

IfM – Institut für Musikinstrumentenbau e.V.

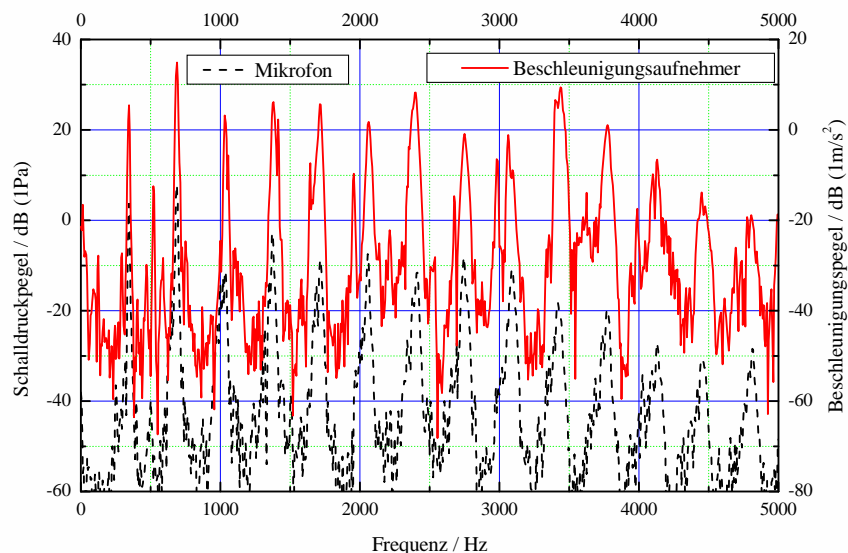
**Messing, Pappe oder Schaum – Wie wirkt die
Wand eines Blasinstrumentes?**

Gunter Ziegenhals

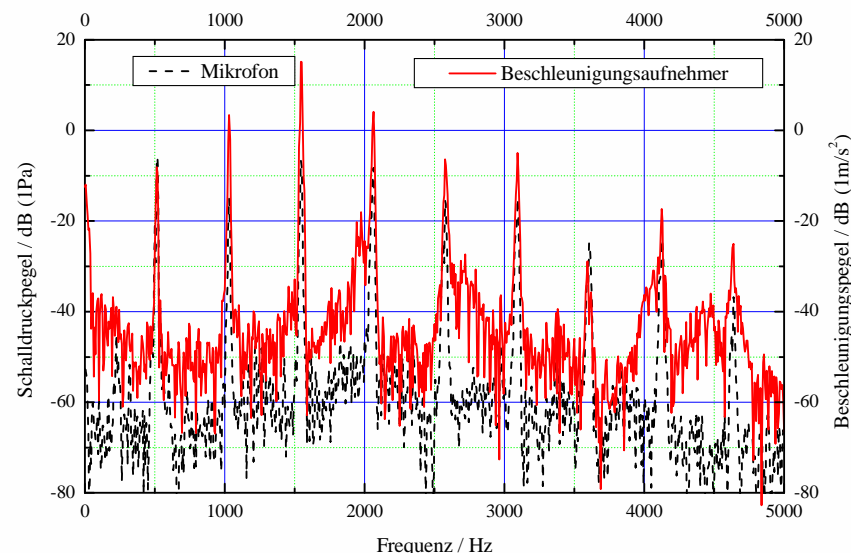
Blasinstrumente – Schwingende Luftsäule?



Vergleich Luftschall- und Schwingungsspektrum bei Blasinstrumenten Aufnahme auf Schallstück bzw. Becher



Trompete Ton f^1



Klarinette Ton c^2

Wandschwingungen bei Blasinstrumenten

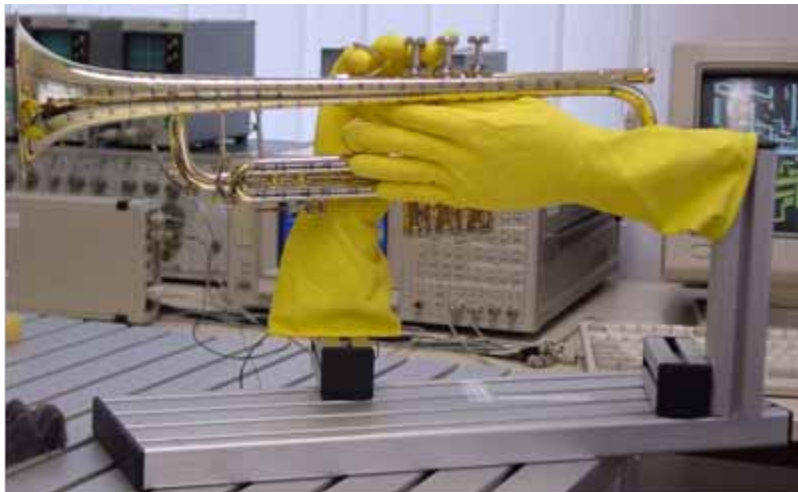
- Amplituden je nach Frequenzbereich 1nm ... 1µm
- Wandschwingung hängt Luftschall im Einschwingen 5 ... 10 ms hinterher.
- Musiker spürt Schwingungen sehr deutlich.
- Bei den „dickwandigen“ Holzblasinstrumenten spürt der Musiker möglicherweise vorrangig die Schwingungen der Mechanik bzw. direkt die Luftsäule über die Tonlöcher mit Ringklappen.

Meinungen zu Wandschwingungen

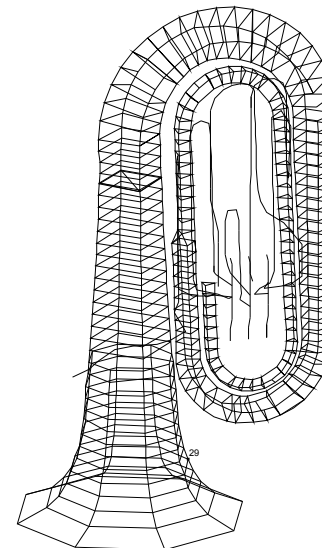
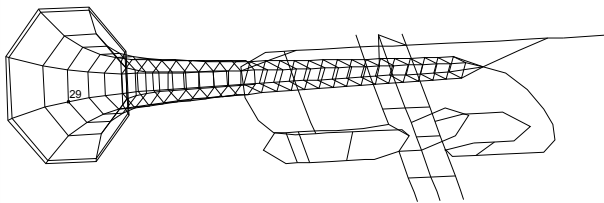
- Freies Schwingen der Wand fördert Klang. Deshalb sollte Wand entdämpft werden, z.B. durch Massereduktion.
- Die schwingende Wand strahlt intensiv nach Innen und Außen ab.
- Das Instrument muss durch Stützen versteift werden, um Schwingungen zu verhindern. Diese entziehen dem Ton Energie.
- Gehämmerte Wandungen sind härter und entsprechend der Klang der Instrumente.

Sehr, sehr widersprüchlich!

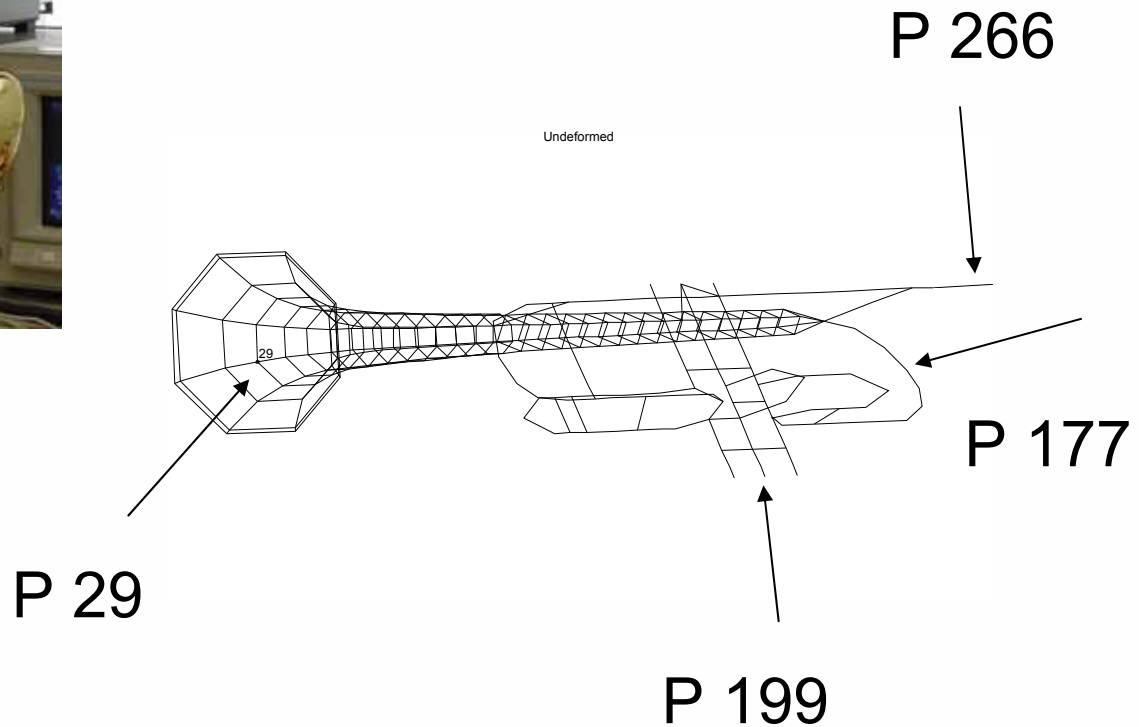
Modalanalyse



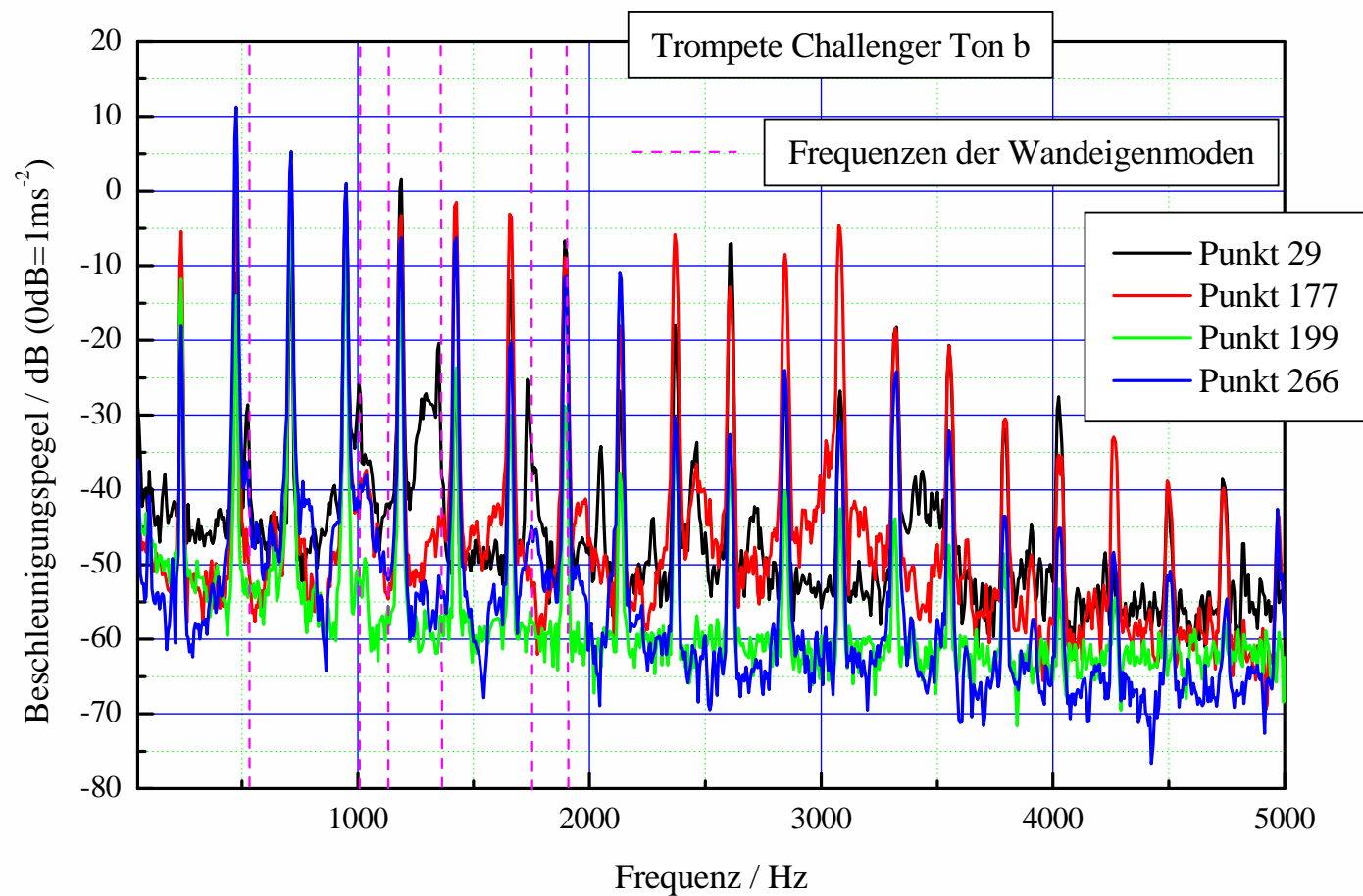
Undeformed



Betriebsschwingungsanalyse



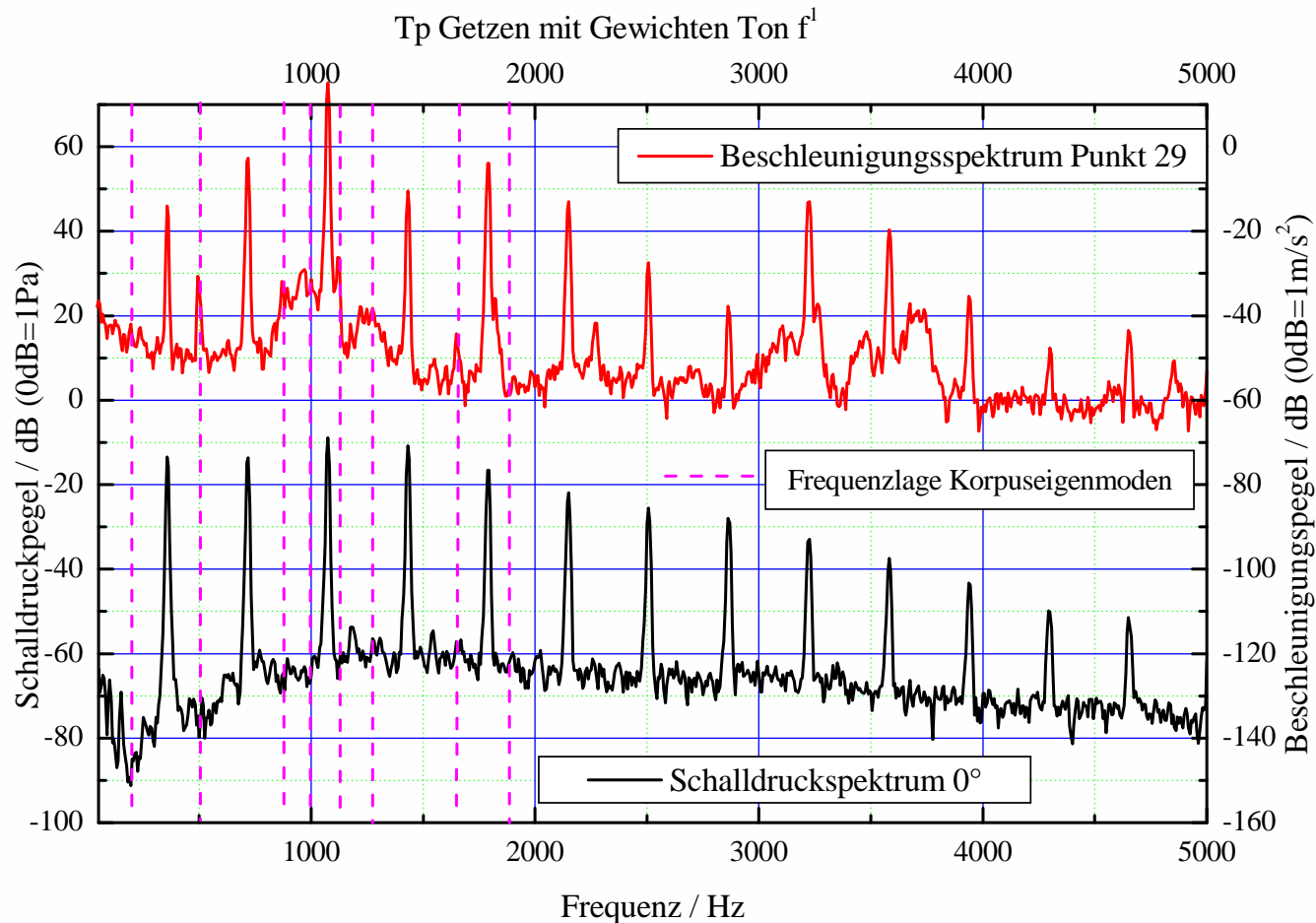
Modal- und Betriebsschwingungsanalyse



Modal- und Betriebsschwingungsanalyse

- Bei den Eigenmoden dominieren die Schallstückschwingungen.
- Die Betriebsschwingungen zeigen erst ab 2000 Hz (Tuba 1000 Hz) starke Schallstückanteile.
- Die Betriebsschwingungspegel an einzelnen Punkten differieren signifikant zwischen den Produkten.
(Größenordnung 4 dB bei Trompeten, 6 dB bei Tuben)
- Resonanzeffekte wurden nicht beobachtet.

Vergleich Luftschall – Wandschwingung Trompete



Die Vuvuzela als Fan-Artikel



Typische Bauform:

- Kunststoff
- ca. 60 cm lang
- klingt etwa in b
- Schalleistung: 108 dB(A) und mehr



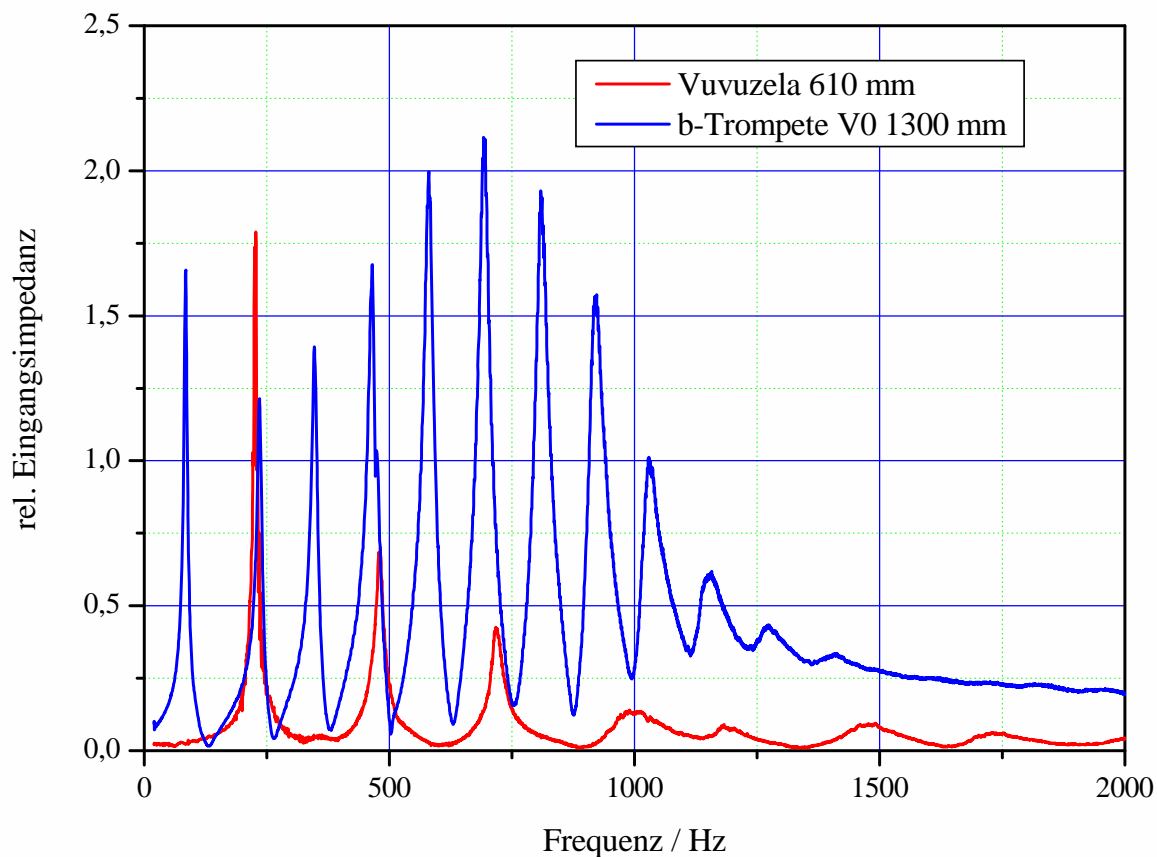
Die Vuvuzela



Erinnert etwas an die nordeuropäische Lure, die „Kriegstrompete“ aus der Zeit 13. bis 7. Jahrhundert v. Chr.



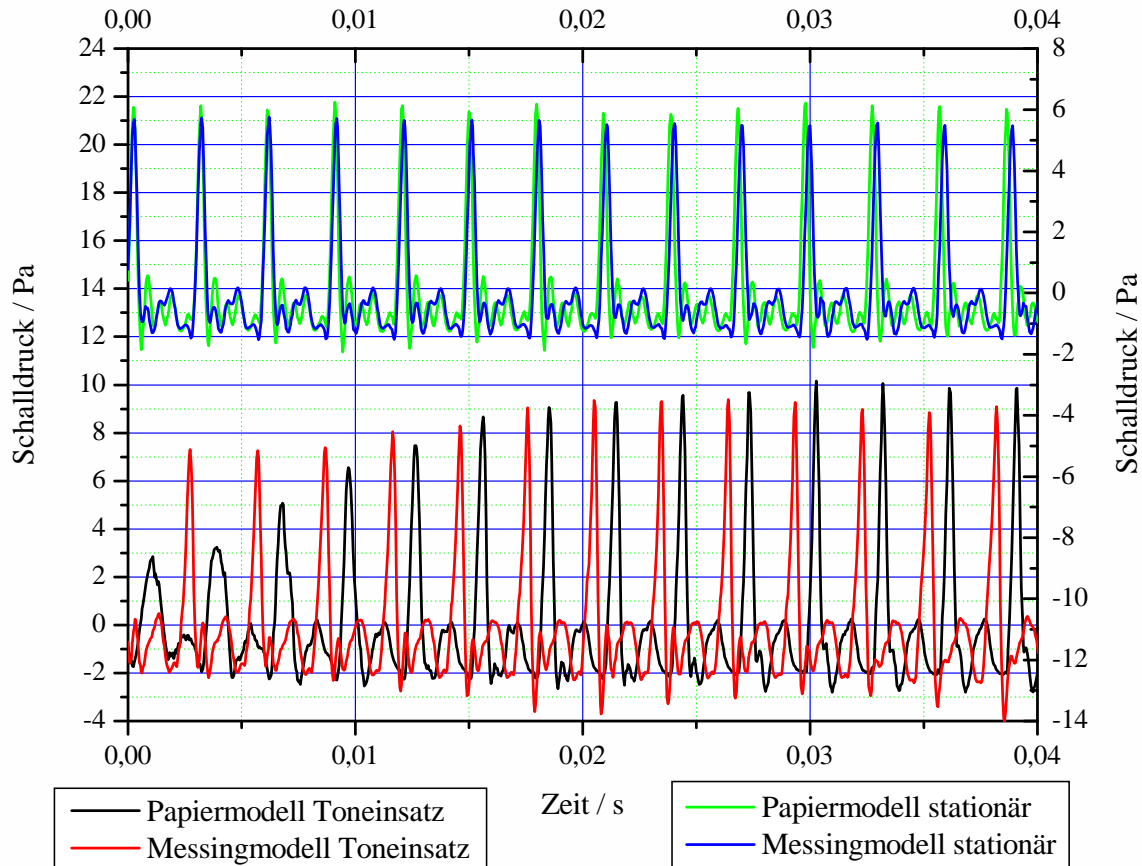
Vergleich Eingangsimpedanz Vuvuzela - Trompete



Vuvuzela
gestörte harmonische Reihe
auf 1. Resonanz

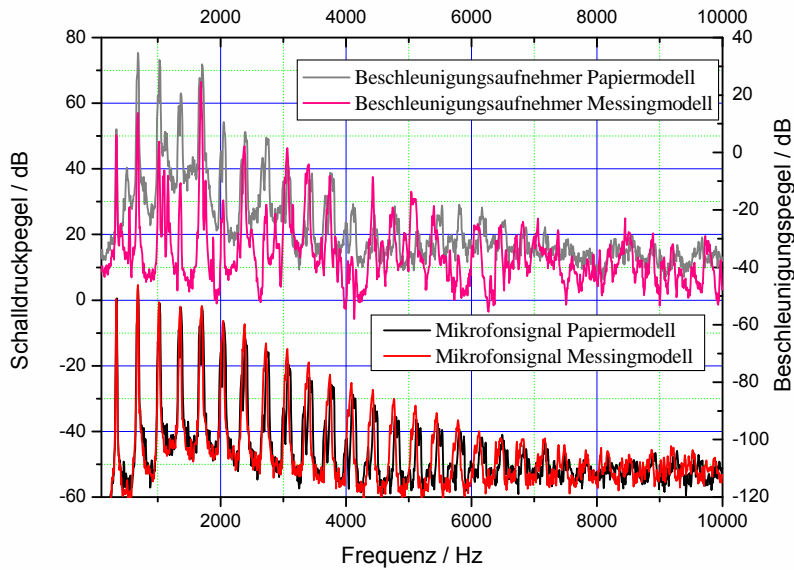
Trompete
Harmonische Reihe auf
2. Resonanz

Ein Versuch zum Wandmaterialeinfluss

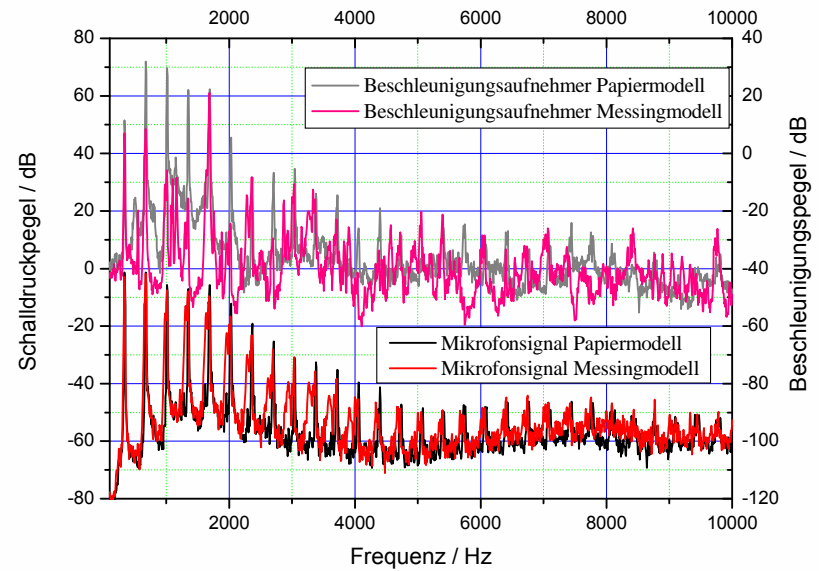


| | | |
|--------|-------------------------|---------|
| | Papier | Messing |
| Korpus | 23 g | 118 g |
| | Aluminiummundstück 34 g | |

Wandmaterialeinfluss



Toneinsatz



Stationärer Ton

Mittelung über jeweils 10 Messungen

Wandschwingungen von Metallblasinstrumenten

- Betriebsschwingungspegel unterschiedlicher Wandmaterialien sind in etwa gleich.
- Leichte Materialien schwingen schneller ein und sind stärker bedämpft.
- Leichte Materialien verzögern den Toneinsatz um ca. 15 ms ... 20 ms.

Leistungsanalyse



- $P_{\text{Schall}} = 0,01 \dots 0,032 \text{ Nms}^{-1}$
- $P_{\text{Schwingung}} = 0,0001 \dots 0,0006 \text{ Nms}^{-1}$ (Trompeten)
- $P_{\text{Schwingung}} = 0,0001 \dots 0,002 \text{ Nms}^{-1}$ (Tuben)
- $P_{\text{kin.}} = 3 \cdot 10^{-5} \dots 0,001 \text{ Nms}^{-1}$ (Trompeten)
- $P_{\text{kin.}} = 2 \cdot 10^{-5} \dots 0,0002 \text{ Nms}^{-1}$ (Tuben)

Für die Aufrechterhaltung der Wandschwingung werden je nach Ton zwischen 1% und 20% der Leistung verbraucht, die für die Aufrechterhaltung der Luftsäulenschwingung erforderlich sind.

Für das in Schwingungen versetzen des Korpus benötigt man eine Leistung im Bereich von 0,1% bis 10% der Schalleistung der Instrumente.

Die Auswirkung auf den abgestrahlten Schall liegt bei $< 0,5\text{dB}$.

Messungen unter Extrembedingungen



Trompeten in 15 kg Sand gepackt

Messungen unter Extrembedingungen



- Sand dämpft Wandschwingung um mehr als 10 dB.
- Die Frequenzen der Impedanzmaxima sinken um 10 cent bis 15 cent, insbesondere im mittleren Bereich.
- Pegel der Impedanzmaxima ändern sich nicht.
- Musiker haben Probleme Ton zu kontrollieren.
- Ursache ist aber offensichtlich fehlende Berührungsmöglichkeit.

Wandschwingungen von Metallblasinstrumenten

- Viele Musiker kontrollieren den Ton über Berührung des Instrumentes.
- Unterschiedliche Wahrnehmung führt zu Ansatzänderungen.
- Ansatzänderung beeinflusst Klangbild.
- Haupteinfluss der Wand also offensichtlich indirekt!

Bonusmaterial

