# Stimmen die Formanten?

## Einfluss von operativen Alterationen am Kehlkopfgewebe auf die Stimmklangfarbe

*Veronika Weber, Marik Roos*
Institut für Musikwissenschaft, Universität Wien

37. Jahrestagung
2.-3. September 2021

## Hintergrund

Vorhersagen über die Einschätzung von Persönlichkeitsmerkmalen und Emotionen, aber auch über das Geschlecht können besser durch die Klangfarbe als durch die Grundfrequenz getroffen werden (Roos et al., 2016). Weiters zeigen Stimmen, die entweder als männlich oder weiblich wahrgenommen werden, signifikante Unterschiede in Timbre Features wie Formanten und Mel Frequency Cepstral Coefficients, im Speziellen mfcc2, 4, 5, 7, 9, und 13 (Reuter et al., 2016).

Um ein besseres Verständnis der grundlegenden Verbindungen zwischen Anatomie des Vokaltrakts und Stimmklang zu erlangen, wurden in dieser Studie Änderungen in der Klangfarbe aufgrund von unterschiedlichen Methoden vokaltraktverändernder Operationen analysiert.

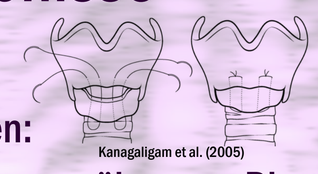
*Anm.: Diese Studie soll nicht als Empfehlung für eine bestimmte OP-Methode dienen und wurde weder beauftragt noch gefördert.*

## Methoden

N=258 Aufnahmen von Patientinnen verschiedener Stimmfeminisierungs-OPs, speziell Cricothyroid Approximation (CTA), Feminization Laryngoplasty (FemLar), FemLar mit Thyrohyoid Elevation (FLT), Vocal Folds Shortening and Retrodisplacement of Anterior Commisure (VFSRAC), und Vocal Fold Webbing (VFW) wurden mithilfe des Feature Extraktors von Isabella Czedik-Eysenberg (inkl. MIRToolbox und Mining Suite) und der Pythonlibrary Parselmouth (Praat) analysiert. Einzelne Vokale sowie Mittelwerte aus Klangfarbenparametern wurden mittels *t*-Tests (abh./unabh.), Regressions- und Varianzanalysen verglichen, um signifikante Unterschiede zwischen prä- und postoperativen Klangfarben und zwischen den Methoden zu ermitteln. Aufgrund möglicher Einflüsse der individuellen Heilungsprozesse auf Strength und Roughness der Stimme wurden verringerte tonale Energien sowie verringerte Bandenergien nicht interpretiert.

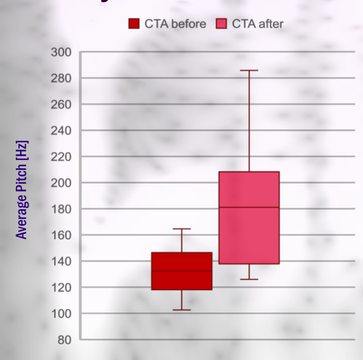
## Ergebnisse

### CTA


Kanagaligam et al. (2005)

Verfahren:

- Zusammennähen von Ring- und Schildknorpel
- Permanente Kontraktion (somit Entspannung) des Cricothyroidmuskels




Signifikante Effekte:

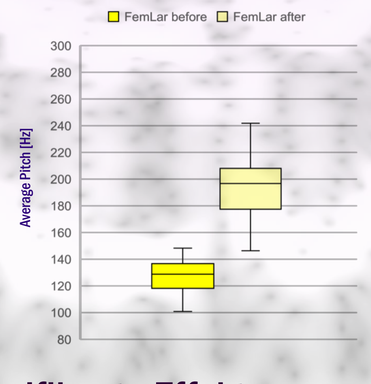
- Frequenzerhöhung ($t$=2.906, $p$=.009, $d$=1.300, df=18)
- Formanten: -
- Spectral Centroid: -

### FemLar

Kunachak, et al. (2000)

Verfahren:

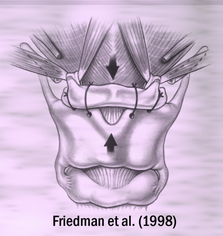
- Entfernen vorderer Teil des Schildknorpels und der Stimmbänder
- Kürzere Stimmbänder
- Engerer Kehlkopf




Signifikante Effekte:

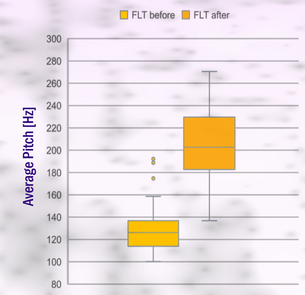
- Frequenzerhöhung ($t$=9.601, $p$<.001, $d$=3.506, df=28)
- Formanten: -
- Spectral Centroid: -

### FLT


Friedman et al. (1998)

Verfahren:

- Zusammennähen von Schildknorpel / Zungenbein
- Kürzerer Kehlkopf




Signifikante Effekte:

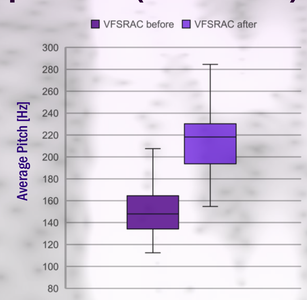
- Frequenzerhöhung ($t$=14.422, $p$<.001, $d$=2.856, df=100)
- Formanten niedriger ($d$=.282-.468)
- Erhöhung Spectral Centroid ($t$=3.092, $p$=.003, $d$=.433)

### VFSRAC

Kim (2017)

Verfahren:

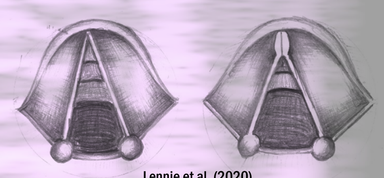
- Zusammennähen der Stimmbänder (ca. 1/3)
- Annähen an der hinteren Kehlkopfwand (Stabilität)




Signifikante Effekte:

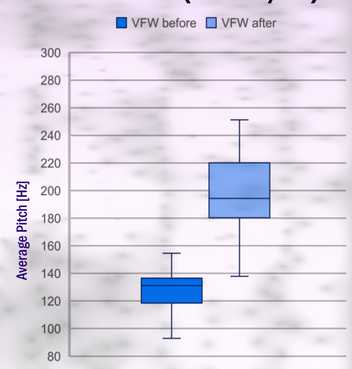
- Frequenzerhöhung ($t$=10.672, $p$<.001, $d$=2.551, df=68)
- Formanten: -
- Erhöhung Spectral Centroid ($t$=3.715, $p$<.001, $d$=.628)

### VFW


Lennie et al. (2020)

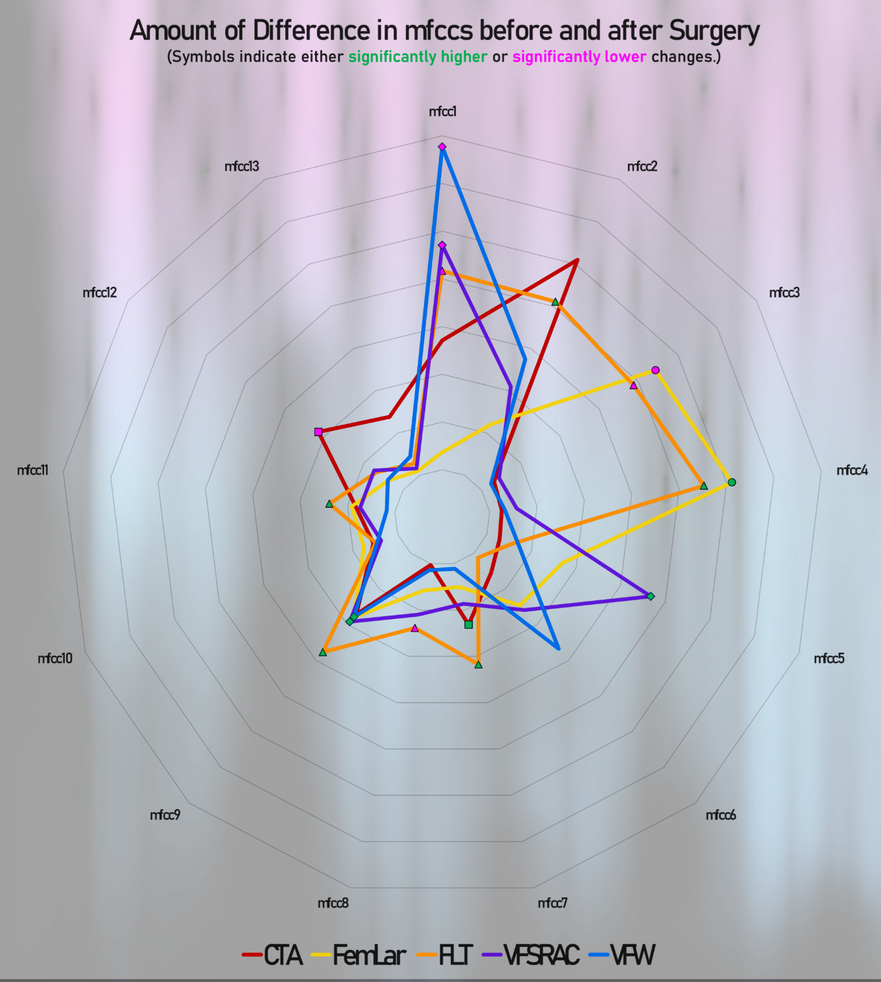
Verfahren:

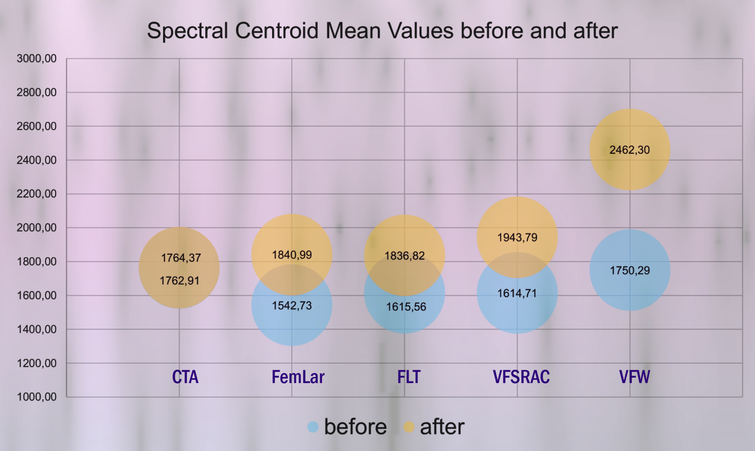
- Zusammennähen der Stimmbänder (ca. 1/3)

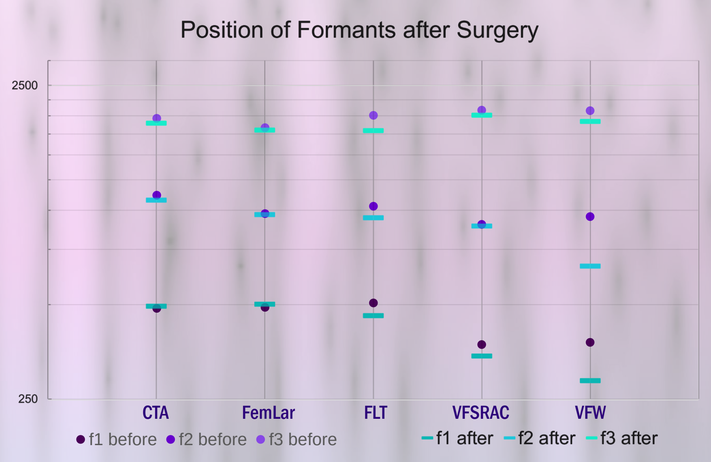



Signifikante Effekte:

- Frequenzerhöhung ($t$=9.616, $p$<.001, $d$=3.205, df=34)
- 1. Formant niedriger ($t$=2.521, $p$=.022, $d$=.594)
- Erhöhung Spectral Centroid ($t$=3.033, $p$=.008, $d$=.715)




| mfcc-Veränderungen mit mittlerer/großer Effektstärke | CTA [df=9] | FemLar [df=14] | FLT [df=50] | VFSRAC [df=34] | VFW [df=17] |
|---|---|---|---|---|---|
| mfcc1 | | | $d$=.421 $p$=.004 | $d$=.399 $p$=.024 | $d$=.626 $p$=.017 |
| mfcc2 | | | $d$=.548 $p$<.001 | | |
| mfcc3 | | $d$=.687 $p$=.019 | $d$=.791 $p$<.001 | | |
| mfcc4 | | $d$=1.291 $p$<.001 | $d$=.843 $p$<.001 | | |
| mfcc5 | | | | $d$=.712 $p$<.001 | |
| mfcc6 | | | | $d$=.333 n. s. | $d$=.468 n. s. |
| mfcc7 | $d$=.842 $p$=.011 | | $d$=.550 $p$<.001 | | |
| mfcc8 | | | $d$=.378 $p$=.009 | | |
| mfcc9 | $d$=.548 n. s. | $d$=.456 n. s. | $d$=.942 $p$<.001 | $d$=.536 $p$=.003 | $d$=.546 $p$=.033 |
| mfcc10 | | | | | |
| mfcc11 | | | $d$=.500 $p$<.001 | | |
| mfcc12 | $d$=.948 $p$=.015 | | | | |
| mfcc13 | $d$=.602 n. s. | | | | |

*höher nach OP & niedriger nach OP*

## Diskussion

Die Auswertungen lassen vermuten, dass eine Verkürzung des Vokaltrakts (CTA, FLT) einen geringeren Anstieg des Spectral Centroid und einen höheren mfcc7 bewirkt. Auch die signifikant niedrigeren Formanten bei FLT könnten damit erklärt werden, nicht aber bei VFW, wo trotz eines höheren SC ein ähnlicher Effekt auftrat. Der erhöhte mfcc5 bei VFSRAC könnte durch die zusätzliche Stabilisierung der Stimmbänder erklärt werden. Eine Verkürzung der Stimmbänder durch Zusammennähen beeinflusst eventuell mfcc6, während eine Veränderung der Größe des Vokaltrakts vermutlich mfcc3&4 verändert. Die Reduktion von resonierendem Gewebe könnte zur Erhöhung von mfcc9 führen. Weitere Forschung ist zur genaueren Evaluation notwendig.

## Literatur

Friedman, M., Lim, J., & Tanyeri, H. (1998). Thyrohyoid Suspension for correction of obstructive sleep apnea. *Operative Techniques in Otolaryngology - Head and Neck Surgeries, 9*(3), S. 138-141. <> Kanagalingam, J., Georgalas, C., Wood, G., Ahluwalia, S., Sandhu, G., & Cheesman, A. (2005). Cricothyroid Approximation and Subluxation in 21 Male-to-Female Transsexuals. *The Laryngoscope*, 115, S. 611-618. <> Kim, H. (2017). A New Conceptual Approach for Voice Feminization: 12 Years of Experience. *The Laryngoscope*, 127, S. 1102-1108. <> Kunachak, S., Prakunhungsit, S., & Sujjalak, K. (2000). Thyroid cartilage and vocal fold reduction: a new phonosurgical method for male-to-female transsexuals. *Ann Otol Rhinol Laryngol*, 109(11), S. 1082-1086. <> Lartillot, O., & Toiviainen, P. (2007). A Matlab Toolbox for Musical Feature Extraction from Audio. *Proceedings of the 10th International Conference on Digital Audio Effects (DAFx-07)*, S. 237-244. <> Lennie, Y., Leareng, K., & Evered, L. (2020). Perioperative considerations for transgender women undergoing routine surgery: a narrative review. *British Journal of Anaesthesia*, 124(6), S. 702-711. <> Reuter, C., Wöllner, C., Czedik-Eysenberg, I., & Hohagen, J. (2016). Tönend bewegte Normen: Akustische und kinetische Morphs bei Sängerinnen und Sängern. "Akustik und Musikalische Hörwahrnehmung": 32. Jahrestagung 2016 der Deutschen Gesellschaft für Musikpsychologie (DGM), Wien, Österreich. <> Roos, M., Reuter, C. (2016). Ich höre, wer Du bist! Über die Wahrnehmung geschlechtsspezifischer Persönlichkeitsmerkmale in der menschlichen Stimme. "Akustik und Musikalische Hörwahrnehmung": 32. Jahrestagung 2016 der Deutschen Gesellschaft für Musikpsychologie (DGM), Wien, Österreich.