

Dipl.-Ing. Adrian Hans Michael Kauf,
Wangen im Allgäu

Dynamik des Mittelohrs

Reihe **17**: Biotechnik/
Medizintechnik

Nr. **159**

Inhaltsverzeichnis

| | |
|--|------------|
| Liste der wichtigsten Formelzeichen | VII |
| 1 Einleitung | 1 |
| 1.1 Anatomie und Physiologie des menschlichen Gehörs | 1 |
| 1.2 Stand der Forschung | 6 |
| 1.3 Ziel und Inhalt der Arbeit | 8 |
| 2 Mechanische und audiometrische Grundlagen | 11 |
| 2.1 Methode der Mehrkörpersysteme (MKS) | 12 |
| 2.1.1 Klassifizierung von Mehrkörpersystemen | 12 |
| 2.1.2 Erstellen der Bewegungsgleichungen | 13 |
| 2.1.3 Programmsystem NEWEUL | 16 |
| 2.2 Eigenverhalten und Frequenzgang linearer Schwingungssysteme | 16 |
| 2.3 Wichtige Kennwerte der Audiometrie | 19 |
| 2.3.1 Grundlegende Begriffe | 19 |
| 2.3.2 Beschreibung audiometrischer Untersuchungsergebnisse durch mechanische Größen | 23 |
| 3 Modelle für das menschliche Mittelohr | 26 |
| 3.1 MKS–Modell der Gehörknöchelchenkette | 27 |
| 3.1.1 Analyse der Knöchelchenkette als mechanisches System | 28 |
| 3.1.2 Modelltopologie | 30 |
| 3.1.3 Modellierung des Ringbandes | 32 |
| 3.2 Randbedingungen für die Knöchelchenkette | 34 |
| 3.2.1 Trommelfell | 35 |
| 3.2.2 Gehörgang und Innenohr | 38 |
| 3.3 Gesamtmodell des Mittelohrs | 38 |
| 4 Messungen an Felsenbeinpräparaten | 43 |
| 4.1 Verfahren der Laser–Doppler–Vibrometrie (LDV) | 43 |
| 4.2 Meßstand | 45 |
| 4.3 Meßergebnisse | 52 |

| | |
|---|------------|
| 5 Ermittlung der Parameter | 58 |
| 5.1 Vorgehensweise | 58 |
| 5.2 Gehörgang und Innenohr | 59 |
| 5.3 Trommelfell | 61 |
| 5.4 Geometrie, Masse und Massengeometrie der Knöchelchenkette | 67 |
| 5.5 Abschätzen der Parameter der Koppелеlemente | 70 |
| 5.5.1 Ringband | 70 |
| 5.5.2 Bänder und Muskeln | 72 |
| 5.6 Vergleich mit Meßergebnissen | 77 |
| 5.6.1 LDV-Messungen | 77 |
| 5.6.2 Messungen aus der Literatur | 83 |
| 5.7 Modellparameter für die Dynamiksimulationen | 94 |
| | |
| 6 Anwendungsmöglichkeiten in der Medizin | 98 |
| 6.1 Pathologisch verändertes Mittelohr | 98 |
| 6.2 Transferfunktion des Mittelohrs bei otoakustischen Emissionen | 104 |
| 6.3 Aktive Mittelohrprothese mit Piezoelement | 107 |
| | |
| 7 Zusammenfassung | 114 |
| | |
| Anhang | 117 |
| A Ergänzungen zur Beschreibung des Gesamtmodells | 117 |
| B Daten für das Modell der aktiven Mittelohrprothese | 122 |
| | |
| Literatur | 124 |