

# “Don’t squelch your belch!”

## Effekte von Eruktationen in Blasinstrumenten

Florian Schwarzenbacher<sup>1</sup>, Christoph Reuter<sup>1</sup>, Isabella Czedik-Eysenberg<sup>1</sup>, Michael Oehler<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Musikwissenschaftliches Institut, Universität Wien, A-1090 Wien, E-Mail: f.schwarzenbacher@hotmail.com*

<sup>2</sup> *Musikwissenschaftliches Institut, Universität Osnabrück, D-49069 Osnabrück*

### Hintergrund

In der Welt der Blasmusik begegnet man häufig dem besonders in Internetforen vieldiskutierten Phänomen, dass sich die Tonhöhe kurzfristig und merklich senkt, wenn man während des Spiels – vor allem nach dem Genuss von Bier oder Sprudelgetränken – in sein Instrument aufstößt [1]. Diese Tonhöhen senkung zeigt sich gleichermaßen bei (Doppel-) Rohrblatt-, Flöten- und Blechblasinstrumenten. Für diese unwillkürliche Tonhöhenverschiebung während des Aufstoßens kann man verschiedene Ursachen annehmen, da sich z.B. während der Efflation die Mundhöhle des Spielers und damit der Druck kurzfristig ändert oder da man mit dem Vorgang einhergehend eine leichte Temperatur- und/oder Luftfeuchtigkeitsänderung annehmen könnte. Von entscheidender Bedeutung dürfte jedoch die Änderung des Gasgemisches in der Instrumentenröhre sein, da während der Eruktation eine Mischung von Kohlenstoffdioxid (CO<sub>2</sub>), Methan (CH<sub>4</sub>), Wasserstoffgas (H<sub>2</sub>), Stickstoffgas (N<sub>2</sub>) sowie diverser Spurengase ausgestoßen wird [2][3]. Man kann annehmen, dass sich besonders durch den erhöhten CO<sub>2</sub>-Anteil die Schallgeschwindigkeit verringert, so dass bei gleichbleibender Rohrlänge des Instruments die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Druckimpulse im neu hinzukommenden Gasgemisch verringert und dadurch die Tonhöhe gesenkt wird.

### Fragestellung

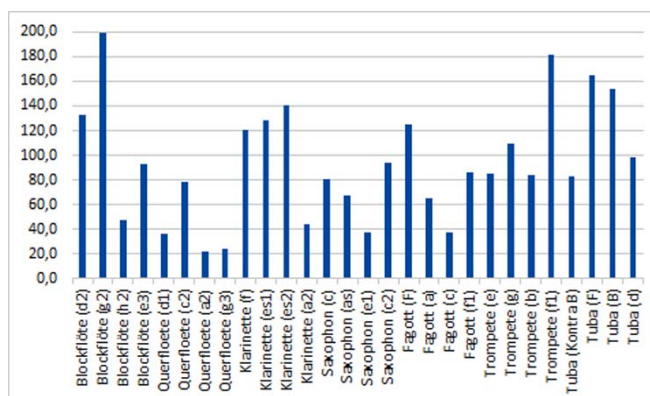
- Warum senkt sich die Tonhöhe während einer Eruktation beim Blasinstrumentenspiel?
- Wie groß ist der wahrzunehmende Tonhöhenunterschied?
- Gibt es weitere klangfarbliche Änderungen?

### Methode

Im reflexionsarmen Raum des Musikwissenschaftlichen Instituts der Universität Wien wurden Querflöte, Blockflöte, Saxophon, Klarinette, Fagott, Trompete und Tuba in jeweils vier Tonhöhen im gängigen Spielbereich aufgenommen, wobei die jeweiligen InstrumentalistInnen gebeten wurden beim Spiel in das Instrument aufzustoßen. Die Eruktationen wurden dabei gezielt durch den Konsum von kohlenstoffhaltigen Getränken hervorgerufen (Bier oder Sodawasser, laut Hersteller jeweils mit einem CO<sub>2</sub>-Gehalt von 5–6 g/l). Die Änderung des Gasgemisches während des Eruktationsvorgangs wurde ebenfalls gemessen, ebenso wie die Auswirkung von Atemluft, CO<sub>2</sub> und (zum Vergleich) Helium auf die Tonhöhe einer Blockflöte.

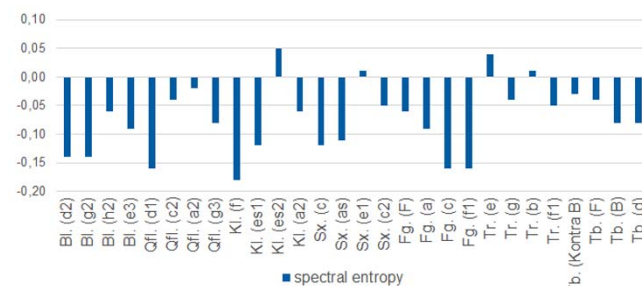
### Ergebnisse

Bei der Auswertung der Aufnahmen mit Hilfe von Matlab (MIRtoolbox) zeigte sich bei allen Instrumenten ein während des Efflationsvorgangs auftretender Tonhöhenabfall von durchschnittlich 93,6 Cents (maximal: 199,3 Cents (Blockflöte, g2), minimal: 22,3 Cents (Querflöte, a2)). Bei normaler Atemluft beträgt der durch CO<sub>2</sub> verursachte Tonhöhenabfall maximal 10–17 Cents [4].

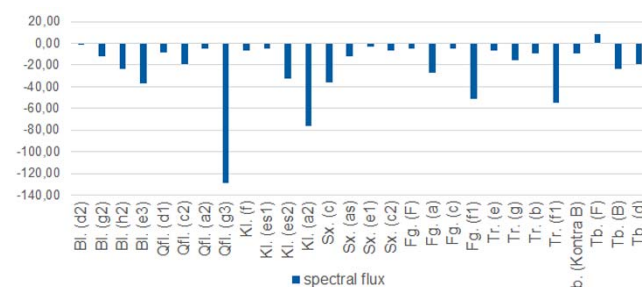


**Abbildung 1:** Tonhöhenabsenkung in Cents bei einer Eruktation während des Spiels auf Blasinstrumenten.

Auch in weiteren klanglichen Eigenschaften konnten mit der Eruktation einhergehende Änderungen festgestellt werden, die sich besonders in einem Anstieg der Werte von Spectral Entropy (Abb. 2) und Spectral Flux (Abb. 3) äußerten.

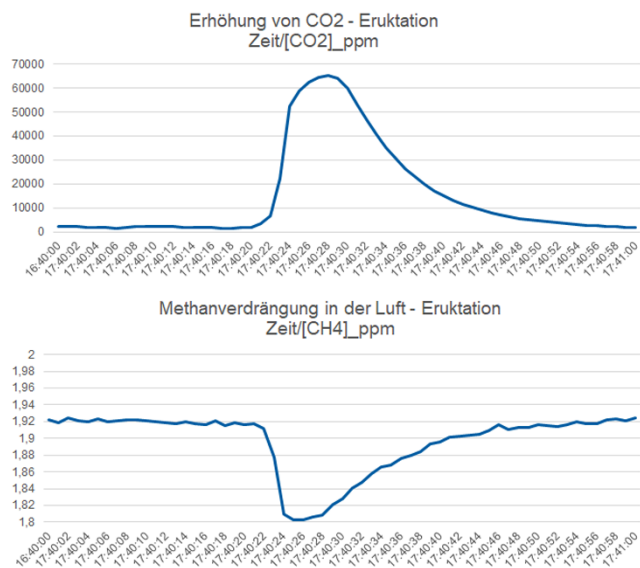


**Abbildung 2:** Anstieg der Spectral Entropy bei einer Eruktation während des Spiels auf Blasinstrumenten (Y-Achse: Differenz der Werte bei normaler Atemluft minus denen bei Eruktation).

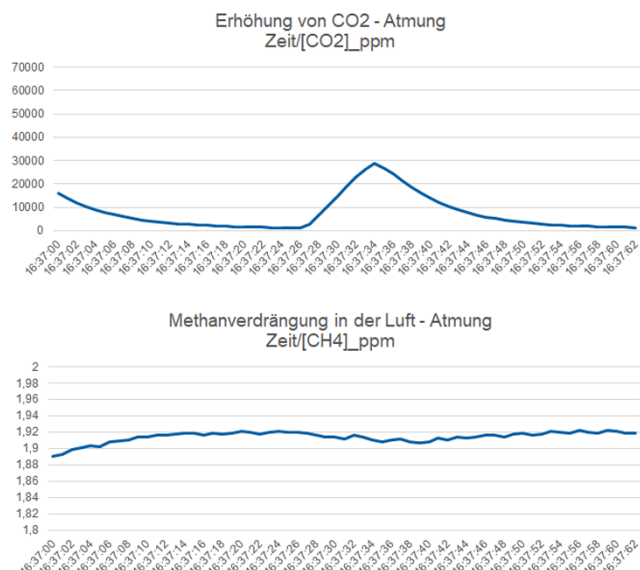


**Abbildung 3:** Anstieg des Spectral Flux bei einer Eruktation während des Spiels auf Blasinstrumenten (Y-Achse: Differenz der Werte bei normaler Atemluft minus denen bei Eruktation).

Bei einer Untersuchung des eruktiven Gasgemisches am Institut für Geographie und Regionalforschung (Arbeitsgruppe Geoökologie) der Universität Wien konnte eine erhebliche Erhöhung der CO<sub>2</sub>-Konzentration sowie eine Verdrängung von CH<sub>4</sub> gegenüber normaler Atemluft festgestellt werden (Abb. 4 und 5).



**Abbildung 4:** Änderungen der CO<sub>2</sub>- und CH<sub>4</sub>-Werte während des Eruktationsvorgangs.



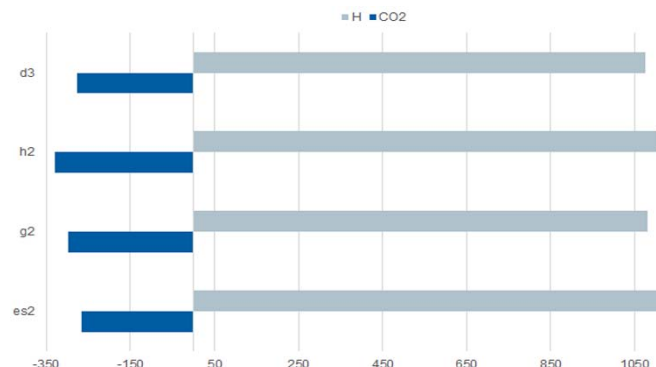
**Abbildung 5:** Änderungen der CO<sub>2</sub>- und CH<sub>4</sub>-Werte bei normaler Atmung.

Da vergleichbare Tonhöhenwechsel durch ein stärkeres oder schwächeres Anblasen der Instrumente nicht erzielt werden konnten, konnte eine eventuelle Druckänderung als Ursache für die Tonhöhensenkung ausgeschlossen werden. Gleiches gilt für etwaige Änderungen der Temperatur oder der Luftfeuchtigkeit als Ursache, da für eine Verstimmung in einer solchen Größenordnung ein Temperaturwechsel von mehr als 30°C nötig wäre und selbst eine Luftfeuchtigkeit von 100% nur eine extrem geringe Verstimmung von 1,2% bewirken würde.

Beim testweisen Anregen einer Blockflöte mit reinem CO<sub>2</sub> verringerte sich die Tonhöhe durchschnittlich um 292,5 Cents (kl. Terz), während sie sich bei der Anregung mit reinem Helium um 1097 Cents anhub (gr. Septime).

**Tabelle 1:** Grundfrequenzen einer Blockflöte, gegriffen auf es2, g2, h2 und d3 unter Kohlendioxyd, Luft und Helium.

	es2	g2	h2	d3
CO <sub>2</sub>	560 Hz	656 Hz	808 Hz	1019 Hz
Luft	653 Hz	779 Hz	978 Hz	1196 Hz
H	1253 Hz	1453 Hz	1851 Hz	2226 Hz



**Abbildung 6:** Tonhöhenänderungen (in Cents) einer Blockflöte, gegriffen auf es2, g2, h2 und d3 unter Kohlendioxyd (dunkelblau) und Helium (hellblau) im Vergleich zur Atemluft.

## Zusammenfassung

Während einer Eruktion verringert sich die Tonhöhe von Blasinstrumenten um knapp einen Halbton (durchschnittlich 93,6 Cents) aufgrund der dabei auftretenden erhöhten CO<sub>2</sub>-Konzentration im Anblasstrom. Zusätzlich zur Tonhöhensenkung ist ein Anstieg der Spectral Entropy und des Spectral Flux erkennbar.

## Literatur

- [1] z.B. URLs: <http://www.trompetenforum.de/TF/viewtopic.php?f=22&t=18835&p=166235&hilit=r%C3%BClpfen#p166225>  
<https://thesession.org/discussions/7472>  
<https://www.musiker-board.de/threads/in-floete-ruelpfen.455251/>  
<http://www.saxophonforum.de/threads/wie-unterscheidet-sich-der-ansatz-der-verschiedenen-saxophone.8852/#post-100349> etc..
- [2] Hartmeier, S.H.; Fried, M.: „Flatulenz“ Abklärung und Therapie“. Schweizer Medizinischen Forum 20 (2001), S. 532–535.
- [3] Rao, S.; Lee, Y.H.: Approach to the patient with gas and bloating. In Wiley, J. (Hrsg.): Yamadas Textbook of Gastroenterology, Oxford: Blackwell Publishing 2016 (6), S. 723–734.
- [4] Fuks, L.: Measurements of exhaled air effects in the pitch of wind instruments. TMH-QPSR 2–3 (1997), S. 7–11.