

Heinrich Mätzener, Johanna Gutzwiller, Beate Sick, Hans-Christoph Maier, Laura Tomatis

Klarinettenklang

Versuch einer physiologischen Analyse

Forschungsbericht der Hochschule Luzern – Musik 4

Impressum

Mätzener, Heinrich; Gutzwiller, Johanna; Sick, Beate; Maier, Hans-Christof; Tomatis, Laura (2012):
Klarinettenklang – Versuch einer physiologischen Analyse
Forschungsbericht der Hochschule Luzern – Musik 4, Luzern
Hochschule Luzern – Musik
http://edoc.zhbluzern.ch/hslu/m/fb/2012_4_Maetzener.pdf

Diese Publikation ist der Schlussbericht des DORE-Forschungsprojektes
Projekt Klarinettenklang – Versuch einer physiologischen Analyse (13DPD3-118104 / 1)



FONDS NATIONAL SUISSE
SCHWEIZERISCHER NATIONALFONDS
FONDO NAZIONALE SVIZZERO
SWISS NATIONAL SCIENCE FOUNDATION

Projektmitarbeitende: Heinrich Mätzener, Johanna Gutzwiller, Beate Sick, Hans-Christof Maier,
Laura Tomatis, Marc-Antoine Camp, Olivier Senn
Projektpartner: Institut für Datenanalyse und Prozessdesign der Zürcher Hochschule für An-
gewandte Wissenschaften, Zentrum für Organisations- und Arbeitswissen-
schaften der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich, Zürcher
Hochschule der Künste, Musikschule Konservatorium Zürich, Konservatori-
um Musikschule Winterthur, Musikschule Region Obermarch, Kantonsschule
Ausserschwyz Pfäffikon&Nuolen, Musikschule Reinach

In den Forschungsberichten der Hochschule Luzern – Musik werden Ergebnisse aus Forschungs-
und Entwicklungsprojekten dem Fachpublikum und der Öffentlichkeit zugänglich gemacht.
Herausgegeben von der Hochschule Luzern – Musik.

© Hochschule Luzern – Musik, 2012

Dieses Dokument ist als elektronische Publikation frei zugänglich. Es untersteht dem urheberrechtlichen Schutz, darf aber zur nicht-kommerziellen Nutzung und unter Nennung von Autor und Quelle als unverändertes Ganzes im elektronischen Format weitergegeben werden. Für jede weitergehende Nutzung, soweit nicht von den gesetzlichen Schranken erfasst, bedarf es der ausdrücklichen vorgängigen Einwilligung der Hochschule Luzern – Musik.

Abstract

Projektziel

Im Projekt «Klarinettenklang – Versuch einer physiologischen Analyse» wurde folgende Arbeitshypothese geprüft: In einer Spielweise mit bewusster Aktivierung der Wadenmuskulatur (*Musculus gastrocnemius*), der hinteren Oberschenkelmuskulatur (*Musculus ischiocruralis*) und des breiten Rückenmuskels (*Musculus latissimus dorsi*) kann die klangliche Komponente des Klarinettenspiels gegenüber einer Spielweise mit (meist unbewusster) Relaxation dieser Muskeln verbessert werden.

Vorgehen

Während den akustischen Aufzeichnungen des Klarinettenspiels von 21 Probanden und Probandinnen wurden durch Elektromyographie (EMG) zeitgleich Messwerte der interessierenden Muskelspannungen gewonnen. Die Teilnehmenden spielten die gleichen Klangfolgen einmal mit, ein anderes Mal ohne Aktivierung der interessierenden Muskeln. Durch eine Analyse der EMG-Daten wurden diejenigen 13 Beispielpaare ermittelt, bei denen die Probanden die Muskelaktivierungen am besten umgesetzt bzw. mit deutlicher Relaxation dieser Muskeln gespielt hatten. Die mit diesen Beispielpaaren gekoppelten Klangproben wurden in einen klingenden Online-Fragebogen eingelesen. Der anschliessend mit Fachpersonen durchgeführte Hörtest sollte aufzeigen, ob sich die Klangproben klanglich unterscheiden und ob die Fachpersonen einheitliche klangästhetische Beurteilungen abgeben werden. Die statistische Auswertung des Fragebogens erfolgte als exakter Binomial-Test.

Das «Klangfarbenstimmgerät» PRISMA (www.prisma-music.ch) wurde durch zahlreiche Features erweitert und diente der akustischen Analyse der aufgezeichneten Klarinettenklänge. So konnten die akustischen Eigenschaften der für die Spielhaltungen charakteristischen Beispielpaare (die Auswahl erfolgte aufgrund der EMG-Daten) den Ergebnissen des Fragebogens gegenübergestellt werden: mit Methode der binomialen Regressions-Analyse wurde geprüft, ob mit Hilfe der PRISMA-Variablendifferenzen vorausgesagt werden kann, wie gross der Anteil Hörerinnen und Hörer ist, welcher die mit einer bestimmten Spielhaltung verbundenen Klänge bevorzugen würde.

In einem Feldversuch testeten 14 Klarinettenlehrpersonen in ihrer pädagogischen und in ihrer persönlichen instrumentalen Praxis ein Übungsrepertoire. Das Übungsrepertoire kombinierte herkömmliche Übungen der Tonbildung mit der bewussten Aktivierungen der Muskeln, denen gemäss der Arbeitshypothese klangoptimierende Eigenschaften zugeschrieben werden.

Analysen und Ergebnisse

203 Fachpersonen hörten den klingenden Fragebogen und gaben ihr Urteil zu den Klangproben ab. Eine überwältigende Mehrheit stellte bei allen Beispielpaaren, die aus den beiden Spielhaltungen resultierten, einen deutlichen klanglichen Unterschied fest. Der exakte Binomial-Test über alle Fragebogenergebnisse konnte die Arbeitshypothese mit hoher Signifikanz bestätigen: Die Aktivierungen der

favorisierten Muskeln, im Vergleich zu den entsprechenden Relaxationen, führten zu einer Klangänderung, die von einer klaren Mehrheit der Hörer als Verbesserung beurteilt wurde. Ergänzend dazu ist es mit der Methode der binomialen Regressions-Analyse gelungen, anhand weniger PRISMA-Variablen der Anteil der Hörerinnen und Hörer vorauszusagen, welche dem Klangresultat der favorisierten Spielhaltung ästhetisch den Vorzug geben. Dazu erwiesen sich PRISMA-Variablen als geeignet, welche die Klänge hinsichtlich ihrer Obertonstruktur, ihrer dynamischen Spannweite und ihrer Intonation quantifizierten.

Schliesslich bestätigte die Auswertung des Feldversuches mit Lehrpersonen der Praxispartner, dass sich das Übungsrepertoire im Instrumentalunterricht mit Laien (Grundtechnik der Tonbildung) sowie für Studium und Performance auf professioneller Ebene bewährt.

Schlussfolgerung

Durch Synthese klangästhetischer und wissenschaftlicher Untersuchungen wurde die Hypothese bestätigt, dass der bewusste Einsatz der oben genannten Muskulatur mit einer Optimierung des klanglichen Resultates gekoppelt ist. Die praktische Umsetzung dieser Grundlagen der Tonbildung in Studium, Lehre und Performance erweitert die methodische und künstlerische Kompetenz und kann von der Anfänger- bis zur professionellen Stufe gewinnbringend angewendet werden.

Keywords

Klarinette, Klarinettenklang, Musikpädagogik, Performance, Tonbildung, Artikulation, Klangfarbe, Intonation, Dynamik, Tonführung, Klangästhetik, Messa di Voce, Atemtechnik und Luftführung beim Blasinstrument, Körperarbeit, Stütze, Musikphysiologie, Musikermedizin, EMG, PRISMA-music.ch, multivariate Statistik, Random Forest, Multivariate Adaptive Regressions-Splines (MARS).

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Forschungsfragen aus der Praxis	1
2.1	Projektziel.....	2
2.2	Beschreibung der Spielhaltungen anhand von Muskelaktivierungsketten	3
2.3	Forschungsstand	4
2.4	Vorprojekt	6
2.5	Arbeitshypothese und Projektziel	7
2.6	Muskelhypothesen	8
2.7	Klanghypothese.....	8
3	Datengewinnung	8
3.1	Versuchsplanung und grundlegende Überlegungen.....	8
3.2	Versuchsplanung.....	10
3.3	EMG Daten.....	12
3.4	Klingender Fragebogen.....	12
3.5	PRISMA.....	13
3.5.1	«Harte» Features.....	13
3.5.2	«Weiche» Features	13
3.6	Statistische Modellierung.....	15
4	Datenaufbereitung	15
4.1	Aufbereiten der EMG Daten.....	15
4.2	Bestimmung der Tonanfänge in den Soundfiles.....	16
4.3	Synchronisation von EMG und Soundfiles.....	16
5	Analysen und Auswertungen mit statistischer Relevanz	16
5.1	EMG-Daten, Überprüfung der Muskelhypothesen	16
5.2	Ergebnisse des klingenden Fragebogens, Nachweis der Haupthypothese	19

5.3	Weitere Ergebnisse des klingenden Fragebogens	22
5.4	Statistische Modellierung von PRISMA-Variablen und Hörerbeurteilung	23
5.5	Vertiefte Untersuchung der statistisch relevanten PRISMA-Features.....	25
<hr/>		
6	Weitere Ergebnisse der statistischen Analysen	26
6.1	Überprüfung der Klanghypothesen mit Hilfe der PRISMA-Features.....	26
6.2	Korrelation Intonationsstabilität – EMG in höchster Zeitauflösungsskala	26
6.3	Zeitliche Verläufe und Hüllkurven von Einzeltönen	28
<hr/>		
7	Die favorisierte Spielhaltung in der Praxis	29
7.1	Feldversuch und Auswertung	29
7.2	Das Übungsrepertoire.....	29
7.3	Auswertung des Feldversuches.....	32
<hr/>		
8	Verbesserungsmöglichkeiten des Projektdesigns	32
8.1	Ökonomischer Umgang mit der Anzahl von Hypothesen.....	32
8.2	Reduktion der Datenmenge durch Optimierung der Versuchsanordnung.....	33
<hr/>		
9	Schlussfolgerung	33
<hr/>		
10	Literatur	34
<hr/>		
11	Erklärung sämtlicher PRISMA-Features	36
11.1	Zeitpunkte.....	36
11.2	Shorttime Features.....	36
11.3	Tonbereiche und False-True-Tabellen.....	38
11.4	High-Level Features.....	39
<hr/>		
12	Evaluation Feldversuch	39
12.1	Lernkriterien.....	40
12.2	Ergebniskriterien	40
12.3	Transferkriterien	41
12.4	Auswertungen der Fragebogen.....	42

1 Einleitung

Musikalische Klangerzeugungen sind komplexe Vorgänge, deren analytische Erfassung an die Wissenschaft grosse Herausforderungen stellt. In dieser interdisziplinären Studie ist es gelungen, einen Zusammenhang zwischen Muskelaktivierungen im Unterschenkel (Musculus gastrocnemius, stellvertretend für die tiefer liegende Unterschenkelmuskulatur), Oberschenkel (Musculus ischiocruralis) und Rückenbereich (Musculus latissimus dorsi) bei der Erzeugung von Klarinettenklängen einerseits und deren klangästhetischer Qualität andererseits nachzuweisen. Die Resultate der empirischen Untersuchungen lassen sich in der künstlerischen und musikpädagogischen Praxis direkt anwenden: Wird bei der Tonbildung die Luftführung bewusst mit dem Einsatz der untersuchten Muskelspannungen kombiniert, kann das klangliche Resultat optimiert werden. Die Methodik der Tonbildung gewinnt durch dieses Know-How eine grundlegende Ergänzung.¹

Gleich zu Beginn des Forschungsberichts möchte ich allen Personen, die zur Realisierung des Projektes beigetragen haben meinen Dank aussprechen. Es sind dies die Musikerinnen und Musiker, die an den EMG-Messungen teilgenommen haben: Urs Bamert, Marc Brühlmann, Annatina Kull, Lars Heusser, Urs Hofstetter, Nina Höhn, Thomas Hunziker, Josias Just, Hanstoni Kaufmann, Christoph Marty, Werner Meineberg, Rita Meier, Robert Pickup, Daniel Schneider, Martin Sonderegger, François Thurneysen, Franco Tosi, Martin Truninger, Valentin Vogt und Monika Weder. Grossen Dank schulde ich auch allen professionellen Musikern und Musikerinnen, Studierenden und Musikinteressierten, welche sich die Zeit für die Bearbeitung des umfangreichen Fragebogens genommen haben, sowie den Leitern der Musikschulen und Konservatorien, die sich als Praxispartner zur Verfügung stellten und die ihren Lehrpersonen die Mitwirkung in der Projektarbeit als Weiterbildung anerkannt haben: Daniel Knecht (Musikschule Konservatorium Zürich), Hans-Ulrich Munzinger (Konservatorium Musikschule Winterthur) und Franco Tosi (Musikschule Reinach).

Besonders dankbar bin auch ich Herrn PD Dr. Thomas Läubli (Arbeits- und Organisationspsychologie der ETHZ) und Herrn Dr. Franz Bachmann (FHB Burgdorf) für die wertvollen Tipps hinsichtlich des Forschungsdesigns, Marc-Antoine Camp für die Unterstützung beim Redigieren der Schlussberichte und der Publikationen, meinem Neffen Melchior Mätzener für die Übersetzung den Fragebogens ins Englische sowie für die Vermittlung von weiteren Interessierten Personen aus dem Kreise der Hoff-Barthelson Music School Scarsdale, NY und schliesslich meiner Frau Lydia für die aufbauende und tatkräftige Unterstützung, die sie mir während intensiven Arbeitsphasen entgegenbrachte.

2 Forschungsfragen aus der Praxis

Die Fragen, die dem Forschungsprojekt zugrunde liegen, sind vor rund fünf Jahren in der musikpädagogischen Praxis an der Hochschule Luzern entstanden. Der gemeinsam durchgeführte Unterricht von

¹ Das zwischen 2007 und 2011 realisierte, vom Schweizerischen Nationalfonds finanzierte Forschungsprojekt erfolgte in Zusammenarbeit zwischen dem Institut für Musikpädagogik der Hochschule Luzern – Musik (Heinrich Mätzener, Projektleiter; Hans-Christof Maier, Marc-Antoine Camp, Olivier Senn), dem Institut für Datenanalyse und Prozessdesign der Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften (Beate Sick, Co-Leitung), der Zürcher Hochschule der Künste (Johanna Gutzwiller, Co-Leitung), dem Zentrum für Organisations- und Arbeitswissenschaften der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich (Laura Tomatis). Als Praxispartner waren beteiligt: Musikschule Konservatorium Zürich, Konservatorium Musikschule Winterthur, Musikschule Region Obermarch, Kantonsschule Ausserschwyz Pfäffikon&Nuolen, Musikschule Reinach.

Johanna Gutzwiller (Musikerphysiotherapeutin) und Heinrich Mätzener (Klarinetrist) brachte immer wieder erstaunliche Resultate hervor. Indem sie ihr unterschiedliches Erfahrungswissen zu einer fachspezifischen Methodik zusammenführten, konnten die Dozierenden in kurzer Zeit bei den Studierenden deutliche Optimierungen bezüglich verschiedener Klangparameter wahrnehmen: Die Kontrolle über Intonation, Tonführung, Klangfarbe, Ansprache, Artikulation und Phrasierung² verbesserte sich. Darüber hinaus stellten sich bei der Bühnenpräsenz überraschend positive Entwicklungen ein. Eine bestimmte Spielhaltung³ schien – unabhängig von den individuellen physiologischen Voraussetzungen der Studierenden – von besonderer Relevanz. Diese Zusammenhänge glaubten die Autoren anlässlich weiterer Workshops auch bei anderen Bläsern/-innen sowie bei Streichern/-innen festzustellen.

Durch die Doppelfunktion von Skelettmuskeln, die primär der Bewegung dienen, aber auch als Atemhilfs- und Stützmuskeln eingesetzt werden können,⁴ ergibt sich immer – insbesondere aber beim Blasinstrument – ein Zusammenhang zwischen Spielhaltung und Klangqualität. Unsere Literaturrecherche erbrachte, dass diese Thematik in der Fachliteratur zwar aufgeworfen worden ist und ähnliche Empfehlungen für klangoptimierende Spielhaltungen, wie wir sie im Unterricht gegeben hatten, existieren. Es fanden sich aber keine Untersuchungen, welche Korrelationen von zeitgleich gewonnenen akustischen und physiologischen Daten aufzeigten.

2.1 Projektziel

Die Autoren wollten ihren methodischen Ansatz durch die Auseinandersetzung mit folgenden Fragestellungen präzise formulieren und untermauern:

- Kann eine favorisierte Spielhaltung, welche (zunächst subjektiv) eine Optimierung der Klangqualität hervorbringt, gezielt anhand bestimmter Muskelaktivierungen gelehrt und gelernt werden?
- Lassen sich Spielhaltungen durch EMG bestimmter Muskeln messend erfassen und vergleichen?
- Bestätigt einer Mehrheit von Fachpersonen, dass durch bestimmte Muskelaktivierungen eine Optimierung der Klangqualität erreicht wird?
- Lässt sich die auditiv wahrnehmbare Optimierung der Klangqualität, die wir beim Klarinettenspiel mit diesen Muskelaktivierungen in Verbindung bringen, mit messbaren akustischen Daten voraussagen?

Wenn nachgewiesen werden kann, dass bestimmte Muskelaktivierungen bzw. Spielhaltungen die Klangqualität verbessern, muss die Tonbildung, eine der wichtigsten instrumentalen Kompetenzen, als eine umfassende, körpergerechte Technik verstanden werden.

Spielhaltung und Atmung als bestimmende Faktoren für die Wirkung von Bühnenpräsenz und Ausstrahlung erfahren in der Musikausbildung allgemeine Beachtung, der Zusammenhang zwischen Atmung und nervlicher Belastung ist jedem Bläser durch eigene Konzerterfahrungen bekannt. Der Nachweis vorteilhafter Muskelverkettungen gewinnt auch in diesem Themenkomplex an Bedeutung: Durch eine bewusste, umfassende Körperkontrolle kann die Übe-Technik optimiert werden, die

² Die hier erwähnten Parameter des Klages werden nachfolgend im Begriff «Klangqualität» zusammengefasst.

³ Der darin enthaltene Begriff «Haltung» darf nicht mit etwas Statischem verbunden werden. Der Prozess der Klangproduktion muss immer dynamisch sein: Beim Blasinstrument ist dies primär durch einen Wechsel von Spannung und Entspannung im Zusammenhang mit der Atmung gegeben (vgl. Kapitel 7.2, Das Übungsrepertoire).

⁴ Dies zeigt sich beim Musculus latissimus (sehr breiter Rückenmuskel) und seinem Gegenspieler, dem Musculus rectus abdominis (gerade Bauchmuskulatur).

dadurch geschulte physische und instrumentaltechnische Sicherheit bei der Bewältigung hoher künstlerischer Anforderungen dürfte auch die psychische Sicherheit und dadurch die Möglichkeiten des musikalischen Ausdrucks in der Konzertsituation steigern.

2.2 Beschreibung der Spielhaltungen anhand von Muskelaktivierungsketten

Ausgehend von der musikpädagogischen Praxiserfahrung definierte das Forschungsteam eine klangoptimierende Spielhaltung durch die kombinierte und bewusste, Aktivierung folgender Muskeln:

- Aktivierung der hinteren Unterschenkelmuskulatur (*Musculus gastrocnemius*), stellvertretend für die darunter tieferliegende, in diesem Zusammenhang wichtigere Muskulatur;
- Aktivierung der hinteren Oberschenkelmuskulatur (*Musculus ischiocruralis*, auch Hamstrings genannt);
- Aktivierung des sehr breiten Rückenmuskels (*Musculus latissimus dorsi*).

Die tiefen Unterschenkelmuskeln formen und stützen das Fussgewölbe. Auf der Basis dieser Funktion beginnt hier eine Verkettung von Muskelaktivierungen, die sich insgesamt als körperaufrichtende Aktion manifestiert. Die Aktivierung der Unterschenkelmuskulatur setzt sich in der hinteren Oberschenkelmuskulatur fort, diese zieht die Sitzbeine leicht in Richtung der Kniekehlen, eine Streckung der Lendenwirbelsäule ist die Folge, ebenso eine Aktivierung der Stützmuskulatur im Beckenbereich. Der grosse Rückenmuskel stabilisiert in der fortgeschrittenen Ausatmung die Lendenwirbelsäule und hält die unteren Rippen geöffnet. Bezug nehmend auf den Beginn der Aktivierungskette wurde die favorisierte Spielhaltung «af» (spielen mit aktiviertem Fussgewölbe) genannt und einer als «ef» bezeichneten Spielhaltung mit Relaxation der entsprechenden Muskeln gegenübergestellt (spielen mit entspanntem Fussgewölbe).

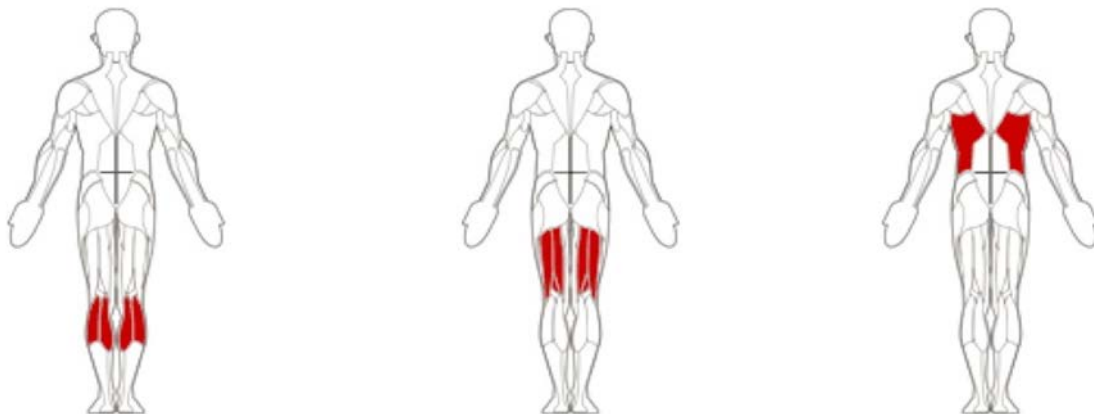


Abbildung 1: Muskel-Aktivierungen der Spielhaltung «af»

Wadenmuskeln
(*Gastrocnemius*)

Hintere
Oberschenkelmuskeln
(*Ischiocruralis*)

sehr breite
Rückenmuskeln
(*Latissimus*)

Dabei wurde erwartet, dass für die Tonbildung in der Spielhaltung «af» folgende Muskeln möglichst entspannt bleiben:

- Obere Anteile der geraden Bauchmuskulatur (*Musculus rectus abdominis*)
- Oberer Anteil des Kapuzenmuskels (*Musculus trapezius descendens*)

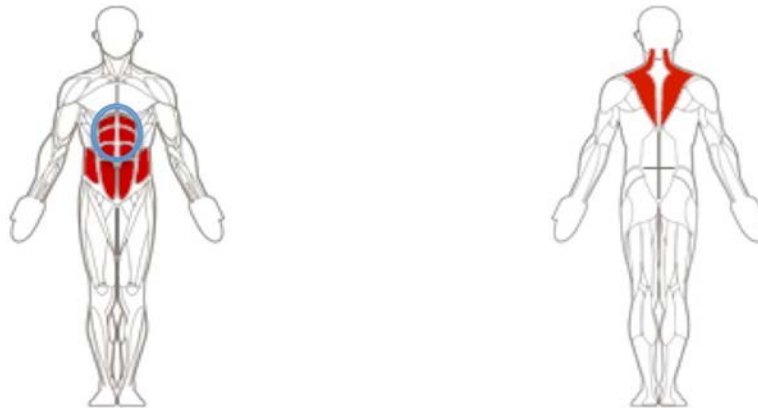


Abbildung 2: Muskel-Relaxationen der Spielhaltung «af», Aktivierungen in der Spielhaltung «ef»

Obere Anteile der geraden
Bauchmuskulatur (Rectus)

Obere Anteile des Kapuzenmuskels
(Trapezius)

Ausschlaggebend für die Wahl der Muskeln war auch ihre topografische Lage: Nur Muskeln, die an der Oberfläche liegen, eignen sich für die verwendete Methode der EMG-Messungen⁵ mit Klebeelektroden. Bei diesen Messungen können die Elektroden auf der Haut über den Muskeln appliziert werden. Die Signale tiefer liegender Muskeln müssten mit Nadeln gemessen werden, die in den Muskelbauch gestochen würden. Es versteht sich von selbst, dass dies den Probanden nicht zugemutet werden konnte.

2.3 Forschungsstand

Zahlreiche Lehrgänge für Klarinette sowie Lehrbücher zur Atemtechnik setzen sich mit der Klangproduktion und Klangästhetik auseinander. Neben der Luftführung nehmen die Zungenform, die Lautformung in der Mundhöhle, die Position des Kehlkopfes und der Stimmritze eine wichtige Position als klangrelevante Parameter bei der Tonbildung ein. Während eine aufrechte Körperhaltung im Zusammenhang mit der Tonbildung postuliert wird, finden sich kaum Hinweise auf spezifische Muskelaktivierungen.

Die für das Projekt relevanten Forschungen stellen sich im Überblick einzelner Beiträge wie folgt dar:

1. Roland E. Anfinson (1969) betrachtet in «A cinefluorographic investigation of selected clarinet playing techniques» Position von Zunge und Öffnung von Rachen im Zusammenhang mit Legato, non Legato, schnellem Staccato, bei Intonationskorrekturen und Registerwechseln, sowie im Zusammenhang mit der Klangfarbe im hohen Register. Die Studie beschränkt sich allerdings auf die Untersuchung von Mund- und Rachenraum, macht keine Angaben zu bestimmten Muskeltonisierungen und enthält keine objektive Darstellung von verschiedenen Klangbildern und Einschwingvorgängen.
2. Isabelle Cossette (2002) untersucht in «Mécanique respiratoire des flûtistes professionnels» physiologisch die Klangproduktion von drei Flötisten, ohne auf die Analyse der Klangqualität einzugehen. Zur Messung des Abdominaldruckes wird eine Magensonde eingesetzt. Muskeltonisierungen werden nicht dargestellt.

⁵ EMG steht für Elektromyographie und ist eine elektrophysiologische Technik zur Messung der elektrischen Muskelaktivität (vgl. Kapitel 3.3, EMG-Daten).

3. Claudia Fritz und Joe Wolfe (2005) fragen: «How do clarinet players adjust the resonances of their vocal tracts for different playing effects?» Mit dem speziell entwickelten Gerät «impedance spectrometer», welcher im Mundstück der Klarinette eingebaut wird, kann der akustische Widerstand des Instrumentes bei der Erzeugung des Klarinettenklanges gemessen werden. Die Spielposition bleibt unverändert und entspricht der Konzertsituation. Dabei werden direkt Rückschlüsse auf die Druckverhältnisse in den oberen Atemwegen gezogen. Als Messmethode ist der «impedance spectrometer» sehr geeignet, da er nicht invasiv ist. Die weiteren Muskeln des Atmungsapparates und der allgemeinen Körperhaltung werden indes nicht miteinbezogen. Wie und mit welchen Muskeltonisierungen die Klangerzeugung geschieht, wird nicht definiert, genaue akustische Aufzeichnungen des Klanges sind nur bei einzelnen Experimenten hinsichtlich der Vokalformung (aa oder ii) aufgeführt.
4. Claudia Fritz und Joe Wolfe (2003) weisen in «Acoustic impedance measurement of the clarinet player's airway» grosse Unterschiede bei der «impedance» jeweils gleicher Tonhöhen bei dreissig verschiedenen professionellen Klarinetten nach, stellen aber dabei das klangliche Resultat nicht zur Verfügung. Grundlegend für unsere Arbeit ist der Nachweis der Reproduzierbarkeit des Ansatzdruckes bei den Versuchspersonen, da diese Grösse Einfluss auf Klangfarbe und Intonation hat.
5. Das Team um Claudia Fritz (2005) zeigt in «Experimental study of the influence of the clarinetist's vocal tract» anhand einer mechanischen Klangerzeugung (Konstruktion: Pierre-André Taillard) auf, dass die Vokalformung auf der Klarinette – untersucht wurden die beiden Positionen «aa» und «ii» – unabhängig vom Ansatzdruck als wichtige Einflussgrösse bezüglich Klangfarbe, Registerwechsel und Intonation (besonders im hohen Register) betrachtet werden muss.
6. Tom Johnstone und Klaus Scherer (1995) untersuchen in «Spectral measurement of voice quality in opera singers» die emotionale Wirkung der Singstimme von Editha Gruberova als Funktion der Obertonzusammensetzung ihres spezifischen Soprans. Die technische Klanganalyse steht im Vordergrund und weist die für Gruberova spezifischen Klangeigenschaften in verschiedenen Aufnahmen nach. Diese Arbeit versucht durch Messungen aufzuzeigen, warum eine Stimme mehr als eine andere durch ihre Klangqualität berührt. Damit ist die Frage der Messbarkeit von Klang schon einmal bearbeitet worden, jedoch nicht im Zusammenhang mit der *Gesangstechnik* der Künstlerin.
7. Antony Pay (1995) beschreibt in «The mechanics of playing the clarinet» den Mechanismus der Klangerzeugung beim Klarinettenspiel in der Gesamtheit von Abdomen-Zwerchfellsystem, Mundhöhle und Ansatz. Dabei werden die für den Klang relevanten physiologischen Anforderungen dargestellt. Mit dem Hintergrund einer bestimmten subjektiven Klangästhetik beschreibt die Arbeit eine bestimmte Technik der Klangerzeugung und misst nicht mit intersubjektiv nachvollziehbaren Methoden den Zusammenhang einzelner Muskelgruppen auf die Klangqualität.
8. Charles O. Veazey (1991) belegt in «Beobachtungen von Kehlkopfbewegungen bei Spielern von Holzblasinstrumenten während des Spiels unter Verwendung eines «fiber-optischen Laryngoskops» den Einfluss der Kehlkopfstellung auf den Klang. Die Studie zieht einen Vergleich bei verschiedenen Holzblasinstrumenten.
9. Teresa Delaine Wilson (1996) zeigt auf in «The measured upstream impedance for clarinet performance and its role in sound production» die Tatsache, dass die an der Studie mitwirkende Klarinetistin durch bewusst gestaltete Luftführung die Klangfarbe bestimmt. Als Messinstrument dient der «Impedance spectrometer», welcher bei verschiedenen Tonlagen, dynamischen Stufen und Intonationskorrekturen die physikalisch belegbare Grösse des akustischen Widerstandes misst und Rückschlüsse auf die Druckverhältnisse in den Luftwegen zieht. Physiologisch wird die Öffnung der Kehle beschrieben und in Zusammenhang mit verschiedenen Klangfarben und Intonationsverhältnissen gebracht. Die Betrachtung der weite-

ren Atmungsmuskulatur, sowie der weiteren Körperhaltung im Zusammenhang mit dem klanglichen Resultat ist nicht thematisiert.

10. Raymond L. Wheeler (1977) zeigt in «Pedagogic Concepts for Reed Instrument Performance» den Einfluss der Zungenpositionen auf die Ansprache in verschiedenen Registern auf und gibt Hinweise für den Unterricht.

Die Forschungsbeiträge beleuchten die traditionell beachteten Faktoren der Tonbildung und stellen diese in Zusammenhang mit der Klangqualität. Komplexe Fragestellungen hinsichtlich der Wechselwirkungen zwischen der Spielhaltung und diesen Faktoren (Luftführung, Einsatz des Atmungsapparates, Resonanz- und Vokalformung in der Mundhöhle) und daraus resultierenden Veränderungen der Klangqualität sind nicht umfassend untersucht worden. In einigen wissenschaftlichen Arbeiten (1, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10) werden insbesondere die oberen Atemwege in Zusammenhang mit der Tonbildung gebracht und näher beleuchtet. Aufzeichnungen des Klangbildes und optische Messmethoden der Mund- und Halsregion wie auch Messungen des akustischen Widerstandes in den Atemwegen (3, 4, 9) belegen diesen Zusammenhang. Welche weiteren Muskeltonisierungen des Atmungsapparates für die «Überwindung» des akustischen Widerstandes bei der Klangerzeugung erforderlichen sind, ist allerdings nicht untersucht worden. Hingegen geben verschiedene Arbeiten (2, 7) wertvolle und bestätigende Hinweise auf die zu untersuchenden Muskelgruppen. Relevant für die vorliegende Untersuchung waren zudem der statistische Nachweis der Reproduzierbarkeit physiologischer Haltungen (3) und – als Konsequenz davon – die Wiederholbarkeit identischer klanglicher Resultate durch die Probanden und Probandinnen. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass keine Studien gefunden wurden, welche die Qualität des Klarinettenklangs im Zusammenhang mit bestimmten Muskelaktivierungen bzw. Relaxationen untersuchten.

2.4 Vorprojekt

Ein Vorprojekt diente der Entwicklung der Versuchsanordnung und testete die Messmethoden für die Spielhaltungen und für die Klangqualität. Im Selbstversuch wurde ein Training der Musikerphysiotherapeutin durchlaufen, um die oben erwähnten Muskelpartien bewusst aktivieren bzw. entspannen zu lernen. Die Muskelaktivierungen wurden durch EMG gemessen und visualisiert. Das Klanganalyse-system PRISMA⁶ wurde herangezogen, um Unterschiede der Klangqualität bei unterschiedlichen Spielhaltungen graphisch darzustellen.

Es zeigte sich, dass sich die Spielhaltungen «af» und «ef» durch Gegenüberstellen der EMG-Messwerte sehr gut abbilden liessen. Auch der Unterschied der Klangqualität beim Wechsel von der Spielhaltung «af» zu «ef» konnte in den synchron aufgezeichneten Klangproben mit PRISMA deutlich visualisiert werden (Abbildung 3).

⁶ Die Klanganalyse wurde mit einem Verfahren durchgeführt, das im Projekt «Prisma – ein Klangfarben-Stimmgerät für Musiker und Instrumentenbauer» von Franz Bachmann, Michael Bernhard und Hans-Christof Maier entwickelt wurde (DORE-Projekt, Zürich/Burgdorf, 2005). Das dort entwickelte Echtzeit-Analyseverfahren wurde modifiziert und um zahlreiche Messgrößen, sogenannte Shorttime- und High-Level-Features, erweitert (www.PRISMA-music.ch). Der Einfachheit halber steht in diesem Bericht der Begriff PRISMA allgemein für die Methode der Klanganalyse.

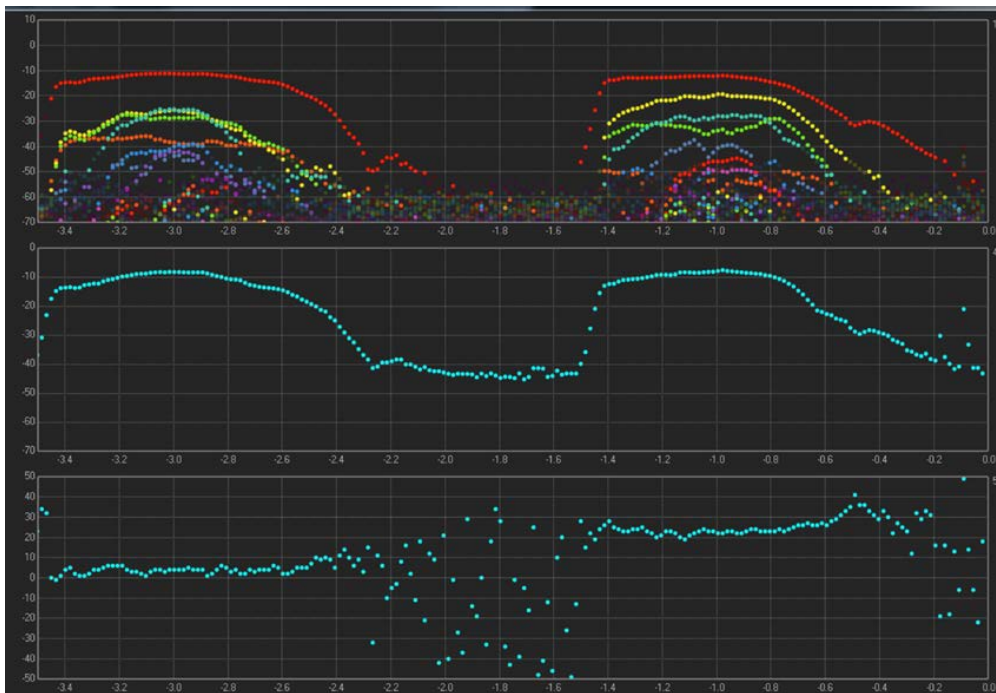


Abbildung 3: Grafische Darstellung von zwei Tönen (klingend: f_1) im PRISMA, angeblasen in den unterschiedlichen Spielhaltungen «af» (in der Grafik links) und «ef» (rechts). Der hörbare Unterschied der Klangqualität (Klangfarbe und Einschwingvorgang) bei ungefähr gleicher Lautstärke zeigt sich deutlich in der unterschiedlich ausgestalteten Obertonstruktur.

Das oberste der drei Felder zeigt den Stärkeverlauf der Grundschwingung (rot) und der Obertöne (Regenbogenfarben) im Zeitverlauf (y-Achse: Stärke in dB; x-Achse: Zeit in Sekunden).

Das mittlere Feld zeigt den Lautstärkeverlauf in Zeitverlauf (y-Achse: RMS in dB; x-Achse: Zeit in Sekunden).

Das unterste Feld zeigt die Abweichung von der auf $a_1=442$ Hz kalibrierten Tonhöhe im Zeitverlauf (y-Achse: Abweichung in Cent; x-Achse: Zeit in Sekunden).

Zur Quantifizierung der Klangeigenschaften standen unzählige numerische Merkmale (Features) zur Verfügung, die in Zusammenhang mit Tonaufnahme- und Datenkompressions-Standards (beispielsweise MPEG) entwickelt wurden. Da bisher noch zu wenig erforscht ist, welche Klangwahrnehmung sich durch welche Features (oder Feature-Kombination) beschreiben lässt,⁷ wurde für das Hauptprojekt neben der quantitativen Erfassung der Klangeigenschaften auch ein klingender Fragebogen zur intersubjektiven ästhetischen Beurteilung der unterschiedlichen Klänge geplant.

2.5 Arbeitshypothese und Projektziel

Die Arbeitshypothese postulierte in der Spielweise «af» eine optimierte Klangqualität gegenüber der Spielweise «ef». Unser Projektziel war es, quantitativ nachzuweisen, dass im Durchschnitt in der Spielweise «af» eine optimierte Klangqualität gegenüber der Spielweise «ef» erzielt wird. Beim Überprüfen der Arbeitshypothese im Bereich der Spielhaltungen wurde der Begriff «Muskelhypothesen», im Bereich der Klangqualität der Begriff «Klanghypothesen» verwendet.

⁷ Vgl. dazu das Überblickswerk «Physikalische und psychoakustische Grundlagen der Musik» von Juan G. Roederer (1995).

2.6 Muskelhypothesen

Die fünf (bzw. acht) Muskelhypothesen – für jeden Muskel wurde eine einzelne Hypothese getestet (Gastrocnemius, Ischiocruralis und Latissimus für jede Körperseite auch einzeln) – postulierten den quantitativen Nachweis (durch EMG-Messungen), dass die oben genannten Muskelgruppen in der beschriebenen Spielhaltungen stärker bzw. weniger stark aktiviert werden.

2.7 Klanghypothese

Die Klanghypothese postulierte eine Verbesserung der Klangqualität, wenn der/die Proband/in von der «ef»- in die «af»-Spielhaltung wechselte.

3 Datengewinnung

Um datengestützt zu untersuchen, ob eine «af»-Spielhaltung gegenüber einer «ef»- Spielhaltung zu einer Verbesserung der Klangqualität führt, haben wir eine Versuchsplanung entworfen, mit der in reproduzierbarer Weise Daten generiert wurden, aufgrund derer entschieden werden konnte ob

- die interessierenden Muskelgruppen beim Klarinettenspiel aktiviert wurden oder nicht, d.h. ob in der Spielhaltungen «af» bzw. «ef» gespielt wurde;
- die Klangqualität in der «af»- oder der «ef»-Variante besser ist.

3.1 Versuchsplanung und grundlegende Überlegungen

In der Absicht, die Arbeitshypothese hinsichtlich der Klangqualität in einem möglichst weiten Spektrum von musikalischen Parametern zu prüfen, wurden für die Studie vier verschiedenartige Klangbeispiele entworfen. Die teilnehmenden Klarinetten/-innen sollten diese Beispiele in den beidenhaltungen spielen, Fachpersonen des Musikbereichs die Klangresultate – und damit die künstlerische Qualität der musikalischen Aussage – beurteilen. In Anlehnung an das klassisch-romantische Repertoire sollten die Klangbeispiele folgende (hier sprachlich beschriebene) Herausforderungen im Bereich der Tonbildung beinhalten bzw. deren Umsetzung nach folgenden Kriterien beurteilt werden:⁸

- Zuverlässigkeit und Intonationssicherheit der Ansprache in allen Registern
- Qualität der Ansprache bei Tonwiederholungen
- Ansprache bei der Verbindung verschiedener Register und bei grösseren Sprüngen
- Zuverlässigkeit, Eleganz und Variabilität der Artikulation im Staccato und im Legato
- Kontrolle über die Klangfarbe in allen Registern
- Ambitus der Dynamik
- Flexibilität des dynamischen Spektrums
- Flexibilität und Lebendigkeit der Tonführung
- relative Intonation bei Intervallen der Melodieführung
- absolute Intonation, Abweichung gegenüber $a_1=442$ Hz
- *Messa di Voce* (Intonationsstabilität und Qualität der Tonführung bei *crescendo/diminuendo* auf einer Note)

⁸ Dies ist eine zufällige Anordnung; Hörer/innen und Spieler/innen werden die Priorität der Parameter dem Zusammenhang entsprechend festlegen.

Das letztgenannte «Messa di Voce» (ital. «die Stimme setzten») spielt in der Gesangkunst seit dem 17. Jahrhundert bis zur Gegenwart eine zentrale Rolle. Johann Friedrich Agricola übersetzt den Begriff in seiner «Anleitung zur Singkunst» (1757) mit «die Stimme herausziehen». Diese Vorstellung scheint der von uns favorisierten Spielhaltung verwandt, da diese zu einer Tonführung inspiriert, welche primär durch ein Aufspannen der Innenräume zum angestrebten Aufblühen des Klanges führt. Die Kraft wird für diesen Vorgang gebündelt, die Ausatmung bleibt untergeordnet und wird nicht betont. Eine kunstvolle Ausübung des «Messa di voce», das in den Klangbeispielen 1 und 4 eingeflochten wurde, zeichnet sich durch folgende Eigenschaften aus:

- Zuverlässigkeit des Einsatzes in kontrollierter Tonhöhe und ohne Nebengeräusche im äussersten piano;
- dynamisch grosses An- und wieder Abschwellen des Tones, dies mit
 - o stabilem Verlauf der Intonation, also ohne Abweichung (Steigen oder Sinken) der aktuellen Tonhöhe zu einem zu kalibrierten Kammerton,
 - o mit dynamisch ruhiger Tonführung (kein Zittern im Ton);
- Kontrolle über die Klangfarbe durch alle dynamische Stufen und in allen Registern;
- Verklingen des Tones in kontrollierter Tonhöhe und ohne Nebengeräusche.

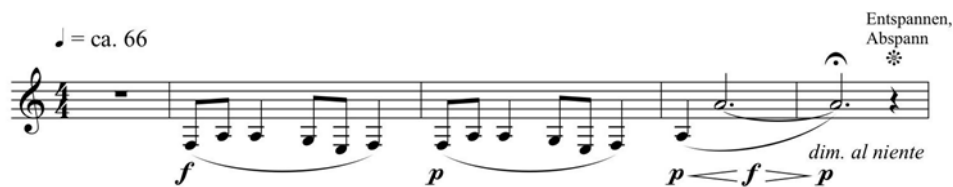


Abbildung 4: Klangbeispiel 1. Anlehnung an A. Dvořák, 9. Sinfonie; C. M. v. Weber, Klarinettenkonzert Nr. 1 f-moll op. 73, Zweiter Satz, Übergang zu Reprise.



Abbildung 5: Klangbeispiel 2. Anlehnung an L. v. Beethoven, 6. Sinfonie, Erster Satz; W. A. Mozart, Quintett KV 452, letzter Satz.



Abbildung 6: Klangbeispiel 3. Anlehnung an L. Spohr, Klarinettenkonzert c-moll, Dritter Satz; W. A. Mozart, Klarinettenkonzert, Erster Satz, dort Sprung f- h2.

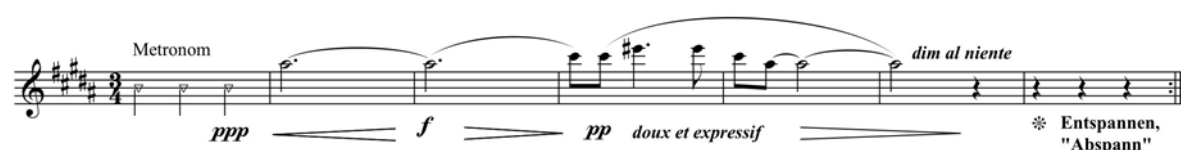


Abbildung 7: Klangbeispiel 4. Anlehnung an C. M. v. Weber, Concertino Es-Dur op. 26, Beginn Solostimme; C. Debussy, Première Rhapsodie.

3.2 Versuchsanordnung

Im Zentrum der Versuchsanordnung standen zeitgleiche Aufzeichnungen von EMG-Daten und Tonaufnahmen während des Spielens der vier Klangbeispiele in den unterschiedlichen Spielhaltungen. An den Messungen, durchgeführt im Labor des Zentrums für Organisations- und Arbeitswissenschaften (ZOA) nahmen 21 Probanden teil. Diese Anzahl entsprach den statistischen Standards und konnte sicherstellen, dass die erzielten Ergebnisse nicht vom einzelnen Proband abhängen, sondern zumindest für eine Mehrheit der Klarinettenisten gelten.

Die Probanden (19- bis 56-jährig) waren: 14 Lehrpersonen der Projektpraxispartner (1w, 13m), 5 hauptberuflich in verschiedenen Berufsorchestern Zürichs tätige Musiker (2w, 3m) sowie 3 Studierende der Hochschule Luzern – Musik (2w, 1m). Alle konnten durch persönliche Anfrage für die Teilnahme gewonnen werden und waren im Performance- (vorwiegend Klassik) wie auch im pädagogischen Bereich tätig. Für die Lehrpersonen wurde die Teilnahme am Projekt in Absprache mit den Praxispartnern als Weiterbildung angerechnet. Die Probanden wurden vorgängig über die Art der Messungen, insbesondere über die Applikation der Elektroden informiert. Sie wussten, dass es um ein DORE-Projekt und um das Erforschen des Zusammenhangs zwischen Spielhaltung und Klangqualität ging. Die Hypothesen wurden jedoch erst im zweiten praktischen Teil vorgestellt, als es darum ging, Übungen für die favorisierte Spielhaltung im Unterricht zu testen (vgl. Kapitel 7, Die favorisierte Spielhaltung in der Praxis).

Nach den Aufzeichnungen aller Klangbeispiele in der gewohnten Spielweise (vgl. Kapitel 8, Verbesserungsmöglichkeiten des Projektdesigns, letzter Abschnitt) folgte eine kurze Instruktion zur Umsetzung der Spielhaltung «ef», die den meisten Probanden grundsätzlich vertraut war. Die Einspielung der vier Klangbeispiele wurde anschliessend in dieser Spielhaltung wiederholt. Um zufällige Schwankungen von systematischen Änderungen der Muskelaktivierung unterscheiden zu können, wurden pro Haltung je fünf Wiederholungen der vier Klangbeispiele aufgezeichnet. Nach einem Training, das nun die Probanden in der bis anhin nicht bekannten Spielhaltung «af» schulte – diese war für alle Probanden neu – erfolgte noch einmal die Aufzeichnung derselben Klangbeispiele im selben Modus. Es wurde darauf geachtet, dass bei allen Durchgängen der Abstand zum Mikrofon gleich gross war. Instrument, Blatt und Mundstück durften nicht gewechselt werden.

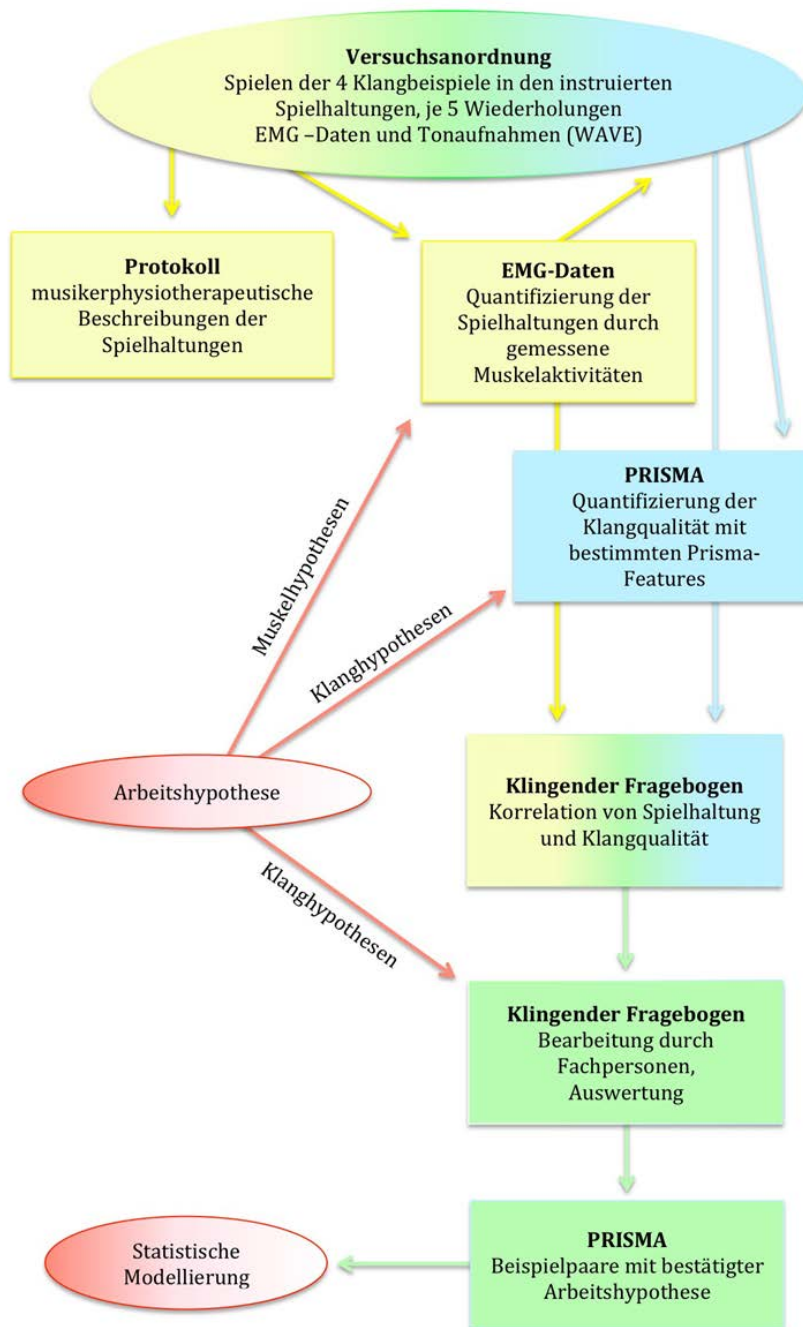
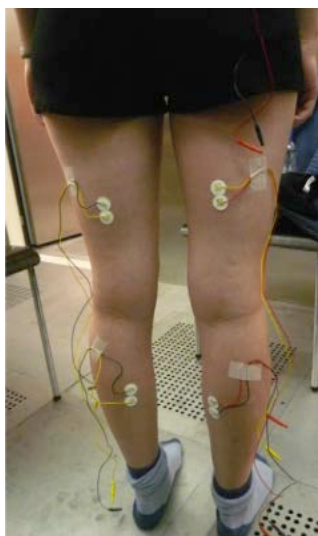


Abbildung 8: Versuchsordnung und Projektplanung. Die verschiedenen Themenkreise sind in folgenden Farben dargestellt: Spielhaltung (gelb), Klangqualität (blau), Korrelation von Spielhaltung und Klangqualität (grün), Hypothesen bzw. statistische Modellierung (rot).

3.3 EMG Daten



Abbildung 9: Messungen im Labor des ZOA, links Spielhaltung «af», rechts «ef».



Gemäss der Versuchsanordnung lernten die 21 Probanden mit Hilfe unserer Musikerphysiotherapeutin die entscheidenden Muskelgruppen zu aktivieren. Bei jeder der aufgenommenen 5 Wiederholungen von allen vier Klangbeispielen in «ef»- und «af»-Spielhaltung wurden die Muskelaktivierungen als EMG-Daten gespeichert. Die Elektroden wurden zwischen dem Spielen in der «ef»- bzw. «af»-Spielhaltung nicht abgenommen oder verschoben, so dass eine Änderung des Signals direkt auf eine Änderung der Muskelaktivität zurückgeführt werden konnte. Durch Überprüfen der Muskelhypothesen anhand der EMG-Messungen wurden diejenigen 13 Beispielpaare identifiziert, bei denen die «af/ef»-Spielhaltungen am besten umgesetzt wurden.

Abbildung: 10 Elektroden zur EMG-Messung von Gastrocnemius und Hamstrings

3.4 Klingender Fragebogen

Um zu untersuchen, ob für geschulte Hörerinnen und Hörer eine Optimierung der Klangqualität zwischen «ef»- und «af»-Spielhaltung zu erkennen ist, wurden die 13 Beispielpaare aus der Gesamtaufnahme ausgeschnitten und in einen klingenden Fragebogen eingelesen.⁹ Die Beispielpaare, die von acht verschiedenen Probanden gespielt worden waren, umfassten alle vier Klangbeispiele (dreimal Klangbeispiel 1 / viermal Klangbeispiel 2 / dreimal Klangbeispiel 3 / dreimal Klangbeispiel 4). Um

⁹ Der Fragebogen wurde auf die Online-Lernplattform der Hochschule Luzern aufgeschaltet und ist einsehbar unter: https://elearning.hslu.ch/ilias/goto.php?target=fold_800155&client_id=hslu. Die Autoren stehen interessierten Fachpersonen gerne für weiterführende Informationen zum Fragebogen zur Verfügung (heinrich.maetzner[at]hslu.ch).

den Fragebogen online schalten zu können, mussten die Aufnahmen ins mp3-Format konvertiert werden. Wie die Auswertungen zeigten, war die Qualität dieses Audioformates zur auditiven Wahrnehmung der erwarteten Unterschiede genügend hoch (vgl. Kapitel 5.2, Ergebnisse des klingenden Fragebogens).

Es wurden 13 Frageblöcke zusammengestellt. Jeder Frageblock beinhaltete jeweils ein Hörbeispiel, zusammengesetzt aus einem Sample a und eine Sample b. Die Samples wurden pro Frageblock immer von derselben Person gespielt und repräsentierten die unterschiedlichen Spielhaltungen. Es kam etwa gleich häufig vor, dass Sample a als «af»- oder als «ef»-Variante vorgespielt wurde. Die Hörer wussten nicht, welches Sample mit welcher Haltung gespielt worden war.

3.5 PRISMA

Zwecks Überprüfung der Klanghypothesen auf der Grundlage physikalischer Messwerte wurde versucht, sprachlich formulierte Klangeigenschaften mithilfe von PRISMA-Features zu quantifizieren. Dazu standen rund 100 numerische Merkmale (Features) zur Verfügung, die in Zusammenhang mit Tonaufnahme- und Datenkompressions-Standards (beispielsweise MPEG) entwickelt wurden (vgl. Anhang, Kapitel 11, Erklärung sämtlicher PRISMA Features).

Mit der damaligen Version 1.3b (März 2010) konnten neben den grundlegenden spektralen Daten des Klanges auch die zeitlichen Verläufe von daraus abgeleiteten Short Time Features dargestellt und untersucht werden. Ausserdem waren auch Untersuchungen von Kurzzeitphänomenen (etwa der Artikulation von Instrumentaltönen) und tieferen Tönen bis circa 85 Hz möglich.

3.5.1 «Harte» Features

Es gibt klangliche Parameter, die objektiv messbar sind und die ohne weitere Recherchen durch sprachliche Beschreibungen und gleichzeitig durch PRISMA-Features fassbar sind. Für die Quantifizierung dieser Parameter steht eine Reihe von PRISMA-Features mit verschiedenen Masseinheiten zur Verfügung:

PRISMA Feature	sprachliche Beschreibung der auditiven Wahrnehmung
Grundfrequenz in Hertz (Hz)	absolute Tonhöhe
Abweichung der aktuellen Tonhöhe zu einem zu kalibrierenden Kammerton (beispielsweise $a_1 = 442$ Hz); Mass der Abweichung in Cent	Intonationsstabilität
RMS (Root Mean Square) ist ein Mass für die mittlere Signalstärke in Dezibel (dB)	Dynamik und Lautstärke
Einsatzzeitpunkt des Klanges	Zuverlässigkeit der Ansprache

Zusammen mit den oben formulierten klangästhetischen Beurteilungskriterien der Tonbildung (vgl. Kapitel 3.1, Versuchsplanung und grundlegende Überlegungen) sind diese objektiv messbaren Parameter ebenfalls entscheidend für die künstlerische Qualität der musikalischen Aussage.

3.5.2 «Weiche» Features

Veränderungen von weiteren sprachlich formulierten klangästhetischen Beurteilungskriterien wie Klangfarbe eines einzelnen Tones oder Gesamteindruck eines ganzen Klangbeispiels spiegeln sich in

den Werten verschiedener PRISMA-Features. Um mit den multivariaten statistischen Analysen operieren zu können, mussten Features und geeignete Feature-Kombinationen definiert werden, die bestimmte sprachliche Beschreibungen repräsentieren können. Diese Features wurden insbesondere für die Korrelation mit den im Fragebogen ermittelten klangästhetischen Gesamtbewertungen verwendet.

Folgende PRISMA-Features wurden für die Überprüfung der Klanghypothesen ausgewählt:

Variable	Featurebezeichnung im Textfile	Definition	Hypothese
<p>Klangbeispiel 1</p>			
cta	Intonation.Oktav.Cent	Intonation Oktave a1 erste Achtel / a0 letzte Achtel (Cent)	$ af < ef $
ceg(:,2)	Steigung.Intonation.Lautstärke (2. Datenspalte) ¹⁰	Intonationsabweichung zu Lautstärkeänderung vom lautesten Moment bis Ende Schluss-ton (Cent/dB) (linear interpoliert)	$ af < ef $
<p>Klangbeispiel 2</p>			
tqu	Trefferquote.Prozent	Anzahl PRISMA-Frames, in denen der notierte Ton klingt, zu Anzahl PRISMA-Frames, in denen er klingen sollte (%)	$ af > ef $
tva	Abweichung.Einsatz.64tel	Einsatzzeitpunkt 1. Triolenton bezüglich extrapoliertem Metronomsignal (in Vielfachen einer 64tel-Note)	$ af < ef $
tds	Einsatz.d.stacc. Frames	Zeitabweichung Einsatz d3 staccato vom extrapolierten Metronomsignal ab g2 (Ton 5) (in PRISMA-Frames)	$ af < ef $
tdl	Einsatz.d.legato. Frames	Zeitabweichung Einsatz d3 legato vom extrapolierten Metronomsignal ab g2 (Ton 11) (in PRISMA-Frames)	$ af < ef $
ctc	Intonation.Oktav.Cent	Intonation Oktave c3 erste Achtel / c2 erste Achtel (Cent)	$ af < ef $
ceg(:,2)	Steigung.Intonation.Lautstärke (2.Datenspalte)	Intonationsabweichung zu Lautstärkeänderung vom lautesten Moment bis Ende Schluss-ton (Cent/dB) (linear interpoliert)	$ af < ef $
<p>Klangbeispiel 3</p>			
ctg	Intonation Doppeloktav Cent	Intonation Doppeloktave g3 erste Viertel / g1 letzte Viertel (Cent)	$ af < ef $

¹⁰ Bezugnehmend auf das Textfile der aufbereiteten Klangdaten.

ceg(:,2)	Steigung.Intonation.Lautstärke (2. Datenspalte)	Intonationsabweichung zu Lautstärkeänderung vom lautesten Moment bis Ende Schluss-ton (Cent/dB) (linear interpoliert)	af < ef
<p>Klangbeispiel 4</p>			
tqu	Trefferquote.Prozent	Anzahl PRISMA-Frames, in denen der notierte Ton klingt, zu Anzahl PRISMA-Frames, in denen er klingen sollte (%)	af < ef
tva	Abweichung.Einsatz.64tel	Einsatzzeitpunkt 1. Triolenton bezüglich extrapoliertem Metronomsignal (in Vielfachen einer 64tel-Note)	af < ef
ceg(:,2)	Steigung.Intonation.Lautstärke (2. Datenspalte)	Intonationsabweichung zu Lautstärkeänderung vom lautesten Moment bis Ende Schluss-ton (Cent/dB) (linear interpoliert)	af < ef

3.6 Statistische Modellierung

Sollten sich bei der Auswertung des klingenden Fragebogens signifikante Resultate bezüglich der Klanghypothese («af» klingt besser wie «ef») ergeben, sollte die Relation zwischen PRISMA-Variablen und Hörerbeurteilung analysiert werden. Mit Hilfe eines statistischen Modells wurde nach denjenigen PRISMA-Features gesucht, die sich beim Wechsel von der Spielweise «ef» zur Spielweise «af» in typischer Weise veränderten. Aufgrund dieser Modellierung sollte anhand des Verhaltens der PRISMA-Features vorausgesagt werden können, wann von der Spielweise «ef» zur Spielweise «af» gewechselt worden ist (vgl. Kapitel 5.4, Relation zwischen PRISMA-Variablen und Hörerbeurteilung, statistische Modellierung, und Kapitel 5.5, Vertiefte Untersuchung der statistisch relevanten PRISMA-Features, sowie Kapitel 6, Weitere Ergebnisse der statistischen Analysen).

4 Datenaufbereitung

Um statistische Korrelationen vornehmen zu können, mussten die miteinander gekoppelten Ergebnisse von Spielhaltung und Klangresultat in geeigneter, d.h. quantifizierter und synchronisierter Form vorliegen.

4.1 Aufbereiten der EMG Daten

Die zeitlich hochaufgelösten elektrischen Signale wurden entsprechen dem Standard vorverarbeitet und über die Spieldauer robust gemittelt, um ein Mass für die Aktivierung der Muskeln während des Spielens zu bekommen. Für das Bereitstellen der EMG-Daten in Matlab v.7.6.0 (Mathworks) waren folgende Arbeitsschritte notwendig:

- RMS Berechnung: Die Daten wurden mit einen digitalen Bandpass-Filter mit Frequenzen $40 < w < 1000$ Hz gefiltert (Butterworth zweiter Ordnung). Nachher wurde eine RMS (root mean squared EMG) mit einem Fenster von 50 ms berechnet.
- Ausfiltern der Herzfrequenz: Während der Aufnahme der EMG-Signale des Bauchmuskels wurde gleichzeitig ein Störimpuls der Herzfrequenz aufgenommen. Um diese Störung zu filtern, wurde ein semi-manueller Filter programmiert. Mit einem beweglichen Fenster wurde das aufgenommene Signal kontrolliert und die Spitzen der Herzfrequenz manuell markiert.

Die lokalen Minima vor und nach jeder Spitze wurden gesucht. Nachher wurde für jeden Peak anstelle der Spitze eine Gerade zwischen diese zwei Minima gelegt.

- Berechnung der EMG-Frames: Die Signale wurden gleichmässig in kleine Teile (je nach Beispiel unterschiedlich) geschnitten. Für jeden Teil liegen Berechnungen für Mittelwert, Median und Standardabweichungen vor.

4.2 Bestimmung der Tonanfänge in den Soundfiles

Der Versuch, die Tonanfänge aus den Zeit-Frequenz- und Zeit-Amplituden-Diagrammen automatisch zu bestimmen, erwies sich als untauglich, da bei Tonwiederholungen, Legatostellen oder misslungenen Einsätzen keine allgemein gültigen Kriterien für einen Toneinsatz formuliert werden konnten. Da diese Stellen für die Auswertung besonders interessant sind, sollen genau dort möglichst verlässliche Daten vorliegen. Deshalb entschieden wir uns, trotz des beträchtlichen zusätzlichen Zeitaufwandes, alle zu bestimmenden Tonanfänge und -enden mit einem computergestützten, aber manuellen Verfahren zu ermitteln. Das Klanganalysesystem «PRISMA» musste dafür in wichtigen Teilen modifiziert werden. Da die Echtzeitfähigkeit in diesem Fall keine Rolle spielt, konnte das Programm in Matlab implementiert werden. Die Sample-Nummern der Tonanfänge stehen – plattform- und programmunabhängig – in Textfiles für weitere Berechnungen zur Verfügung.

4.3 Synchronisation von EMG und Soundfiles

Zur optimalen Synchronisation von EMG- und Audio-Daten wurde als Samplingfrequenz der EMG-Messungen ein Zwanzigstel derjenigen der Audio-Aufnahmen von 44'100 Hz, also 2'205 Hz, gewählt. Ein Kanal des EMG-Messsystems stand für das Tonsignal zur Verfügung. Die Datenaufbereitung gestaltete sich aufwendiger als erwartet, da für die zeitliche Orientierung in den EMG-Daten die Synchronisation mit den akustischen Aufnahmen per «Klick» am Beginn jeder Aufnahme nicht ausreichte. Da die Probanden an unterschiedlichen Stellen atmeten, mussten zusätzliche Tonanfänge innerhalb der Klangbeispiele bestimmt werden, ebenso die Enden von Schlussönen mit Fermaten. Da die zeitliche Synchronisation der beiden Messungen zentrale Bedeutung hatte, musste mit der Auswertung der EMG-Daten zugewartet werden, bis die Daten der Zeitachse vorlagen.

Für die Fast Fourier Transform (FFT) und Mittelwertbildungen arbeiten sowohl die EMG- als auch die PRISMA-Analyse mit Zeitfenstern (Frames) von 17 bis 50 ms Länge. Aufgrund von Temposchwankungen der Probanden und technischen Gegebenheiten des PRISMA-Systems konnte die Fensterlänge nicht bei beiden Systemen gleich gewählt werden. Da sie bei der EMG ungefähr doppelt so lang war wie bei PRISMA, entschieden wir uns für ein «Matching»-Verfahren, das jedem EMG-Frame ein vollständig darin enthaltenes PRISMA-Frame zuordnet.

5 Analysen und Auswertungen mit statistischer Relevanz

5.1 EMG-Daten, Überprüfung der Muskelhypothesen

Die «Muskelhypothesen» mussten erfüllt sein, um eine Spielhaltung eindeutig als «af» (Spielhaltung, erkennbar durch aktiviertes Fussgewölbe, charakterisiert durch die oben genannten Muskelaktivierungen bzw. Relaxationen) oder als «ef» (mit entspanntem Fussgewölbe) bezeichnen zu können.

Ausgehend von den Messungen im Vorprojekt, die in der Spielweise «af» eine deutlich geringere Aktivität der Bauchmuskulatur aufzeigten, postulierten wir in den Muskelhypothesen bei den Aktivierungen

gen der hinteren Unter-, Oberschenkel- und der breiten Rückenmuskulatur eine Relaxation der oberen Anteile der geraden Bauchmuskulatur. Das Training für die Spielweise «af» strebte eine möglichst entspannte obere Bauchmuskulatur an, um dadurch eine optimale Bewegungsfreiheit des Zwerchfells zu ermöglichen (vgl. Kapitel 2.2, Beschreibung der Spielhaltungen anhand von Muskelaktivierungsketten, und Kapitel 2.6, Muskelhypothesen).

Die Überprüfung der Muskelhypothesen bezüglich Rectus und Trapezium (Kapuzenmuskel) ergaben überraschende Ergebnisse: Die EMG-Daten zeigten in beiden Spielpositionen deutliche Aktivierungen dieser Muskeln. Die für die Spielposition «af» postulierten Aktivierungen von Gastrocnemius, Hamstrings und Latissimus schienen also in keiner Weise eine Aktivierung des Rectus zu verhindern. Dies stand im Gegensatz zu den Erfahrungen aus dem Vorprojekt. Damit bestätigte sich die eine Muskelhypothese nicht (vgl. Kapitel 3), dass der Rectus und der Trapezium beim Einsatz von Gastrocnemius, Ischiocruralis und Latissimus zu arbeiten aufhört oder zumindest in seiner Aktivierung stark gebremst wird. Rectus und Trapezium wurden folglich aus der Hypothesenformulierung ausgeschlossen.

Mit den sechs (je drei links und rechts) verbliebenen Muskelhypothesen, die aus fachlicher Sicht als plausibel zur Darstellung der beiden Spielhaltungen angenommen wurden, ergab sich ein relativ klares Bild (vgl. Abbildung 11). Das heisst, dass es leicht möglich war, diejenigen Probanden zu selektionieren, die Muskelaktivierung und Entspannung wie angestrebt umsetzen konnten und zwar in allen Klangeispielen. In diesem Sinne wurde für jeden Probanden ein EMG-Score berechnet, der quantifiziert, wie gut die «af» und «ef»-Haltungen gemäss EMG-Daten umgesetzt werden konnten.¹¹

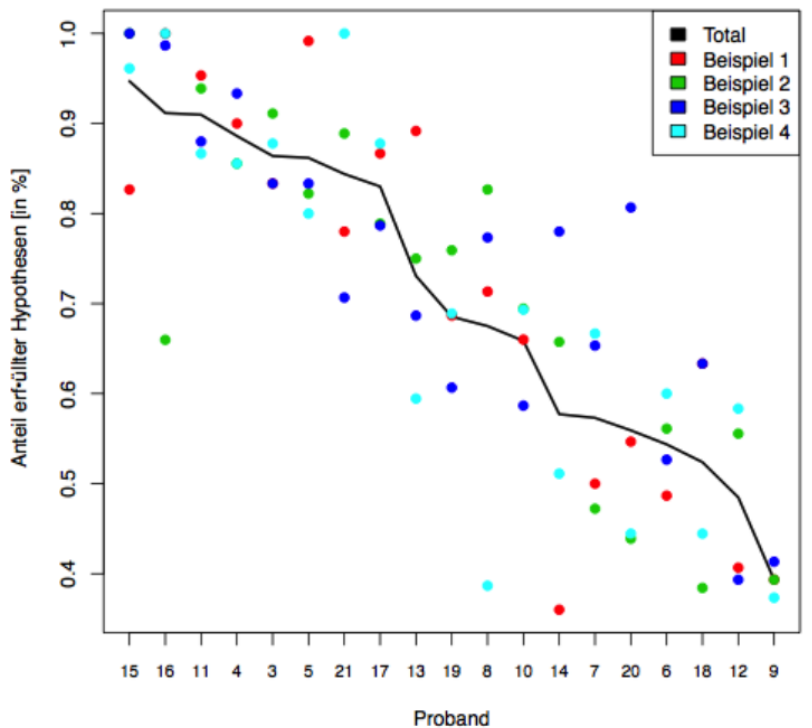


Abbildung 11: (Muskel-) Hypothesenüberprüfung in den Klangbeispielen 1 bis 4, alle Wiederholungen berücksichtigend. Pro Proband und Klangbeispiel wird der Anteil erfüllter Muskelhypothesen gegen die Nummer des Probanden abgetragen. Probanden auf der linken Seite erfüllen die Muskelhypothesen besser als Teilnehmende auf der rechten Seite.

¹¹ Auf die näheren Untersuchungen der gewohnten Spielweise wurde einerseits aus Zeitgründen verzichtet, andererseits mussten hier häufig starke und unregelmässige Ausschläge der Muskelspannungen als eingeübte, unbewusst vollzogene Bewegungen interpretiert werden. Die Durchschnittswerte der EMG-Daten, welche durch diese Ausschläge verfälscht werden konnten, hielten wir deshalb für die Analysen für nicht geeignet.

Auf der Grundlage dieser EMG-Analyse wurden diejenigen Probanden ermittelt, bei denen die erwarteten Aktivierungen von Gastrocnemius, Hamstrings und Latissimus in der Spielweise «af» bzw. deren relative Entspannung in der Spielweise «ef» beobachtet wurden. Aus den von diesen Probanden gespielten Beispielpaaren wurden dann konkret die 13 «af/ef»- Hörbeispiele für den Fragebogen ermittelt, bei denen die Haltungen gemäss EMG-Signale am besten umgesetzt wurden – in diesen Fällen wurden 80-100% der (verbleibenden sechs) Muskelhypothesen signifikant.

Beispiel: Verifizierung der Muskelhypothesen bei Proband Nr. 11

Gerechnet mit den Durchschnittswerten (Median) waren die Muskelhypothesen bei Proband 11 bei Klangbeispiel 1 zu 95% erfüllt. Im Vergleich der beiden Spielweisen «af» und «ef» wurden die einzelnen Muskelhypothesen wie folgt verifiziert:¹²

Proband 11, Verifizierung Muskelhypothesen (Klangbeispiel 1, Durchschnittswerte)			
Gastrocnemius	Hamstrings	Latissimus	Total
94%	92%	100%	95%

Nachfolgende Graphen zeigen die Aktivierungsmuster von Gastrocnemius, Hamstrings und Latissimus. Jede der Zeilen und Farben stellt die drei verschiedenen Spielhaltungen dar, erste Zeile (rot): «ef», zweite Zeile (grün): «af», dritte Zeile (blau): «gs» (gewohnte Spielweise).¹³

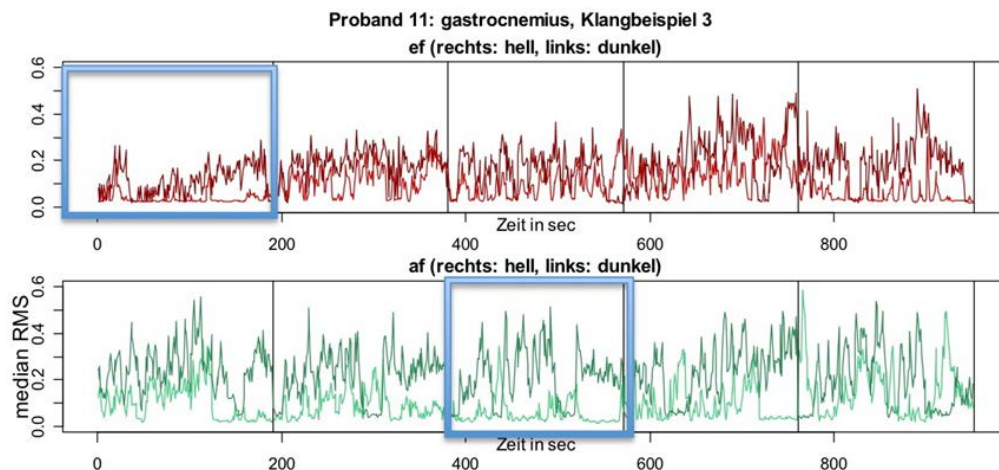


Abbildung 12: Proband 11, EMG Aufzeichnung der Aktivierung Gastrocnemius r. und l, Median

Deutlich sichtbar sind auch die ungleich hohen Ausschläge der EMG-Werte auf den Seiten rechts (hell) und links (dunkel). Rechts ist in allen Spielweisen eine deutlich geringere Aktivität zu verzeichnen. Die unterschiedlichen Muskelgruppen reagieren jedoch «autonom»: Gastrocnemius ist in «af» links stärker, die Hamstrings in «af» rechts. Die spätere Auswertung des klingenden Fragebogens zeigte aber, dass auch eine einseitige Aktivierung der favorisierten Muskeln die postulierte klangliche Wirkung haben kann.

¹² Die beiden klanglichen Wiederholungen von «ef» und «af», welche die grössten Unterschiede (Durchschnittswerte) in den EMG-Daten aufwiesen, sind abhörbar unter: https://elearning.hslu.ch/ilias/goto.php?target=fold_800155&client_id=hslu (wobei das erste Sample 01a in der Haltung «af», das zweite Sample 01b in der Haltung «ef» gespielt wurde).

¹³ Die Kästchen entsprechen jeweils den fünf Wiederholungen. Die blau eingerahmten Wiederholungen entsprechen dem angegebenen Link.

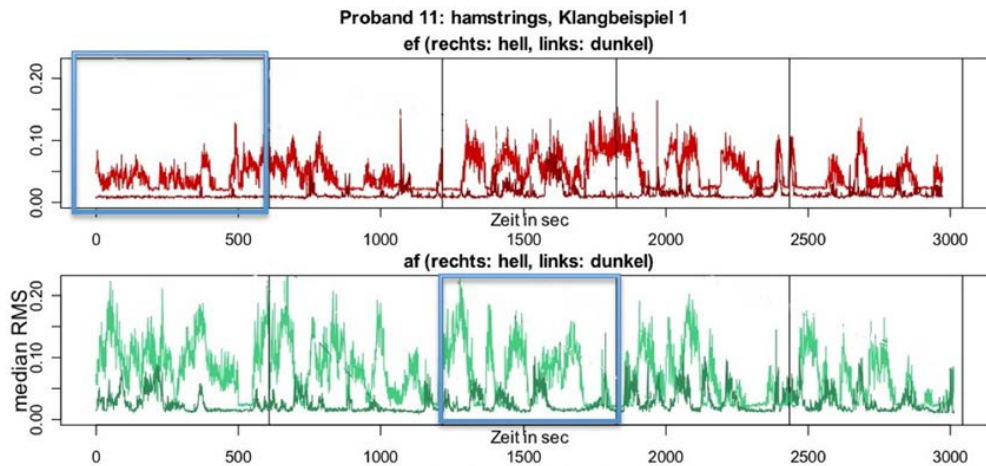


Abbildung 13: Probant 11, EMG Aufzeichnung der Aktivierung Hamstrings, Median3

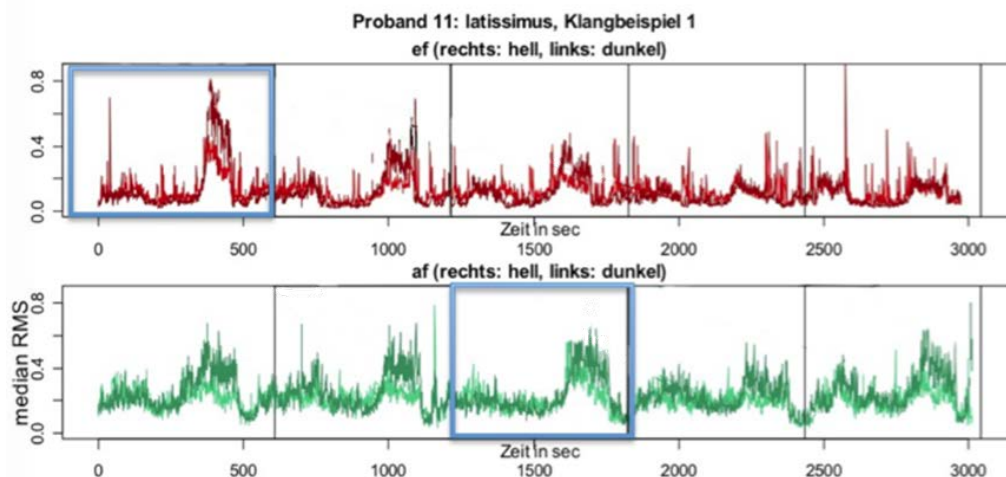


Abbildung 14: Probant 11, EMG Aufzeichnung der Aktivierung Latissimus, Median

5.2 Ergebnisse des klingenden Fragebogens, Nachweis der Haupthypothese

Der Fragebogen wurde in verschiedenen Ausmassen (13, 5 und 4 Beispielpaare) und in den Sprachen deutsch und englisch in Umlauf gebracht. Nach Bereinigung des Rücklaufes (Umgang mit fehlenden Werten, Plausibilisierung) standen für die Auswertung 203 Fragebogen zur Verfügung.¹⁴

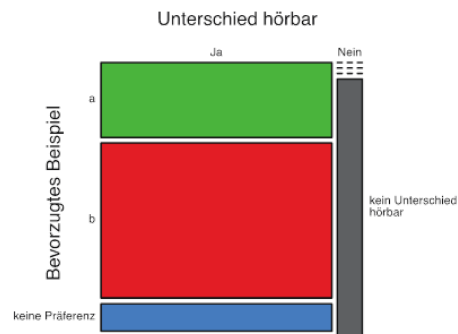
Die Teilnehmenden der Umfrage wurden gebeten, die in den Hörbeispielen unterschiedlich angeordneten Samples a und b zu beurteilen. Auf die jeweils erste Frage zu den Beispielpaaren «Ist ein Unterschied zwischen den beiden Klangbeispielen hörbar?» folgte die Frage nach der Präferenz des Samples a oder Samples b hinsichtlich vorgegebener Bewertungskriterien. Zusätzlich wurde nach persönlicher Gewichtung der Bewertungskriterien für eine spätere Auswertung nach Untergruppen gefragt. Abschliessend musste die Präferenz eines der Samples oder deren Egalität bestimmt werden. Jedes Hörbeispiel wurde von 50 bis 80 Hörern beurteilt, das heisst dass für jedes Beispielpaar ermittelt werden konnte, wie viele Prozent der Hörer/innen Sample a gegenüber Sample b bevorzugt hatten. Das

¹⁴ Der Fragebogen mit den 13 Beispielpaaren sowie ein umfassender Bericht der Auswertung finden sich unter: https://elearning.hslu.ch/ilias/goto.php?target=fold_800155&client_id=hslu.

Ergebnis betreffend Präferenz der Samples in einem einzelnen Hörbeispiel lässt sich in einem grafischen System wie folgt darstellen:

Abbildung 15: Auswertung des klingenden Fragebogens, Erklärung der Graphik:

- *a* steht für Sample (Beispiel) *a*, das in wechselnder Abfolge die Spielhaltung «af» oder «ef» repräsentiert;
- *b* steht für Sample (Beispiel) *b*, das in entsprechender Weise die Spielhaltung «af» oder «ef» repräsentiert;
- Das Verhältnis der grünen zur roten Fläche gibt Aufschluss darüber, wie oft «af» (in allen Hörbeispielen grün) gegenüber «ef» (in allen Hörbeispielen rot) bevorzugt wurde;
- Das Verhältnis der Fläche des unteren waagrechten blauen Steifens zur Gesamtfläche zeigt an, welcher Anteil der Hörer/innen zwar einen Unterschied hörte, aber dennoch keine Präferenz zwischen den beiden Klangbeispielen bestimmten konnte;
- Das Verhältnis der Breite des rechten vertikalen anthraziten Streifens zur Gesamtbreite gibt an, welcher Anteil der Hörer/innen die Frage «ist ein Unterschied zwischen den beiden Klangbeispielen hörbar» mit «Nein» beantwortet haben;
- Die Zahl oben rechts gibt an, wie viele Hörer dieses Hörbeispiel beurteilt haben (hier aber nicht sichtbar, vgl. Abbildung 16).



Es zeigte sich, dass bei allen Hörbeispielen eine überwältigende Mehrheit der Hörer einen deutlichen Unterschied zwischen den beiden Spielhaltungen «af» und «ef» festgestellt hatten. Ein statistischer Test (exakter Binomial-Test) über alle Fragebogenergebnisse ergab, dass mit hoher Signifikanz die Hypothese angenommen werden kann, dass die «af»-Variante gegenüber der «ef»-Variante bevorzugt wird.

Die Arbeitshypothese wurde nachgewiesen, indem die Nullhypothese, dass die «af»-Haltung nicht zu einem besseren Klang führt wie die «ef»-Haltung, auf einem Signifikanzniveau von 0.05 verworfen werden konnte. Konkret konnte bei 9 von 13 Beispielpaaren die Arbeitshypothese mit hoher Signifikanz nachgewiesen werden (P-Wert kleiner als 0.05), bei 3 weiteren Beispielpaaren war diese Tendenz auch sichtbar, jedoch nicht statistisch signifikant. Nur bei einem der dreizehn Beispielpaare wurde die «ef»-Variante gegenüber der «af»-Variante von einer Mehrheit der Hörer bevorzugt.

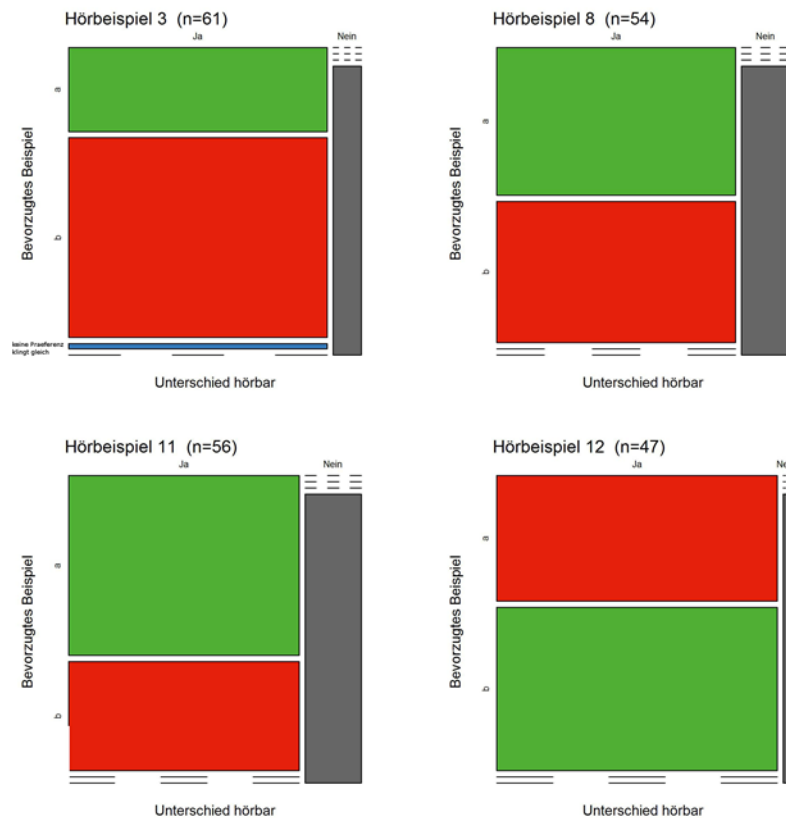


Abbildung 17: Auswertung der Hörbeispiele, bei denen der Unterschied zwischen der «af»- und «ef»-Präferenz nicht signifikant waren bzw. bei welchem «ef» favorisiert wurde (Hörbeispiel 3)
Hörbeispiel 3, 11 klingender Fragebogen: Klangbeispiel 2
Hörbeispiel 8, 12 klingender Fragebogen: Klangbeispiel 3

5.3 Weitere Ergebnisse des klingenden Fragebogens

90% der an der Umfrage teilnehmenden Personen waren professionelle Musiker/innen oder Musikstudierende. Der am meisten gepflegte Musikstil der Teilnehmenden reichte von Barock über Klassisch-Romantisch bis zur klassischen Moderne. Andere Stilrichtungen wie Jazz, Folklore und Klezmer waren mit 10 bis 25% vertreten. Ob aufgrund der Zugehörigkeit zu einer bestimmten Gruppe «af» oder «ef» präferiert wurde, liess sich nicht zuverlässig vorhersagen.

Die Freitextfragen (81 Rückmeldungen, beim Total von 203 beantworteten Fragebogen) liessen sich nach folgenden Themen ordnen:

- Kommentare zur Schwierigkeit der Entscheidungsfindung (22): In dieser Gruppe thematisierten 11 Hörer die Schwierigkeit, eine Präferenz zu bestimmen, da in den Hörbeispielen mehrere Parameter zu beurteilen waren, diese sich aber zwischen Sample a und b qualitativ in unterschiedlicher Richtung veränderten. So wurde beispielsweise das Sample a besser betreffend Intonationsstabilität bewertet, dafür gefiel im selben Hörbeispiel das Sample b besser durch eine lebendige Tonführung. 10 Hörer konnten keine Präferenz angeben, da für ihr Empfinden keines der beiden Samples ästhetisch befriedigende Klänge präsentierte.
- Kritische Meinungen betreffend der Eignung der Abhörmedien (12): Diese wurden durch den grossen Anteil bestätigter Unterschiede zwischen Sample a und Sample b relativiert.
- Reflexionen bezüglich der eigenen Klangvorstellungen (12): Diese Kommentare reichten von grundsätzlicher ästhetischer Ablehnung der vorgestellten Klänge aufgrund subjektiver

Präferenzen bis zur Vermutung, dass in diesem Test unterschiedliche Klarinettenblätter getestet wurden.

- Kritik betreffend des Designs des Fragebogens (5): Hier wurde der fehlenden musikalische Zusammenhang der vorgestellten Hörbeispiele bemängelt, der für eine klangästhetische Beurteilung unerlässlich sei.

Die Hypothese des Projekts konnte aufgrund der Gesamtbewertung der Beispielpaare verifiziert werden. Im Detail ergaben sich aber Unterschiede betreffend einzelner musikalischer Parameter. So kann der Spielhaltung «af» eine deutliche Verbesserung der Tonführung (flexibler und lebendiger, gleichzeitig stabiler), der Ansprache im Klarinregister, und bei Sprüngen vom Klarinregister ins Chalumeauregister zugeschrieben werden. Die Kriterien Intonationsstabilität und Klangfarbe erfuhren etwas weniger ausgeprägte, aber immer noch deutlich positivere Werte bei «af» im Vergleich zu «ef». Am geringsten, jedoch immer noch positiv, fiel der Unterschied zwischen «af» und «ef» bei der Ausführung des crescendo/diminuendo im Klarinregister sowie bei der Legato-Qualität im hohen Register aus.

5.4 Statistische Modellierung von PRISMA-Variablen und Hörerbeurteilung

Anschliessend wurde die Relation zwischen den Differenzen der PRISMA-Features (zwischen den Samples a und b eines Hörbeispiels) und der Hörerbeurteilung analysiert. Durch die statistische Modellierung sollte untersucht werden, ob es möglich ist, mit Hilfe der PRISMA-Features vorauszusagen, welcher Anteil der Hörer das Sample a eines Hörbeispiels favorisieren werden. Zu jedem der 13 Hörbeispiele wurde mit dem klingenden Fragebogen erhoben, welcher Prozentsatz der Hörer das Sample a bevorzugt. Je nach Höhe des Prozentsatzes konnten Rückschlüsse auf die damit verknüpfte Spielhaltung gemacht werden.

Da die Hörer bei der Favoriten-Frage angegeben haben, welches der beiden Samples ihnen alles in allem besser gefallen hat, wurden nur gemittelte PRISMA-Features zur Modellierung in Betracht gezogen, die sich auch auf das gesamte Klangbeispiel bezogen. Um den Unterschied zwischen Sample a und Sample b quantitativ zu erfassen, wurden zu jedem Paar die Differenzen dieser PRISMA-Features berechnet. In der statistischen Analyse wurde die Relation zwischen den PRISMA-Featuredifferenzen und der Hörerbeurteilung betrachtet. Es wurde insbesondere versucht, mit Hilfe der PRISMA-Features vorauszusagen, wie hoch der Prozentsatz unter den Hörern ist, der das Spiel a favorisiert.

Der Anteil der Hörer, welche das Sample a favorisieren, wurde durch eine logistische Regression mit Binomialer Verteilungsfamilie modelliert. Als erklärende Variablen kamen alle gemittelten PRISMA-Features in Frage. Da die Datengrundlage nur aus 13 Beispielpaaren bestand, konnten nicht alle PRISMA-Features ins Modell aufgenommen werden, da sonst mehr Koeffizienten geschätzt werden müssten als Datenpunkte zur Verfügung stehen (vgl. Kapitel 8.1, Ökonomischer Umgang mit der Anzahl von Hypothesen). Die Auswahl der wichtigen PRISMA-Features aus dem Satz aller möglichen PRISMA-Features wurde unter Verwendung der LASSO-Methode in Daten-getriebener Weise vorgenommen. Mit den selektierten PRISMA-Features wurde dann ein logistisches Regressionsmodell geschätzt, mit dessen Hilfe aus den quantitativen PRISMA-Features die Hörereinschätzung vorausgesagt werden konnte.

Mittels Residuen-Analyse wurde überprüft, ob die Modellvoraussetzungen der logistischen Regression in diesem Anwendungsfall erfüllt sind, was bestätigt werden konnte. Es hat sich allerdings gezeigt, dass 3 der Beispielpaare grosse Hebel besitzen, also einen grossen Einfluss bei der Anpassung des Modells haben. Konkret handelt es sich um die Datenpunkte 4.3, 3.2 und 15.3, wobei der Zahl vor dem Punkt gleich der ID des Probanden ist und die zweite Zahl das Klangbeispiel angibt. Um sicherzustellen, dass die Ergebnisse dieser 3 einflussreichen Datenpunkte nicht die Modellierungsergebnisse

völlig dominieren, wurde die Analyse nochmals unter Auslassung dieser 3 Hebelpunkte durchgeführt. Es hat sich gezeigt, dass für beide Fälle sehr ähnliche Ergebnisse bzw. Modelle gefunden wurden.

Um eine realistische Einschätzung der Performance der Modelle zu erhalten, wurden die PRISMA-Features-Selektion und die Anpassung des Modells jeweils unter Auslassung eines Hörbeispiels vorgenommen. Mit dem erhaltenen Modell wurde dann der Hörereindruck für das jeweils ausgelassene Hörbeispiel vorausgesagt und mit dem im Fragebogen eruierten Hörereindruck verglichen. Das wurde mit jedem der Hörbeispiele gemacht, die somit jeweils die Rolle von neuen Messungen eingenommen haben. Die Ergebnisse sind in folgender Grafik zusammengefasst.

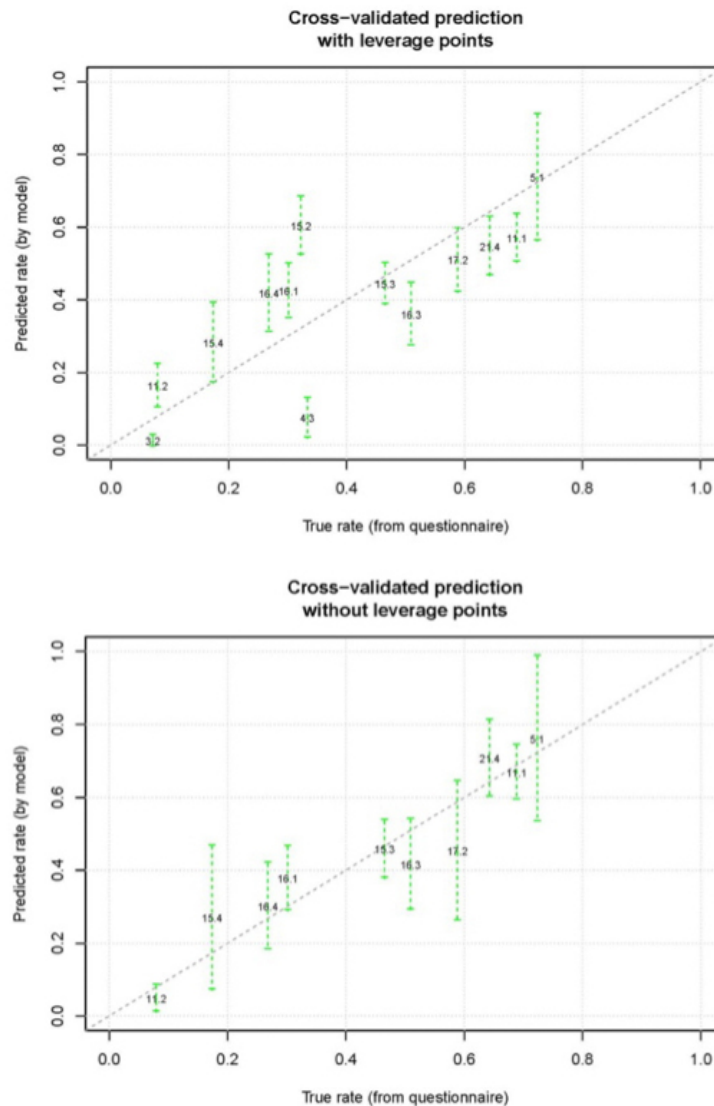


Abbildung 18: Die obere Grafik visualisiert die Cross-Validierungs-Ergebnisse, die mit dem Modell ohne Ausschluss der Hebelpunkte erzielt wurden. Die untere Grafik zeigt die Ergebnisse, die mit einem Modell, das sich unter Ausschluss der Hebelpunkte ergibt, erzielt wurden. In dieser Grafik sind für die betrachteten Hörbeispiele auf der x-Achse die Anteile der Hörer abgetragen (oben mit, unten ohne Hebelpunkte), welche gemäss Fragebogen Sample a favorisierten. Auf der y-Achse ist der mittels logistischer Regression vorausgesagte Anteil von Hörern mit a-Favorit abgetragen. Den durch Zahlen markierten Punkten kann entnommen werden, zu welchem Probanden und welchem Klangbeispiel das jeweilige Hörbeispiel gehört. Die gestrichelten vertikalen Linien entsprechen einem 90%-Vertrauensintervall für den vorausgesagten Anteil. Bei einer perfekten Voraussage würden alle Zahlen-Punkte in

der oberen Abbildung auf der eingezeichneten Gerade liegen bzw. die gestrichelten Vertrauensintervalle würden die Gerade überdecken. Dies ist sehr gut gegeben, insbesondere beim zweiten Modell, das unter Ausschluss der Hebelpunkte entstand.

Obwohl die Unterschiede zwischen den Modellen nicht sehr gross waren, bezogen wir uns im Folgenden auf das zweite Modell. Dieses erlaubte es, aus nur vier PRISMA-Features den Hörereindruck mit hoher Wahrscheinlichkeit voraussagen. Dies deutet darauf hin, dass die aufwändige Befragung von vielen professionellen Hörern bezüglich ihres Klangfavoriten in einem Hörbeispiel durch die Auswertung der PRISMA-Merkmale ersetzt werden kann. Nachfolgende Tabelle stellt Vorhersage und Hypothese gegenüber:

PRISMA-Feature	Koeffizient Vorhersage	Koeffizient Hypothese
gtct: Zeitpunkt (Grossframe-Index) der tiefsten Intonation im Schlussston	positiv	keine Hypothese
gct: Standardabweichung der Intonation bezüglich $a^=442$ Hz (Cent)	negativ	negativ
ghi: High-to-All-Ratio, prozentualer Anteil der Teilschwingungen ab 2. Ordnung am Gesamtsignal (dB), gibt Auskunft über den Obertonreichtum des Klanges	negativ	positiv
gdc: Amplitude des dynamischen Spektrums (Differenz zwischen lautestem und leisestem Moment im ganzen Klangbeispiel, dB)	positiv, aber nicht signifikant	positiv

5.5 Vertiefte Untersuchung der statistisch relevanten PRISMA-Features

Diejenigen Features, die sich beim Zusammenhang zwischen PRISMA-Features und Hörer/innen-Beurteilung als relevant erwiesen hatten, wurden nochmals genauer betrachtet, veranschaulicht und (sofern vorhanden) zugehörige Hypothesen überprüft. Erstaunlich bei der recht präzisen Vorhersage des Hörereindrucks durch das logistische Regressionsmodell ist, dass sich ein Modell ergibt, das sehr gut funktioniert, aber eine Interpretation der PRISMA-Merkmale nahelegt, die nicht durchwegs den Erwartungen der Hypothesenformulierungen entsprechen.

Das Feature gtct (Zeitpunkt der tiefsten Intonation im Schlussston) ist unerwarteter Weise von statistischer Relevanz; sein Wert kann auditiv und musikalisch indes nicht nachvollzogen werden. Da die Klangbeispiele nicht gleich lang sind, die zeitliche Dauer eines Grossframes unterschiedlich ist und die Probanden die Schlussstöne nicht immer gleich lang ausgehalten haben, kann bei erster Betrachtung hier eigentlich nicht von einem globalen Feature gesprochen werden. Da aber Sample a und Sample b immer vom gleichen Klangbeispiel sind, werden diese Unterschiede durch die Differenzbildung minimiert.

Für die Spielweise «af» liegt die vorhergesagte durchschnittliche Intonation etwas tiefer als bei «ef», wobei gleichzeitig eine grössere dynamische Spannweite vorausgesagt werden kann. Diese beiden Klangeigenschaften bestätigen die Hypothesen. Auch der Vergleich der Hüllkurven eines Einzeltones kann diese positiven Eigenschaften anschaulich darstellen.

Das vierte Feature, High-To-All-Ratio, bezieht sich auf die Klangfarbe und besagt, dass die Gesamtenergie der Obertöne relativ zum Grundton bei «ef» stärker ist. Der Fragebogen bestätigt diese Voraussage und beschreibt den Höreindruck der Spielweise «af» als weicher und runder. Bei der Formulierung der Klanghypothesen gab es keine Anhaltspunkte, ob die Tendenz dieses Features positiv oder

negativ anzunehmen sei. In diesem Sinne ist die Falsifizierung der Hypothese als gleichwertiger Erkenntnisgewinn zu werten.

6 Weitere Ergebnisse der statistischen Analysen

6.1 Überprüfung der Klanghypothesen mit Hilfe der PRISMA-Features

Anhand der EMG-Daten wurden diejenigen Probanden identifiziert, denen es gelungen ist, die «ef»- und die «af»-Spielweise gut umzusetzen. Die Muskelsignale dieser Probanden zeigten also bei «ef» und «af» die Eigenschaften, wie sie vom Projektteam als Muskelhypothesen (Berücksichtigung der drei Muskeln Gastrocnemius, Hamstrings und Latissimus) formuliert worden waren.

Analog dazu wurden die Klanghypothesen anhand der PRISMA-Features, durch die der Klang quantifiziert wurde, überprüft. Es hat sich allerdings gezeigt, dass nicht gesagt werden kann, dass Probanden, welche die «ef»- und die «af»-Haltung besonders gut umsetzen konnten – also die Muskel-Hypothesen gut erfüllten - auch die Hypothesen bezüglich der PRISMA-Features gut erfüllen. Nach Einschätzung des Projektteams hätte dies daran liegen können, dass nicht zeitaufgelöst gearbeitet werden konnte, sondern nur mit PRISMA-Features, die - analog zu den EMG-Daten – jeweils über das gesamte Klangbeispiel gemittelt wurden.

Für jedes der vier Klangbeispiele wurden in der Folge Tonbereiche definiert, die als zusammengehörig und relevant für bestimmte Klangaspekte betrachtet wurden. In diesen Tonbereichen wurde nochmals untersucht, ob eine hohe Übereinstimmung der EMG-Daten mit den Muskelhypothesen mit einer Erfüllung der PRISMA-Hypothesen einhergeht. Aber auch auf dieser etwas feineren Zeitskala konnte eine solche Aussage nicht gemacht werden.

Da sich auditiv wahrgenommene Klangqualität stets als Kombination mehrerer Parameter manifestiert, sahen wir uns bei den Analysen mit dem Problem konfrontiert, dass die Hypothesen zu weit aufgefächert waren, um anhand der verfügbaren Daten statistisch relevante Aussagen machen zu können (vgl. Kapitel 8.1 Ökonomischer Umgang mit der Anzahl von Hypothesen).

6.2 Korrelation Intonationsstabilität – EMG in höchster Zeitauflösungsskala

Es wurde durch Regressionsansätze untersucht, ob der Verlauf eines quantitativen Klang-Merkmals wie beispielsweise der Intonation durch die Muskel-Merkmale modelliert werden kann. Es war nicht möglich, die Intonation durch eine Linearkombination der Muskel-Merkmale zu modellieren. Es wurden einige komplexere Regressionsverfahren ausprobiert, um den Zusammenhang zwischen Intonation und Muskel-Signalen zu modellieren.

Die besten Ergebnisse wurden mit einem MARS-Modell erzielt.¹⁵ Dabei wurden als erklärende Variablen für einen Intonationswert zu einem bestimmten Zeitpunkt nicht nur die Werte der Muskel-Merkmale zu diesem Zeitpunkt verwendet, sondern auch Werte der Muskel-Merkmale, die zu einem früheren Zeitpunkt im Spiel gemessen wurden. Die Selektion der relevanten Muskel-Merkmale und

¹⁵ Die Multivariate Adaptive Regressions-Splines (MARS) ist eine Methode der statistischen Regression. Eine Beschreibung findet sich in der Publikation «The Elements of Statistical Learning» von Trevor Hastie, Robert Tibshirani, Jerome Friedman (2009).

der benötigten «Lags» (Zeitverschiebung in die Vergangenheit in der Einheit Frame) wurde mittels Random Forest vorgenommen.

Das MARS-Modell wurde für jeden Spieler und jedes Klangbeispiel mit den Werten aller Zeitpunkte ausser dem aktuellen Zeitpunkt trainiert. Dann wurde der Intonationswert für den ausgelassenen aktuellen Zeitpunkt mit Hilfe des MARS-Modells vorausgesagt. So wurde für jeden Zeitpunkt vorgegangen. Modellüberprüfungen zeigten, dass die Modellvoraussetzungen erfüllt waren, so dass die Ergebnisse interpretiert werden konnten. Um die Güte des Modells zu visualisieren, wurden der Verlauf der gemessenen Intonationswerte und der Verlauf der aus den Muskeldaten vorausgesagten Intonationswerte in einer gemeinsamen Grafik dargestellt. Wie im folgenden Beispiel (Abbildung 19) konnte bei gut der Hälfte aller Spiele eine gute Übereinstimmung der Voraussagen mit den tatsächlich beobachteten Intonationswerten festgestellt werden, wobei einzelne Fehltöne durch das Modell meist nicht erfasst wurden. Daraus kann geschlossen werden, dass die Muskelaktivierungen bei mindestens der Hälfte der Probanden einen starken Zusammenhang mit der Intonation haben, wobei auch die kurz vorangegangene Muskelaktivierung eine Rolle spielt.

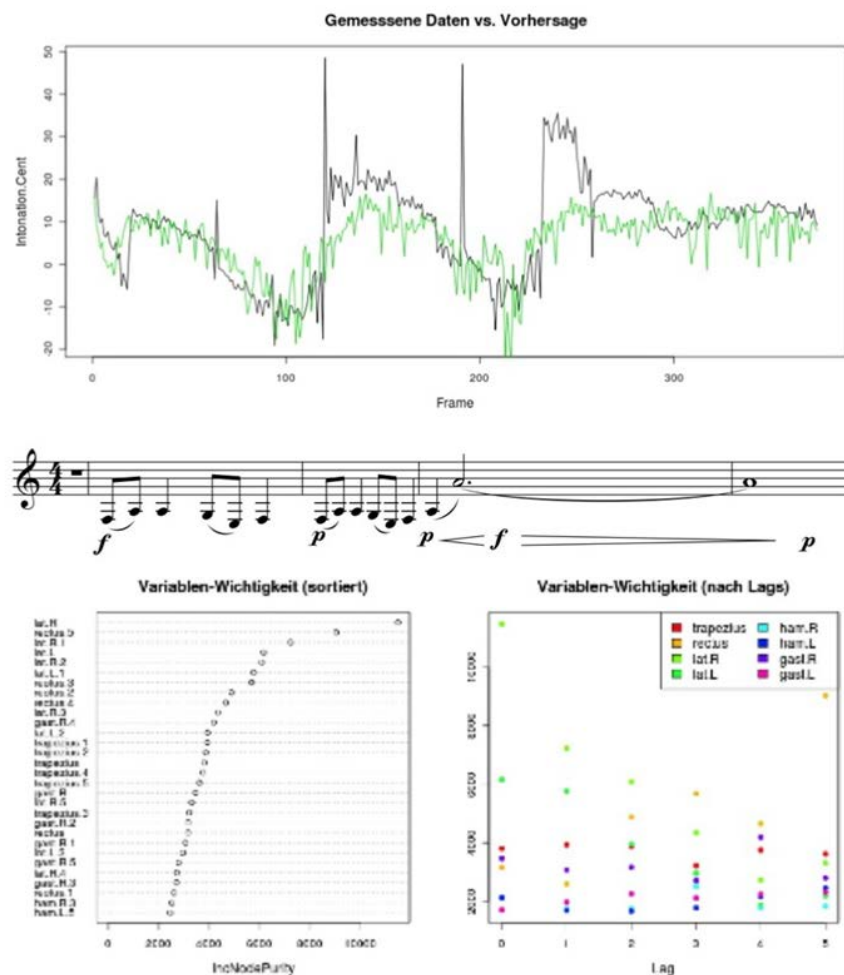


Abbildung 19: Korrelation Intonationsstabilität-EMG

Die Grafik zeigt in schwarz den Verlauf der gemessenen Intonation (relative Abweichung von $a_1=442\text{Hz}$) im Klangbeispiel 1, gespielt von Teilnehmer 21 in der «ef»-Haltung. Die grüne Kurve

visualisiert die Voraussagen der Intonation aus den Muskeldaten mit Hilfe eines MARS-Modells. Die grösseren Ausschläge der gemessenen Intonation dürften mit der Artikulationen bei Tonwiederholungen in Zusammenhang gebracht werden,¹⁶ sowie auf eine übermässige Korrektur, welche auf die starke Abweichung nach unten folgte (T 3). Deutlich zu beobachten ist der ähnliche Verlauf beider Kurven im Wechsel vom Forte zum piano. In den beiden unteren Grafiken ist dargestellt, welche Muskel-Merkmale für das MARS-Modell wichtig sind und mit welchem Zeit-Lag zum aktuellen Zeitpunkt sie den Muskeldaten entnommen werden.

6.3 Zeitliche Verläufe und Hüllkurven von Einzeltönen

Der Zusammenhang zwischen den unterschiedlichen Spielhaltungen «af» und «ef» und der Klangqualität wurde vor allem hinsichtlich der Auswirkungen auf die Klangfarbe und die Intonation untersucht. Doch es wurde vermutet, dass auch die dynamisch-zeitliche Gestaltung längerer Töne in der Haltung «af» organischer und gleichmässiger gelingt als in der Haltung «ef». Historische Instrumental- und Gesangsschulen fordern bei der Gestaltung eines (längeren) Tones einen aufblühenden und wieder in sich verklingenden dynamischen Verlauf (vgl. Kapitel 3.1, Versuchsplanung und grundlegende Überlegungen).¹⁷ Diesen Verlauf kann man an der Hüllkurve direkt erkennen.

Zur Überprüfung dieser Vermutung wurden beispielhaft zwei Klänge für eine genauere Untersuchung ausgewählt (Ton 4 im Klangbeispiel 2 und Ton 1 im Klangbeispiel 4). Sie wurden jeweils aus der Gesamtaufnahme ausgeschnitten und direkt nacheinander abgehört, die Höreindrücke von den Forschenden protokolliert.



Abbildung 20: Ton 4 Klangbeispiel 2, anschliessend Hüllkurven der markierten Note. Die Hüllkurve in «af» formt modellhafte Glockentöne aus und hat einen grösseren dynamischen Ambitus. Bemerkenswert ist, dass in der Notation dieser Stelle keine dynamische Angabe vermerkt ist.

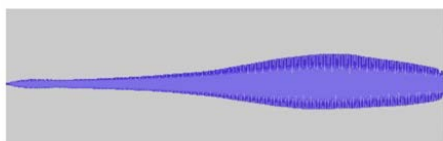


Abbildung 21: Hüllkurve Einzelton, Spielweise «af»



Abbildung 22: Hüllkurve Einzelton, Spielweise «ef»

Da für eine statistische Relevanz zu wenige Personen zur Verfügung standen, welche die Klangverläufe beurteilen konnten, wurden die Hüllkurven auch grafisch dargestellt und mit spontanen Beurteilungen einiger Hörer verglichen. Bei Klangbeispiel 2 waren alle mehrfach positive Bewertungen «af»-

¹⁶ Das Notenbild verläuft in der Abbildung nicht genau synchron zu den gemessenen Daten.

¹⁷ So beispielsweise Johann Joachim Quantz (1752) in seinem «Versuch einer Anweisung die Flöte traversière zu spielen» (Das XIX Hauptstück, §10. und §11).

Klänge, während bei Klangbeispiel 4 auch «ef»-Klänge unter den bestbewerteten zu finden waren. Dabei zeigte sich auch hier, dass die Intonation in der Haltung «ef» merklich höher war als bei «af».

Der Verlauf der Hüllkurven der ausgeschnittenen Klänge zeigt exemplarisch, dass in der Haltung «af» gleichmässiger dynamische Verläufe gestaltet werden können als bei «ef». Grundsätzlich ist es möglich, hörbare klangliche Qualitäten durch Betrachten der Hüllkurve, des Laustärke- und des Intonationsverlaufs zu erkennen; eine modellhafte mathematische Beschreibung erscheint aber schwierig.

7 Die favorisierte Spielhaltung in der Praxis

7.1 Feldversuch und Auswertung

Zur Anwendung in ihrer Lehrtätigkeit sowie zur Adaption in ihrer persönlichen Spielweise wurde das Übungsrepertoire für die angenommene klangoptimierende Spielweise «af» mit Lehrpersonen der Praxispartner in mehreren Workshops¹⁸ theoretisch darlegt und in Kombination mit bestimmten Tonübungen praktisch erarbeitet.

Danach sollten die Lehrpersonen das Übungsrepertoire im Unterricht mit ihren Schülern/-innen anwenden. Eine Kontrollgruppe hatte die Tonübungen ohne begleitende Körperarbeit auszuführen. Nach einem Semester erfolgte durch Fragebogen die Evaluation des Übungsprogramms in der Übe-, Konzert- und Unterrichtspraxis. An der Befragung nahmen die Lehrpersonen und die Schüler teil.



Abbildung 23: Evaluation Übungsrepertoire

7.2 Das Übungsrepertoire

Den Kern des Übungsrepertoires bildeten einfache Körperübungen, die ein bewusstes Aktivieren der beschriebenen Muskelgruppen schulten und mit Übungen der Tonbildung zu kombinieren waren. Wichtiges Prinzip dieser Übungen war die Kombination der Muskelaktivierungen mit der Klangproduktion in folgendem Spannungsverlauf:

¹⁸ Skript und Powerpoint-Präsentation der Workshops sind abrufbar unter: https://elearning.hslu.ch/ilias/goto.php?target=fold_800155&client_id=hslu.

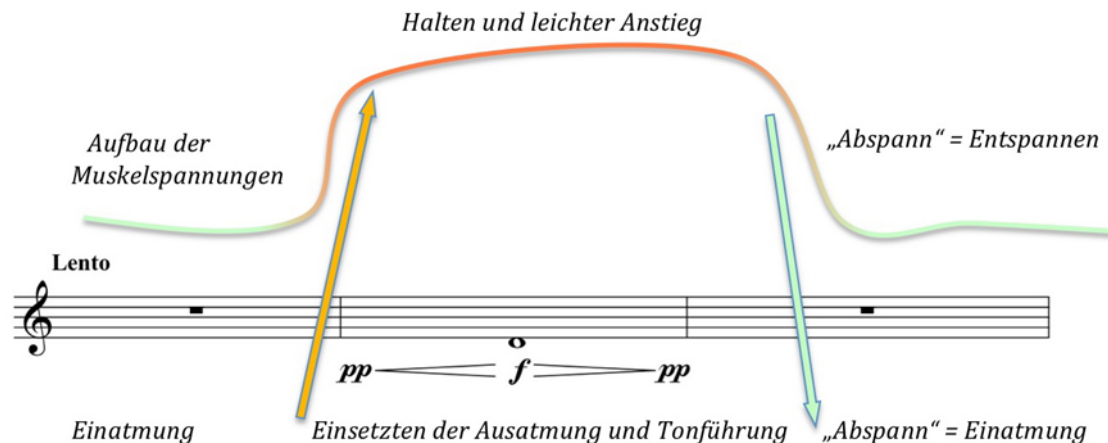


Abbildung 24: Spannungsverlauf der Muskelaktivierungen der Spielhaltung «af» während der Tonübung «Messa di Voce». Der Verlauf der Spannungskurve zeigt deutlich, dass sich die Intensität des Luftstromes (traditionell schematisch durch die crescendo-diminuendo-Gabel dargestellt) und die Spannungen der Muskelaktivierungen nicht parallel verhalten.

Die geschwungene Kurve entspricht dem Spannungsverlauf der Muskelaktivierungen. Wichtig ist, dass die Spannung bereits vor der folgenden klangauslösenden Ausatmung auf dem für die Klangproduktion erforderlichen Niveau ist. Das Loslassen der für «af» charakteristischen Muskelspannungen – sie können auch als Stützspannungen bezeichnet werden – muss reflexartig die Einatmung auslösen.

Die Übung «Messa di Voce» als Koordination von Körperarbeit, Luftführung und musikalischer Gestaltung kann modellhaft auf viele weitere Tonübungen übertragen werden. So können der musikalischen Praxis entsprechend zusätzlich verschiedene Tonhöhen (Fingerbewegungen), verschiedene Registerlagen (Anpassen der Resonanzräume) und verschiedene Artikulationen (Zungenform, -position und Bewegung) in diese Grundübung integriert werden. Das detaillierte Beschreiben weiterer Tonübungen sowie das Training zur isoliert gesteuerten Aktivierung der drei Muskeln Gastrocnemius, Hamstrings und Latissimus würden den Rahmen dieses Berichtes sprengen. Ein Lehrmittel, in dem dies ausführlich dargestellt und mit weiteren Aspekten der Tonbildung¹⁹ kombiniert wird, ist in Planung.

Die nachfolgenden Übungen geben lediglich einen Einblick in die längere und konsequent zu verfolgende Körperarbeit, wie sie zur Erlangung jeglicher instrumentaltchnischer Kompetenz notwendig ist. Zunächst sind die Übungen ohne Instrument auszuführen, danach können die trainierten Spannungsverläufe mit dem Zyklus von Ein- und Ausatmung während der simulierten Klangproduktion kombiniert werden. Erst dann empfiehlt sich die Kombination mit den instrumentalen Tonübungen und mit der musikalischen Praxis. Die Beiden Übungen lassen sich auch gut miteinander kombinieren.

¹⁹ Dazu gehören unter anderem: Ausformung von Resonanzräumen im Mund und Rachenbereich, Vokalformung, Bewegung, Position und Form der Zunge bei der Artikulation und bei ausgehaltenen Tönen, Ansatzformung, Kieferposition, Einsatz der Kiefermuskulatur, Kehlkopfstellung.



Abbildung 25: Übung zur Aktivierung des Gastrocnemius (und Hamstrings²⁰):

Die Fersen einige Zentimeter vom Boden anheben. Das Gewicht ist gleichmässig auf Grosszehen- und Kleinzehenballen verteilt. Rhythmisch auf und ab wippen, wobei die Knie gestreckt bleiben und der ganze Körper «wächst». Wenn die Waden müde werden, langsam die Fersen zum Boden senken. So stehen, dass jederzeit das Wippen wieder aufgenommen werden könnte. Die auf diese Weise entstehende, leichte Spannung in Fussgewölben und den Waden soll erhalten bleiben, wenn nun mit dem ausatmenden Luftstrom die Tonführung imitiert wird. Das Loslassen der Spannungen soll dazu führen, dass die Einatmung reflexartig erfolgt.



Abbildung 26: Übung zur Aktivierung des Latissimus mit Theraband: Durch das Herunterziehen der Arme gegen den Widerstand des Therabandes wird der Latissimus aktiviert. Ziehen = Ausatmen und imaginäre Klangproduktion, Loslassen = Abspannen, reflexartiges Einatmen. Zu beachten ist, dass beim Ziehen des Therabands nach unten der ganze Körper stabil stehen bleiben muss, er darf nicht nach vorne oder zurück schwanken, und es soll kein Hohlkreuz entstehen. Die so entstehende Spannung des Muskels kann gut in die Haltung und Arbeit mit dem Instrument adaptiert werden. Der Zyklus der Aus- und Einatmung wird von der Spannung und Entspannung des Muskels begleitet.

²⁰ Die Aktivierung der Hamstrings muss mit dieser Übung nicht zwingend erfolgen. Auf spezifische Übungen zur Aktivierung der Hamstrings wird an dieser Stelle jedoch aus Platzgründen verzichtet.

7.3 Auswertung des Feldversuches

Die Auswertung der Fragebogen lässt den Schluss zu, dass der Praxisteil mit den Praxispartnern und den teilnehmenden Schülern erfolgreich verlaufen ist und gewinnbringend abgeschlossen werden konnte (vgl. Anhang, Kapitel 12, Evaluation Feldversuch).

Die Praxispartner waren in relativ kurzer Zeit in die Projektidee eingeführt, deren teilnehmende Lehrpersonen dann theoretisch und praktisch geschult worden. Sie profitierten sowohl als ausübende Musiker/innen in hohem Mass vom Gelernten, als auch in ihrer pädagogischen Tätigkeit; es wäre allerdings spannend zu prüfen, wie lange der Elan nach solchen Workshop-Interventionen anhält bzw. wann der Alltag seinen Tribut zu fordern beginnt, in dem Routine zu Ermüdungserscheinungen führt. Es zeigt sich aber, dass die Schulung der eigenen Fähigkeiten und die eigenen Einsichten und Überzeugungen unabdingbar sind für den Erfolg im Unterricht. Nur so können Lehrpersonen ihre Vorbildfunktion wahrnehmen.

Auch die teilnehmenden Schüler/innen profitierten allesamt. Dass das von der aktiv teilnehmenden Gruppe in beträchtlich höherem Mass gesagt werden kann – was sowohl von ihr selbst als auch den Lehrpersonen bestätigt wird – zeigt auf, dass das Projekt Ideen verfolgt, die nicht nur bei professionellen Musikern und Musikstudierenden zu mehr Lernerfolg führen können. Tatsächlich sieht es so aus, dass das Verständnis von Jugendlichen und erwachsenen Laienschülern für Abläufe und Hintergründe zu grösseren Über Erfolg führen kann.

Die Zeit, die für die Arbeit zur Verfügung stand, war knapp bemessen; dennoch stimmen die Resultate nur zuversichtlich. Dass die Anzahl der Schüler/innen zwischen der Gruppe, die in den Körperübungen geschult wurde, und der Kontrollgruppe so unterschiedlich gross war, lag darin begründet, dass gewisse Praxispartner Mühe bekundeten, Schüler/innen explizit von etwas auszuschliessen, von dessen Qualität und Richtigkeit sie bereits überzeugt waren. Dennoch können die Aussagen der Kontrollgruppe ernst genommen werden, wenn auch zum Teil mit etwas Vorsicht. Der Verdacht, dass die Fragebogen sehr schnell ausgefüllt worden waren, lässt sich nicht ganz enthärten.²¹

8 Verbesserungsmöglichkeiten des Projektdesigns

8.1 Ökonomischer Umgang mit der Anzahl von Hypothesen

Die grösste Schwierigkeit im Projekt zeigte sich in der grossen Anzahl von Hypothesen. Da allein zur Überprüfung der Haltungsmuster schon sechs Muskelhypothesen (links und rechts je eine Muskelgruppe) notwendig waren, summierten sich diese mit den Klanghypothesen zu einer Anzahl von Hypothesen, die eine Überprüfung durch multivariate statistische Tests schwierig machten. Der Projektverlauf legt es im Rückblick nahe, dass zunächst einfache und allgemeine Merkmale der Klangqualität zu bestimmen gewesen wären, zeigt aber auch, dass sich die sprachlich formulierten Klangeigenschaften nur mit einer grösseren Anzahl Hypothesen quantifizieren liessen. Sinnvoll könnte es sein, die

²¹ Die Kritik einiger Praxispartner an der extremen Ausführlichkeit der Fragebogen wurde gehört, dennoch lässt sich diese begründen. Die Fragebogen enthielten zur Überprüfung manchmal identische Fragen unter verschiedenen Gesichtspunkten. Und wir folgern, dass sie zum grossen Teil standgehalten haben. Leider muss auch eingestanden werden, dass einige Fragen missverständlich formuliert waren und entsprechend die Antworten ausfielen. Dies betraf jedoch nur den einen Bereich, in dem das Verständnis der neuen Art der Stützarbeit eruiert werden sollte. Andere Frageteile, die indirekt auch darauf abzielten, erbrachten in Form von Resultaten den Beleg, dass diese Art durchaus richtig unterrichtet worden war.

Klangbeispiele in eine musikalisch natürliche Syntax zu fassen, danach aber die Untersuchungen auf einzelne Töne und gezielt auf einzelne Klangparameter zu fokussieren. Vor der Datenaufbereitung und Analyse müssten die zu untersuchenden Töne oder Tonbereiche aus den Aufnahmen und den EMG-Daten ausgeschnitten werden. Dies bedingt eine vollkommene Synchronisierung zwischen den EMG- und den Audio-Daten.

Der Vergleich der beiden neu eingeübten Spielhaltungen mit der gewohnten Spielweise konnte nicht näher untersucht werden, da die zu überprüfende Datenmenge mit den zur Verfügung stehenden Mitteln nicht vollständig ausgewertet werden konnte. Zusätzlich wiesen die EMG-Werte der gewohnten Spielweise – sie erfolgte ohne spezielle Instruktionen – deutlich die höchsten Signalausschläge auf, die auf unbewusste Bewegungsimpulse zurückgeführt wurden. Da mit Durchschnittswerten über grössere Zeitabschnitte operiert wurde, musste angenommen werden, dass die Signalspitzen sich gegenseitig aufhoben und kein klares Bild der tatsächlich klangrelevanten Muskelaktivitäten der gewohnten Spielweise gewonnen werden konnte.

Hinsichtlich der Methodik im Instrumentalunterricht wäre dieser Vergleich der gewohnten Spielweise mit «af» weiterhin sehr aufschlussreich. Durch zeitliche Eingrenzung der untersuchten Sequenzen könnte die Versuchsanordnung besser auf diese Zielsetzung ausgerichtet werden, gleichzeitig liesse sie sich dank technischen Neuerungen auf dem Gebiet der EMG (Verfolgen des EMG Signals in Echtzeit, Kabellose Übertragung der Impulse) mit vereinfachten Vorkehrungen durchführen.

8.2 Reduktion der Datenmenge durch Optimierung der Versuchsanordnung

In der angewandten Versuchsanordnung mussten die Probanden innerhalb von circa 15 Minuten die neuen Haltungsmuster einüben. Nur etwa ein Drittel der Probanden konnte dies in dieser kurzen Zeit auch zuverlässig umsetzen. Wir wählten diesen Modus, um die Probanden nur an einem Termin aufbieten zu müssen und um die variablen Faktoren unterschiedlicher Tagesform und unterschiedlicher Blattqualität einzugrenzen. Jedoch wäre eine längere, auch bis zu mehreren Wochen dauernde Trainingszeit sinnvoller. Die unterschiedlichen Haltungsmuster werden dann zuverlässiger umgesetzt. Ein Nachweis der Unterschiede der beiden Spielweisen anhand der EMG-Daten wäre auch durch folgendes Procedere möglich: Workshop zur Vermitteln der Haltungsmuster; Trainingszeit von zwei bis drei Wochen; Wiederholungsworkshop mit Korrekturen; Trainingszeit von zwei bis drei Wochen; Messungen.

9 Schlussfolgerung

Der Einsatz der Muskeln Gastrocnemius, Hamstrings und Latissimus beim Klarinettenspiel führt bei einer Mehrheit von Klarinettenisten/-innen zu einer Optimierung der Klangqualität. Im Vergleich dazu ist die Nichtaktivierung der genannten Muskeln mit einem schlechteren Klangresultat verbunden. Was so als Hypothese bei Projektstart vorlag, konnte durch klangästhetische Beurteilungen durch Fachpersonen in Verbindung mit den EMG-Daten untermauert werden. Die vorliegende Studie legt zudem nahe, dass sich die beobachteten Muskelaktivierungen von Musculus gastrocnemius (stellvertretend für die tiefer liegende Unterschenkelmuskulatur), Musculus ischiocruralis (Hamstrings) und Musculus latissimus dorsi in einer weiteren kinetischen Kette fortsetzen, die sich über den Beckenbereich zur Wirbelsäule bis in die obere Rumpf- sowie in die Hals- und Kopfregion fortsetzt. Hier findet der direkte Kontakt mit dem Instrument statt und führt zu einer intersubjektiv besser beurteilten Klangqualität im Vergleich zur Spielweise mit Entspannung der betreffenden Muskeln.

Die ursprüngliche Annahme, dass der obere Anteil der geraden Bauchmuskulatur bei dieser Spielhaltung entspannt bleibt, hat sich in den vorliegenden Messungen als Irrtum erwiesen. Es muss angenommen werden, dass sie in «af» antagonistisch zum breiten Rückenmuskel eingesetzt wurde.²² Ausgehend von den Resultaten des Vorprojektes kann jedoch vermutet werden, dass sich bei längerem, wiederholtem Training in der Spielweise «af» die Aktivität der oberen Anteile des Rectus minimiert und gezielt nur die unteren Anteile der Bauchmuskulatur eingesetzt werden.

Im Vergleich zur Spielhaltung «af» resultiert aus der Spielhaltung «ef», bei welcher der Rectus abdominis (gerade Bauchmuskulatur) und der Musculus trapezius descendens (Kapuzenmuskel) *nicht* kompensatorisch eingesetzt werden, eine schlechtere Klangqualität. Der Musculus gastrocnemius, der Musculus ischiocruralis (Hamstrings) und der Musculus latissimus dorsi werden hier nicht bewusst aktiviert. Da dieser Effekt unabhängig von instrumentalspezifisch wichtigen Faktoren festgestellt wurde,²³ darf angenommen werden, dass die nachgewiesene Klangrelevanz «ansatzferner» Muskeln auch bei anderen Blasinstrumenten einen positiven Einfluss auf die Klangqualität ausübt.

Schwierig gestaltete sich der Versuch, sprachlich formulierten Parametern des Klanges bestimmte Prisma-Features zuzuordnen. Die Prisma-Features erweisen sich jedoch als geeignet, um den zusammenfassenden positiven bzw. negativen Höreindruck verschiedener Spielweisen vorauszusagen. Mit Blick auf die Praxisphase kann die Auseinandersetzung mit der favorisierten Spielweise «af» auf professioneller wie auch auf Anfängerstufe als sehr lohnenswert bezeichnet werden. Das Üben, die Konzert- und Probepraxis wie auch der Instrumentalunterricht sind die geeigneten Anwendungsgebiete.

Die Ergebnisse der Praxisphase und der empirischen Tests versprechen eine lohnende Auseinandersetzung mit der favorisierten «Spielweise mit aktiviertem Fussgewölbe» in der Anfänger- bis zur professionellen Stufe. Grössere Effizienz beim Üben und eine Steigerung der instrumentalen Kompetenzen im Bereich der Tonbildung sind damit verbunden. Das Üben, die Probe- und Konzertpraxis sowie die Methodik des Instrumentalunterrichtes sind die gegebenen Anwendungsgebiete.

10 Literatur

- Johann Friedrich Agricola (1757): Anleitung zur Singkunst. Aus dem Italiänischen des Herrn Peter Franz Tosi. Berlin
- Roland E. Anfinson (1969): A cinefluorographic investigation of selected clarinet playing techniques. In: Journal of research in music education 17(2):227-39
- Isabelle Cossette (2002): Mécanique respiratoire des flûtistes professionnels. In: Revue des Maladies Respiratoires 19(2):197-206
- Claudia Fritz, Joe Wolfe (2003): Acoustic impedance measurement of the clarinet player's airway. Contribution at Stockholm Musical Acoustics Conference, August 2003
- Claudia Fritz, Joe Wolfe (2005): How do clarinet players adjust the resonances of their vocal tracts for different playing effects? In: Acoustical Society of America Journal 118(5):3306-3315

²² Vgl. dazu auch den bionischen Ansatz für ein transkutanes Dosierungssystem in der Präsentation von Laura Tomatis (www.poh.ethz.ch/kit_works/p_tomatis, Seite 7, Trunk Stability, 2009).

²³ Zu diesen Faktoren gehören beispielsweise: Ansatzformung, Kieferposition, Einsatz der Kiefermuskulatur, Vokalformung durch Zungenposition und Form, Ausformung der Mundhöhle Rachenöffnung und Kehlkopfstellung.

- Claudia Fritz, René Caussé, Jean Kergomard, Joe Wolfe (2005): Experimental study of the influence of the clarinetist's vocal tract. Forum Acusticum. Budapest, 2005
- Johanna Gutzwiller (1997): Körperklang – Klangkörper. Aarau: Musikedition Nepomuk
- Johanna Gutzwiller (2003): Von der Schwierigkeit der Musikerinnen und Musiker, einen Körper zu haben. In: Musik und Medizin: Zwei Künste im Dialog, hrsg. v. Annette Landau und Peter Stulz. Zürich: Chronos 2003
- Trevor Hastie, Robert Tibshirani, Jerome Friedman (2009): The elements of statistical learning: data mining, inference, and prediction. New York: Springer (2. Auflage)
- Tom Johnstone, Klaus Scherer (1995): Spectral measurement of voice quality in opera singers: the case of Gruberova. In: Proceedings of the XIIIth International Congress of Phonetic Sciences, Stockholm, 13-19 August 1995. Stockholm: Royal Institute of Technology Department of Speech Communication and Music Acoustics, Volume 1:218-221
- Susanne Klein-Vogelbach, Albrecht Lahme, Irene Spirgi-Vogelbach (2000): Musikinstrument und Körperhaltung. Berlin/Heidelberg: Springer
- Renate Klöppel (1999): Das Gesundheitsbuch für Musiker. Kassel: Gustav Bosse
- Ulrich Mahler (2006): Handbuch Üben, Wiesbaden/Leipzig: Breitkopf & Härtel
- Gerhard Mantel (1987, 1999): Cello üben: Eine Methodik des Übens nicht nur für Streicher. Mainz: Schott
- Gerhard Mantel (2001, 2004): Einfach üben: 185 unübliche Überezepte für Instrumentalisten, Mainz: Schott
- Antony Pay (1995): The mechanics of playing the clarinet. In: The Cambridge companion to the clarinet, ed. by Colin Lawson. Cambridge: Cambridge University Press, 107-122
- Johann Joachim Quantz (1752): Versuch einer Anweisung die Flöte traversière zu spielen. Berlin
- Juan G. Roederer (1995): Physikalische und psychoakustische Grundlagen der Musik. Berlin: Springer (3., überarbeitete und erweiterte Auflage)
- Margot Schäufele Osendorf (2005): Die Atemschule, Studienbuch Musik. Mainz: Schott
- Laura Tomatis (2009): Posture, Movement and Communication. ETH-Z & KIT Joint Workshop of a Good Life in Health and Work. Zürich (www.poh.ethz.ch/kit_works/p_tomatis, Zugriff 4. Oktober 2012)
- Charles O. Veazey (1991): Beobachtungen von Kehlkopfbewegungen bei Spielern von Holzblasinstrumenten während des Spiels unter Verwendung eines fiber-optischen Laryngoskops. In: Tibia: Magazin für Freund alter und neuer Bläsermusik 16(2):437-442
- Raymond L. Wheeler (1973): Tongue registration and articulation for single and double reed instruments. In: NACWPI Journal 22(1):3-12
- Raymond L. Wheeler (1977): Pedagogic concepts for reed instrument performance. Based on cineradiographic research of the oral cavity. In: NACWPI Journal 25(3):3-10
- Teresa Delaine Wilson (1996): The measured upstream impedance for clarinet performance and its role in sound production. Thesis (Ph. D.), University of Washington

Anhang

11 Erklärung sämtlicher PRISMA-Features

11.1 Zeitpunkte

Um möglichst rasch eine Synchronisation mit den EMG-Daten zu erhalten, wurden die Zeitpunkte des Klicks und ausgewählte Tonanfänge (Onsets), sowie das Ende des Schlusstons manuell bestimmt. Daraus wurde die mittlere Tondauer berechnet. Diese Daten sind – für alle gespielten Wiederholungen aneinander gehängt – in den Textfiles mit der Endung «_ons.txt» gespeichert.

Zur eindeutigen Orientierung wurden die Töne der einzelnen Klangbeispiele mit einem Ton-Index durchnummeriert. Dieser darf nicht mit den detektierten Tonanfängen (gtan) und -enden (gten) (Grossframe-Indices) verwechselt werden, die automatisch aus den ermittelten Grundfrequenzen bestimmt wurden. Anfänge von wiederholten Tönen konnten so nämlich nicht ermittelt werden, weshalb sich die Indexreihen unterscheiden. Für alle Schlusstöne und den Anfangston des Klangbeispiels IV wurden die Zeitpunkte (Grossframe-Indices) der grössten Lautstärke (gtdb) und der tiefsten Intonation (gtct) ermittelt. Bei den Klangbeispielen II und IV wurde die Verschiebung des Toneinsatzes gegenüber dem extrapolierten Metronomsignal (tva) in PRISMA-Frames (17.4 ms) und Vielfachen einer 64tel-Note berechnet. Ausgegeben wird auch die Dauer eines Grossframes (glfra) in Sekunden. Alle diese Daten sind – zusammen mit den High-Level-Features – in den Textfiles mit der Endung «_hlf.txt» gespeichert.

11.2 Shorttime Features

Shorttime-Features sind Features, die innerhalb eines jeden Grossframes (der Länge glfra, die zwischen 25 und 50 ms beträgt) definiert sind und somit der Veränderung des Klangs im Lauf des Spielens folgen können. Es gibt Shorttime-Features, die bestimmte Energieanteile im Klang charakterisieren; andere haben mit der Grundfrequenz, also der Tonhöhe, und der Oberton-Struktur des Klangs zu tun, wieder andere beschreiben die Klangfarbe oder den Rauschanteil. Selten kann man einem Feature eine einzige hörbare Eigenschaft direkt zuordnen; oft braucht man zur Beschreibung von Rauschen oder bestimmten Klang-Qualitäten (Linear)Kombinationen mehrerer Features. Alle Daten der Shorttime-Features sind in den Textfiles mit der Endung «_stf.txt» gespeichert.

Variablennamen

y	...	Zeitsignal, abgetastet mit
fs	...	Samplingfrequenz (44100 Hz)

A ... Amplitudenvektor aus der FastFourierTransformation (FFT) und zugehöriger
 F ... Frequenzvektor aus der FFT, berechnet mit der matlab- Funktion
 on[F,A]=PRISMA_specdata(y,fs)
 fu ... Grundfrequenz, berechnet mit der matlab-Funktion fu=PRISMA_fundfreqgcd(F,A,...)
 fref ... Sollfrequenz des gespielten Tons bezüglich a1 = 442 Hz
 fmax ... Obere Messbereichsgrenze (20 kHz)
 dltc ... Bandbreite (20 Cent) um harmonische Teiltöne

Energie der Teiltöne 1 ... 11, Spectral Centroid, Brightness, High-to-Signal-Ratio, Local-Maxima Rate, Harmonic Slope und Harmonic Correlation berechnet die matlab- Funktion [ambands,featvec] = PRISMA_shorttimefeatures(y,F,A,fu,fmax,dltc).

Harmonic Slope und Harmonic Correlation benötigen zusätzlich [u,cor] = linregweight(log(F/fu),log(E/Emax),1)

Variable	Shorttime-Feature	Einheit	Definition
gen	Signalenergie	dB	$en = 20 \cdot \log_{10}(A \cdot A')$ aus dem Quadrat aller Amplituden
gfu	Grundfrequenz	Hz	berechnet nach einem hybriden Verfahren von Franz Bachmann und Michael Bernhard im Frequenz- und Zeitbereich
gct	Intonation	Cent	$ic = 1200 \cdot \log(f/fref)/\log(2)$, ein Mass für die Abweichung der gespielten Tonhöhe (Grundfrequenz) vom Sollwert, wobei 1 Cent einem Hundertstel Halbton oder 1 Oktave 1200 Cent entspricht
gsf	Sollfrequenz	Hz	$fref = (12 \cdot \sqrt{2})^k \cdot 442$ Hz, wobei k die Zahl der Halbtonschritte ist, die zwischen a1 und dem gespielten Ton liegen
gsn	Tonname		Spielbereich c0 bis h4
ga01 : ga11	Energie der Teiltöne 1 ... 11	dB	Energieanteil im Frequenzband mit einer Breite von ± 20 Cent um das 1. bis 11. Vielfache der Grundfrequenz
gsc	Spectral Centroid	Hz	$sc = (F \cdot A') / \text{sum}(A)$, sozusagen der geometrische Schwerpunkt des Frequenz-Amplitudenspektrums
gbr	Brightness		$br = sc/fu$, Spectral Centroid bezogen auf die Grundfrequenz, gibt den Schwerpunkt also wie einen Teilton an
ghi	High-to-Signal-Ratio	dB	$hi = 10 \cdot \log_{10}(\text{sum}(E_{hi})/\text{sum}(E_{al}))$, wobei E _{hi} die Summe der Energien in den Frequenzbändern der Teiltöne ab 2 ist, E _{al} die Summe der Energien aller Frequenzbänder
glr	Local-Maxima-Rate		Anzahl lokaler Maxima bezogen auf die Gesamtlänge im Zeitsignal, berechnet mit der matlab-Funktion lokmax(y)
ghs	Harmonic Slope		Steigung der Regressionsgeraden über alle Teiltöne im logarithmierten Frequenz-Amplitudenspektrum
ghc	Harmonic Correlation		Gütemass für die Regressionsgerade

11.3 Tonbereiche und False-True-Tabellen

Um die Tonbereiche zu lokalisieren, deren Klangeigenschaften (Shorttime-Features) speziell untersucht werden sollen, wurden False-True-Tabellen erstellt, die der Matrix-Struktur der Grossframes entsprechen und an den interessierenden Stellen eine «1» enthalten, andernorts überall eine «0». Die False-True-Tabellen sind als Textfiles mit der Endung «_ftt.txt» gespeichert.

Klangbeispiel I

Tonbereich	Definition
1	Ton 2-3 (notiert a0, Achtel+Viertel, piano)
2	Ton 8-9 (notiert a0, Achtel+Viertel, forte)
3	Schlussston erste Achtel
4	Schlussston letzte Achtel
5	Schlussston Achtel um lautesten Moment
6	Schlussston ab lautestem Moment bis Ende

Klangbeispiel II

Tonbereich	Definition
1	Vorlauf ein Viertel vor Triolenbeginn
2	Ton 1, erster Triolenton (notiert a2)
3	Ton 2, zweiter Triolenton (notiert a2)
4	Ton 3, dritter Triolenton (notiert a2)
5	Ton 4 (notiert a2)
6	Ton 9 (notiert h2 staccato)
7	Ton 10 (notiert d3 staccato)
8	Ton 15 (notiert h2 legato)
9	Ton 16 (notiert d3 legato)
10	Schlussston Achtel nach lautestem Moment
11	Schlussston letzte Achtel
12	Schlussston ganz

Klangbeispiel III

Tonbereich	Definition
1	Ton 10 (notiert d3)
2	Ton 11 (notiert e3)
3	Ton 12 (notiert fis3)
4	Ton 13 (notiert g3)
5	Schlussston ganz

Klangbeispiel IV

Tonbereich	Definition
1	Vorlauf ein Viertel vor Toneinsatz
2	Anfangston Beginn bis maximale Lautstärke
3	Anfangston Achtel um lautesten Moment
4	Ton 4 erste Viertel (notiert eis3)
5	Schlussston ab lautestem Moment bis Ende

Achtung: Grundsätzlich dürfen nur Tonbereiche und Features desselben Klangbeispiels miteinander verglichen werden – also verschiedene Probanden, verschiedene Spielweisen und die gespielten Wie-

derholungen. Vergleiche zwischen verschiedenen Klangbeispielen sind nicht möglich, auch wenn die Tonbereiche gleich nummeriert sind.

11.4 High-Level Features

High-Level-Features sind Features, die über mehrere Grossframes hinweg berechnet werden. Sie charakterisieren Klangeigenschaften einzelner Töne oder Phrasen. Die folgenden High-Level-Features wurden für alle Klangbeispiele berechnet; weitere sind bei den einzelnen Klangbeispielen beschrieben. Um eine bessere Zeitauflösung und Rechengenauigkeit zu erreichen, wurden die High-Level-Features in PRISMA-Frames berechnet und – falls nötig – anschliessend in Grossframes umgerechnet. Zusammen mit den ermittelten Zeitpunkten sind die High-Level-Features in den Textfiles mit der Endung «_hlf.txt» gespeichert.

Variable	High-Level-Feature	Einheit	Definition
Mm	Gespieltes Tempo	MM	effektiv gespieltes metronomisches Tempo, berechnet aus den manuell bestimmten Einsatzzeitpunkten (Onsets)
Tqu	Trefferquote	%	Anzahl Frames, in denen gewünschte Töne erkannt wurden bezogen auf die Anzahl Frames, in denen sie den Noten erklingen müssten
Osc	Overall Spectral Centroid	Hz	$osc = (F * A') / \sum(A)$ über eine gesamte Wiederholung des Klangbeispiels, sozusagen der geometrische Schwerpunkt des Frequenz Amplitudenspektrums
gtan	Tonanfänge		Grossframe-Indices der detektierten Tonanfänge e (ohne wiederholte Töne)
gten	Tonenden		Grossframe-Indices der detektierten Tonenden (ohne wiederholte Töne)
gtdb	Lautester Moment		Grossframe-Index des lautesten Moments im Schlussston (Spalte 2) und im Anfangston von Klangbeispiel IV (Spalte 1)
gtct	Tiefste Intonation		Grossframe-Index des Moments der tiefsten Intonation im Schlussston (Spalte 2) und im Anfangston von Klangbeispiel IV (Spalte 1)
Hier folgen die speziellen High-Level-Features der einzelnen Klangbeispiele:			
ceg	Intonation/Dynamik	Cent/d B	Interpolierte Steigung der Intonation bei Lautstärkeänderung zwischen Lautstärke-Maximum und Tonende der jeweiligen Schlussstöne
glfra	Dauer Grossframe	ms	Dauer eines Grossframes (wird nur im Textfile in Millisekunden angegeben)

12 Evaluation Feldversuch

Die 14 Lehrpersonen arbeiteten insgesamt mit 35 aktiv Teilnehmenden und 12 Kontrollschüler/innen während eines Semesters. Die Kontrollgruppe übte nur die Tonübungen, die aktiv Teilnehmenden

machten vor den Tonübungen die vorgeschlagenen Körperübungen. Am Schluss wurden alle Lehrpersonen und Teilnehmenden mit einem Fragebogen über ihre persönlichen Erfahrungen befragt, die Lehrpersonen beantworteten zusätzlich einen Fragebogen über ihre Erfahrung mit den Schüler/Innen. Erfasst wurden so insgesamt 106 Fragebogen. Im Folgenden werden die Resultate zusammengefasst, diskutiert und die Auswertung wiedergegeben (nicht aber die Angaben der Freitextfelder).

12.1 Lernkriterien

Lehrpersonen

Die Lehrpersonen haben im eigenen Instrumentalspiel eindeutig vom Übungsrepertoire profitiert und ausnahmslos alle setzen die neue Stütztechnik gerne bei ihrer instrumentalen Arbeit ein.

Kontrollgruppe

Diese Teilnehmenden sagen, dass sie mit grosser Wahrscheinlichkeit die Tonübungen richtig machen und diese besser können als zu Beginn. *Dieses Resultat darf nicht erstaunen, denn es ist immerhin anzunehmen, dass bei jedem Musikschüler ein Fortschritt festzustellen ist, wenn er übt.*

Aktiv Teilnehmende

Diese Gruppe hat gelernt, die Körperübungen alleine richtig auszuführen und ist absolut sicher, dass die Tonübungen besser gelingen als zu Beginn.

Lehrpersonen über die Kontrollgruppe

Die Lehrpersonen geben an, dass die Schüler/innen der Kontrollgruppe die acht instrumentaltechnischen Lernziele mit einer Ausnahme zufriedenstellend erreicht haben. Wirklich gut erreicht wurden sie von lediglich einem Fünftel; Ausnahme sind Gehörschule und Ausbildung der Klangästhetik, die erfreulicherweise bei knapp der Hälfte mit gut angegeben wird. Dass damit ein wichtiger Aspekt der Anliegen des Projektes erreicht wurde, spricht sicher für die Tonbeispiele als solches. Es wäre zu prüfen, wie diese bei Schülern/-innen wirken, deren Lehrpersonen nicht in einem Workshop ausführlich vorbereitet wurden.

Lehrpersonen über aktiv Teilnehmende

Erfreulich ist die Feststellung, dass durch die Teilnahme am Projekt eindeutig und ohne Einschränkung bei allen Teilnehmenden das Körpergefühl positiv beeinflusst wurde. Es sind die Kombinationen aller Aktivierungsmuster oder zumindest von zweien, die in den Tonübungen Erfolg bringen. Dies in absoluter Betonung beim zentralen Anliegen der Studie, beim Erlernen des «Messa di voce». Nicht so sehr erfolgreich sind die Aktivierungen der schnellen Staccatoübung.²⁴

12.2 Ergebniskriterien

Lehrpersonen persönlich

Die Lehrpersonen sehen qualitativ bei sich selbst eine positive Entwicklung der verschiedenen Parameter in der Instrumentaltechnik. In den insgesamt 14 erfragten Auswirkungen auf musikalische Aufgaben geben sie bei allen absolut erfreuliche Fortschritte an. Nur 9–16% erzielten bei 9 Auswirkungen

²⁴ Didaktisch führt der Weg, die Stützarbeit zu lernen, über das Legato. Da beim Staccato die Zungenartikulation den Fluss des Luftstromes unterbricht, ist auf die vorübergehend verlangsamte Geschwindigkeit des Luftstromes auch mit geringeren Druckverhältnissen in der Mundhöhle zu reagieren. Damit die Stütze derjenigen des Legato ähnelt, erfordern Staccato-Töne erhöhte Geschwindigkeit des Luftstromes.

keinen Fortschritt. Und einzig die Leichtigkeit und Variabilität der Zungenartikulation wird bei 39% nicht besser.

Erfreulich für das Projekt ist die Tatsache, dass 100% dank der Teilnahme am Projekt den Zusammenhang zwischen der allgemeinen Körperhaltung und der Klangqualität wahrnehmen.

Kontrollgruppe und aktiv Teilnehmende persönlich

Gefragt wird nach musikalischen Parametern wie Qualität des Tones, der Intonation, den dynamischen Gestaltungsmöglichkeiten, der Ansprache, der Luftführung und dem Ansatz. Die Kontrollgruppe stellt in beinahe allen, die aktiv Teilnehmenden mit Ausnahme des Ansatzes in allen erfragten Bereichen eine Veränderung fest. Quantitativ ist dies jedoch bei der aktiv teilnehmenden Gruppe wesentlich prononcierter der Fall. Dass der Ansatz gleich geblieben sei, stellen 90% der aktiv Teilnehmenden fest – im Unterschied zu den Lehrpersonen, die im Sinne der Erwartung durchaus einen Unterschied bei den aktiv Teilnehmenden sehen. Ein grosser, besonders relevanter Unterschied ist die Tatsache, dass die aktiv Teilnehmenden gelernt haben, leise und ohne Luftgeräusche zu spielen, was der Kontrollgruppe nicht erreichte. *Das spricht für die neue Stütztechnik, die bewusst erlernt wurde.*

Lehrpersonen über die Kontrollgruppe

Die Meinung der Lehrpersonen zur Luftführung widerspricht derjenigen der Schüler selbst, hingegen gehen sie mit diesen einig, wenn es sich um die Ansatzformung und -druck handelt.

Lehrpersonen über aktiv Teilnehmende

Sie bejahen mit grosser Überzeugung, dass sich die Luftführung, der Kräfteinsatz im Ansatzbereich, der Ansatzformung positiv verändert hat.

Veränderung von musikalischen Parametern

Was die Veränderung musikalischer Parameter betrifft, so sind diese bei der Kontrollgruppe nur zum Teil besser geworden. Die Veränderung spielt sich jedoch in einem Rahmen ab, der als «eher verbessert» taxiert wird. Deutlich verbessert hat sich keiner der erfragten Parameter. In der Gruppe der aktiv Teilnehmenden sieht das anders aus: Alle Parameter sind positiv verändert, zum Teil mit enormer Deutlichkeit.

12.3 Transferkriterien

Lehrpersonen persönlich

Durch die Auseinandersetzung mit den dem Projekt zugrunde liegenden Ideen und durch die praktische Auseinandersetzung damit findet ein Wissenstransfer statt. Die pädagogische und instrumentale Fähigkeit wird markant besser, erfreulicherweise auch der Umgang mit Anspannung beim Auftreten und – etwas weniger aber immer noch im positiven Bereich – die Aufmerksamkeit in der Ausübung, auch wenn 42% antworten, hier keine Veränderung erfahren zu haben.

Kontrollgruppe und aktiv Teilnehmende persönlich

Mehrheitlich sagen die Teilnehmenden von sich, dass sie sich eher besser zuhören als vor der Projektteilnahme, wobei die aktiv Teilnehmenden dies mit deutlicheren Zahlen zu erkennen geben. Zwei Drittel aller Teilnehmenden haben schon immer gerne geübt und bei genauso vielen hat sich das nicht geändert. Im Gegensatz zur Kontrollgruppe fühlen sich die Teilnehmenden in der aktiven Gruppe sicherer, lockerer und wohler beim Vorspielen. Und beide Gruppen sehen einen Zusammenhang zwischen der Körperhaltung und der Klangqualität.

Lehrpersonen zu Kontrollgruppe und aktiv Teilnehmenden

Es gibt einen eher positiven Einfluss zwischen der Durchführung der Übungen auf die allgemeinen Lernerfolge des Schülers. Jedoch ist im Sinne der Erwartung eher keine Veränderung der eigenen Körperwahrnehmung feststellbar. Interessant ist dabei, dass doch bei 36% klar eine Veränderung angegeben wird. Nicht klar ist, wodurch diese Veränderung hervorgerufen wurde. Bei den aktiv Teilnehmenden hat sich ebenso im Sinne der Erwartung die Körperwahrnehmung positiv verändert. Und dass 63% der Kontrollschüler bei der Klangproduktion bewusst auf die Körperhaltung achten, spricht dann dafür, dass sie das in dem Fall unter Umständen immer tun. *Die Frage stellt sich hier lediglich, worauf sie achten und ob sie konkrete Vorstellungen davon haben, was Körperhaltung denn heissen könnte und sollte. Alle Schüler werden in der Regel mit der Körperhaltung konfrontiert, wenn auch oft eher konfus.* Dass die aktiv Teilnehmenden mit mehr als zwei Dritteln bei der Klangproduktion klar auf die Körperhaltung achten, darf als Zeichen gewertet werden, dass sie den Transfer wirklich bewusst schaffen.

Bezüglich der Körperhaltung wird von 42% der Kontrollschüler gesagt, ihre aufrechte Haltung werde vom Aufbau der Atemstütze gefördert, bei 8% ergebe sich die Haltung durch eine betonte Ausatmung. Nicht klar ist, ob diese Haltung nun eine anscheinend gute oder schlechte sei. Und von 50% fehlen die Angaben. Anders sieht das in der Gruppe der aktiv Teilnehmenden aus: Hier wird bei 87% die aufrechte Körperhaltung durch die Atemstütze beeinflusst, bei 6% ergibt sich die Haltung durch die betonte Ausatmung.

Bei allen folgenden, nach ihren Veränderungen befragten Parametern zeigt die Gruppe der aktiv Teilnehmenden zum grossen Teil deutliche Veränderungen in die positive Richtung, die Kontrollgruppe deutliche Tendenz zu positiver Veränderung. Einzig in der Veränderung der Hörgewohnheiten schneidet sie besser ab. *Es könnte sein, dass die Konzentration auf den Körper die Möglichkeit zuzuhören vorerst eher hemmt als fördert. Das zeigen zumindest Workshops und Einzelstunden selbst mit Studierenden immer wieder auf. Dann würde diese Bewertung Sinn machen.*

Interessant ist die Beurteilung der Veränderung der Übe-Gewohnheiten. Während die Schüler/innen diesbezüglich keine Veränderung sehen, beurteilen die Lehrpersonen dies positiv, mehr bei den aktiv Teilnehmenden, aber als klare Tendenz auch bei der Kontrollgruppe. Diese Einschätzungen der Veränderungen generell sind ermutigend für die Beurteilung der Projektidee.

12.4 Auswertungen der Fragebogen

Nachfolgend sind die Auswertungen (ohne Antworten der offenen Fragen) wiedergegeben von:

- Auswertung Lehrpersonen persönlich;
- Auswertung durch aktiv teilnehmende Schüler/innen;
- Auswertung durch Schüler der Kontrollgruppe;
- Auswertung durch Lehrperson, Arbeit mit aktiv teilnehmenden Schülern/-innen.

Für das Verständnis der letzteren Auswertungen sind folgende Skizzen der Haltungsmuster hinzuzuziehen:



Skizze Haltungsmuster 1: Aufrechte Haltung



Skizze Haltungsmuster 2: Rücken hinter Becken



Skizze Haltungsmuster 3: Rundrücken



Skizze Haltungsmuster 4: Hohlkreuz

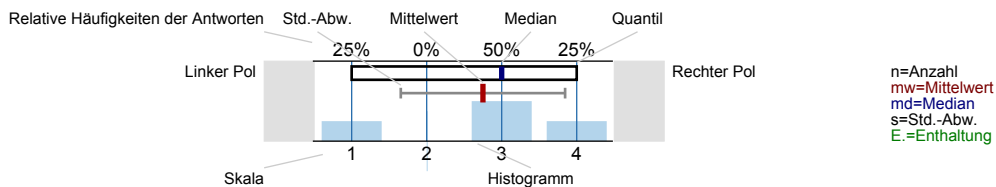
Heinrich Mätzener

Ergebnisse für DORE Praxis Auswertung Lehrpersonen persönlich ()
Erfasste Fragebögen = 14

Auswertungsteil der geschlossenen Fragen

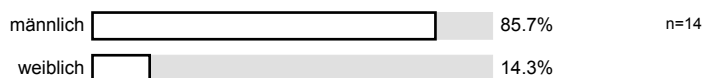
Legende

Fragestext

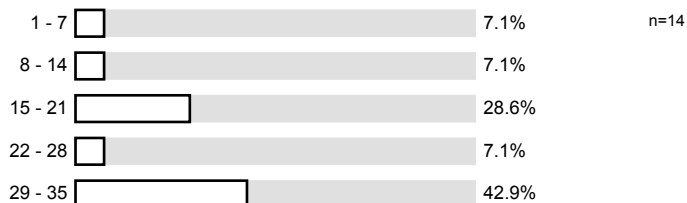


1. Allgemeine Angaben

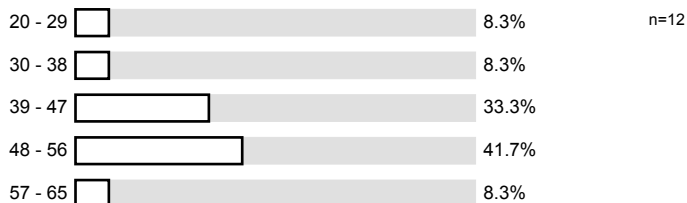
1.2 Geschlecht



1.3 Meine Unterrichtserfahrung in Jahren

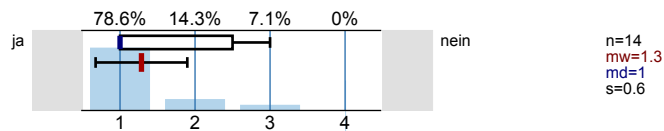


1.4 Mein Alter in Jahren

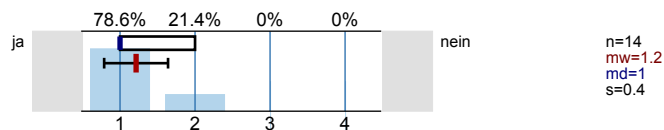


2. Akzeptanzkriterien Lehrperson

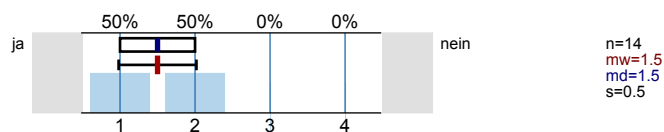
2.1 Vermittelten Ihnen die Workshops das Know-how der Technik „die Atemstütze auf die Füße stellen“?



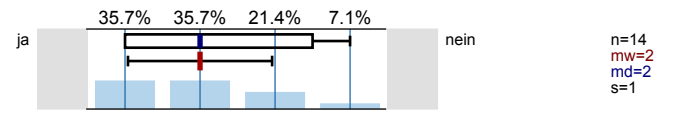
2.2 Hat Ihnen die Teilnahme am DORE Projekt bis anhin unbekannte Aspekte der Atemstütze vermittelt?



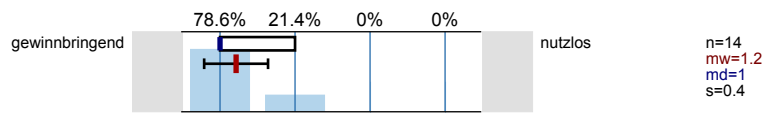
2.3 Wurde an den Workshops und anhand der begleitenden Lehrmittel (Skript und Powerpoint) verständlich aufgezeigt, wie die Körperarbeit mit den Tonübungen zu kombinieren sind?



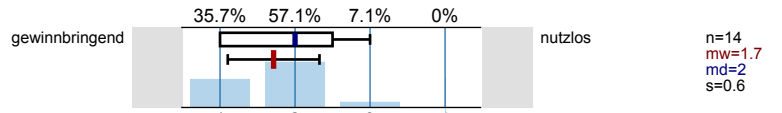
2.4 Haben Sie durch die Auseinandersetzung mit diesem DORE Projekt Ihre eigene Spielweise verändert?



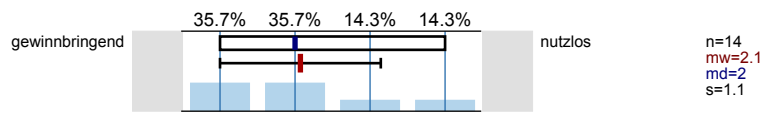
2.5 Aktivierung Fussgewölbe



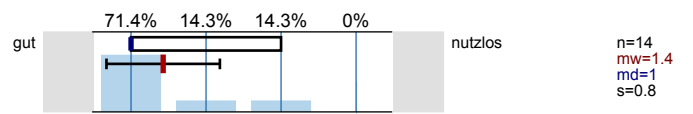
2.6 Aktivierung Hamstrings



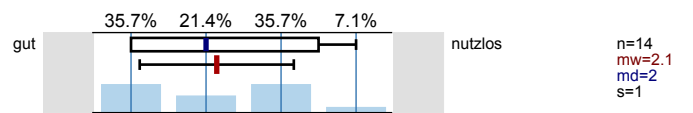
2.7 Aktivierung Latissimus



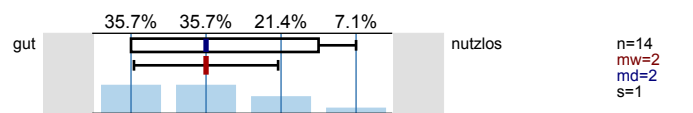
2.8 Igelbälle



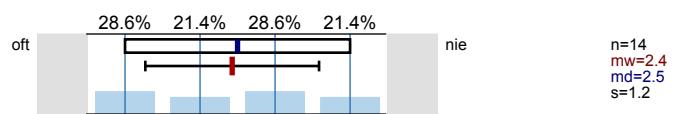
2.9 Theraband



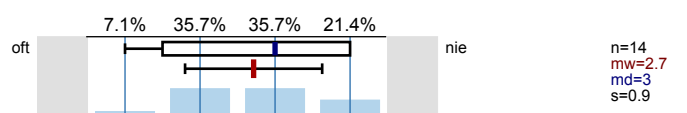
2.10 Gymball



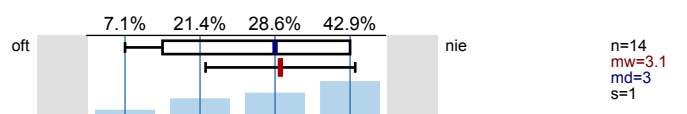
2.11 Igelbälle



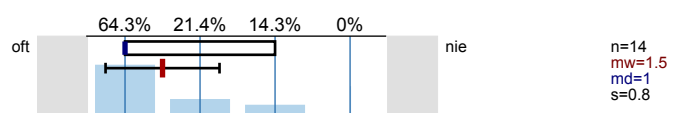
2.12 Theraband



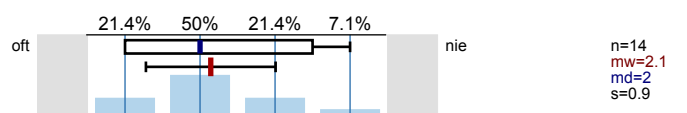
2.13 Gymball



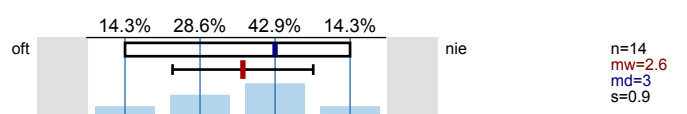
2.14 Aktivierung Fussgewölbe



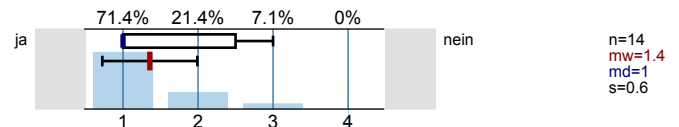
2.15 Aktivierung Hamstrings



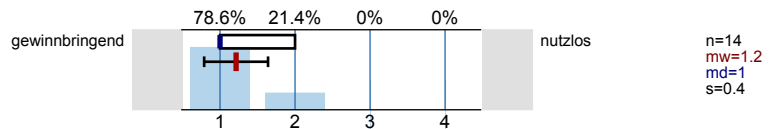
2.16 Aktivierung Latissimus



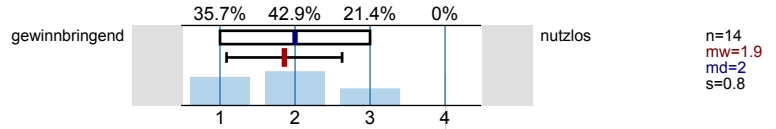
2.17 Stellen die Übungen der Körperarbeit eine sinnvolle Ergänzung zu Ihren gewohnten Unterrichtsinhalten dar?



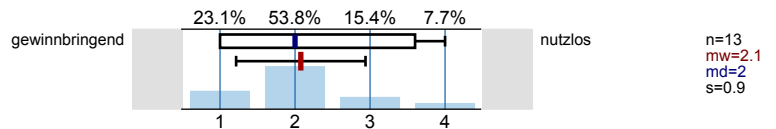
2.18 Übungen zur Aktivierung des Fussgewölbe



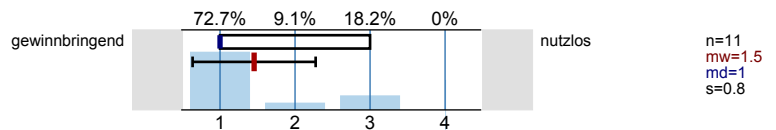
2.19 Übungen zur Aktivierung der Hamstrings



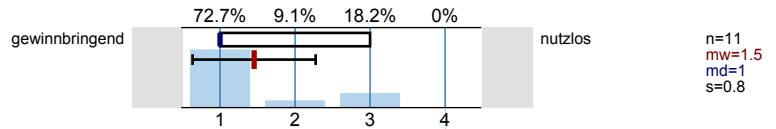
2.20 Übungen zur Aktivierung des Latissimus



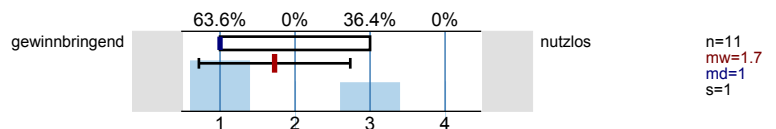
2.21 Tonübung 1



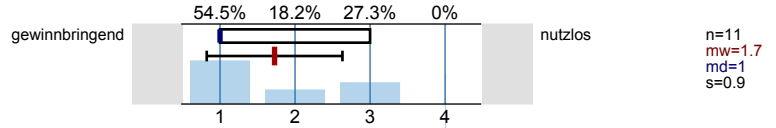
2.22 Tonübung 2



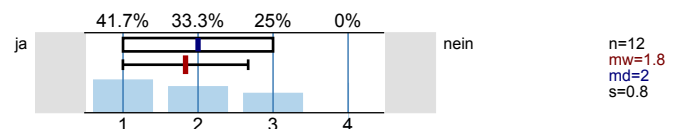
2.23 Tonübung 3



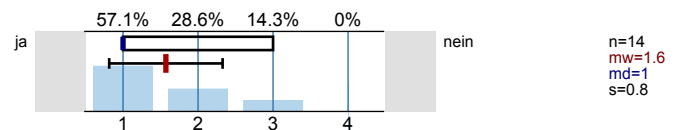
2.24 Tonübung 4



2.25 Ist das Übungsrepertoire der Körperarbeit für den Gruppenunterricht geeignet?

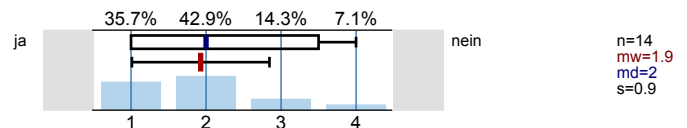


2.26 Wurde Ihnen das Übungsrepertoire in den Workshops so vermittelt, dass Sie es Ihren eigenen Schülern weitergeben können?

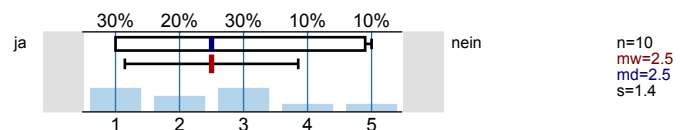


3. Lernkriterien

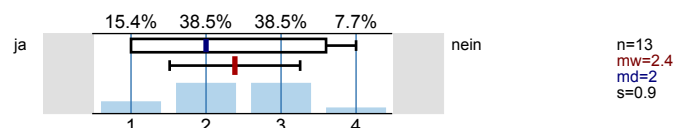
3.1 Gibt es Auswirkungen des Übungsrepertoires auf Ihr eigenes Instrumentalspiel?



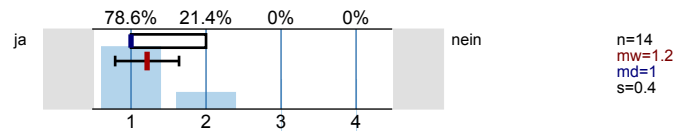
3.2 Konnten Sie anhand der auf der ILIAS Plattform der HSLU aufgeschalteten Dateien die Lerninhalte weiter vertiefen?



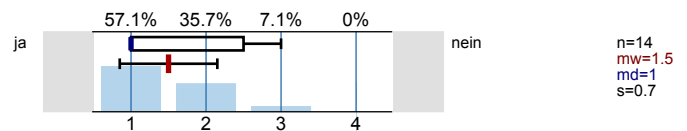
3.3 Hatten Sie in der Vorbereitung für die Praxisphase mit den Schülern genügend Zeit, um sich mit der Technik „Die Atemstütze auf die Füße stellen“ vertraut zu machen?



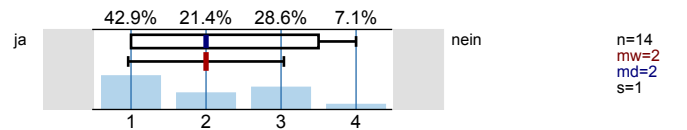
3.4 Fussgewölbe



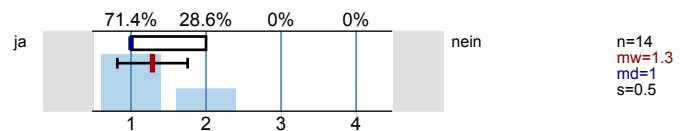
3.5 Hamstrings



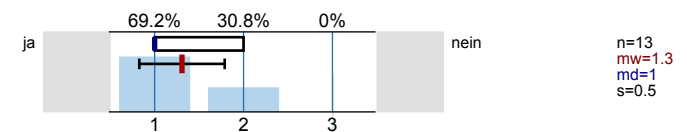
3.6 Latissimus



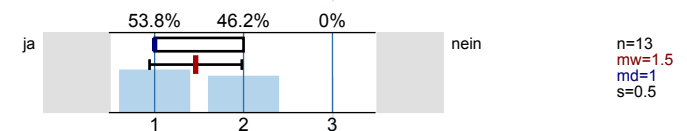
3.7 Setzen Sie die Technik „Die Atemstütze auf die Füsse stellen“ gerne bei Ihrer persönlichen Arbeit als ausübende(r) Musiker/Musikerin ein?



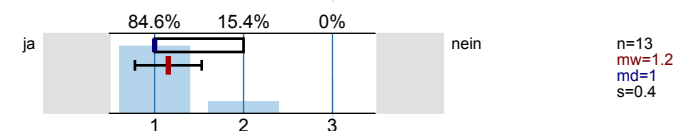
3.8 Tonübung 1 (langsames Legato von zwei Tönen, Ziel: Verbesserung der klanglichen Qualitäten)



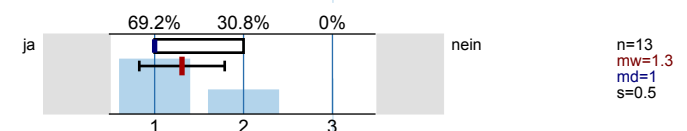
3.9 Tonübung 2 (Staccatoübung, Ziel: schnelle Tonwiederholung, Agilität von Zunge und Luftführung, stabile Intonation bei Akzent)



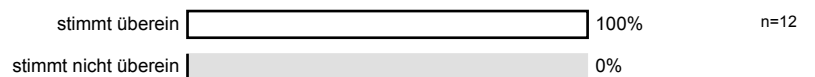
3.10 Tonübung 3 "messa di voce", Ziel: kontrollierte Tonführung und Intonation)



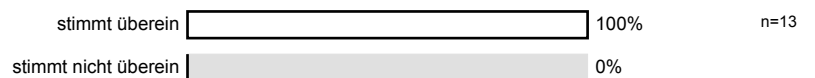
3.11 Tonübung 4 (Staccato in Zeitlupe. Ziel: zuverlässige Attacke des Staccato)



3.12 Einatmen zu Beginn einer Phrase = Aufbau der Stützspannungen vorbereitenden zum Toneinsatz, Ansatzformung



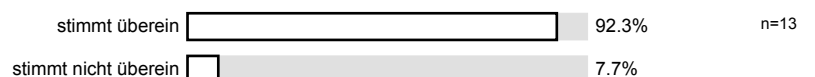
3.13 Beginn der Ausatmung = Toneinsatz; die ausatmenden Kräfte werden von den Stützspannungen (Fussgewölbe, Hamstrings und Latissimus) dosiert, geführt und begleitet



3.14 Beginn der Ausatmung = Toneinsatz durch definitive Ansatzformung. Die Ausatemungskräfte werden wesentlich durch den Ansatzdruck dosiert und geführt.



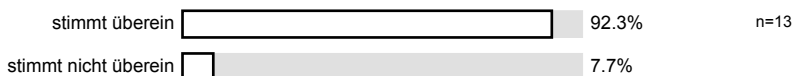
3.15 Fortgesetzte Ausatmung = Verlauf der musikalischen Phrase; Luftführung durch fortgesetzte, koordinierte Aktivierungen von Stützspannungen und Ausatemungskräften



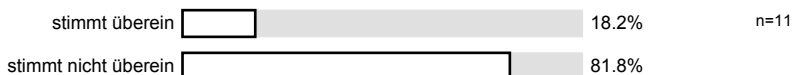
3.16 Fortgesetzte Ausatmung = die musikalische Gestaltung wird betont durch die Ausatemungskräfte geführt



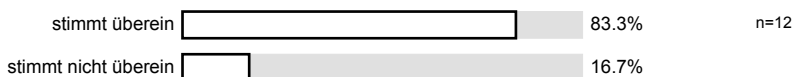
3.17 Ende der Ausatmung = Abrunden des Tones durch Zurücknehmen der Ausatemungskräfte, die Stütz-Spannungen werden über das Tonende hinaus gehalten



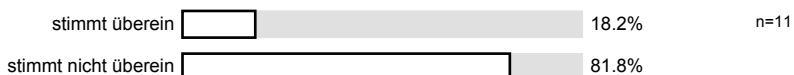
3.18 Luftholen = befreiendes Loslassen überschüssiger und gestauter Luft, als Reaktion darauf aktiv- geräuschvolles "Luft hinein saugen"



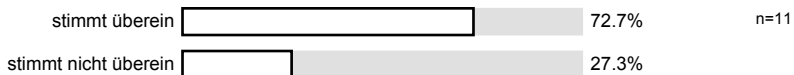
3.19 Einatmen = Loslassen der Spannungen, „herein-fallen-lassen“ der Luft = "Abspann"



3.20 Der Intonationsausgleich zwischen pp und ff wird primär durch erhöhten Ansatzdruck im ff erreicht

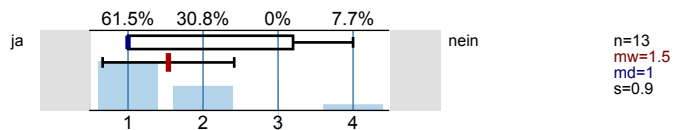


3.21 Der Intonationsausgleich zwischn pp und ff wird primär durch geringeren Ansatzdruck und entsprechend langsamere Luftführung im pp erreicht

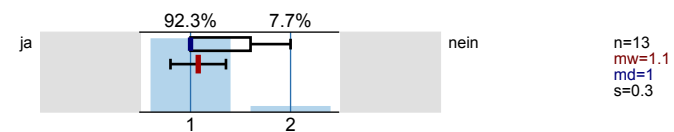


4. Ergebniskriterien

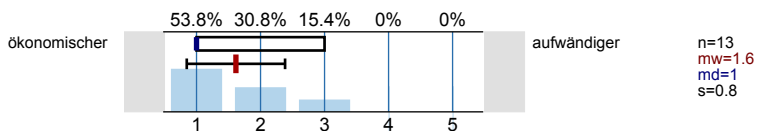
4.1 Haben Sie den Eindruck, dass das Anwenden des Übungsrepertoires den Kräfteinsatz in Ihrem Ansatzbereich beeinflusst?



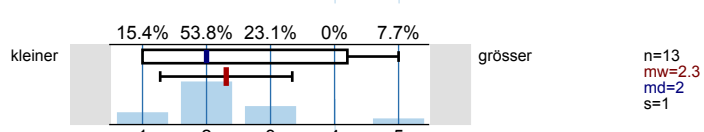
4.2 Haben Sie den Eindruck, dass das Anwenden des Übungsrepertoires den Regelkreis Luftdruck - Luftmenge - Ansatzdruck beeinflusst?



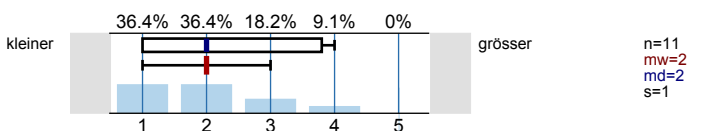
4.3 Der Regelkreis ist insgesamt



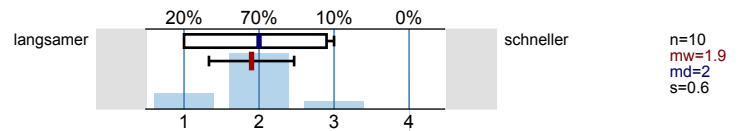
4.4 Die benötigte Luftmenge wird (bei gleicher Tonhöhe und Dynamik)



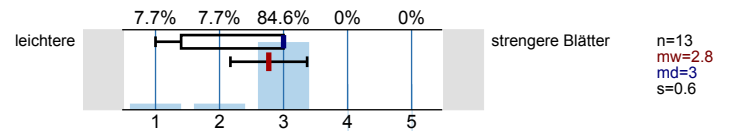
4.5 Der Ansatzdruck wird (bei gleicher Tonhöhe und Dynamik)



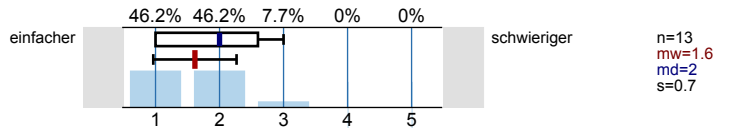
4.6 Die Luft strömt (bei gleicher Tonhöhe und Dynamik)



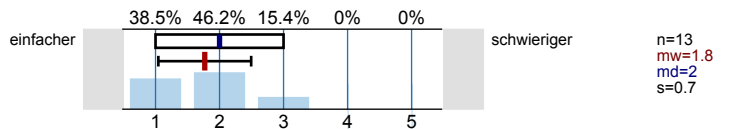
4.7 Spielen Sie seit der Projektarbeit strengere oder leichtere Blätter? (Mittleres Kästchen: keine Änderung der Blattsärke)



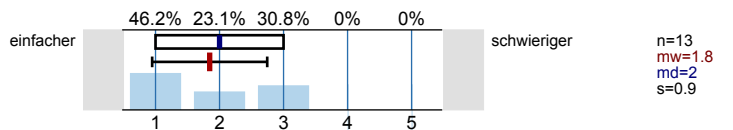
4.9 Der Ausgleich der Intonation zwischen ppp und fff wird



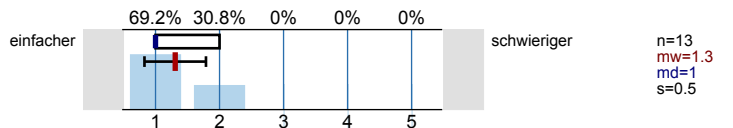
4.10 Der Ausgleich der Intonation zwischen verschiedenen Registern wird



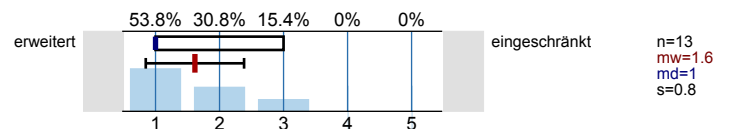
4.11 Der Ausgleich der Klangfarbe innerhalb den verschiedenen Registern wird



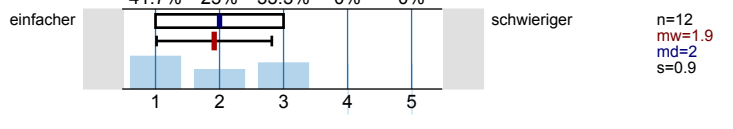
4.12 Entwicklung von Klangfülle (freier, kein gepresster Ton) wird



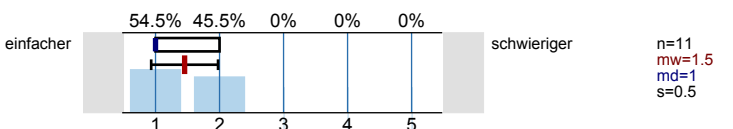
4.13 Die dynamischen Möglichkeiten im Pianobereich werden



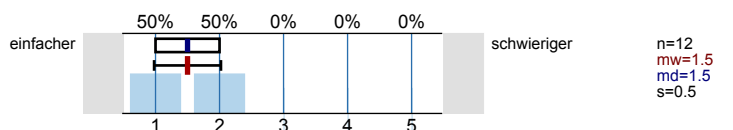
4.14 Das piano klar und ohne Rauschen zu spielen wird



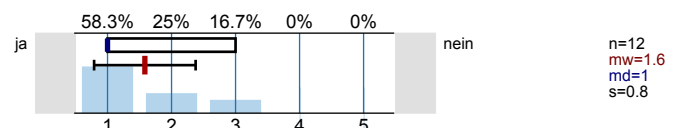
4.15 Die Ansprache im Klarinregister wird



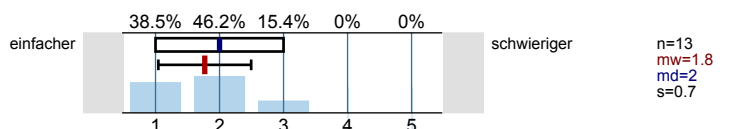
4.16 Die Ansprache hohen Register wird



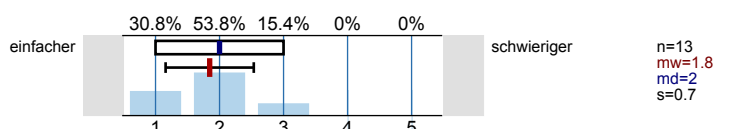
4.17 Das Einsetzen im ppp in allen Registern gewinnt an Zuverlässigkeit



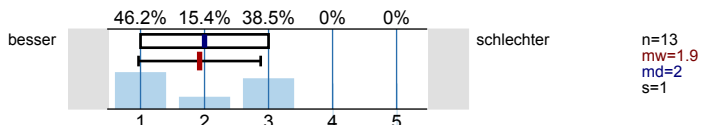
4.18 Der ppp-Einsatz in allen Registern wird



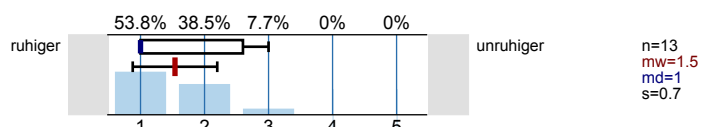
4.19 Verklingen lassen des Tones im ppp ohne Luftgeräusche wird



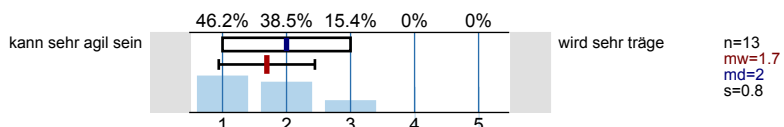
4.20 Leichtigkeit, Variabilität der Zungenartikulation wird



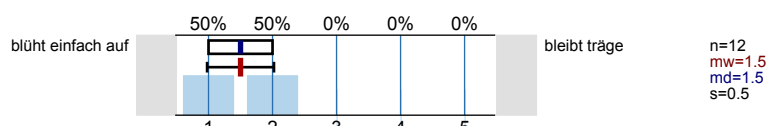
4.21 Die Tonführung wird



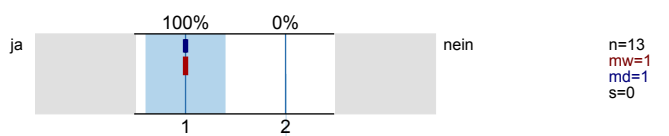
4.22 Die Luftführung



4.23 Das dynamische „Innenleben“ der Töne

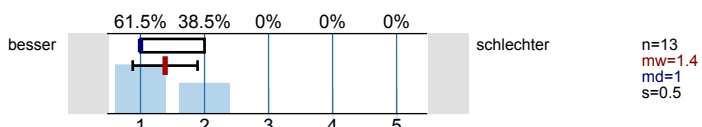


4.24 Nehmen Sie durch das Praktizieren des Übungsprogramms Zusammenhänge zwischen allgemeiner Körperhaltung und Klangqualität wahr?

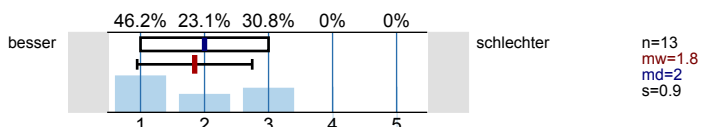


5. Transferkriterien

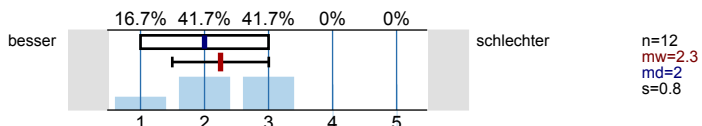
5.1 Unterricht, pädagogische Kompetenz wird



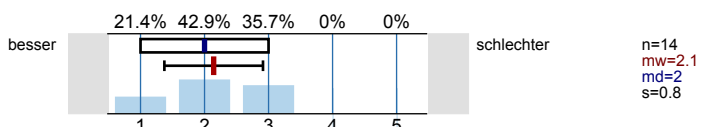
5.2 Die Effizienz des Übens wird



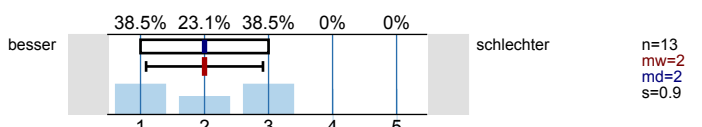
5.3 Aufmerksamkeit an Proben und Konzerten wird



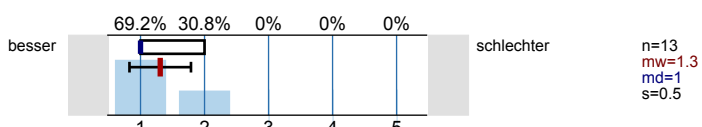
5.4 Umgang mit Anspannung in Auftrittssituationen wird



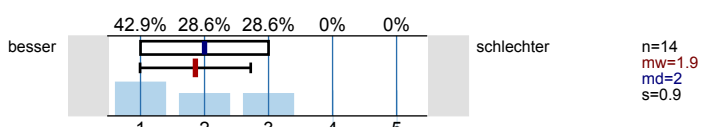
5.5 Fingertechnik wird



5.6 Körperhaltung beim Musizieren wird



5.7 Die allgemeine Körperhaltung



6. Kommentare

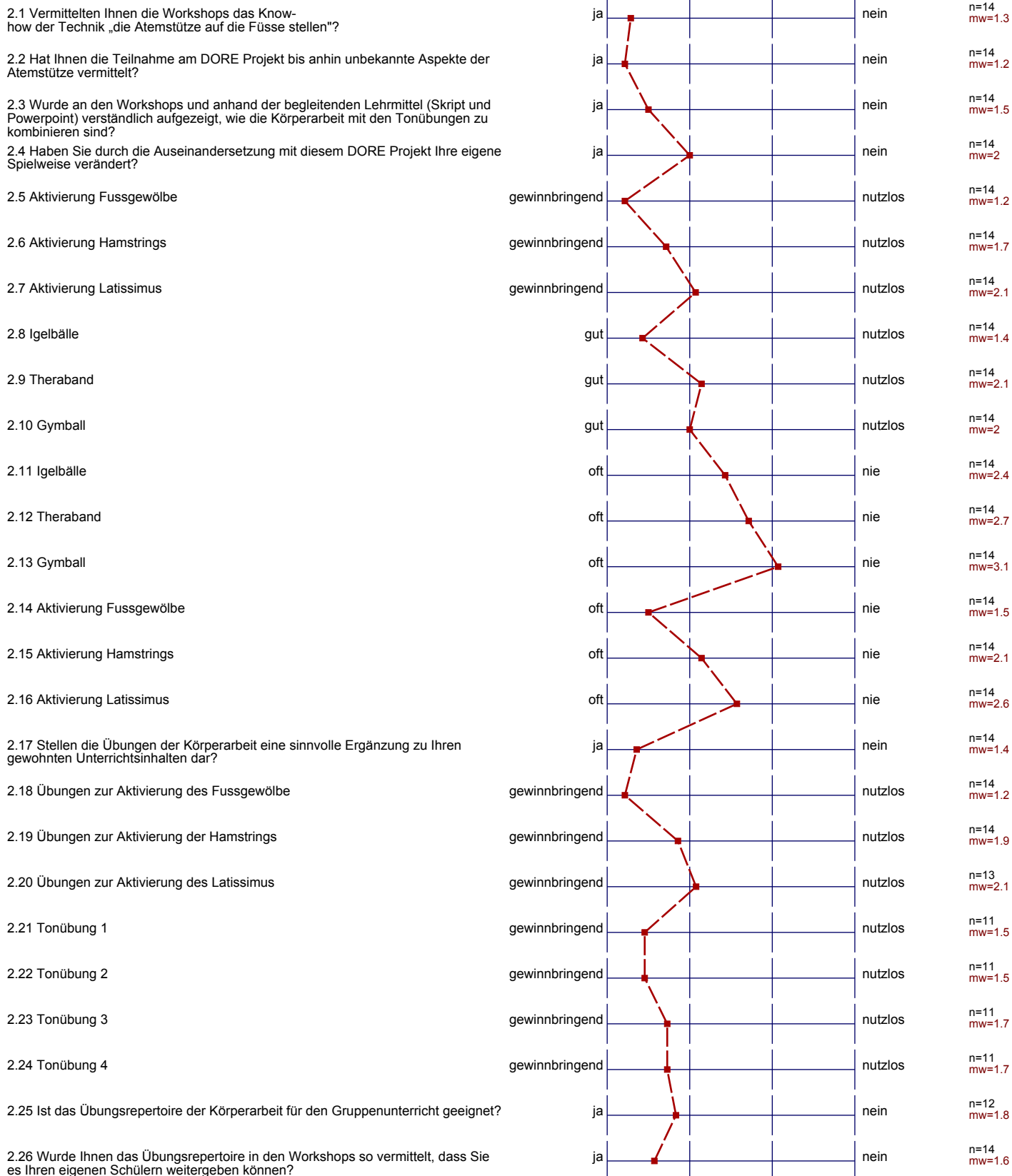
7. Zuordnung

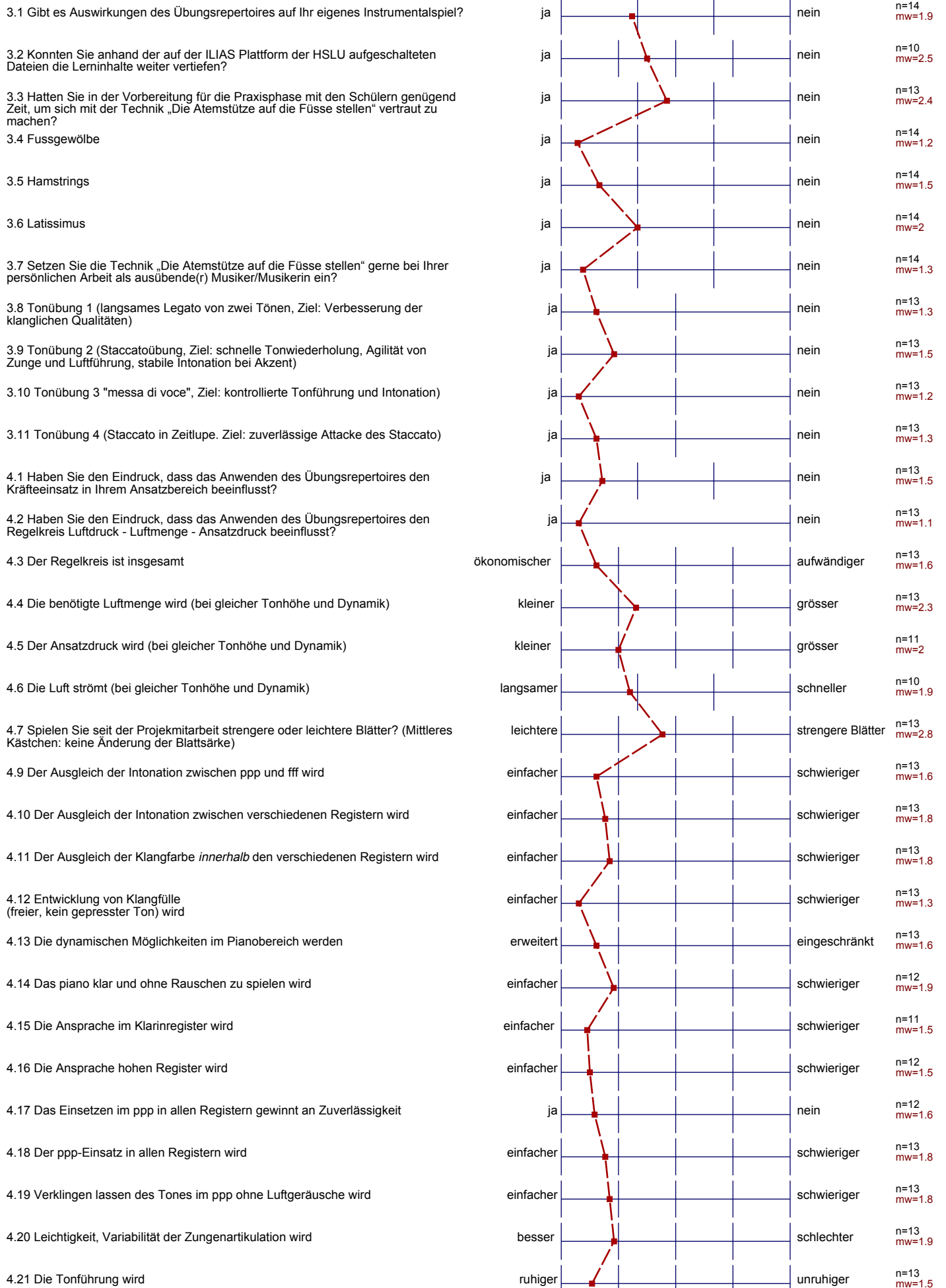
7.1 Bitte leer lassen

1	<input type="checkbox"/>		7.1%	n=14
2	<input type="checkbox"/>		7.1%	
3	<input type="checkbox"/>		7.1%	
4	<input type="checkbox"/>		7.1%	
5	<input type="checkbox"/>		7.1%	
6	<input type="checkbox"/>		7.1%	
7	<input type="checkbox"/>		7.1%	
8	<input type="checkbox"/>		7.1%	
9	<input type="checkbox"/>		7.1%	
10	<input type="checkbox"/>		7.1%	
11	<input type="checkbox"/>		7.1%	
12	<input type="checkbox"/>		7.1%	
13	<input type="checkbox"/>		7.1%	
14	<input type="checkbox"/>		7.1%	

Profilinie

Teilbereich: Hochschule Luzern - Musik
 Name der/des Lehrenden: Heinrich Mätzener
 Titel der Lehrveranstaltung: DORE Praxis Auswertung Lehrpersonen persönlich
 (Name der Umfrage)







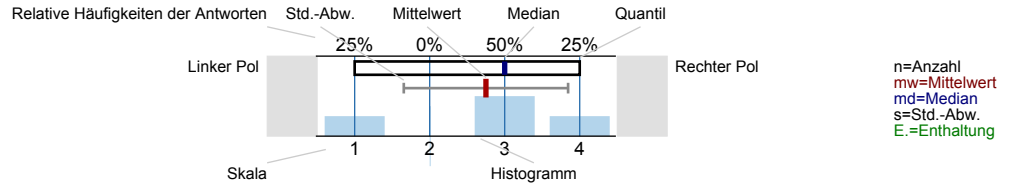
Heinrich Mätzener

Ergebnisse für DORE Praxis Auswertung durch aktiv teilnehmende Schüler ()
Erfasste Fragebögen = 34

Auswertungsteil der geschlossenen Fragen

Legende

Frage

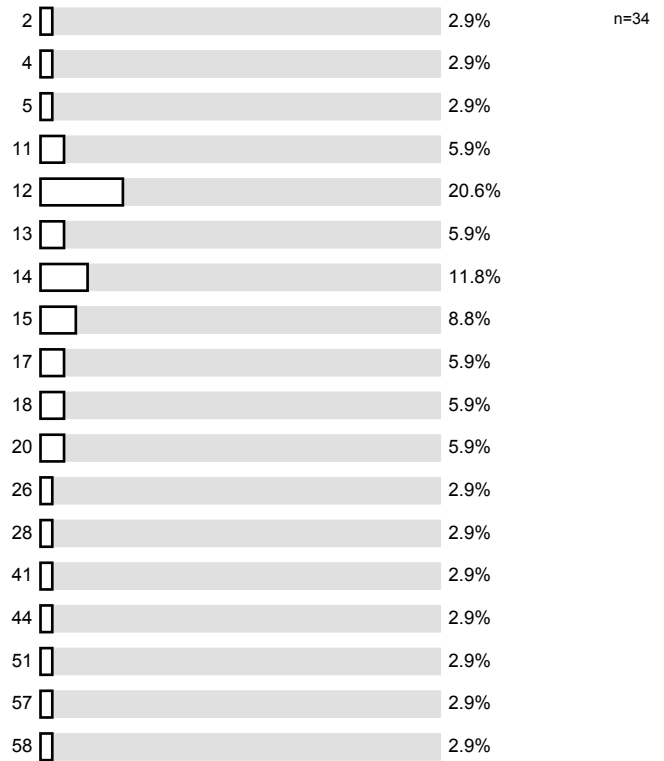


1. Allgemeine Angaben

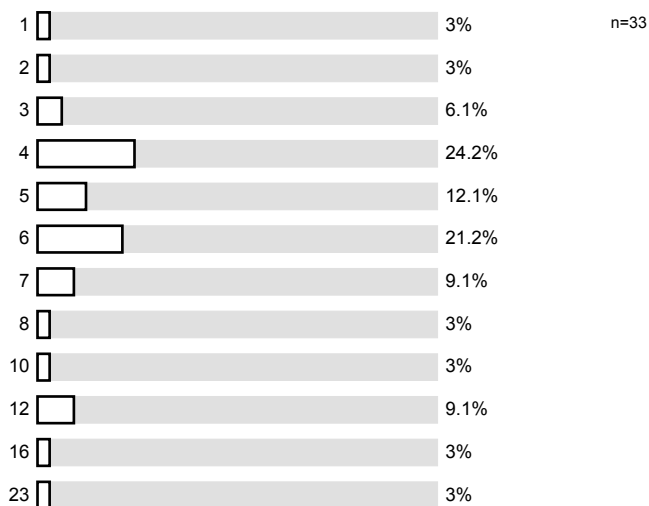
1.3 Ich bin



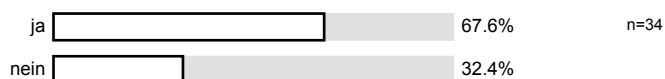
1.4 Wie alt bist Du?



1.5 Wie lange nimmst Du schon Klarinettenunterricht?



1.6 Spielst du in einem Ensemble, Orchester oder Musikverein mit?



1.7 Spielt ein Freund oder eine Freundin auch Klarinette?



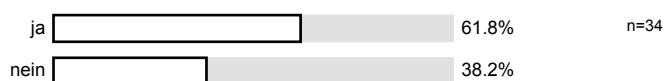
1.8 Macht er auch beim DORE Projekt mit?



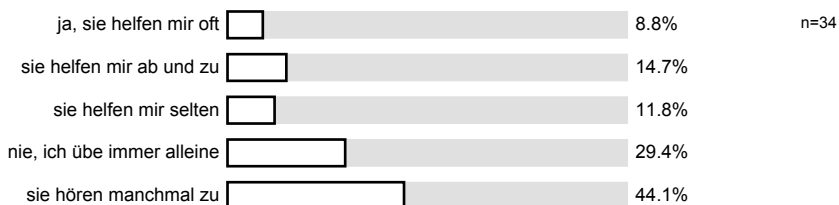
1.9 Hast du Geschwister, die auch musizieren?



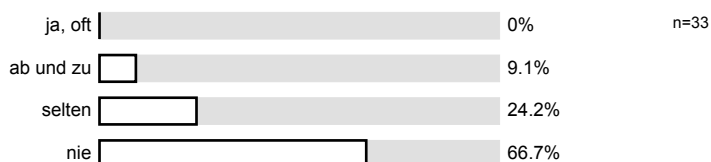
1.10 Spielt Dein Vater oder Deine Mutter auch ein Instrument?



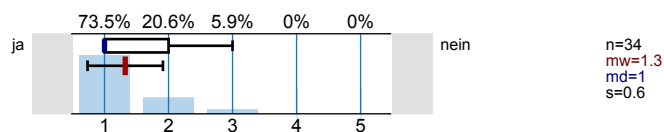
1.11 Hilft Dir Dein Vater, Deine Mutter oder eines Deiner Geschwister beim Üben oder hören sie manchmal zu?



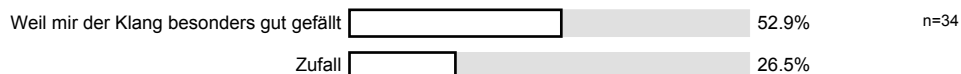
1.12 Besucht Dein Vater oder Deine Mutter den Klarinettenunterricht?



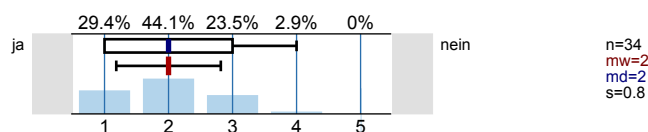
1.13 Gehst Du gerne in den Musikunterricht?



1.14 Warum hast Du die Klarinette als Dein Instrument gewählt?

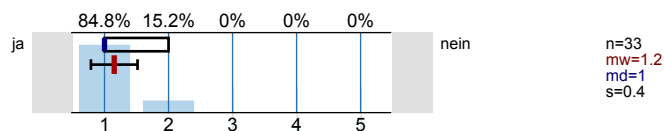


1.16 Fällt es Dir leicht, die Klarinette zu spielen?

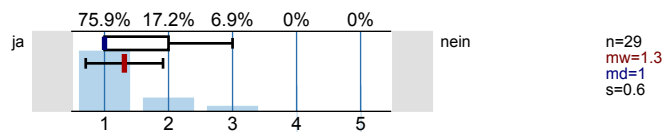


2. Akzeptanzkriterien

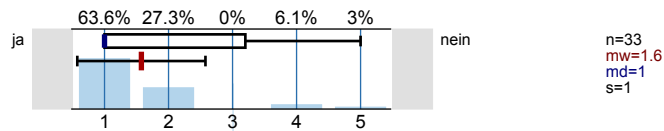
2.1 In den Körperübungen



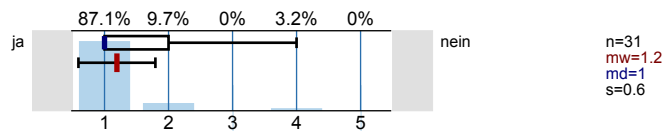
2.2 In der Verbindung der verschiedenen Körperübungen



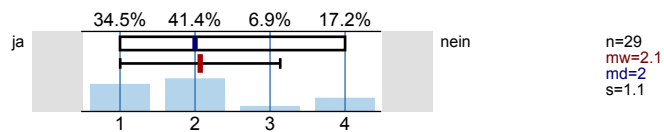
2.3 In der Kombination der Körperübungen mit dem Ausatmen



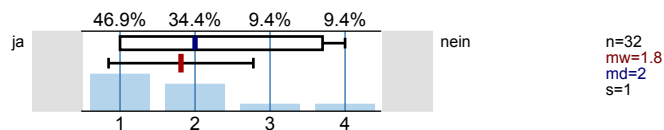
2.4 In den Tonübungen



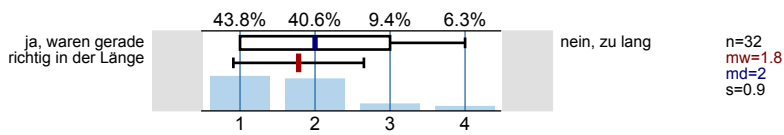
2.5 Nur Körperübungen



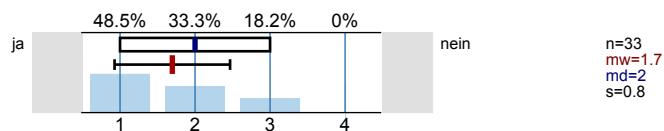
2.6 Kombination mit vorgegebenen Tonübungen



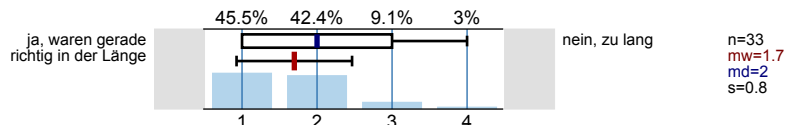
2.7 Haben die Übungen für die Körperarbeit gut in die Stunde gepasst?



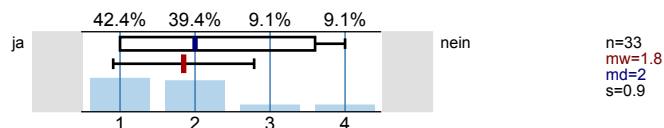
2.8 Hast Du diese Übungen gerne gemacht?



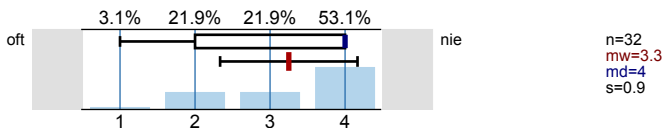
2.9 Haben die Tonübungen kombiniert mit der Körperarbeit gut in die Stunde gepasst?



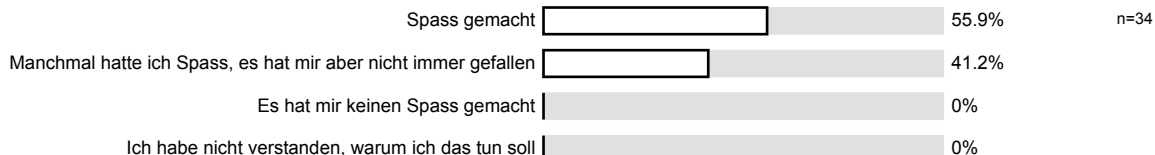
2.10 Hast Du diese Tonübungen gerne gemacht?



2.11 Hast Du gewisse Übungen (z. B. gehen an Ort) auch im Alltag, ohne Klarinette ausprobiert?

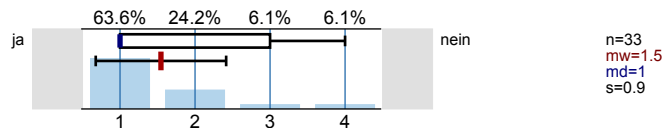


2.12 Hat Dir das Mitmachen am Projekt

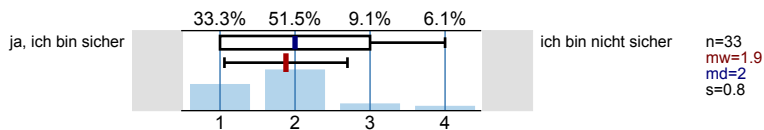


3. Lernkriterien

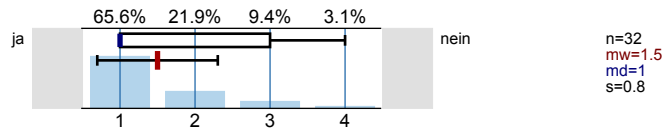
3.1 Kannst Du alle Körperübungen allein machen?



3.2 Bist du sicher, dass Du sie richtig machst?

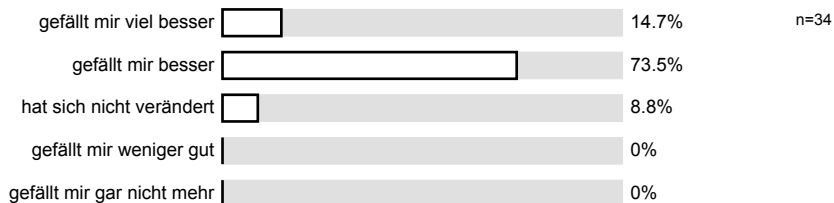


3.3 Gehen die Tonübungen besser als am Anfang?

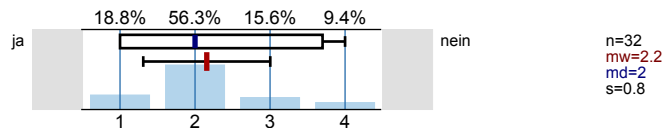


4. Ergebniskriterien

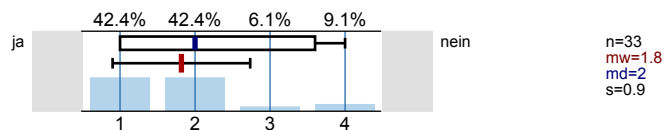
4.1 Wie gefällt dir Dein Ton nach der Anwendung des Übungsepertoires?



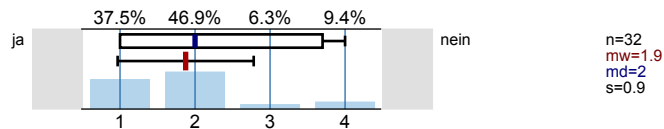
4.2 Ich kann die Tonhöhe besser halten, wenn ich lauter und wenn ich leiser werde



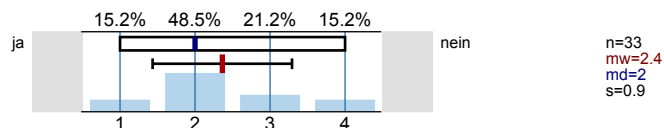
4.3 Ich kann lauter spielen



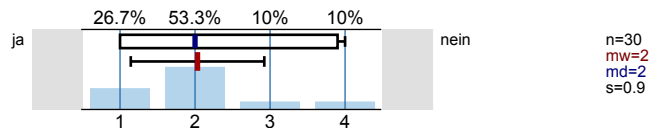
4.4 Ich kann lauter spielen und es tönt noch gut



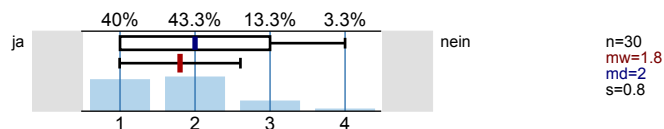
4.5 Ich kann leiser spielen, ohne Geräusche



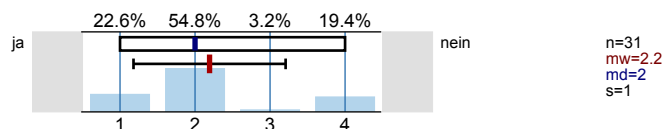
4.6 Die Ansprache ist besser geworden



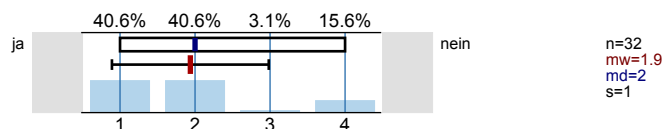
4.7 Mein Staccato im Klarinregister klingt schöner



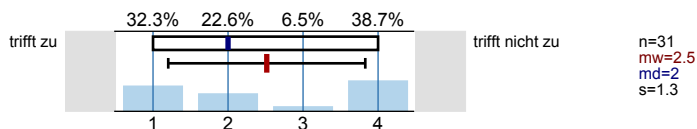
4.8 Geht Dein Staccato schneller?



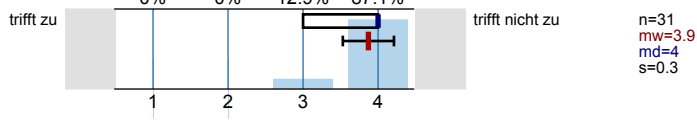
4.9 Hat sich mit Deiner Luftführung etwas geändert, seit du die Übungen machst?



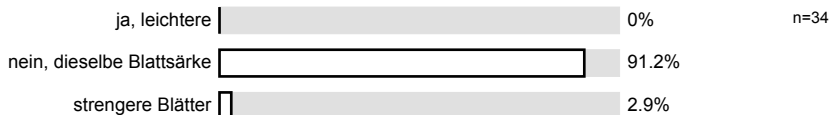
4.10 Ich hatte zu viel Luft beim Spielen, jetzt geht es besser



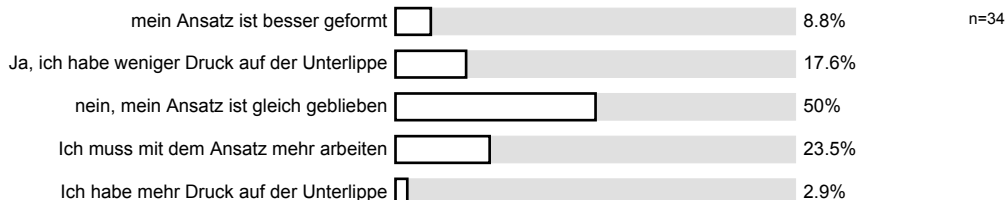
4.11 Ich habe jetzt zu wenig Luft beim Spielen



4.12 Nimmst Du seit der Projektmitarbeit leichtere Blätter?

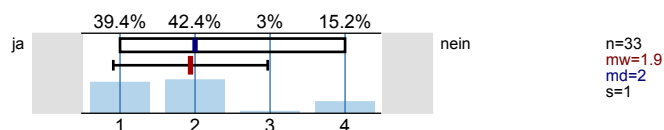


4.13 Hat sich mit deinem Ansatz etwas verändert, seit du die Übungen machst?

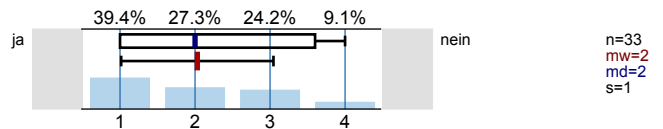


5. Transferkriterien

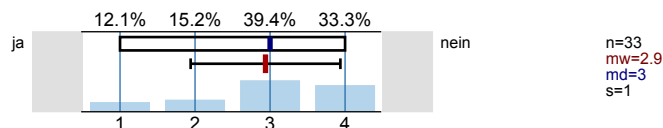
5.1 Hörst Du Dir besser zu, seit Du mit diesen Übungen arbeitest?



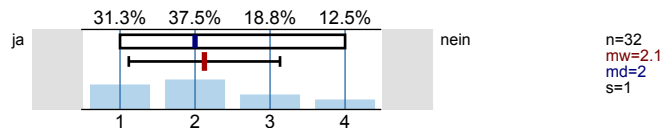
5.2 Hast Du schon immer gerne geübt?



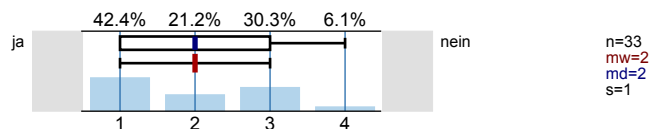
5.3 Übst Du lieber seit diesen Übungen?



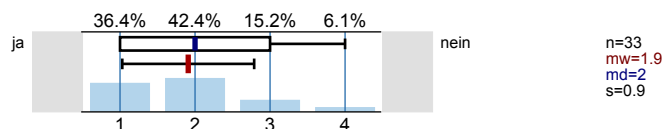
5.4 Fühlst Du dich lockerer?



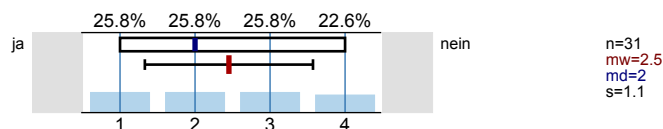
5.5 Fühlst Du dich sicherer?



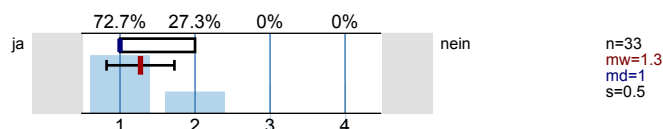
5.6 Spürst Du jetzt besser, wie Du dich hältst?



5.7 Fühlst du dich wohler beim Vorspielen?



5.8 Gibt es Zusammenhänge zwischen der allgemeinen Körperhaltung und der Klangqualität?



6. Zuordnung

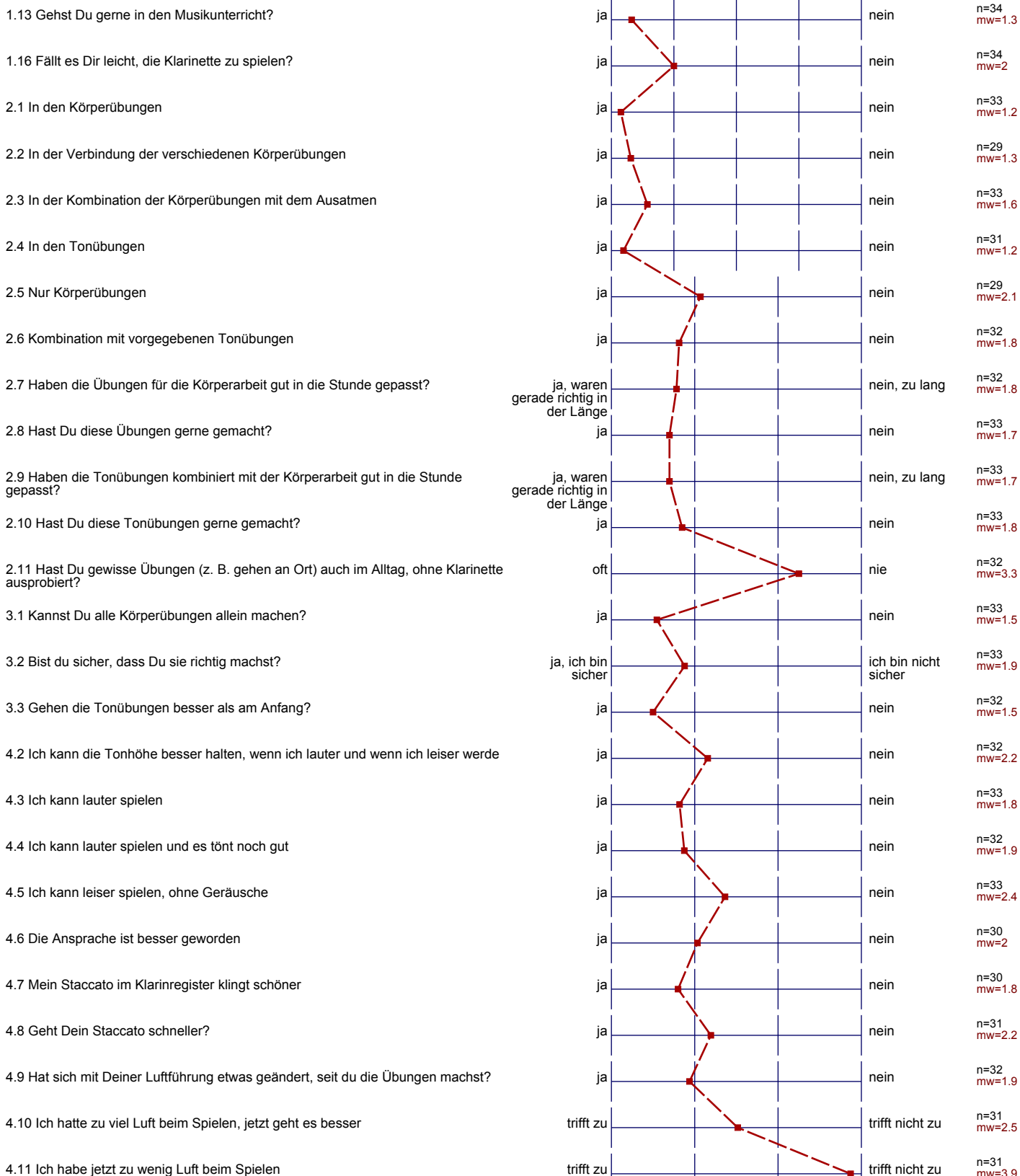
6.1 Bitte leer lassen

- 15 2.9% n=34
- 16 2.9%
- 19 2.9%
- 20 2.9%
- 21 2.9%
- 22 2.9%
- 23 2.9%
- 24 2.9%
- 26 2.9%
- 27 2.9%
- 28 2.9%
- 29 2.9%
- 30 2.9%
- 31 2.9%
- 32 2.9%
- 33 2.9%
- 34 2.9%
- 35 2.9%
- 36 2.9%
- 38 2.9%

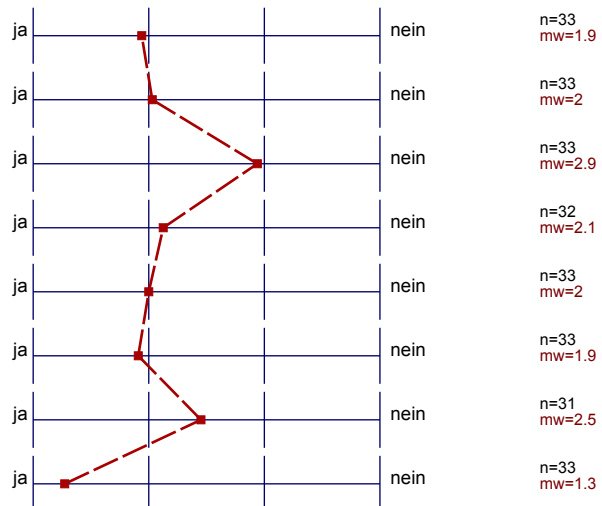
39	☐	2.9%
41	☐	2.9%
42	☐	2.9%
45	☐	2.9%
46	☐	2.9%
47	☐	2.9%
48	☐	2.9%
49	☐	2.9%
51	☐	2.9%
54	☐	2.9%
56	☐	2.9%
57	☐	2.9%
58	☐	2.9%
59	☐	2.9%

Profillinie

Teilbereich: Hochschule Luzern - Musik
 Name der/des Lehrenden: Heinrich Mätzener
 Titel der Lehrveranstaltung: DORE Praxis Auswertung durch aktiv teilnehmende Schüler
 (Name der Umfrage)



- 5.1 Hörst Du Dir besser zu, seit Du mit diesen Übungen arbeitest?
- 5.2 Hast Du schon immer gerne geübt?
- 5.3 Übst Du lieber seit diesen Übungen?
- 5.4 Fühlst Du dich lockerer?
- 5.5 Fühlst Du dich sicherer?
- 5.6 Spürst Du jetzt besser, wie Du dich hältst?
- 5.7 Fühlst du dich wohler beim Vorspielen?
- 5.8 Gibt es Zusammenhänge zwischen der allgemeinem Körperhaltung und der Klangqualität?

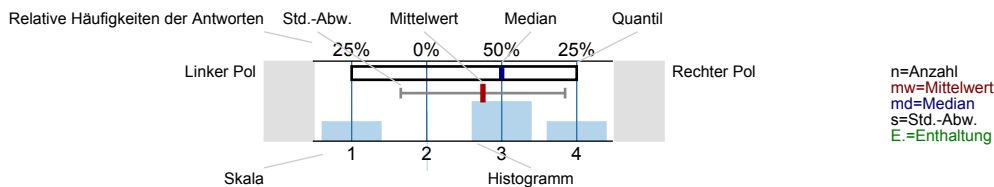


Lucerne University of Applied Sciences and Arts	<h2 style="margin: 0;">Heinrich Mätzener</h2> <p style="margin: 0;">Ergebnisse für DORE Praxis Auswertung durch Schüler der Kontrollgruppe ()</p> <p style="margin: 0;">Erfasste Fragebögen = 11</p>
---	--

Auswertungsteil der geschlossenen Fragen

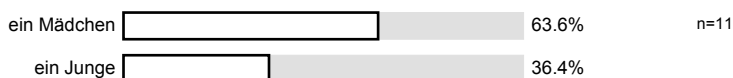
Legende

Fragestext

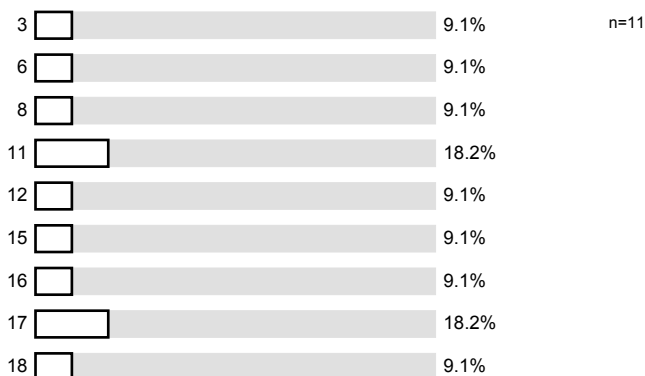


1. Allgemeine Angaben

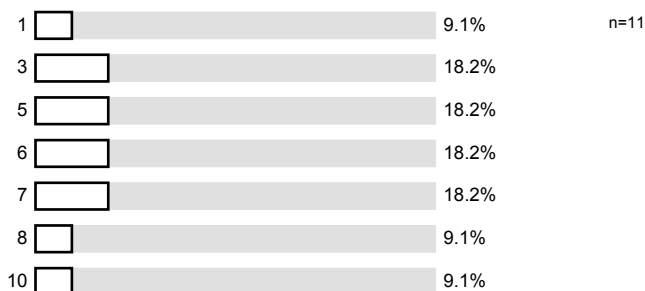
1.3 Ich bin



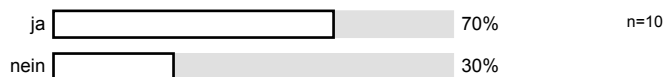
1.4 Wie alt bist Du?



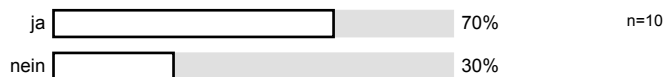
1.5 Wie lange nimmst Du schon Klarinettenunterricht?



1.6 Spielst du in einem Ensemble, Orchester oder Musikverein mit?



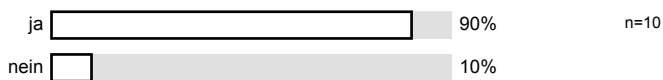
1.7 Spielt ein Freund oder eine Freundin auch Klarinette?



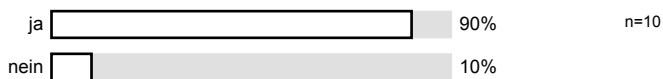
1.8 Macht er auch beim DORE Projekt mit?



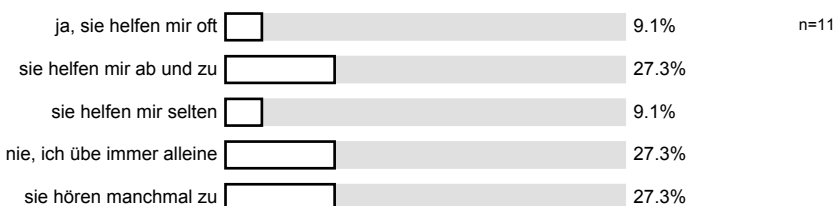
1.9 Hast du Geschwister, die auch musizieren?



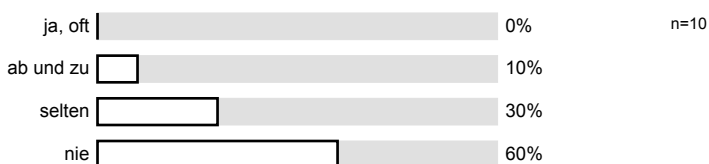
1.10 Spielt Dein Vater oder Deine Mutter auch ein Instrument?



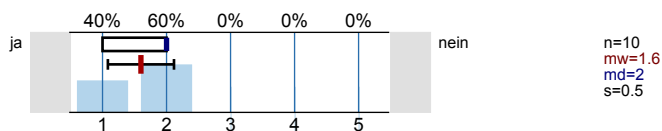
1.11 Hilft Dir Dein Vater, Deine Mutter oder eines Deiner Geschwister beim Üben oder hören sie manchmal zu?



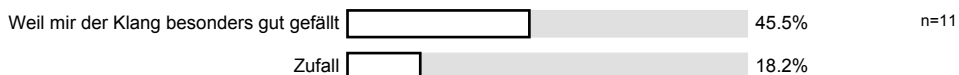
1.12 Besucht Dein Vater oder Deine Mutter den Klarinettenunterricht?



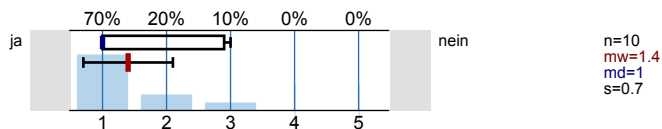
1.13 Gehst Du gerne in den Musikunterricht?



1.14 Warum hast Du die Klarinette als Dein Instrument gewählt?

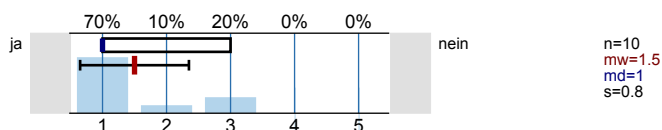


1.16 Fällt es Dir leicht, die Klarinette zu spielen?

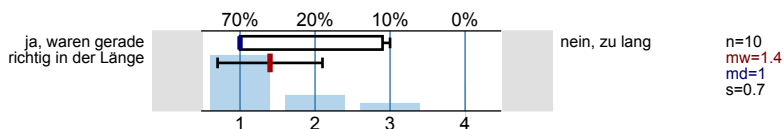


2. Akzeptanzkriterien

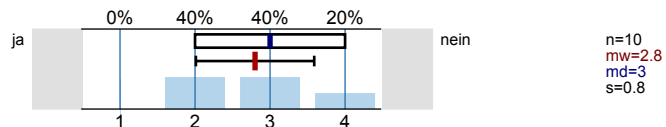
2.1 Hast du verstanden, was dir Dein Lehrer in den Tonübungen erklärt hat?



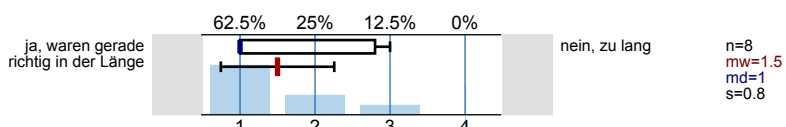
2.2 Haben die Tonübungen gut in die Stunde gepasst?



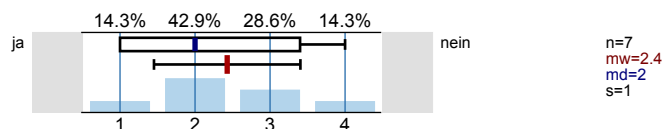
2.3 Hast Du diese Übungen gerne gemacht?



2.4 Haben die Tonübungen kombiniert mit der Körperarbeit gut in die Stunde gepasst?

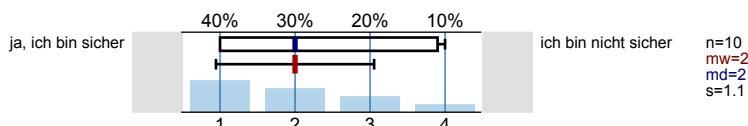


2.5 Hast Du diese Tonübungen gerne gemacht?

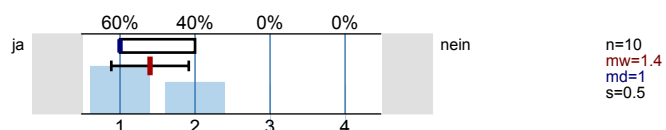


3. Lernkriterien

3.1 Bist du sicher, dass Du die Tonübungen richtig machst?

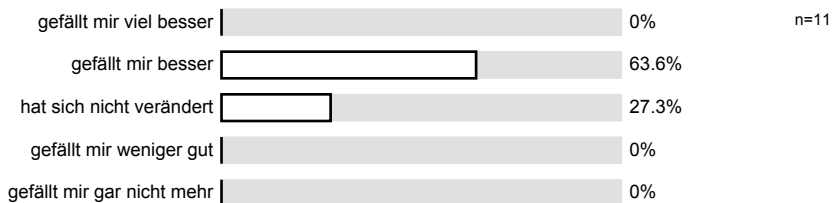


3.2 Gehen die Tonübungen besser als am Anfang?

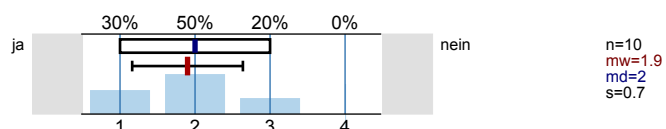


4. Ergebniskriterien

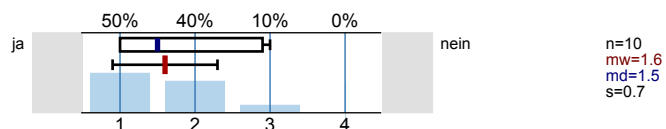
4.1 Wie gefällt dir Dein Ton nach der Anwendung der Tonübungen?



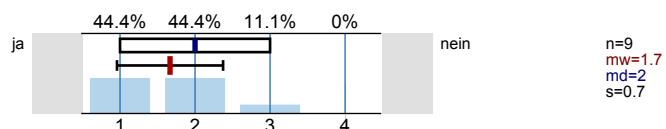
4.2 Ich kann die Tonhöhe besser halten, wenn ich lauter und wenn ich leiser werde



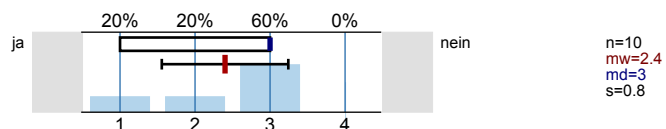
4.3 Ich kann lauter spielen



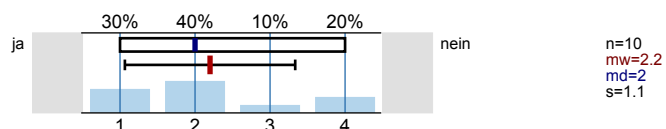
4.4 Ich kann lauter spielen und es tönt noch gut



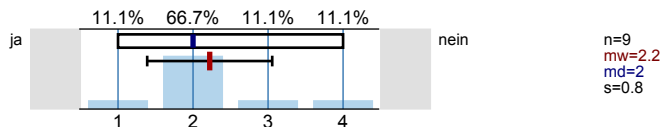
4.5 Ich kann leiser spielen, ohne Geräusche



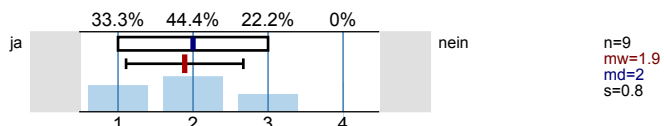
4.6 Die Ansprache ist besser geworden



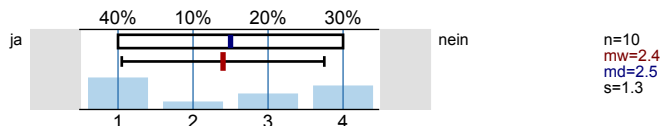
4.7 Mein Staccato im Klarinregister klingt schöner



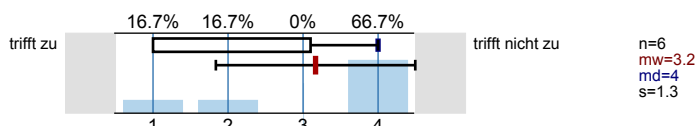
4.8 Geht Dein Staccato schneller?



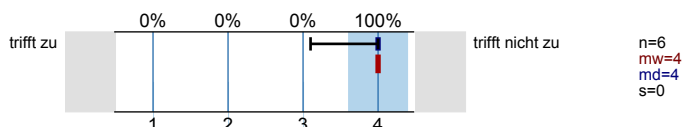
4.9 Hat sich mit Deiner Luftführung etwas geändert, seit du die Übungen machst?



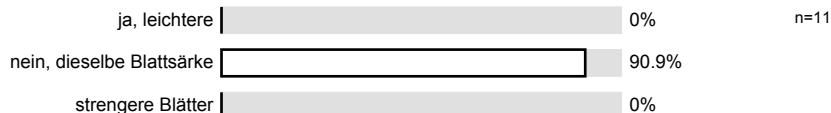
4.10 Ich hatte zu viel Luft beim Spielen, jetzt geht es besser



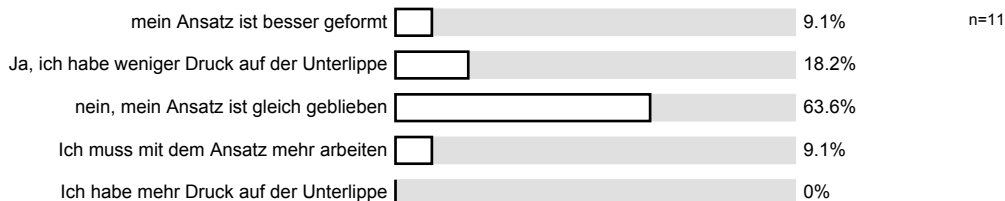
4.11 Ich habe jetzt zu wenig Luft beim Spielen



4.12 Nimmst Du seit der Projektmitarbeit leichtere Blätter?

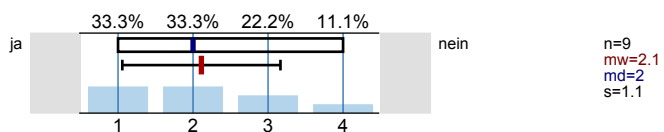


4.13 Hat sich mit deinem Ansatz etwas verändert, seit du die Übungen machst?

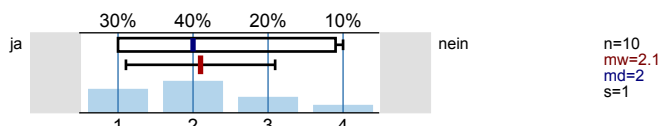


5. Transferkriterien

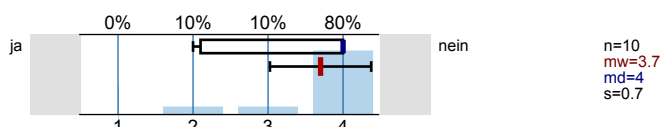
5.1 Hörst Du Dir besser zu, seit Du mit diesen Übungen arbeitest?



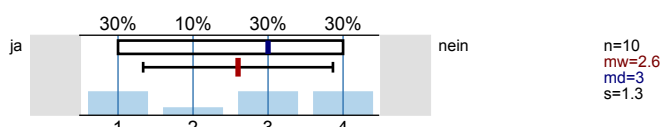
5.2 Hast Du schon immer gerne geübt?



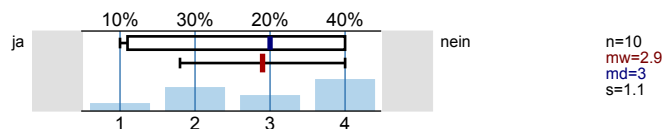
5.3 Übst Du lieber seit diesen Übungen?



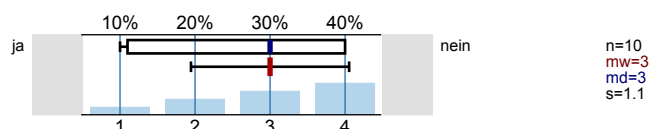
5.4 Fühlst Du dich lockerer?



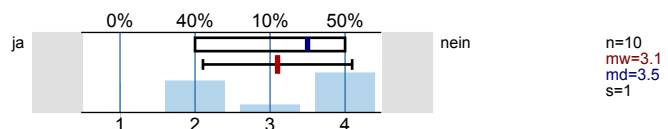
5.5 Fühlst Du dich sicherer?



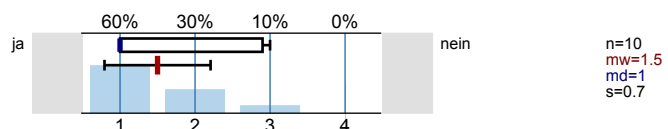
5.6 Spürst Du jetzt besser, wie Du dich hältst?



5.7 Fühlst du dich wohler beim Vorspielen?



5.8 Gibt es Zusammenhänge zwischen der allgemeinen Körperhaltung und der Klangqualität?



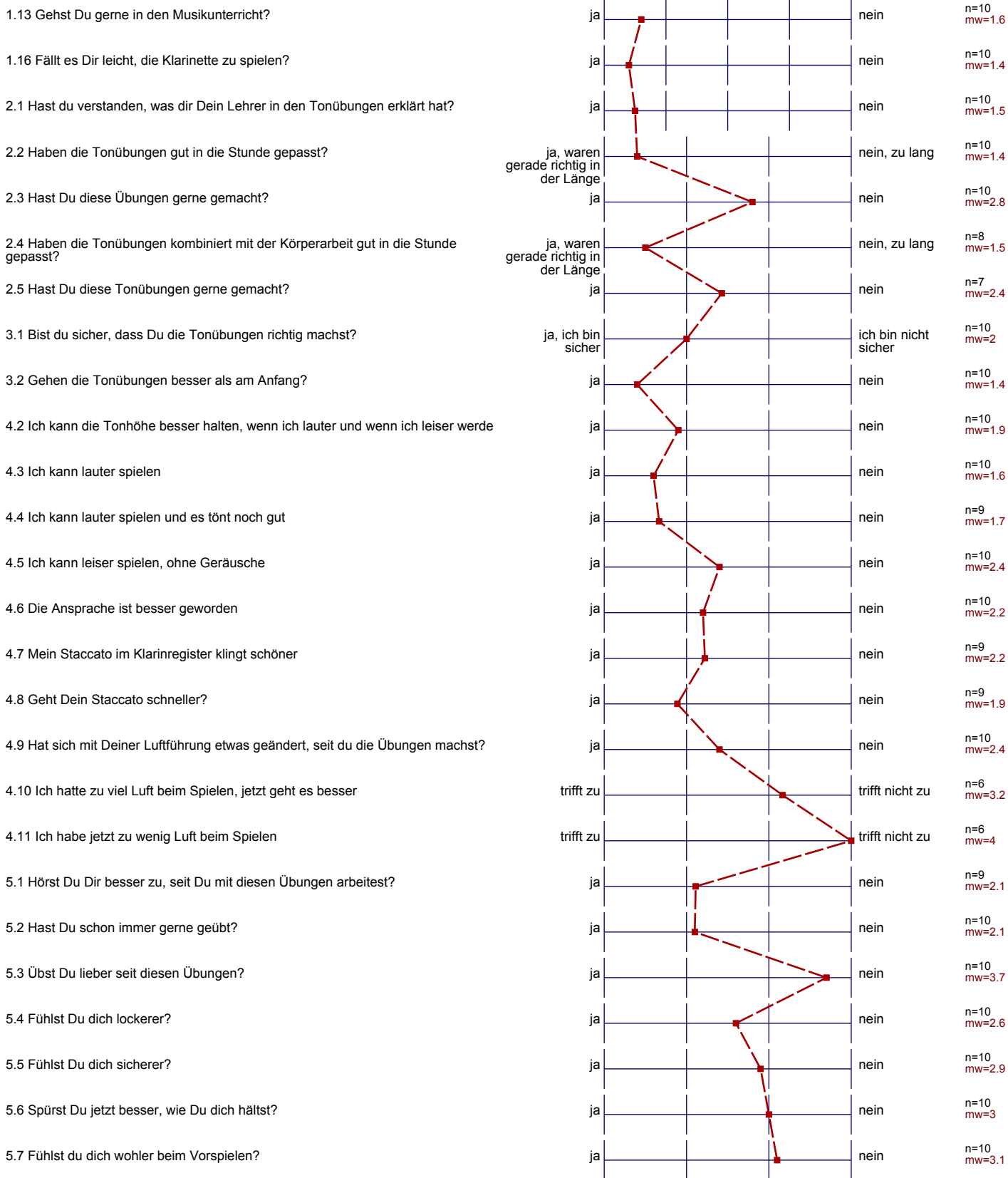
6. Zuordnung

6.1 Bitte leer lassen

18	<input type="checkbox"/>	9.1%	n=11
37	<input type="checkbox"/>	9.1%	
40	<input type="checkbox"/>	9.1%	
43	<input type="checkbox"/>	9.1%	
44	<input type="checkbox"/>	9.1%	
52	<input type="checkbox"/>	9.1%	
53	<input type="checkbox"/>	9.1%	
60	<input type="checkbox"/>	9.1%	
61	<input type="checkbox"/>	9.1%	
62	<input type="checkbox"/>	9.1%	
63	<input type="checkbox"/>	9.1%	

Profillinie

Teilbereich: Hochschule Luzern - Musik
 Name der/des Lehrenden: Heinrich Mätzener
 Titel der Lehrveranstaltung: DORE Praxis Auswertung durch Schüler der Kontrollgruppe
 (Name der Umfrage)



5.8 Gibt es Zusammenhänge zwischen der allgemeinem Körperhaltung und der Klangqualität?



n=10
mw=1.5

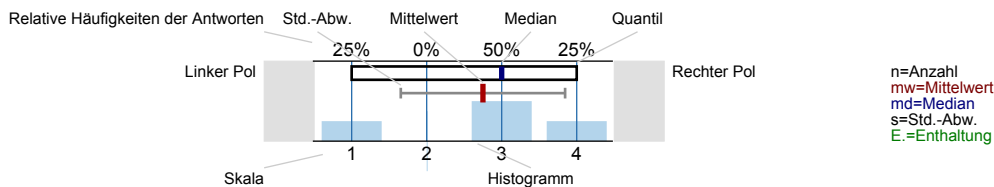
Heinrich Mätzener

Ergebnisse für DORE Praxis Auswertung durch Lehrperson, Arbeit mit aktiv teilnehmenden Schülern ()
Erfasste Fragebögen = 35

Auswertungsteil der geschlossenen Fragen

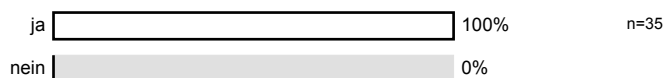
Legende

Fragestext

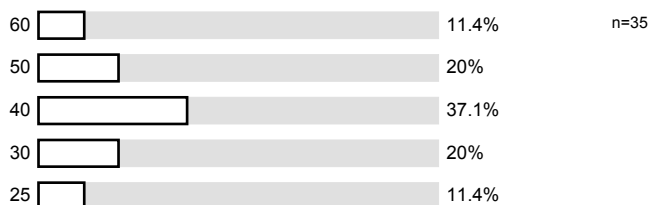


1. Allgemeine Angaben

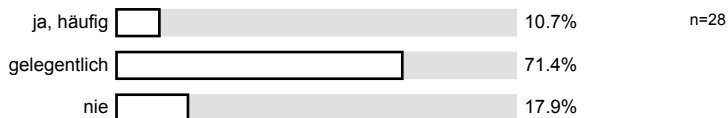
1.3 Einzelunterricht



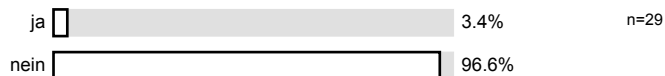
1.4 Dauer der Lektion wöchentlich in Min



1.5 Findet ein Austausch zwischen den Eltern oder einem Elternteil mit der Lehrperson statt?

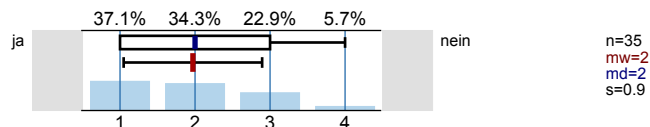


1.6 Gruppenunterricht

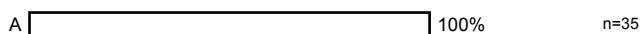


2. Lehrinhalte, - Ziele und -Organisation

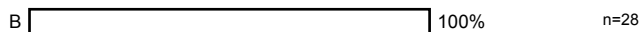
2.1 Liess sich das Übungsrepertoire (Körperarbeit und Tonübungen) gut in den zeitlicher Rahmen der gegebenen Unterrichtsstrukturen integrieren?



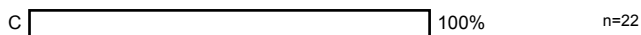
2.2 Aktivierung Fussgewölbe



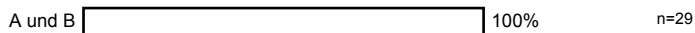
2.3 Aktivierung Hamstrings



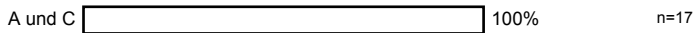
2.4 Aktivierung Latissimus



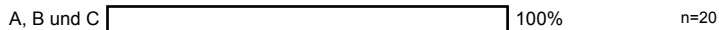
2.5 Kombination von



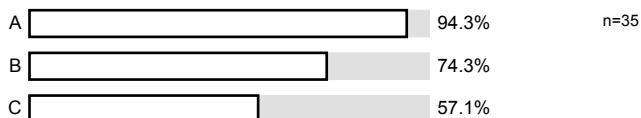
2.6 Kombination von



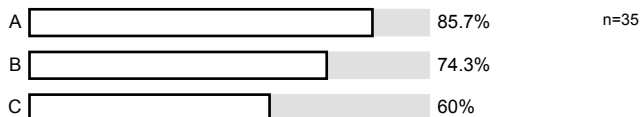
2.7 Kombination aller Spannungen



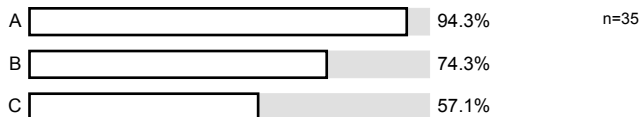
2.8 Tonübung 1, langsames Legato von zwei Tönen, liess sich kombinieren mit



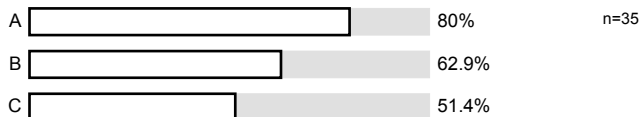
2.9 Tonübung 2, Staccatoübung, Akzent und schnelle Tonwiederholung, liess sich kombinieren mit



2.10 Tonübung 3, "messa di voce", liess sich kombinieren mit



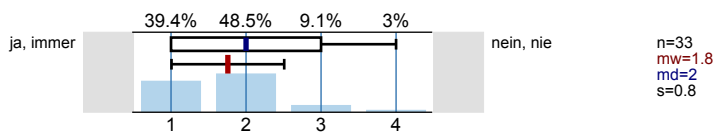
2.11 Tonübung 4, Staccato in Zeitlupe, liess sich kombinieren mit



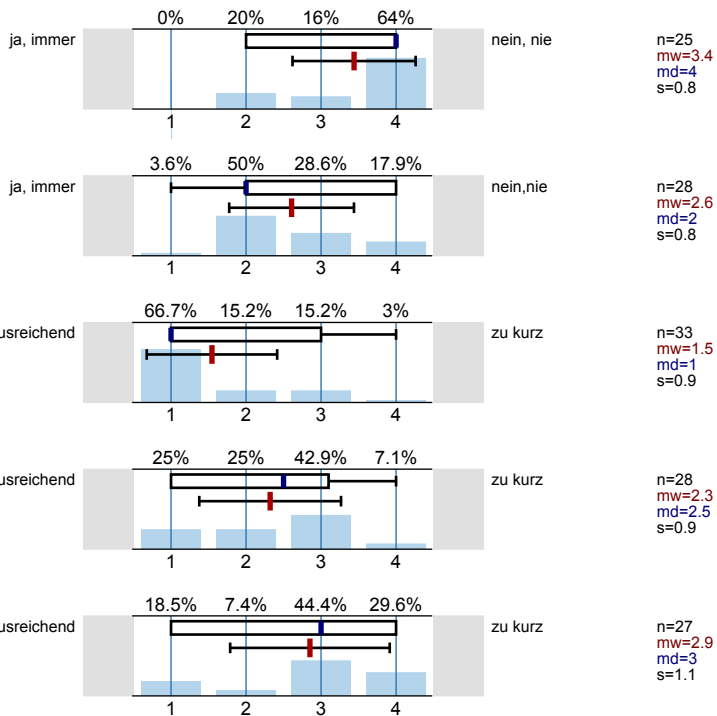
2.12 Eigene Tonübungen (entsprechend dem aktuellen Tonumfang und den aktuellen Fähigkeiten des Schülers) in Kombination mit der Körperarbeit liessen sich kombinieren mit



2.13 **Erster Lernschritt:** Körperarbeit, Muskelaktivierungen des einzelnen Bereichs
Zweiter Lernschritt: Kombination dieser Körperarbeit mit der Luftführung, ohne Instrument
Dritter Lernschritt: Übertragen dieser Fähigkeiten (Körperarbeit koordiniert mit Luftführung) auf das Instrumentalspiel anhand der empfohlenen oder anhand eigener Tonübungen
Vierter Lernschritt: Neue Stütztechniken werden in die Spielliteratur integriert

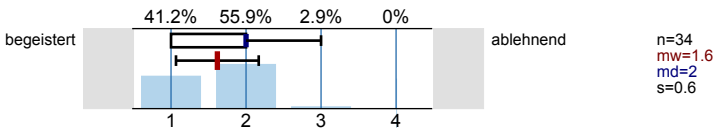


2.14 **Erster Lernschritt:** Körperarbeit, Muskelaktivierungen des einzelnen Bereichs
Zweiter Lernschritt: Kombination Körperarbeit mit der Luftführung, ohne Instrument
Dritter Lernschritt: Körperarbeit mit Luftführung verbunden *ohne Tonübungen* in die Spielliteratur integriert
Zweiter Lernschritt: Körperarbeit, Muskelaktivierungen des einzelnen Bereichs
Zweiter Lernschritt: direkt in die Spielliteratur integriert ohne Zwischenschritte Luftführung und Tonübungen
 2.16 Beschäftigung mit **Füßsgewölbe**, Integration in die Spielweise während ca 5 Wochen

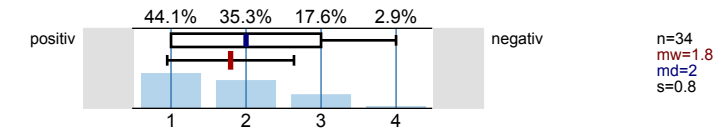


3. Akzeptanzkriterien Schüler/Schülerin

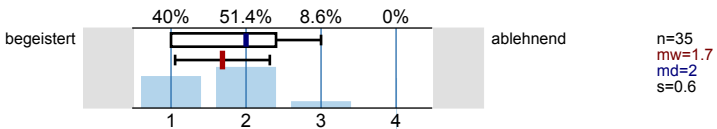
3.1 Wie wurde das Übungs-Repertoire der Körperarbeit aufgenommen?



3.2 Wie wurde der Lernschritt Körperübung, Verbindung mit der Luftführung (ohne Instrument) aufgenommen?

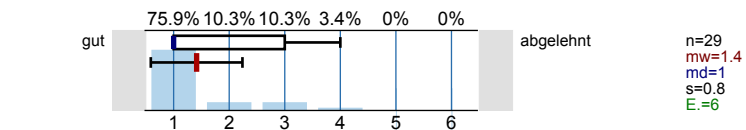
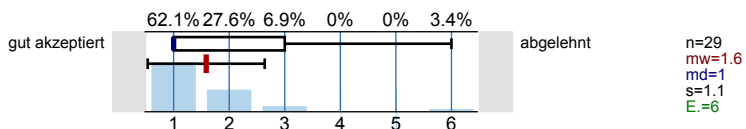


3.3 Wie wurde das Übungs-Repertoire der kombinierten Übungen Körperarbeit-Tonübungen aufgenommen?

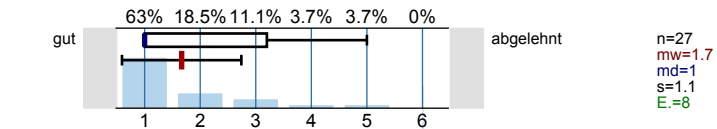


3.4 Fussgewölbe formen, ohne Hilfsmittel, Vorgehen wie im Workshop: Fusssohle massieren, Zehen biegen und spreizen, „grabschen“, supinieren und pronieren des Mittelfusses, den Fuss ausstrecken, dann Ferse abstellen, zuletzt Fussballen abstellen ohne Einwärts-Drehung des Knies

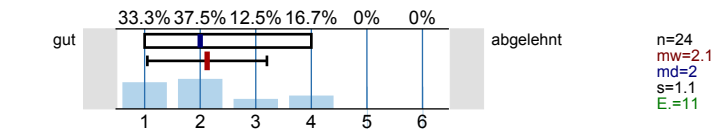
3.5 Übungen mit dem Igelball



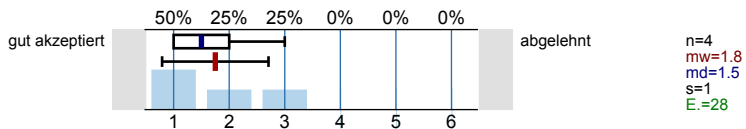
3.6 Spielen auf einem Fuss stehend



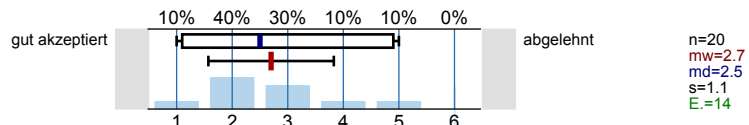
3.7 „Gehen an Ort“



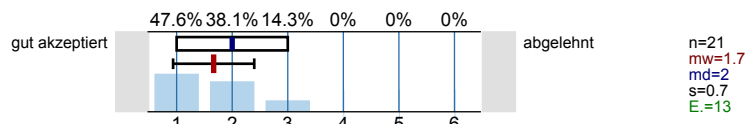
3.8 Allfällige weitere, von Ihnen erfundene Übungen



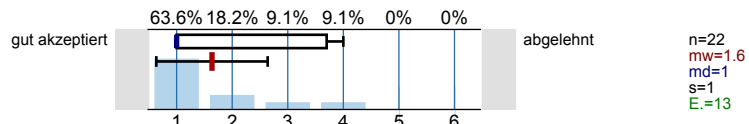
3.10 Wie wurde die Übung „Kutschersitz“ aufgenommen?



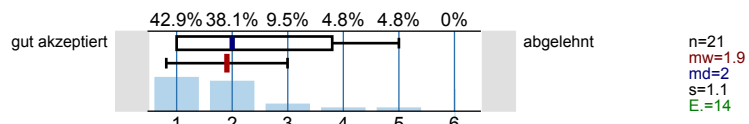
3.11 Wie wurde die Übung "Prellen mit Ball" aufgenommen?



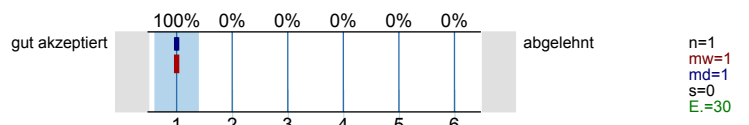
3.12 Wie wurde die Übung „Pistolero“ aufgenommen?



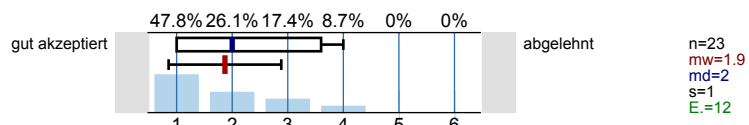
3.13 Übung: Sitzposition wie beim Spielen, Füße in Richtung Stuhl heranziehen jedoch mit „Punktum fixum“ auf der Fusssohle?



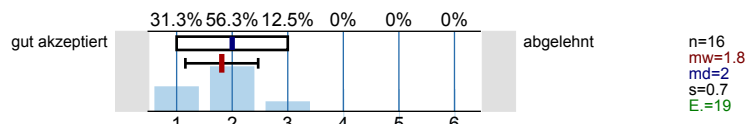
3.14 Weitere, von mir erfundene Übungen



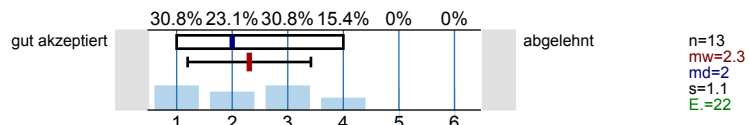
3.16 Wie wurde die Übung mit Theraband aufgenommen?



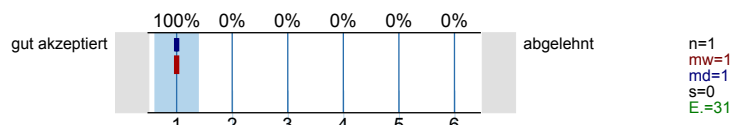
3.17 Wie wurde die Übung „Die Klarinette aus der Luft nehmen und zum Ansatz führen“ aufgenommen?



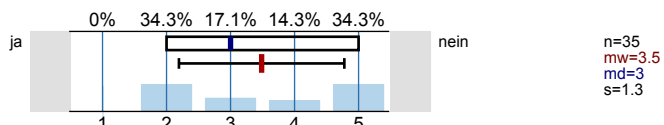
3.18 Wie wurde die Übung im Sitzen: mit beiden Armen links und rechts, auf der Sitzfläche aufstützen, Füße heranziehen, jedoch mit Fussgewölbe als „Punktum fixum“, aufgenommen?



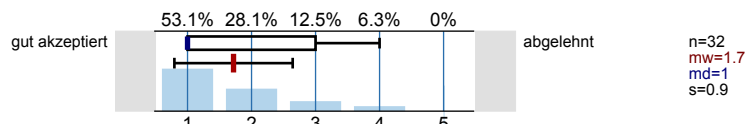
3.19 Weitere, von Ihnen erfundene Übungen



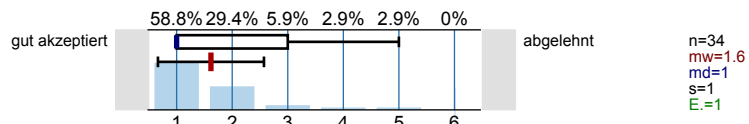
3.21 Stellte sich das Kombinieren aller gewünschten Spannungen im Verlauf des Semesters wie von selbst ein?



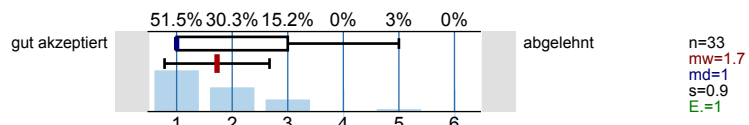
3.22 Wie wurden im Vergleich zur Kontrollgruppe die Tonübungen (empfohlene Tonübungen 1 bis 4 oder Material aus eigenem Fundus) aufgenommen?



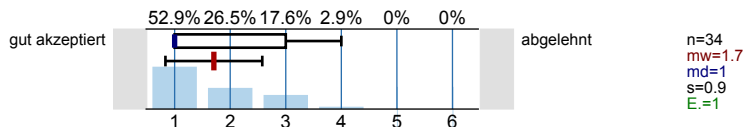
3.23 Hat die Tonübung 1 (mit verschiedenen Varianten) in Kombination mit der Körperarbeit Anklang gefunden?



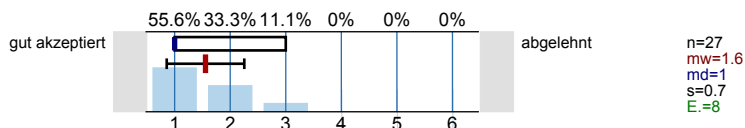
3.24 Hat die Tonübung 2 (mit verschiedenen Varianten) in Kombination mit der Körperarbeit Anklang gefunden?



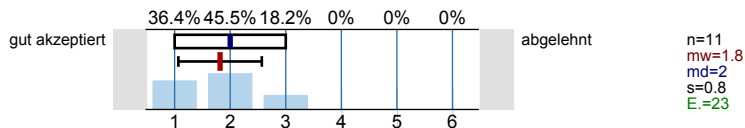
3.25 Hat die Tonübung 3 (mit verschiedenen Varianten) in Kombination mit der Körperarbeit Anklang gefunden?



3.26 Hat die Tonübung 4 (mit verschiedenen Varianten) in Kombination der Körperarbeit Anklang gefunden?

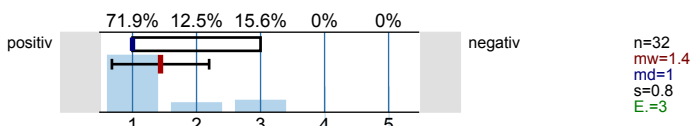


3.27 Haben die eigenen Tonübungen in Kombination der Körperarbeit Anklang gefunden?

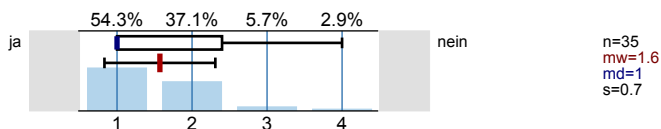


4. Lernkriterien Schüler/Schülerin

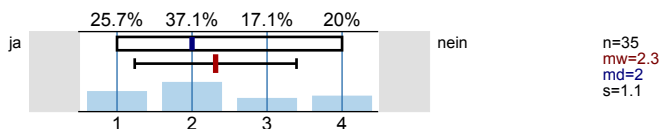
4.1 Wie hat die Anwendung des Übungsrepertoires das Körpergefühl des Schülers beeinflusst?



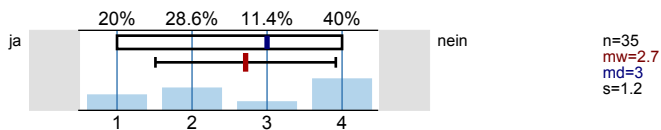
4.2 Aktivierung des Fussgewölbes?



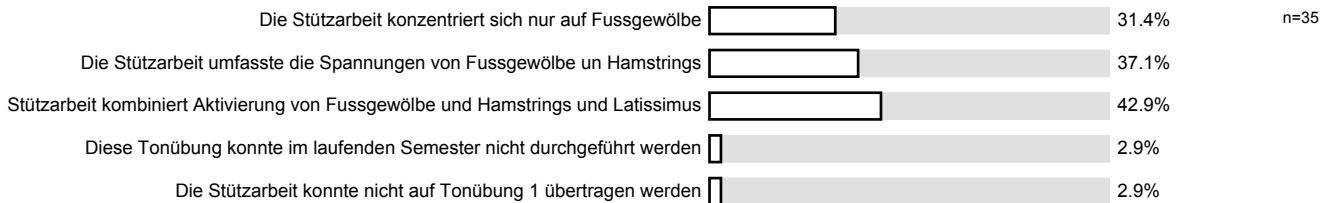
4.3 Aktivierung der Hamstrings?



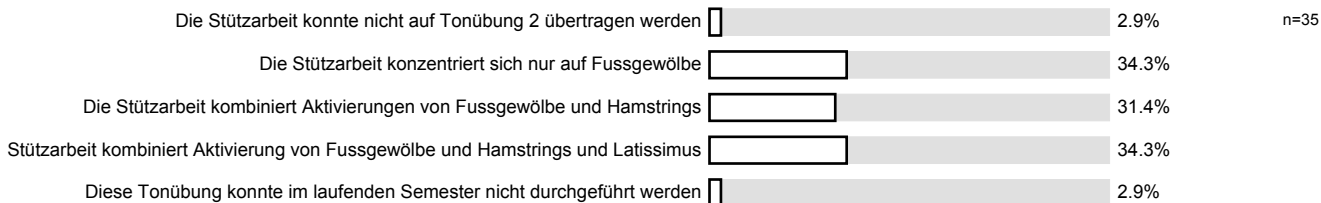
4.4 Aktivierung des Latissimus?



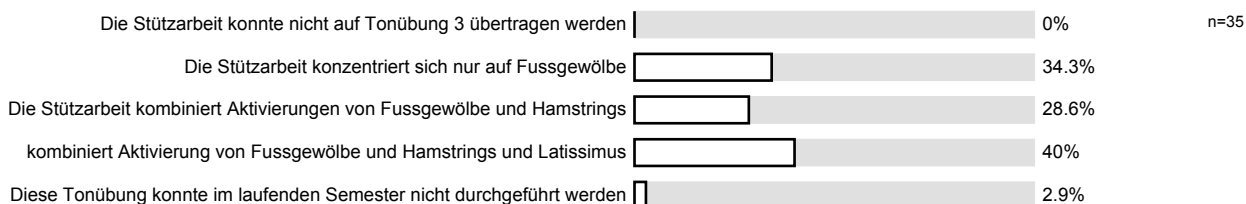
4.5 Bei Tonübung 1 (langames Legato von zwei Tönen)



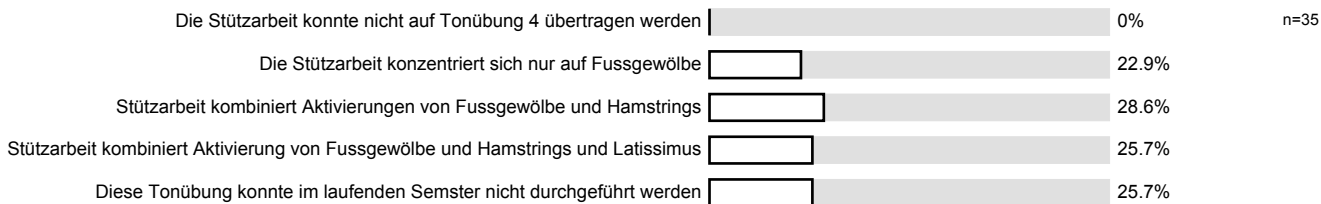
4.6 Bei Tonübung 2, Akzent und schnelles Staccato



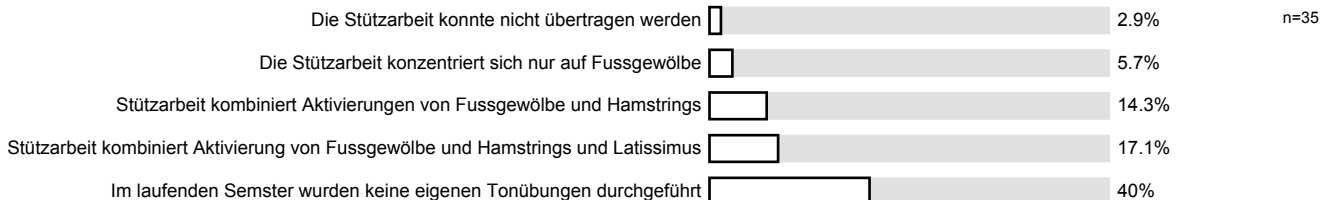
4.7 Bei Tonübung 3, "messa di voce"



4.8 Bei Tonübung 4 (Staccato in Zeitlupe)

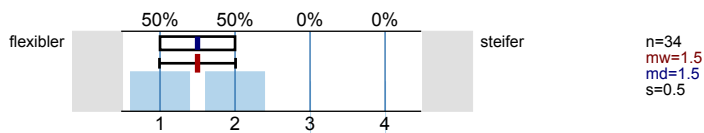


4.9 Bei den eigenen Tonübungen

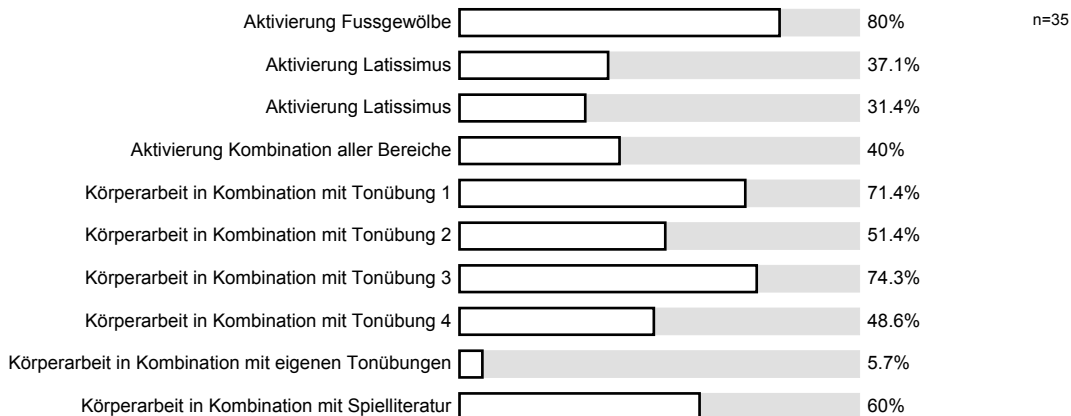


5. Ergebniskriterien Schüler/Schülerin

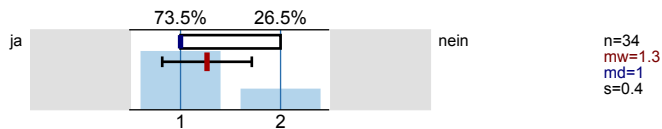
5.1 Hat die Arbeit mit dem Übungsrepertoire die Qualität der Luftführung verändert? In welcher Richtung?



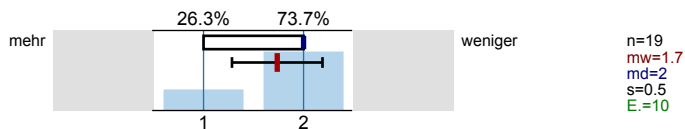
5.2 Wenn ja, welchen Aspekten schreiben Sie diese Wirkung zu?



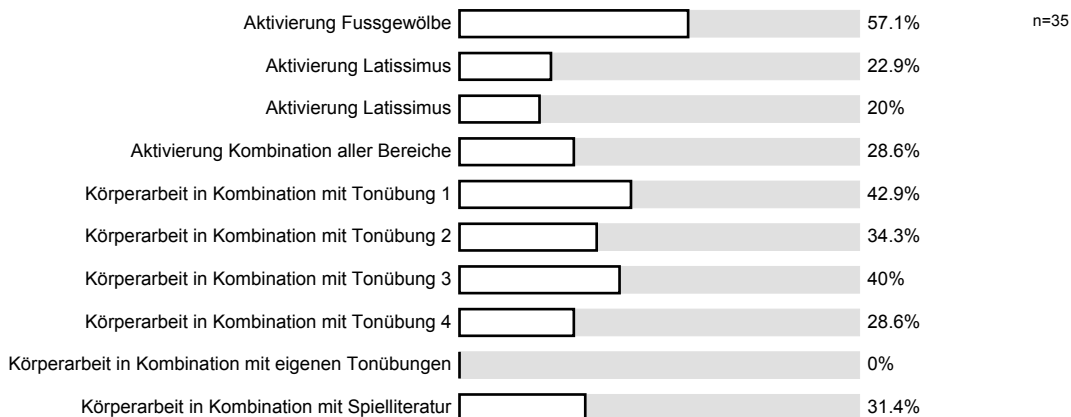
5.3 Hat die Arbeit mit dem Übungsrepertoire eine Veränderung des Kräfteinsatzes im Ansatzbereich bewirkt?



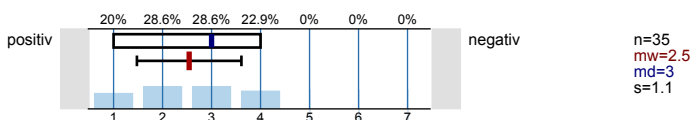
5.4 Spielt der Schüler mit mehr oder weniger Ansatzdruck?



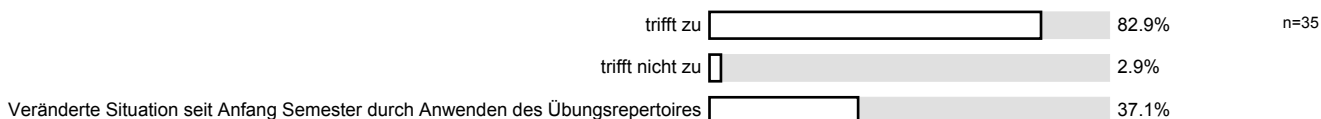
5.5 Wenn ja, welchen Aspekten schreiben Sie diese Wirkung zu?



5.6 Hat sich die **Ansatzformung** positiv oder negativ verändert? (mittleres Kästchen: keine Veränderung)



5.7 Einatmen zu Beginn eines Stückes = Aufbau der Stützspannungen, vorbereitend zum Toneinsatz, Ansatzformung



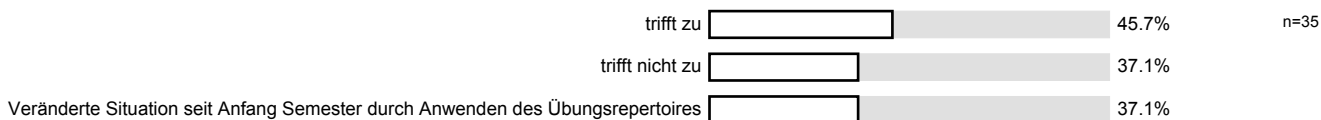
5.8 Beginn der Ausatmung = Toneinsatz; die ausatmenden Kräfte werden von den Stützspannungen (Fussgewölbe, Hamstrings und Latissimus) dosiert, geführt und begleitet



5.9 Beginn der Ausatmung = erst jetzt Ansatzformung, Ausatemungskräfte werden wesentlich durch den Ansatzdruck dosiert



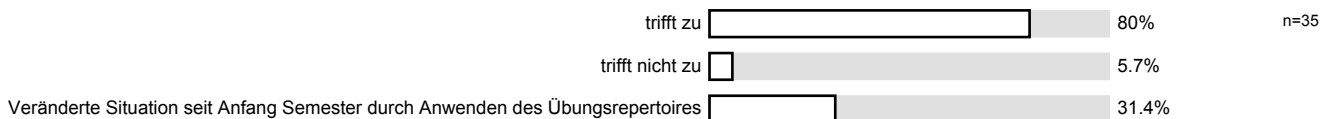
5.10 Fortgesetzte Ausatmung = die musikalische Gestaltung wird betont durch die Ausatemungskräfte geführt



5.11 Fortgesetzte Ausatmung = die Ausatemungskräfte werden entsprechend der musikalischen Phrase durch die fortgesetzte Aktivierung der Stützspannungen geführt



5.12 Ende der Ausatmung = Abrunden der Phrase, des Tones, durch Zurücknehmen der Ausatemungskräfte, Aufrechterhalten der Stütz-Spannungen über das Tonende hinaus



5.13 Luftholen = befreiendes Herausplatzen überschüssiger Luft, aktiv- geräuschvolles "Energie Tanken"



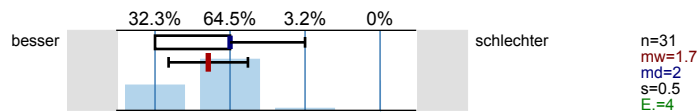
5.14 Ende der Ausatmung = Loslassen des Anatzdruckes, überschüssige Luft entweichen lassen



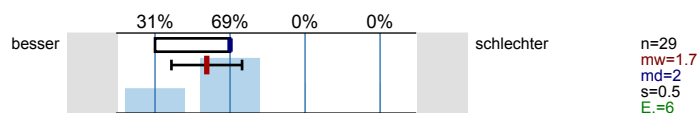
5.15 Einatmen = Loslassen aller Spannungen, „herein-fallen-lassen“ der Luft



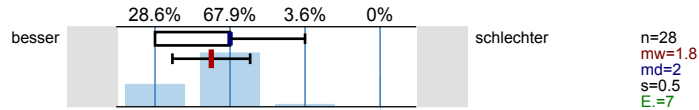
5.16 Der Ausgleich der Intonation zwischen *ppp* und *fff* ist



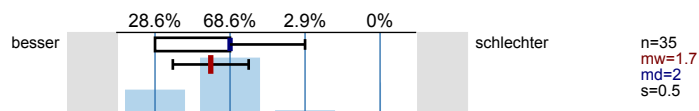
5.17 Der Ausgleich der Intonation zwischen verschiedenen Registern ist



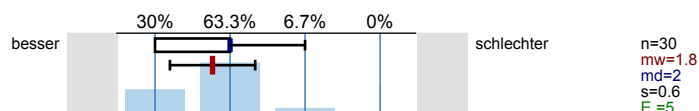
5.18 Der Ausgleich der Klangfarbe innerhalb den verschiedenen Registern ist



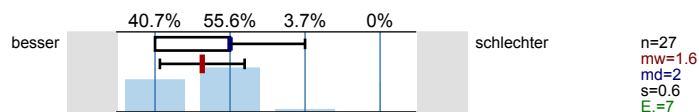
5.19 Die dynamischen Möglichkeiten sind



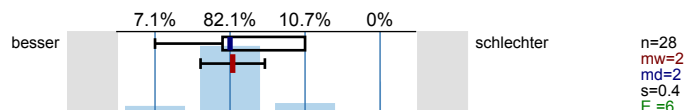
5.20 Die Zuverlässigkeit der Ansprache im Klarin-Register ist



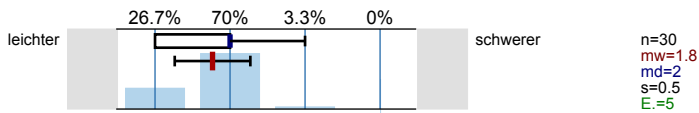
5.21 Die Zuverlässigkeit der Ansprache im hohen Register ist



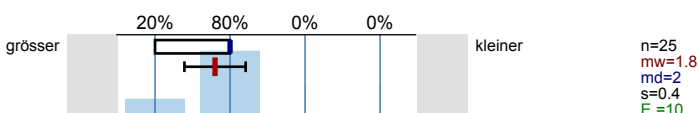
5.22 Die Kontrolle über die Intonation in dynamischen Extremen ist



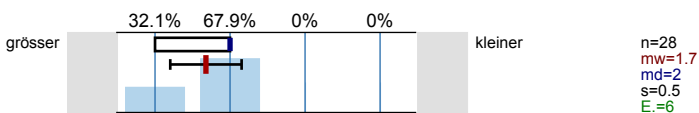
5.23 Die Zungenartikulation ist



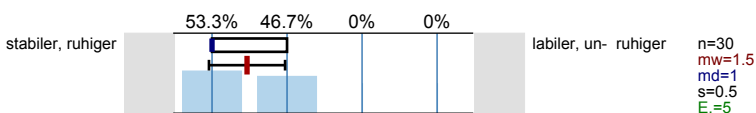
5.24 Die Variabilität der Zungenartikulation ist



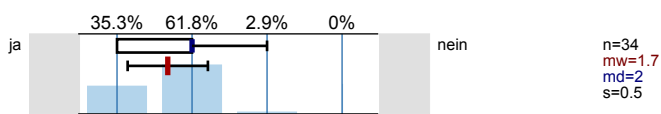
5.25 Die Geschwindigkeit der Zungenartikulation ist



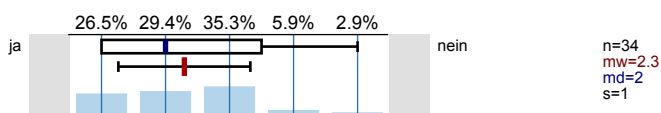
5.26 Die Tonführung ist



5.27 Die Luftführung ermöglicht ein dynamisches Inleben der Klänge

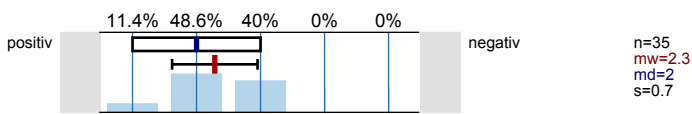


5.28 Die Luftführung erlaubt eine grosse dynamische Agilität und Geschmeidigkeit des Klanges

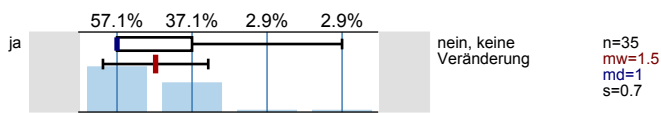


6. Transferkriterien

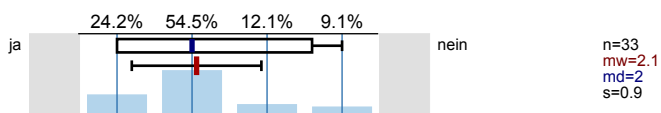
6.1 Konstatieren Sie im Zusammenhag mit dem Übungsrepertoire eine Veränderungen im allemeinen Lernverhalten des Schülers? Mittleres Kästchen: keine Veränderung



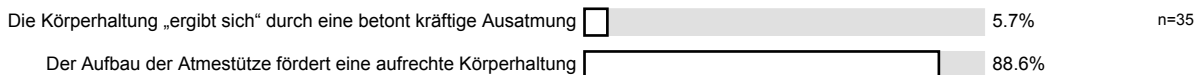
6.2 Veränderte der Schüler Ihres Erachtens seine eigene Körperwahrnehmung?



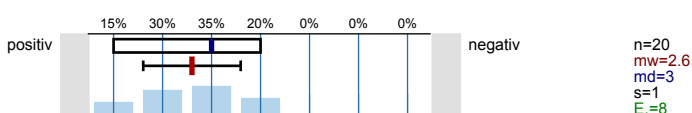
6.3 Achtet der Schüler bewusst auf seine Körperhaltung bei der Klangproduktion?



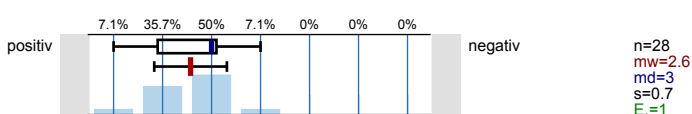
6.4 Welche Beschreibungen treffen im Zusammenhang mit der Spielhaltung zu?



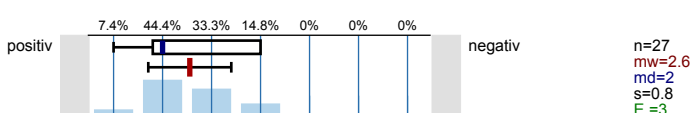
6.5 Übe-Gewohnheiten, Veränderung



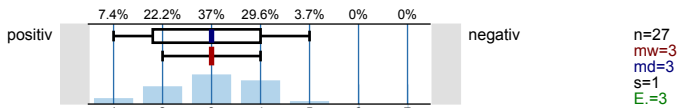
6.6 Hörgewohnheiten, Veränderung



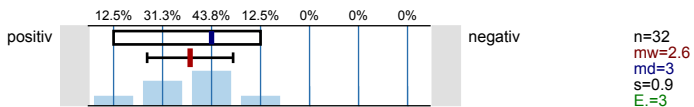
6.7 Ausdauer, Veränderung



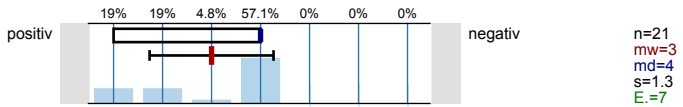
6.8 Konzentrationsfähigkeit, Veränderung



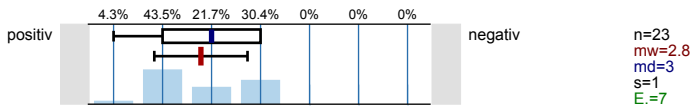
6.9 Fingertechnik, Veränderung



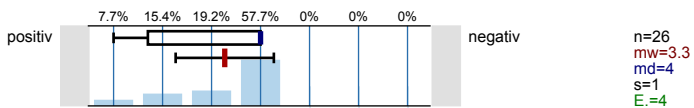
6.10 Meistern von Vorspielsituationen, Veränderung



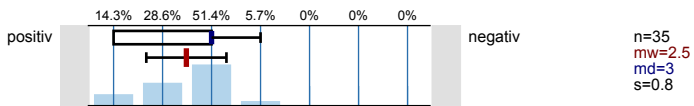
6.11 Aufmerksamkeit, Veränderung



6.12 Allgemeine Körperhaltung im Alltag, Veränderung



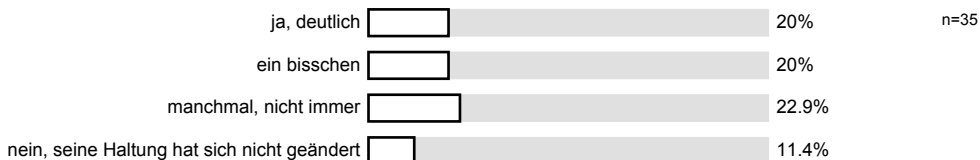
6.13 Körperhaltung beim Musizieren, Veränderung



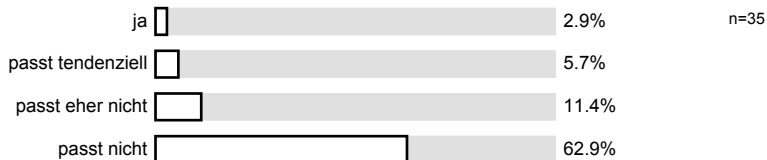
6.14 Passt die Haltung des Schülers nach der Arbeit in diesem Semester zu dieser Skizze?



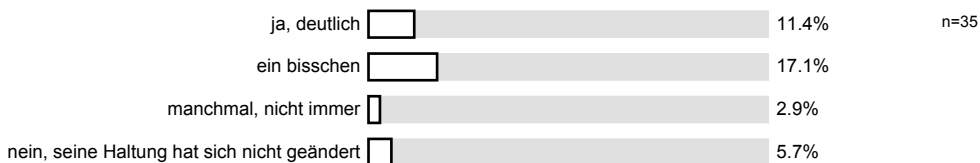
6.15 Bewirkte die Arbeit mit dem Übungsrepertoire eine Veränderung der gewohnten Spielhaltung in Richtung 6.14?



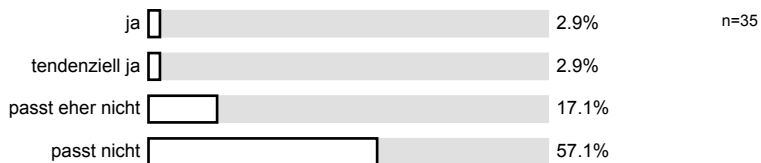
6.16 Passt die Haltung des Schülers nach der Arbeit in diesem Semester zu dieser Skizze?



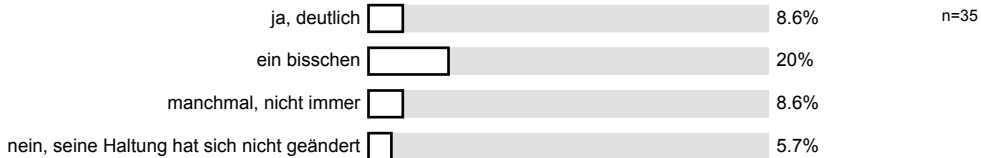
6.17 Bewirkte die Arbeit mit dem Übungsrepertoire eine Veränderung der gewohnten Spielhaltung in Richtung 6.14?



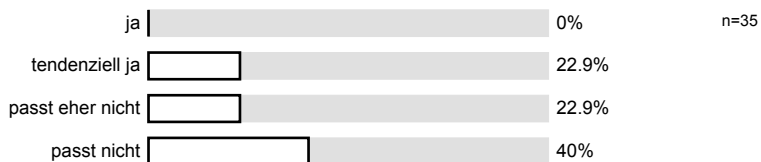
6.18 Passt die Haltung des Schülers nach der Arbeit in diesem Semester zu dieser Skizze?



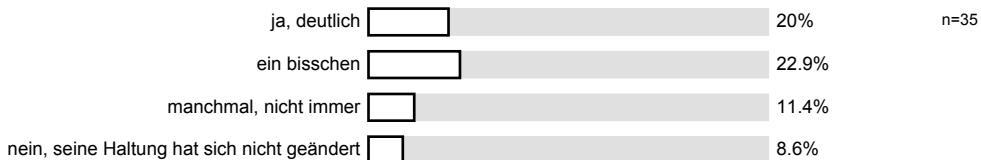
6.19 Bewirkte die Arbeit mit dem Übungsrepertoire eine Veränderung der gewohnten Spielhaltung in Richtung 6.14?



6.20 Passt die Haltung des Schülers nach der Arbeit in diesem Semester zu dieser Skizze?

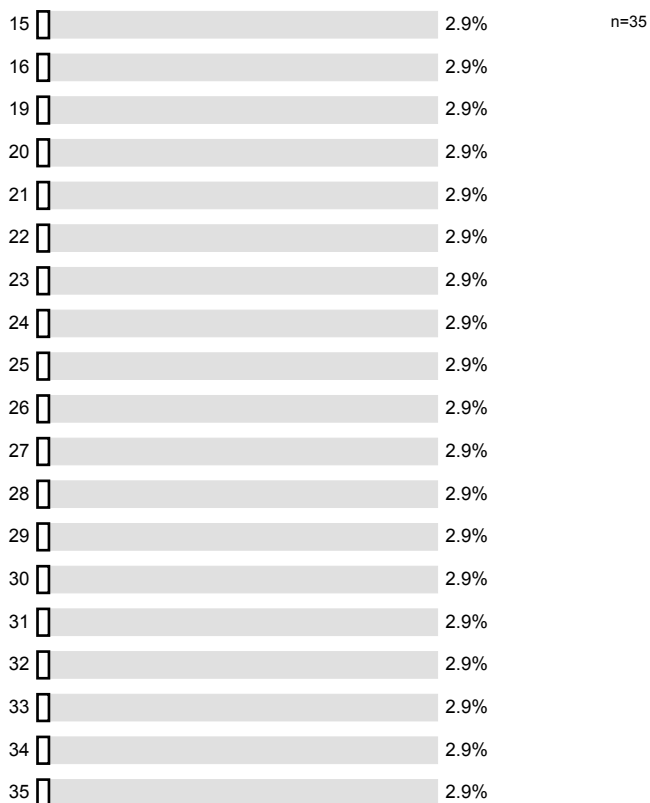


6.21 Bewirkte die Arbeit mit dem Übungsrepertoire eine Veränderung der gewohnten Spielhaltung in Richtung 6.14?



7. Zuordnung

7.1 Bitte leer lassen



36	<input type="checkbox"/>	2.9%
38	<input type="checkbox"/>	2.9%
39	<input type="checkbox"/>	2.9%
41	<input type="checkbox"/>	2.9%
42	<input type="checkbox"/>	2.9%
45	<input type="checkbox"/>	2.9%
46	<input type="checkbox"/>	2.9%
48	<input type="checkbox"/>	2.9%
49	<input type="checkbox"/>	2.9%
50	<input type="checkbox"/>	2.9%
54	<input type="checkbox"/>	2.9%
55	<input type="checkbox"/>	2.9%
56	<input type="checkbox"/>	2.9%
57	<input type="checkbox"/>	2.9%
58	<input type="checkbox"/>	2.9%
59	<input type="checkbox"/>	2.9%

- 3.23 Hat die Tonübung 1 (mit verschiedenen Varianten) in Kombination mit der Körperarbeit Anklang gefunden?
- 3.24 Hat die Tonübung 2 (mit verschiedenen Varianten) in Kombination mit der Körperarbeit Anklang gefunden?
- 3.25 Hat die Tonübung 3 (mit verschiedenen Varianten) in Kombination mit der Körperarbeit Anklang gefunden?
- 3.26 Hat die Tonübung 4 (mit verschiedenen Varianten) in Kombination der Körperarbeit Anklang gefunden?
- 3.27 Haben die eigenen Tonübungen in Kombination der Körperarbeit Anklang gefunden?
- 4.1 Wie hat die Anwendung des Übungsrepertoires das Körpergefühl des Schülers beeinflusst?
- 4.2 Aktivierung des Fussgewölbes?
- 4.3 Aktivierung der Hamstrings?
- 4.4 Aktivierung des Latissimus?
- 5.1 Hat die Arbeit mit dem Übungsrepertoire die Qualität der Luftführung verändert? In welcher Richtung?
- 5.3 Hat die Arbeit mit dem Übungsrepertoire eine Veränderung des Kräfteinsatzes im Ansatzbereich bewirkt?
- 5.4 Spielt der Schüler mit mehr oder weniger Ansatzdruck?
- 5.6 Hat sich die **Ansatzformung** positiv oder negativ verändert? (mittleres Kästchen: keine Veränderung)
- 5.16 Der Ausgleich der Intonation zwischen *ppp* und *fff* ist
- 5.17 Der Ausgleich der Intonation zwischen verschiedenen Registern ist
- 5.18 Der Ausgleich der Klangfarbe *innerhalb* den verschiedenen Registern ist
- 5.19 Die dynamischen Möglichkeiten sind
- 5.20 Die Zuverlässigkeit der Ansprache im Klarin- Register ist
- 5.21 Die Zuverlässigkeit der Ansprache im hohen Register ist
- 5.22 Die Kontrolle über die Intonation in dynamischen Extremen ist
- 5.23 Die Zungenartikulation ist
- 5.24 Die Variabilität der Zungenartikulation ist
- 5.25 Die Geschwindigkeit der Zungenartikulation ist
- 5.26 Die Tonführung ist
- 5.27 Die Luftführung ermöglicht ein dynamisches Innleben der Klänge
- 5.28 Die Luftführung erlaubt eine grosse dynamische Agilität und Geschmeidigkeit des Klanges
- 6.1 Konstatieren Sie im Zusammenhng mit dem Übungsrepertoire eine Veränderungen im allemeinen Lernverhalten des Schülers? Mittleres Kästchen: keine Veränderung
- 6.2 Veränderte der Schüler Ihres Erachtens seine eigene Körperwahrnehmung?
- 6.3 Achtet der Schüler bewusst auf seine Körperhaltung bei der Klangproduktion?
- 6.5 Übe-Gewohnheiten, Veränderung
- 6.6 Hörgewohnheiten, Veränderung

