

## Schalldruck im Mundstück von Tuba und Sousaphon

Guenter Krauss

94315 Straubing, E-Mail: guenterkrauss@t-online.de

### Einleitung

In den Mundstücken von Blechblasinstrumenten treten beim Spielen sehr hohe Schalldrücke auf. Bei fortissimo gespielten Tönen liegen die Drücke für ein Sousaphon oder eine Basstuba in der Größenordnung von 5 – 20kPa, ganz grob um die 170dB SPL. Im Rahmen dieser Arbeit wurden Schalldrücke im Mundstück von einem Sousaphon beim Spielen von Pedaltönen bei mittleren Lautstärken gemessen.

### Pedaltöne bei Blechblasinstrumenten

Als Pedaltöne bezeichnet man bei Blechblasinstrumenten die Töne unterhalb der tiefsten normalerweise benutzten Instrumentenresonanz [1]. Bei einem B-Sousaphon oder einer B-Tuba sind das Töne unterhalb vom „B“, ca. 58Hz, ohne Betätigung eines Ventils. Die Pedaltöne werden durch geeignete Lippenspannung erzeugt indem man versucht den Ton nach „unten“ zu ziehen. Die **Grundwelle** der Pedaltöne hat normalerweise keine zugeordnete Resonanzfrequenz in der Instrumentenimpedanz [1] [2].

### Versuchsaufbau

Abbildung 1 zeigt einen Teil des Versuchsaufbaus der bei den Messungen verwendet wurde.



**Abbildung 1:** Messplatz mit Kistler 5018 Ladungsverstärker, Four-Audio Monkey Forest Software, ITADDA16 Robo Frontend, Spectra DOS Rechner und Yamaha YSH-301 und YSH-411 Sousaphon.

Für die Messungen wurde das YSH-301 Fiberglas Sousaphon verwendet. Eine Miraphone 91A 7000 B-Tuba wurde für die Messungen auch getestet, lieferte aber keine erwähnenswert abweichenden Ergebnisse.

Zur Messung des Schalldrucks im Mundstück [3] wurde ein Kistler 6031 Drucksensor in ein Mundstück eingebaut und die auftretenden Drücke mittels Kistler 5018

Ladungsverstärker, ITADDA16 Robo Frontend und Monkey Forest Software von Four-Audio ausgewertet.

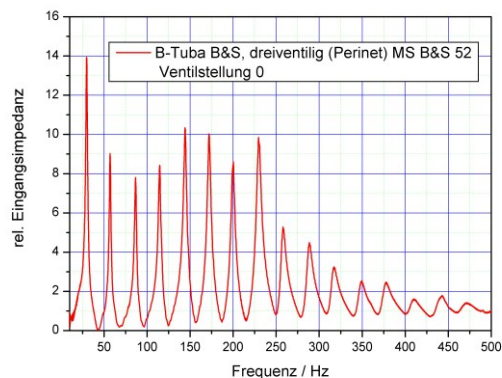


**Abbildung 2:** Mundstück mit eingebautem Kistler 6031 Drucksensor.

### Eingangsimpedanz (relativ) einer B-Tuba

In Abbildung 3 ist die relative Eingangsimpedanz einer B&S Modell 200 B-Tuba aus den 90er Jahren des letzten Jahrhunderts abgebildet.

Diese Messung wurde mir freundlicherweise von Herrn Professor Dr. Gunter Ziegenhals vom Institut für Musikinstrumentenbau e.V. an der Technischen Universität Dresden zur Verfügung gestellt.



**Abbildung 3:** Relative Eingangsimpedanz einer B&S Modell 200 B-Tuba mit B&S 52 Mundstück.

Die Messung der akustischen Eingangsimpedanz eines Blechblasinstrumentes ist, insbesondere bei tiefen Frequenzen, ziemlich anspruchsvoll weil Störeinflüsse wie Umgebungsgeräusche und Raumreflexionen die Messungen massiv verfälschen können.

Der Impedanzverlauf eines B-Sousaphons oder der Miraphone 91A 7000 Tuba sollte aber ähnlich verlaufen, weil die gesamte Rohrlänge der Instrumente ja nahezu gleich ist.

Die Höhe der einzelnen Resonanzpeaks und insbesondere die Lage der tiefsten Resonanz können aber, abhängig von der Mensur des jeweiligen Instrumentes, deutlich von dieser Messung abweichen.

## Naturtöne und Pedaltonbereich eines B-Sousaphons

Zur Veranschaulichung sind in Abbildung 4 die Naturtöne und der Pedaltonbereich der B&S Tuba, ohne Betätigung eines Ventils, skizziert. Naturtöne und Pedaltonbereich für ein B-Sousaphon ergeben sich analog, die Höhe der einzelnen Impedanzpeaks und die Frequenz des untersten Peaks werden für ein B-Sousaphon aufgrund der anderen Mensur vom Bild abweichen.

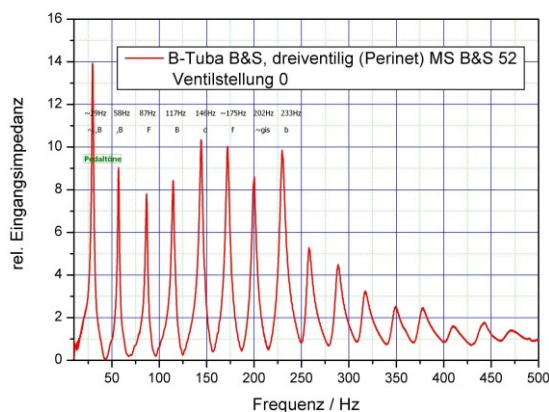


Abbildung 4: Pedaltonbereich unterhalb ,B und die Naturtöne einer B-Tuba mit und oberhalb ,B

„Zieht“ man beim Spielen vom ,B den Ton nach „unten“ dann „rastet“ man beim ,F ein, obwohl bei etwa 44Hz in der Eingangsimpedanz keinerlei Resonanzpeak vorhanden ist.. Das „Einrasten“ wird durch den F Impedanzpeak bei 87Hz, eine Oktave über der Grundwelle des Pedaltones bewirkt. Im Detail ist dieses Verhalten in [1] und [2] erläutert.

## Spektrum und Zeitverlauf des Schalldrucks im Mundstück für den Pedalton ,F 43,65Hz

Abbildung 5 zeigt das Spektrum des Pedaltons ,F, mezzoforte geblasen, Intonation etwas zu tief. Das Spektrum wurde aus dreizehn nacheinander geblasenen Tönen ermittelt. Die Grundwelle bei etwa 42Hz ist gut sichtbar, in der Instrumentenimpedanz ist hier kein Peak vorhanden!

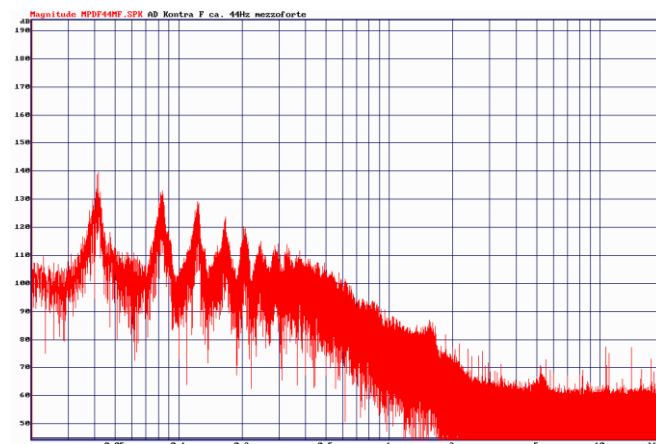


Abbildung 5: Spektrum, 0dB  $\pm$  20 $\mu$ Pa

In Abbildung 6 ist der Zeitverlauf eines einzelnen ,F Pedaltons gezeigt.

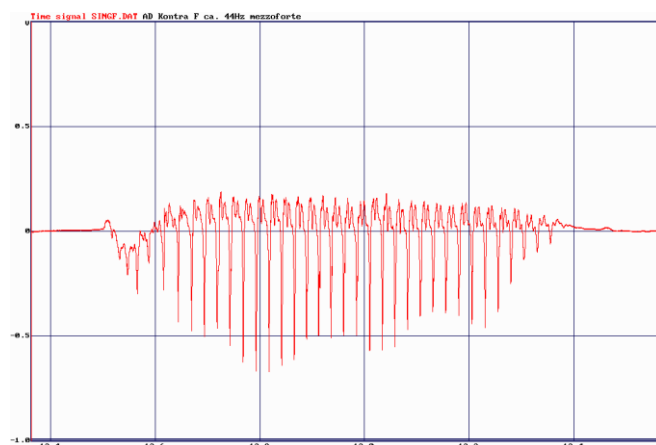


Abbildung 6: Zeitverlauf, 1V  $\pm$  10kPa

## Literatur

- [1] Backus, John. The acoustical foundations of music. 1977, 1969 by W. W. Norton & Company, Inc. Page 265 ISBN 0-393-09096-5
- [2] Benade, Arthur H. Horns, Strings, and Harmony, Anchor Books Doubleday & Company, Inc. Garden City, New York 1960, Page 169
- [3] Campbell, Murray. Greated, Clive. The Musician's Guide to Acoustics, 1987 Oxford University Press, Page 320 ISBN 0-19-816505-6