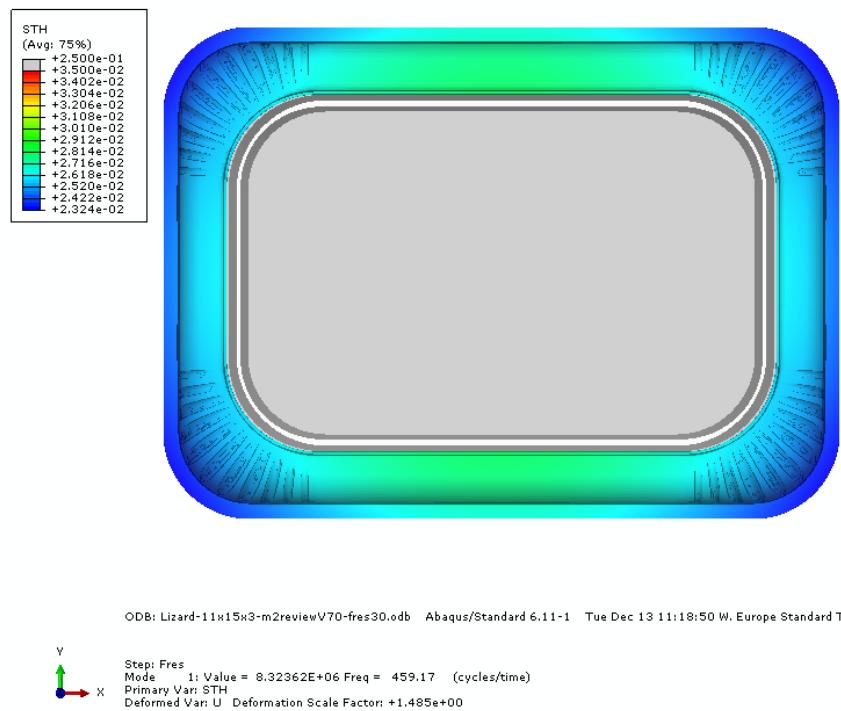
- Mehrschichtiges Compound aus Folien und Klebern
- Linear elastisches Materialmodell
- Hohe Dämpfung (in Simulation nicht berücksichtigt)
- Dickenverteilung durch Herstellungsprozess



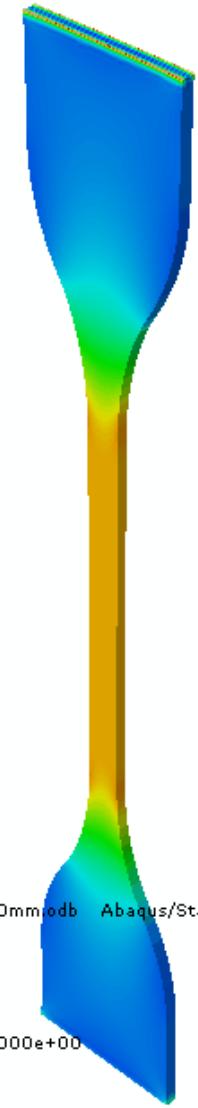
Composite layup



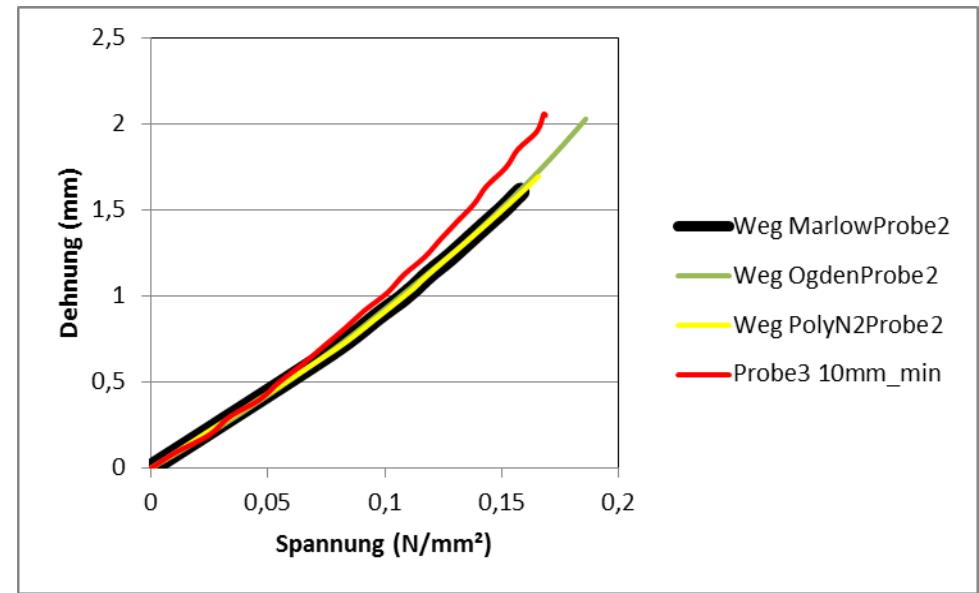
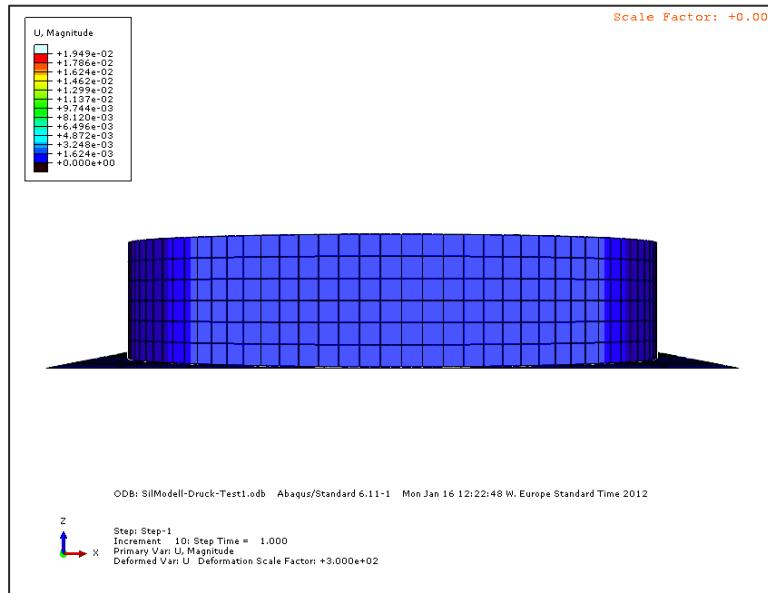
Radiale Dickenverteilung



- Hyperelastisches Materialmodell
- Uniaxiale Zug- und Druckdaten aus Tests
- Für uns relevanter Bereich mit Dehnungen <10% untersucht



- Zugfestigkeit nach DIN53504;
- Druckmessung nach ISO7743



- Simulation von Lautsprechermembranen mit Abaqus
- Standard-Simulationen
 - Frequenzen (Resonanzfrequenz, Taumelfrequenz, Platten-, Kuppen und Spulenmoden)
 - Nichtlinearitäten
 - Spannungen und Dehnungen
- Materialien
 - Monofolie
 - Compoundmembranen
 - Silikonmembranen



Thank You

www.knowles.com