

Wind, Brass and Belching

Erkutation in Blasinstrumenten



Florian Schwarzenbacher¹ Christoph Reuter¹, Isabella Czedik-Eysenberg¹, Michael Oehler²

¹ Musikwissenschaftliches Institut der Universität Wien,

² Institute for Sound and Vibration Engineering, University of Applied Sciences Düsseldorf

Hintergrund

In der Welt der Blasmusik begegnet man häufig dem besonders in Internetforen viel diskutierten 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 Tonhöhenabsenkung zeigt sich gleichermaßen bei (Doppel-) Rohrblatt-, Flöten- und Blechblasinstrumenten und ihre Erklärung ist ein bislang unausgesprochenes Mysterium der musikalischen Akustik. 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. Am ausschlaggebendsten scheint jedoch die Änderung des Gasgemisches in der Instrumentenröhre zu sein, da während der Erkutation ein Gasgemisch mit der chemischen Zusammensetzung von CO₂, CH₄, H₂, N₂ und diverser Spurengase ausgestoßen wird (Hartmeier/Fried 2001, S. 534; Rao/Lee 2016, S. 723). Man kann annehmen, dass sich besonders durch den erhöhten CO₂-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.

Ziele und Fragestellung

Bei näherer Betrachtung des Sachverhalts gilt es folgende Fragestellungen zu klären:

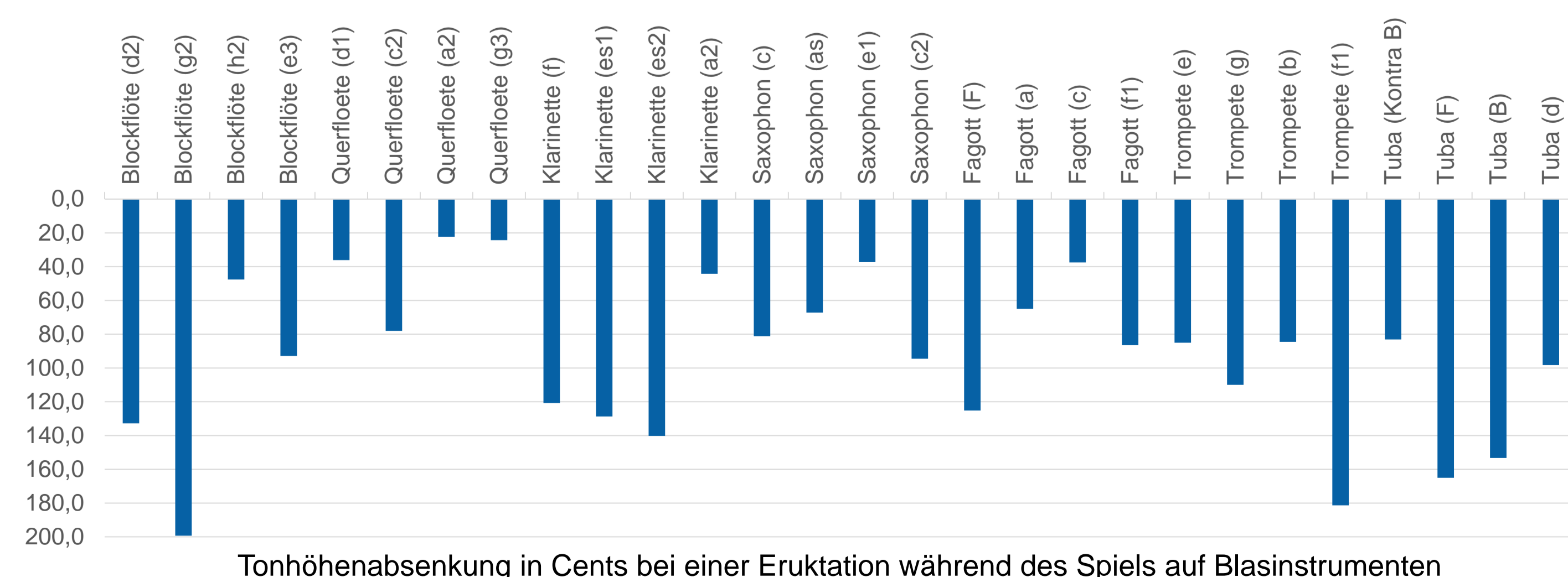
- Warum senkt sich die Tonhöhe während einer Erkutation beim Blasinstrumentenspiel?
- Wie groß ist der wahrzunehmende Tonhöhenunterschied?
- Gibt es weitere klangfarbliche Änderungen?

Methoden

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 Erkutationen wurden dabei gezielt durch den Konsum von kohlenstoffhaltigen Getränken hervorgerufen (Bier oder Sodawasser, laut Hersteller jeweils mit einem CO₂-Gehalt von 5-6 g/l). Darüber hinaus sollten die MusikerInnen auch versuchen einen vergleichbaren Tonhöhenwechsel willentlich durch ein stärkeres oder schwächeres Anblasen hervorzurufen. Die Änderung des Gasgemisches während des Erkutationsvorgangs wurde ebenfalls gemessen, ebenso wie die Auswirkung von Atemluft, CO₂ und Helium auf die Tonhöhe einer Blockflöte.

Ergebnisse

In der Auswertung der Aufnahmen 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)).

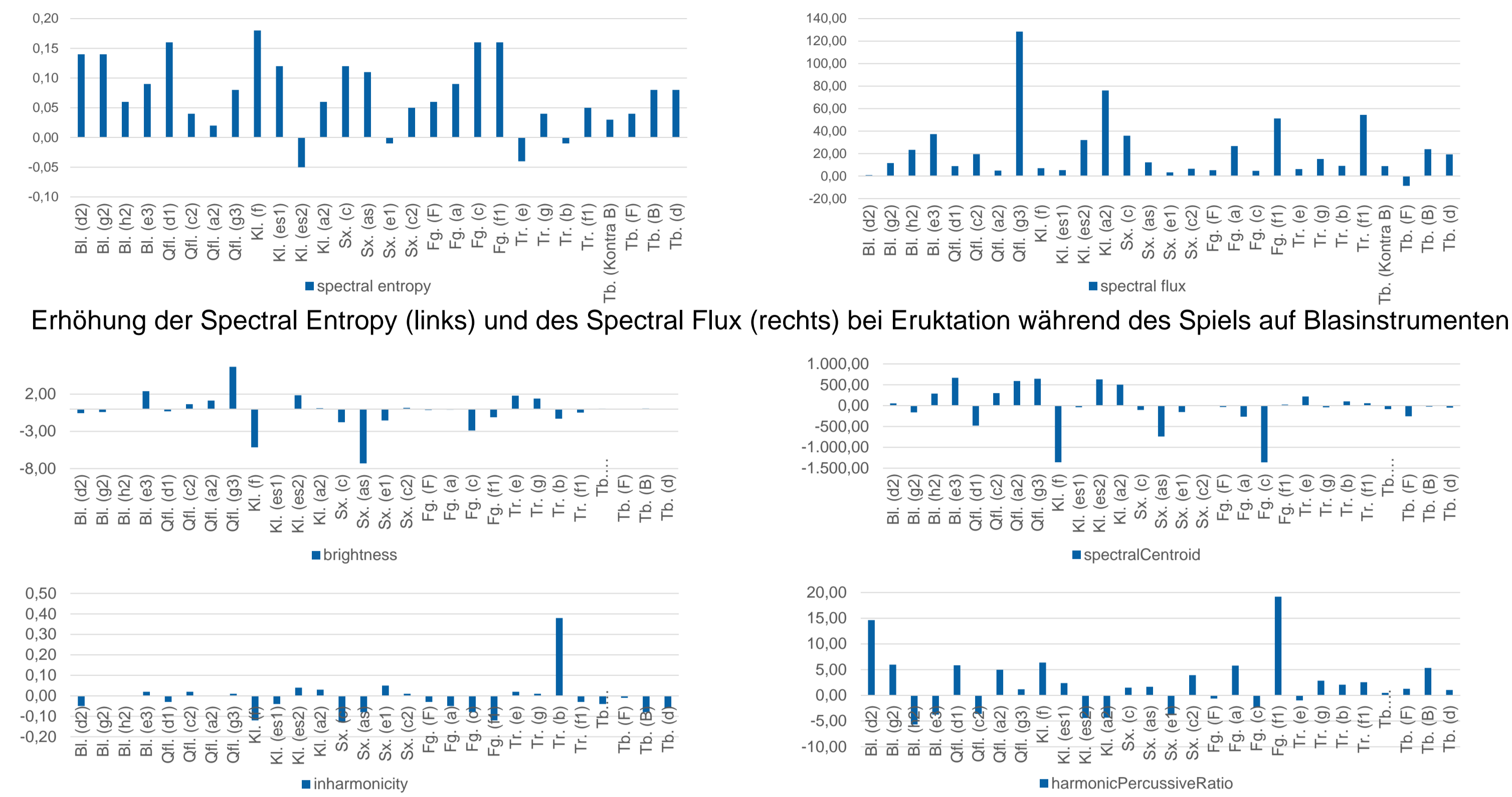


Literatur

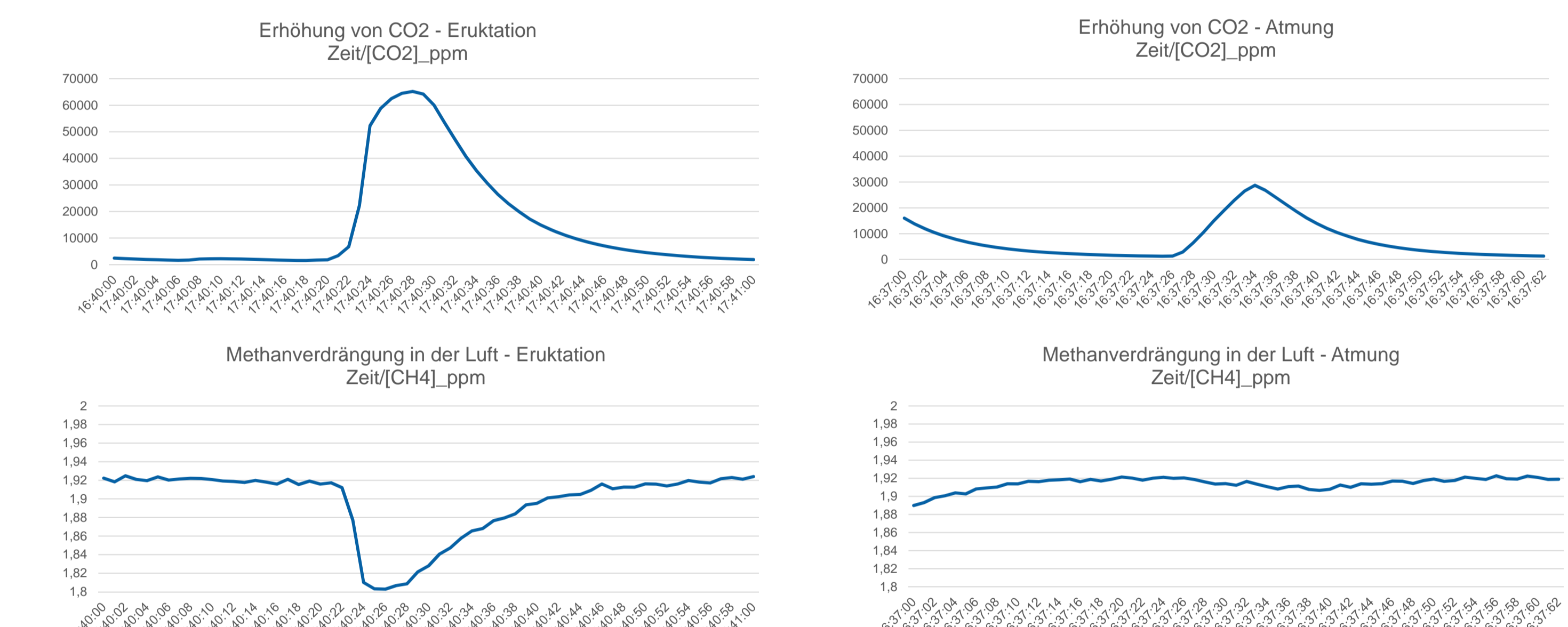
- (1) z.B.: <http://www.trompetenforum.de/TF/viewtopic.php?f=14&t=27157> <> <https://thesession.org/discussions/7472> <> <https://www.musiker-board.de/threads/in-flöte-rueftpsen.455251/> <> <http://www.saxophonforum.de/threads/wie-unterscheidet-sich-der-ansatz-der-verschiedenen-saxophone.8852/#post-100349> etc.
 (2) Hartmeier, S.H. / Fried, M.: „<<Flatulenz>> Abklärung und Therapie“ in *Schweizer Medizinischen Forum* 20 (2001), S. 532-535.
 (3) Rao, Satish / Lee, Yeong Hee: „Approach to the patient with gas and bloating“, in Wiley, John (Hrsg.): *Yamadas Textbook of Gastroenterology*, Oxford: Blackwell Publishing 2016 (6), S.723-734.

Ergebnisse

Auch in weiteren klanglichen Eigenschaften konnten mit der Erkutation einhergehende Änderungen festgestellt werden:



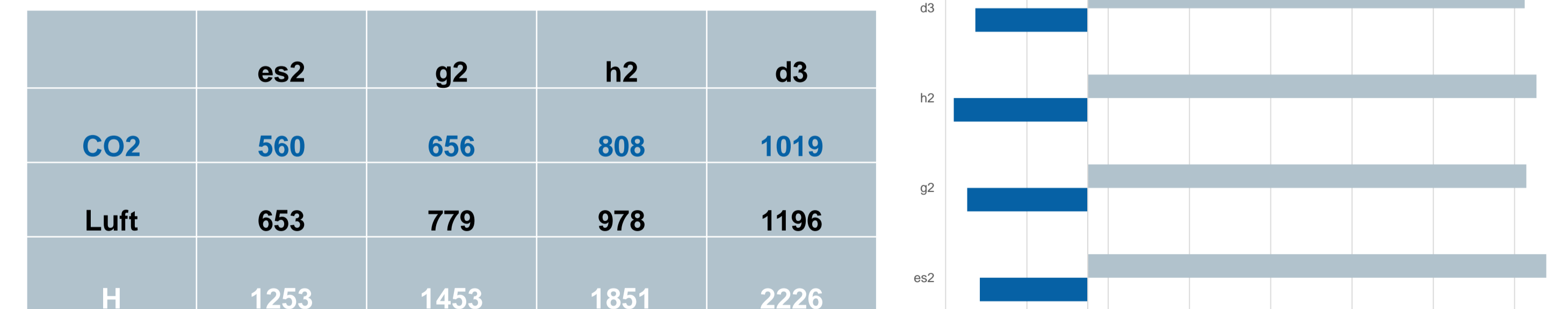
Bei einer Untersuchung des erkutierten Gasgemisches am Institut für Geographie und Regionalforschung (Arbeitsgruppe Geoökologie) der Universität Wien konnte eine erhebliche Erhöhung der CO₂-Konzentration sowie eine Verdrängung von Methan (CH₄) gegenüber normaler Atemluft festgestellt werden.



Änderungen der CO₂- und CH₄-Werte während des Erkutationsvorgangs (links) und bei normaler Atmung (rechts)

Da vergleichbare Tonhöhenwechsel durch ein stärkeres oder schwächeres Anblasen der Instrumente nicht erzielt werden konnten, konnte eine eventuelle Druckänderung vorerst ausgeschlossen werden. Gleiches gilt für die Annahme einer Änderung der Temperatur oder Luftfeuchtigkeit als Ursache, da man für eine Verstimmung in einer solchen Größenordnung einen Temperaturwechsel von mehr als 30° C annehmen müsste, während eine Zunahme der Luftfeuchtigkeit auf 100% nur einen extrem geringen Tonhöhenunterschied von 1,2% bringen würde.

Beim testweise Anregen einer Blockflöte mit reinem Kohlendioxyd (CO₂) 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).



Grundfrequenzen (in Hz) einer Blockflöte, gegriffen auf es2, g2, h2 und d3 unter Kohlendioxyd, Luft und Helium (links), Tonhöhenänderungen (in Cents) unter Kohlendioxyd, Luft und Helium (rechts)

Zusammenfassung und Ausblick

Insgesamt verringert sich die Tonhöhe von Blasinstrumenten während einer Erkutation um knapp einen Halbton (durchschnittlich 93,6 Cents) aufgrund der dabei auftretenden erhöhten CO₂-Konzentration im Anblasstrom. Zusätzlich zur Tonhöhenabsenkung ist ein Anstieg der Spectral Entropy und des Spectral Flux erkennbar, sowie weitere Veränderungen in Brightness Spectral Centroid, Inharmonicity und der Harmonic Percussive Ratio. Diese durch vermehrte CO₂-Zufuhr hervorgerufene Halbtonsenkung ließe sich zum einen mit all ihren klanglichen Schattierungen in Form einer bewussten Spielweise in modernen Kompositionen verwenden. Zum anderen böte sie einen alternativen Erklärungsansatz für die Frage nach der Erreichbarkeit von tieferen Tönen außerhalb der Naturtonreihe von Naturhörnern und -trompeten.