

I. Dynamische Tubenfunktionsprüfung

▷ Eustachische Röhre

- Druckausgleich, Protektion und Belüftung des Mittelohres

▷ Funktionsprüfung der Eustachische Röhre

- Standardverfahren: Impedanzaudiometrie
 - nur indirekte Hinweise auf Tubenfunktion
 - dynamische Messung nicht möglich
- Vielversprechendes akustisches Verfahren: Sonotubometrie
 - Messverfahren unter physiologischen Bedingungen
 - schlechte Ergebnisqualität



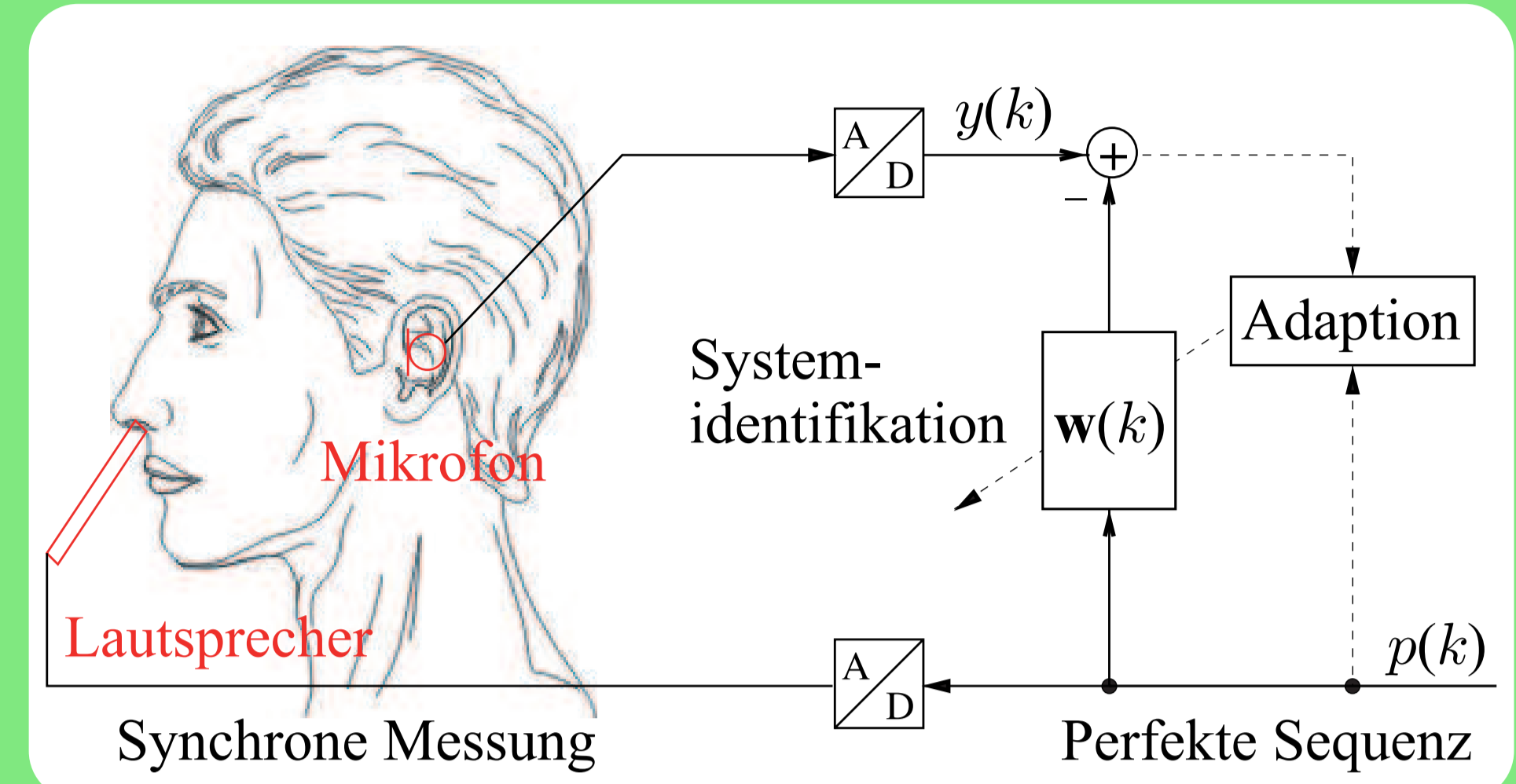
▷ Ziel: Verbesserung der Tubenfunktionsprüfung

- Optimierung des akustischen Messverfahrens
- Gewinnung neuer diagnoserelevanter Merkmale mit Methoden der digitalen Signalverarbeitung

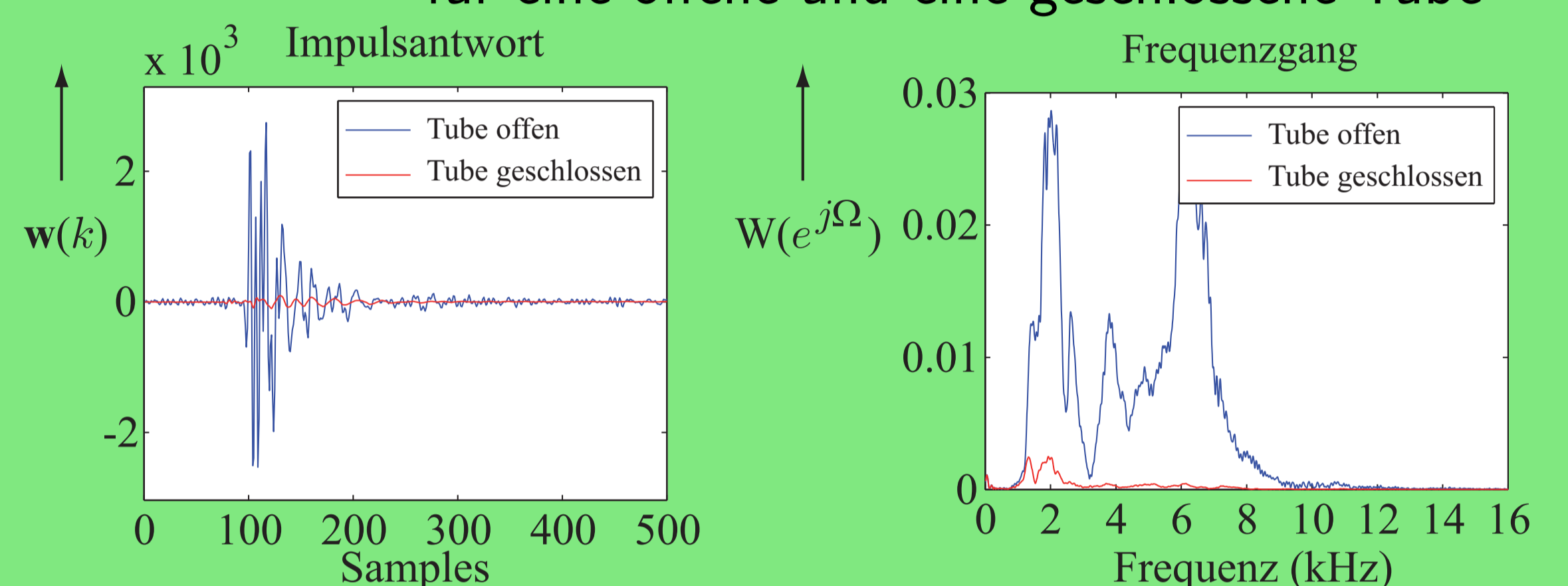
II. Echtzeit-Messsystem mit PSEQ

▷ Optimiertes akustisches Messverfahren

- Perfekte Sequenzen (PSEQ) als Anregungssignal $p(k)$
- Systemidentifikation mittels *normalized least-mean-square* (NLMS) Algorithmus



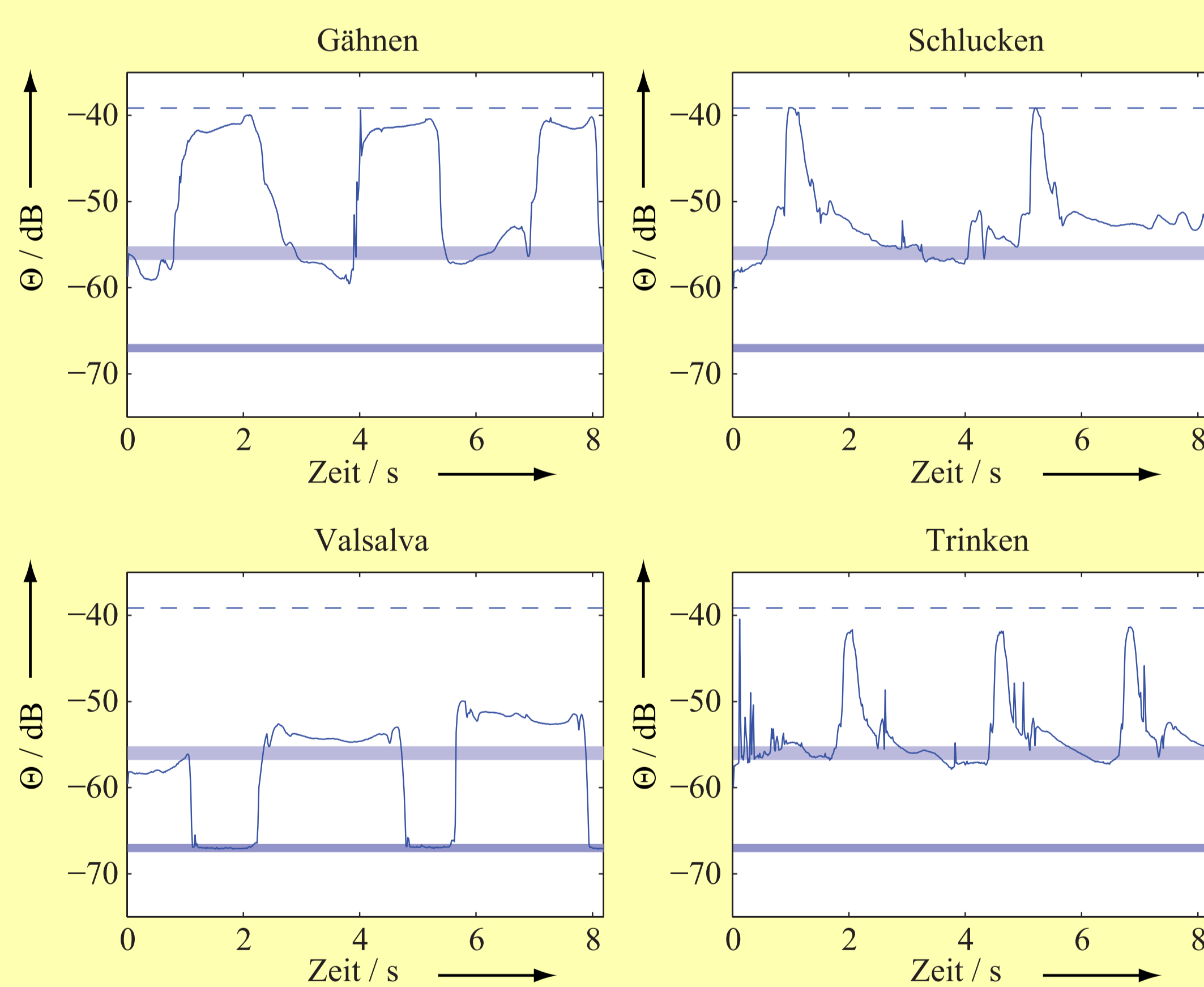
▷ Messbeispiel: Impulsantwort und Frequenzgang für eine offene und eine geschlossene Tube



III. Ergebnisse des Echtzeit-Messsystems

▷ Quadratische Norm $\Theta(k)$ der Impulsantwort $w(k)$:

$$\Theta(k) = \|\mathbf{w}(k)\|^2 = \sum_{i=0}^{N-1} w_i^2(k)$$



▷ $\Theta(k)$ beinhaltet Information aller Frequenzanteile bis 16 kHz

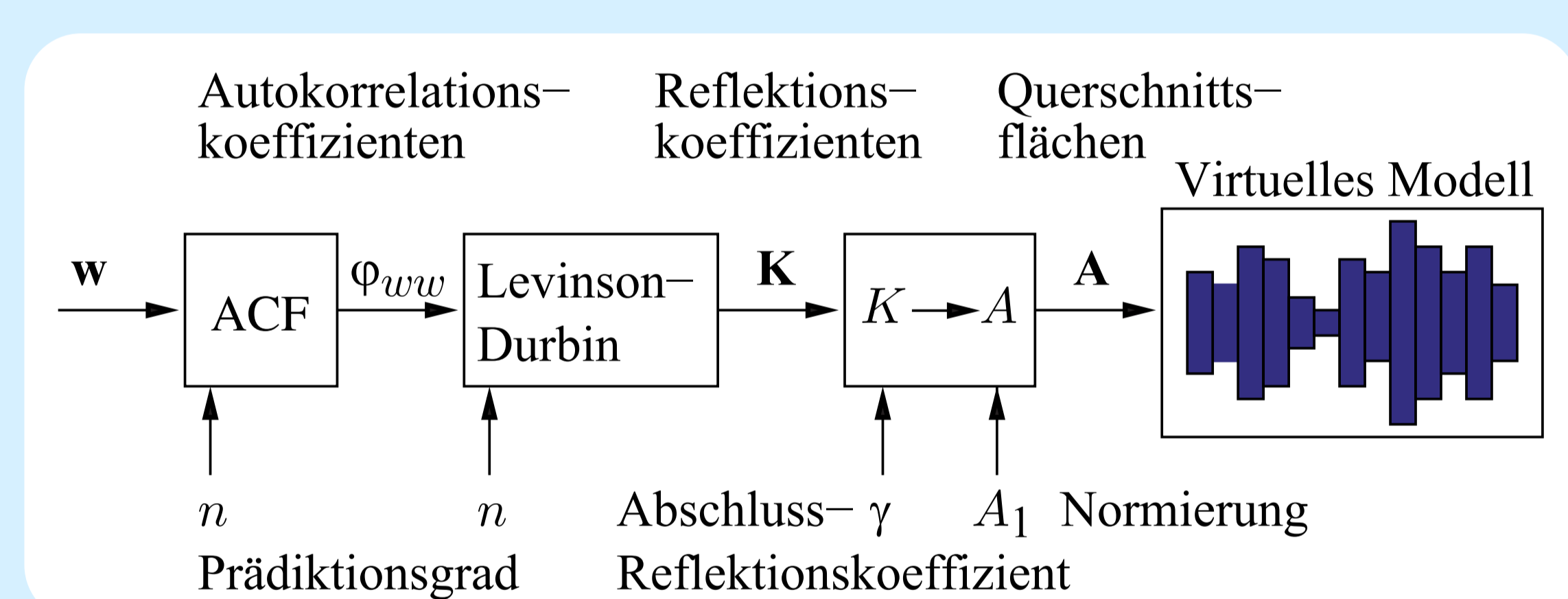
- Ergebnisse mit PSEQ in 46% besser als mit Sinus-Ton
- Tubenöffnungen in 18.8% nur durch PSEQ nachweisbar

IV. Akustische Tubenendoskopie

▷ Berechnung eines virtuellen Tubenmodells

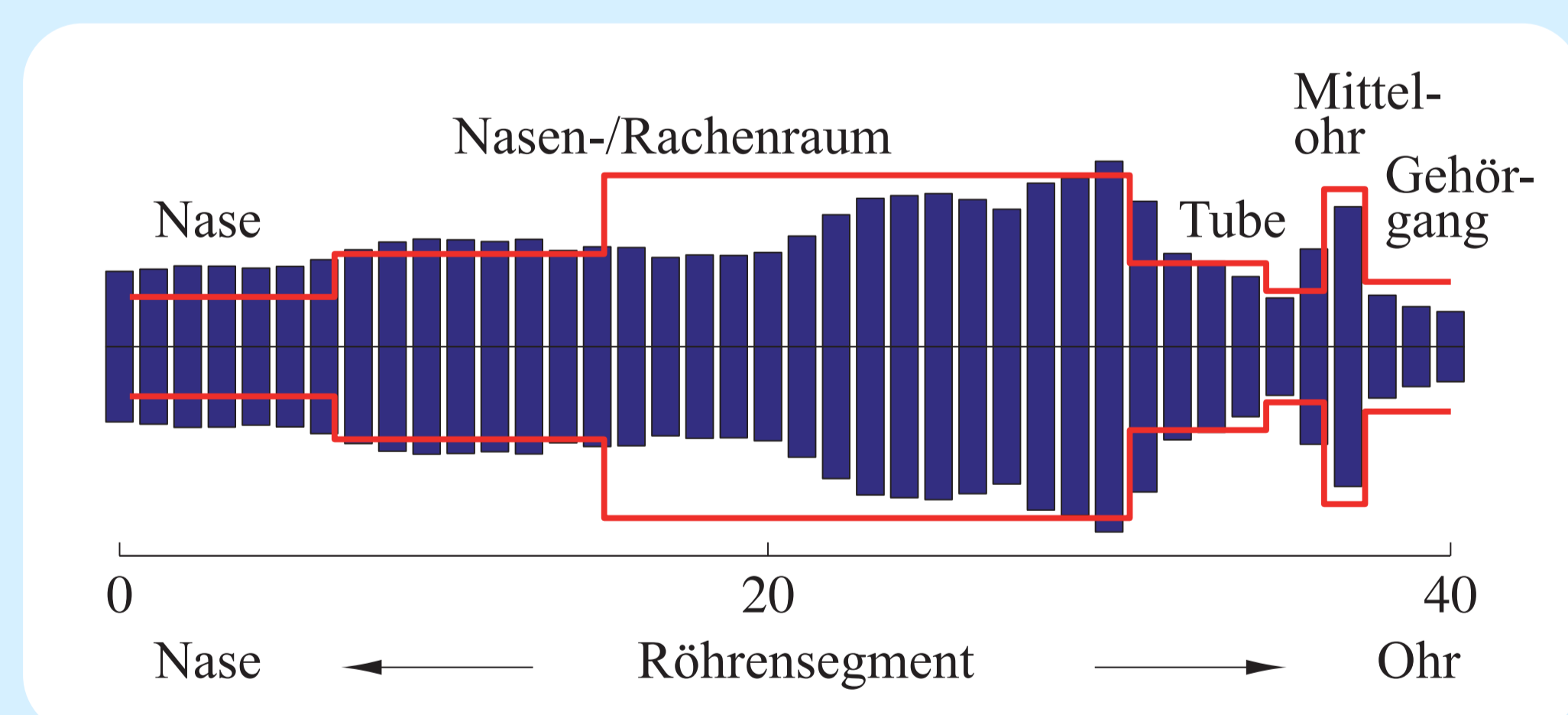
in Anlehnung an das Modell der Spracherzeugung mit

- Systemidentifikation mit PSEQ und NLMS Algorithmus
- Levinson-Durbin Algorithmus



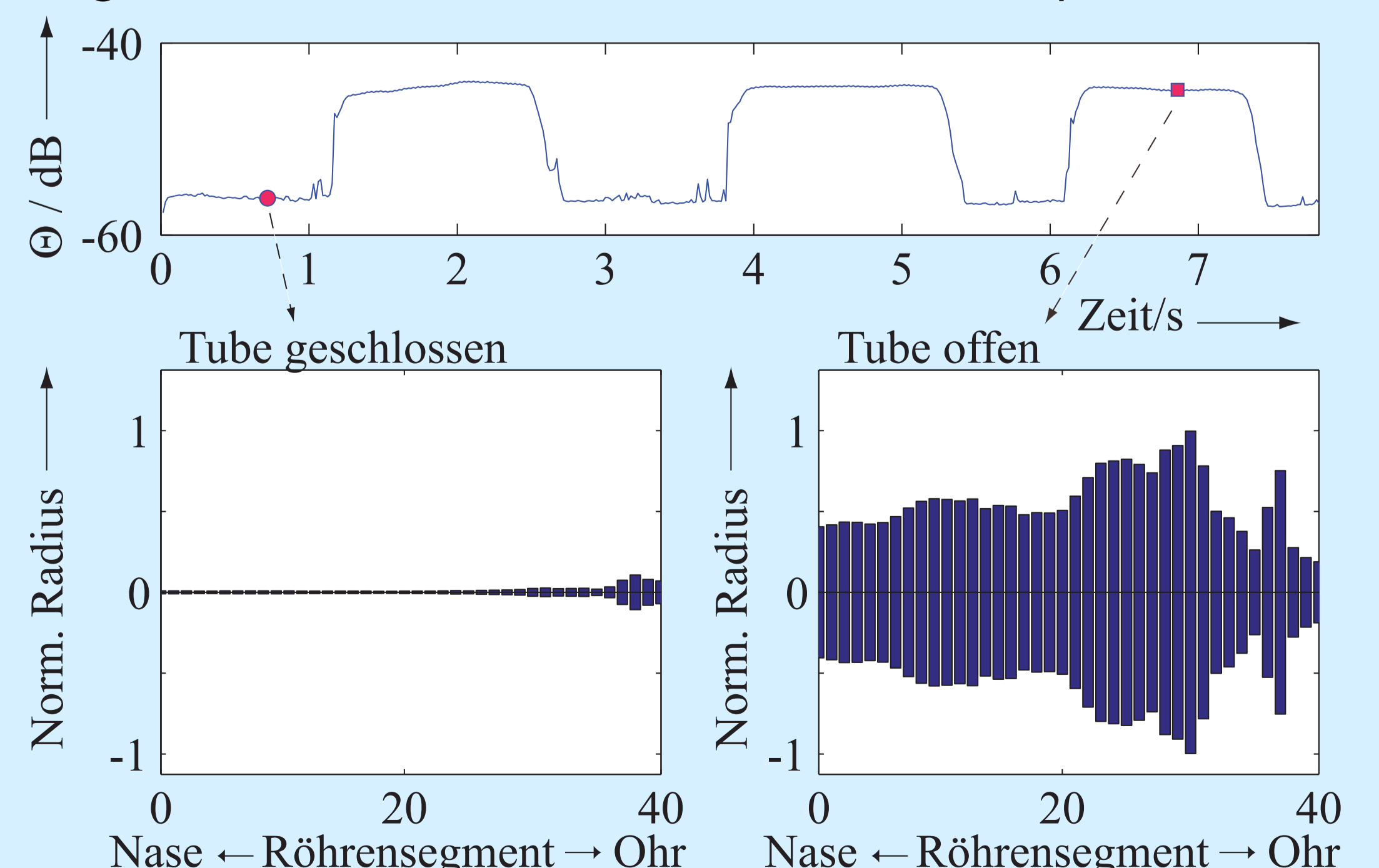
▷ Korrelation von Anatomie und Modell

bei geeigneter Wahl der Parameter n , γ und A_1



▷ Animation der Querschnitte über der Zeit

ermöglicht eine Art "akustische Tubenendoskopie"



V. Zusammenfassung

- ▷ Neues akustisches Diagnosesystem zur Abbildung der Tubenfunktion
- ▷ Gewinn von zusätzlicher Information
- ▷ Berechnung eines virtuellen Abbilds der Eustachischen Röhre
- ▷ Visualisierung der dynamischen Abläufe unter Berücksichtigung der anatomischen Verhältnisse
- ▷ Neue Einblicke in die Tubenfunktionsdynamik

