

**Kann mit Osteopathie
der Stimmumfang von Sängerinnen
der Stimmlage Sopran vergrößert
werden**

**Master Thesis zur Erlangung des Grades
Master of Science in Osteopathie**

**an der Donau Universität Krems –
Zentrum für chin. Medizin & Komplementärmedizin**

**niedergelegt
an der Wiener Schule für Osteopathie**

**von Elisabeth Amlinger
Moosburg, Dezember 2010**

Betreut von Claudia Gamsjäger

Zusammenfassung ins Englische übersetzt von

Mag. Barbara Höflehner-Schnürch

Danksagung

Mein größter Dank gilt in erster Linie meinem Mann und meinen Kindern, die mich die lange Zeit der Ausbildung zur Osteopathin mit viel Geduld unterstützt haben.

Weiters möchte ich Frau P. Forma vom Kärntner Landesmusikschulwerk für die Stimmumfangmessung und Herrn A. Gebhard von der Universität Klagenfurt für die freundliche Unterstützung bei der statistischen Auswertung danken.

Aber auch allen meinen Kurskollegen, Lehrern und Fr. C. Gamsjäger möchte ich meinen herzlichen Dank aussprechen.

Eidesstattliche Erklärung

Hiermit versichere ich, die vorgelegte Masterthese selbständig verfasst zu haben.

Alle Stellen, die wörtlich oder sinngemäß aus veröffentlichten oder nicht veröffentlichten Arbeiten anderer übernommen wurden, wurden als solche gekennzeichnet. Sämtliche Quellen und Hilfsmittel, die ich für die Arbeit genutzt habe, sind angegeben. Die Arbeit hat mit gleichem Inhalt weder im In- noch im Ausland noch keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegen.

Diese Arbeit stimmt mit der von dem/der Gutachter/in beurteilten Arbeit überein.

Datum

Unterschrift

Abstract (Deutsch)

Titel: Kann mit Osteopathie der Stimmumfang von Sängerinnen der Stimmlage Sopran vergrößert werden?

Studien Design: Es handelt sich hier um eine nicht blindierte, experimentelle klinische Studie mit Wahlrandomisierung mit pretest-posttest control group design.

Methode: Die Stichprobe besteht aus 30 Amateur-Chor-Sängerinnen der Stimmlage Sopran, die durch freie Wahl in eine Versuchsgruppe und eine Kontrollgruppe geteilt werden. Nach einer ersten Stimmumfangmessung (beider Gruppen) bekommt die Versuchsgruppe drei Therapien im Abstand von ca. zwei Wochen. Nach weiteren zwei Wochen wird in beiden Gruppen wieder eine Stimmumfangmessung durchgeführt. Die Stimmumfangsmessung erfolgt auf der Basis der chromatischen Tonleiter. Damit liegt als abhängige Variable eine diskrete Variable auf Intervallniveau vor. Als unabhängige Variable dienen drei osteopathische Einheiten (black box).

Hypothese: Der Stimmumfang von Sängerinnen der Stimmlage Sopran kann mit Osteopathie vergrößert werden.

Ergebnis: Nachdem die explorative Datenanalyse die Vermutung nahegelegt hat, dass in der Versuchsgruppe nach der Therapie eine Vergrößerung des Stimmumfangs erfolgt ist, konnte nach Überprüfung der vorauszusetzenden Normalverteilung im F-Test eines ANOVA-Modells tatsächlich ein hochsignifikanter Einfluss der Osteopathie auf den Stimmumfang nachgewiesen werden.

Diskussion: Diese Studie belegt eine signifikante Erweiterung des Stimmumfangs im Zusammenhang mit Osteopathie. Auf Grund der geringen Probandenzahl hat sie jedoch keine große Aussagekraft und es wäre zu empfehlen, diese mit einer größeren Probandenzahl zu wiederholen. Dass die Vergrößerung des Stimmumfangs tatsächlich auf die Osteopathie zurückzuführen ist, oder ob andere Faktoren hier (auch) wirksam gewesen sein könnten, da es sich ja um keine Blindstudie handelt, wird diskutiert. Eine Festlegung auf drei Behandlungen widerspricht eigentlich dem osteopathischen Prinzip und ist deshalb zu hinterfragen. Sie war aber gefordert, um Wissenschaftlichkeit zu erhalten. Schließlich lässt die hier belegte positive Wirksamkeit der Osteopathie auf die Stimme eine verstärkte Nutzung im Bereich engagierter gesanglicher Betätigung als geeignet erscheinen.

Stichworte: Osteopathie, Stimme, Stimmumfang, Sopran, Chor

Abstract (English)

Title: Can osteopathy expand the vocal compass of female singers with the voice type soprano?

Study Design: This study is a non-blinded, experimental clinical study with randomization by choice and a pre-test-post-test control group design.

Methodology: The study sample consists of 30 female amateur choir singers with the voice type soprano, who are randomly divided into two groups following their personal choice. After a first measurement of the singers' vocal compass (in both groups) the study group receives three treatments at an interval of approximately two weeks. After a period of another two weeks the participants' vocal compass is measured again. The measurements of the vocal compass are based on the chromatic scale, which means that the dependent variable is a discrete variable within a certain interval. The three osteopathic treatment sessions (black box) serve as independent variable.

Hypothesis: The vocal compass of female singers with the voice type soprano can be expanded with osteopathic treatment.

Result: An explorative analysis of the data suggested that the vocal compass of the singers in the study group improved after the treatment sessions. After the necessary precondition of a normal distribution of the results had been verified, a highly significant influence of the osteopathic treatment on the vocal compass could be confirmed by means of an ANOVA f-test.

Discussion: This study confirms a significant expansion of the vocal compass by means of osteopathy. However, due to the small number of test persons the relevance of the results is only minor. It would be recommendable to carry out another study with a larger number of participants. Whether the expansion of the vocal compass can actually be ascribed to the osteopathic treatment or whether other factors (also) played a role, needs to be critically evaluated since the study format was a non-blinded study. Also the set number of three treatments actually contradicts the osteopathic principle and therefore has to be challenged. However, this limitation was necessary to guarantee a scientific approach. After all, the positive effect of osteopathy on the human voice could be demonstrated and suggests that osteopathy seems to be an appropriate way of treating dedicated singers who use their voice more than the average person.

Key words: osteopathy, voice, vocal compass, soprano, choir

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	9
2	Osteopathie	10
3	Die Stimme und ihre Grundlagen	12
3.1	Die Entwicklung der Stimme	13
3.1.1	Evolution der Stimme	13
3.1.2	Embryologie	16
3.1.3	Entwicklung der Stimme vom Säugling zum Erwachsenen	19
3.2	Die Singstimme	20
3.2.1	Das Stimmorgan	21
3.2.2	Anatomie	22
3.2.3	Tonerzeugung – Phonation	28
3.2.4	Tonhöhe	33
3.2.5	Resonanz	35
3.2.6	Ansatzrohr und Vokaltrakt	37
3.2.7	Register	40
3.2.8	Klassifizierung der Stimmlagen	43
3.3	Der Atem	44
3.3.1	Anatomie	44
3.3.2	Physiologie	46
3.3.3	Atemarten	48
3.3.4	Atemstütze (Appoggio)	52
3.4	Die Haltung	54
3.5	Dysfunktionen	56
4	Musikalische Grundlagen	61
5	Methodik	64
5.1	Forschungsfrage	64
5.1.1	Nullhypothese	64
5.1.2	Hypothese	64
5.2	Stichprobe	64
5.3	Gruppeneinteilung	64
5.4	Einschlusskriterien	65
5.5	Ausschlusskriterien	65
5.6	Erhebungsverfahren	65

5.7	Reliabilität	66
5.8	Validität	66
5.9	Abhängige Variable	68
5.10	Unabhängige Variable	69
5.11	Ablauf	69
6	Ergebnisdarstellung	70
6.1	Messergebnisse	70
6.2	Statistische Analyse	71
6.2.1	Datensatz	71
6.2.2	Explorative Datenanalyse	72
6.2.3	Homogenität der Gesamtstichprobe zum Messzeitpunkt 1	76
6.2.4	Effekt der Behandlung	78
6.3	Zusammenfassung der Ergebnisse	81
7	Diskussion und Kritik	81
8	Abbildungsverzeichnis	84
9	Literaturverzeichnis	85
10	Anhang	89
10.1	Osteopathische Diagnosen und Behandlungen	89
10.2	Feedback der Sängerinnen	94
10.3	Einverständniserklärung	96
11	Zusammenfassung	97
11.1	Einleitung	97
11.2	Osteopathie	98
11.3	Die Singstimme	99
11.4	Methodik	100
11.4.1	Forschungsfrage	101
11.4.2	Stichprobe	101
11.4.3	Gruppeneinteilung	101
11.4.4	Einschlusskriterien	101
11.4.5	Ausschlusskriterien	102
11.4.6	Erhebungsverfahren	102
11.4.7	Reliabilität	102
11.4.8	Validität	103
11.5	Statistische Analyse	103

11.6	Messergebnisse	105
11.7	Diskussion	105
12	Summary	106
12.1	Introduction	106
12.2	Osteopathy	107
12.3	The singing voice	108
12.4	Methodology	110
12.4.1	Research Question	110
12.4.2	Patient Sample	110
12.4.3	Division of the participants into the two groups	110
12.4.4	Inclusion criteria	111
12.4.5	Exclusion criteria	111
12.4.6	Recruitment of participants	111
12.4.7	Reliability	112
12.4.8	Validity	112
12.5	Statistical analysis	113
12.6	Results	114
12.7	Discussion	115
12.8	Conclusion	116

1 Einleitung

*„Werde Laut, helle Stimme, dass die Unruhigen dich hören,
Geh hervor, süßer Ton, dass die Hörenden Dich loben,
Erhebe dich herrlicher Klang, dass du zum Schweigen bringst
den Lärm der unseligen Welt“*

Alte Inschrift im Kloster St. Rutbert (bei Worms, D) (Fischer-Junghann 1964).

Es war eine spezielle Erfahrung im Rahmen meiner praktischen Tätigkeit als Osteopathin, die mich erstmals auf die dieser Arbeit zugrundeliegenden Fragestellung hinwies: Ich hatte eine professionelle Sängerin mit unspezifischen Rückenbeschwerden als Patientin. Diese war immer deshalb als Mezzosopran eingestuft worden, weil sie zwar recht hohe Töne erreichen konnte, es ihr jedoch nicht möglich war, diese sängerisch umzusetzen. Seit Abschluss der Osteopathie (3 Einheiten) gelingt ihr dies problemlos. Sie gilt nun als Sopran.

Ich selbst habe viele Jahre in verschiedenen Kärntner Laienchören gesungen und machte immer wieder die Erfahrung, dass die dort gesungene Chorliteratur recht eintönig war, da ein geringer Stimmumfang der Chor-Sänger (vor allem in der Stimmlage Sopran, der auch ich angehöre) die mögliche Liedauswahl sehr eingeschränkt hat. Nicht alle Chöre haben professionelle Stimmbildner zur Verfügung um dem entgegenzuwirken. So stellte sich für mich als Osteopathin auf Grund meiner oben angeführten Erfahrung die Frage, ob man (auch) mit Osteopathie den Stimmumfang vergrößern kann.

Als ich daraufhin die Fachliteratur nach diesbezüglichen Hinweisen durchsuchte, stieß ich auf mehrere Forschungsergebnisse, die den Einfluss der Osteopathie auf die Stimme belegen. Bei diesen wurde jedoch nirgendwo explizit ihre Auswirkung auf den Stimmumfang untersucht: So stellt z.B. Bernhard (2002) fest, dass sich Verspannungen im Rücken-, Schulter- und Nackenbereich direkt auf die Muskulatur im Kehlkopfbereich und dadurch auf die Stimme auswirken. Auch zum Becken als Zentrum unseres Körpers stellt er eine Verbindung her: Es ist für die Stabilisierung und Krafterzeugung unserer Stimme zuständig.

Nun ist davon auszugehen, dass heutzutage viele Menschen Probleme mit der aufrechten Haltung und den oben genannten Körperbereichen haben, ohne sich deshalb in ärztliche oder therapeutische Behandlung zu begeben. Sollte sich nicht bei vielen von ihnen eine diesbezügliche gesundheitliche Verbesserung durch Osteopathie erreichen lassen, die sich dann auch auf die Stimme und im Speziellen auf den Stimmumfang auswirkt? Dieser Fragestellung im Rahmen der vorliegenden Studie nachzugehen, habe ich mir vorgenommen: Kann mit Osteopathie der Stimmumfang von Sängern vergrößert werden?

In dieser Formulierung ist - wie auch in den folgenden Ausführungen - vorausgesetzt, dass mit der Bezeichnung „Sänger“ sowohl Frauen als auch Männer gemeint sind. Der Begriff „Sängerinnen“ findet dagegen überall dort Verwendung, wo explizit nur Frauen gemeint sind. Diese Verwendung entspricht auch der dieser Arbeit zugrunde gelegten Literatur.

2 Osteopathie

„Die Osteopathie ist die Kunst der bedeutungsvollen Berührung im therapeutischen Kontext. Sie zeichnet sich durch Wahrnehmung und palpatorische Erfassung der im Organismus wirkenden homöodynamischen Dynamiken und der wechselseitigen Dynamik zwischen Selbst/Organismus und seiner Umwelt aus, sowie durch Synchronisation mit diesen Dynamiken und Kräften. [...] Die Palpationsfähigkeit eines Osteopathen umfasst nicht nur die Differenzierung der vitalen Gewebsqualitäten von Knochen, Gelenken, Muskeln, Bändern, Membranen, Viscera, Nerven, Gefäßen und Fluida, sondern auch die Fähigkeit ihre jeweilige Bedeutung für die Ganzheit des Organismus erfassen zu können und diese Kenntnis therapeutisch umzusetzen.“
(Liem, 2005, S. 7)

Auch bei der Sichtung vorliegender osteopathischer Literatur ergeben sich viele Hinweise darauf, dass Osteopathie einen großen Einfluss auf die Stimme hat. Keine dieser praktischen Studien hatte jedoch den Stimmumfang als Parameter:

Bei Steiner / Welz (1999) ergab sich im Rahmen ihrer Diplomarbeit, dass durch Osteopathie am Ösophagus und seiner Umgebung eine signifikante Änderung der

Schwingungsamplitude der Stimmbänder, der Schwingungsregelmäßigkeit und der Körperhaltung erzielt werden konnte. Das Ergebnis wurde bei einer Stichprobengröße von 25 Probanden (13 osteopathisch behandelte Probanden + Logopädie, 12 Probanden nur mit Logopädie) und durch stroboskopischen Befund ermittelt. Auch zeigten sich hoch signifikante Unterschiede in der Eigeneinschätzung bezüglich Sprechproblemen und signifikante Resultate bezüglich Schluck- und Atemproblemen. Fleischer / Weese (2008) kamen dagegen in ihrer Diplomarbeit zu einem negativen Ergebnis, nämlich dass bei Patienten mit funktioneller Stimmstörung vier osteopathische Behandlungen zusätzlich zur logopädischen Standardtherapie keinen statistisch signifikanten Einfluss auf den Grad der Beeinträchtigung hatten.

Spieker-Henke / Wolkenhauer (2003) beschreiben einen Einzelfall, einer 47-jährigen Sängerin mit Überweisung zur Stimmtherapie wegen hyperfunktioneller Dysphonie. Als Zusammenfassung geben sie an, dass der komplizierte Heilungsverlauf einer Gallenblasenoperation die Halswirbelsäule in Dysfunktion gebracht hatte und die Kombination von osteopathischer Therapie und Stimmtherapie (Logopädie) die Sängerin wieder voll einsatzfähig machte.

Münch (2009/2) beschreibt als Beispiel, wie eine absteigende Kette sich auf die Stimme auswirken kann: Muskeldysfunktionen im Kieferbereich können Störungen im Bereich der Kopfgelenke, der Halswirbelsäule und ihrer ventralen Muskulatur hervorrufen. Dies bedingt eine Lageänderung des Kehlkopfes, des Schulterblattes (M. omohyoideus) und des Hyoids. Dadurch kann sich der Stimmklang verändern.

In ihrem Artikel über den osteopathischen Ansatz bei Dysfunktion des M. Omohyoideus beschreiben Kaluza et al (2003) die Anfälligkeit der Stimme von Berufssängern und anderen, die ihre Stimme viel gebrauchen. Dabei gehen sie auch ein auf Dysfunktionen im Bereich des M. omohyoideus und stellen dabei fest, dass selbst eine Laryngitis, die auf einem gastrischen Reflux beruht, ihre wahre Ursache in diesem Muskel haben kann.

Hülse (2003) beschreibt, wie Verspannungen der praelaryngealen Muskulatur durch Lösen der Wirbelgelenke C1/2 und C2/3 gelöst werden und es zu einer sofortigen Verbesserung der Stimmqualität kommen konnte. Dies wurde auch mittels Lupenlaryngoskopie und Stroboskopie nachgewiesen.

Einen ähnlichen Artikel schreibt Hülse auch in der Fachzeitschrift für osteopathische Medizin, wobei er hier das Kiefergelenk, die BWS und die Rippen mit einbezieht. Er

beschreibt eine Einschränkung der Leistungsfähigkeit der Stimme im Tonhöhenumfang und in der Stimmstärke durch eine Störung des Phonationsapparates ausgelöst durch eine funktionelle Störung in den oben genannten Bereichen.

Hempel (2006) erklärt in der Zusammenfassung seiner Masterthese, dass er einen Einfluss seiner osteopathische Behandlung auf das Stimmvolumen und die Qualität der Stimme habe feststellen können, und dies obwohl er „nur“ die osteopathischen Läsionen, die er bei den Probanden gefunden hatte (black box), behandelte – also in der Behandlung nicht speziell auf die Stimme einging.

Malin (2009) untersucht in ihrer Vergleichsstudie den Einfluss von Atemtherapie und Osteopathie auf die menschliche Stimme nach qualitativen und quantitativen Gesichtspunkten wie Reinheit, Stimmvolumen, Klang und maximaler Tonhaldedauer. Sie formuliert folgendes Ergebnis: *„Aus den beschriebenen Testungen und Auswertungen ergibt sich, dass eine ganzheitliche Behandlung – atemtherapeutisch ebenso wie osteopathisch – Auswirkungen auf die menschliche Stimme hat“* (S. 75).

Guinea / Chou / Vianna / Lovenheim (2005) konnten nachweisen, dass durch manipulative osteopathische Techniken die Vitalkapazität und die Funktion des Diaphragmas signifikant verbessert werden konnte.

Schließlich führt Maier (2008, S. 1) in einem Vortrag aus: *„Verspannungen des Zwerchfells führen zu Atemblockaden.“* Da es aber ohne gutes Atmen kein gutes Singen gibt (siehe Kapitel der Atem), ist die Behandlung eines verspannten Zwerchfells für das Singen wichtig. Nachdem sich die Osteopathie gerade auch hier als sehr wirksam erwiesen hat, ist auch von dieser Seite ein positiver Einfluss auf die Stimme zu erwarten.

3 Die Stimme und ihre Grundlagen

Um mit Stimme umgehen zu können – sowohl sängerisch, als auch therapeutisch – ist es wichtig, sie zu verstehen! Der anatomische Hintergrund, ihre Entstehung und ihre Entwicklung sind Grundvoraussetzungen (Scheufele-Osenberg, 2002). So brauchen auch Osteopathen eine gute Kenntnis der anatomischen, physiologischen und biomechanischen Grundlagen, um strukturelle und viscerale Probleme oder

Veränderungen im hormonellen und Liquorsystem zu erkennen und gezielt behandeln zu können (Ligner / van Asche, 1993).

Osteopathie zielt nicht zuletzt auf das Erreichen einer ausgeglichenen Körperhaltung und -spannung. Gerade diese ist für Sänger besonders wichtig: *„Das Instrument des Sängers ist nicht die Kehle, nicht der Kopf sondern der ganze Körper“* (Hofbauer, 1978, S. 9).

Wie lässt sich nun diese für Sänger anzustrebende Körperhaltung und -spannung näher beschreiben? *„Elastizität heißt der Grundbegriff, mit dem die sängerische Körpereinstellung zu kennzeichnen ist. Sie steht genau in der Mitte zwischen Schlaffheit und Verkrampfung und meint eine feine Gespanntheit der gesamten Muskulatur...“* (Baum, 1972, S 9).

Auch Fischer-Junghann (1964), Hofbauer(1978) und Bernhard (2002) schreiben über die Körperspannung beim Singen: Geht man dem Phänomen Singen nach, so entdeckt man, dass jede Verkrampfung das freie Strömen von Tönen verhindert. Das Wissen von Spannung und Entspannung im gesamten Körper ist dementsprechend wesentlich! Singen ist eine Kombination von intensiver Spannung und gelöster Entspannung (Fischer-Junghann, 1964). Ist die Muskulatur des ganzen Körpers entspannt, wird er für die Schwingungen, die im Kehlkopf produziert werden, durchlässiger und die Stimme klingt voller und resonanzreicher (Bernhard, 2002).

Selbst wenn die Verspannungen nur die Rachen- und Kehlkopfmuskeln betreffen, verhindern diese die korrekte Dehnbarkeit der Stimmbänder (Böhme-Köhler, 1921).

3.1 Die Entwicklung der Stimme

Um die osteopathisch relevanten Zusammenhänge besser zu verstehen, erscheint es zunächst notwendig, die Entwicklung der Stimme und ihrer Grundlagen genauer zu untersuchen. Dabei ist sowohl der Aspekt ihrer evolutionären Entwicklung wesentlich als auch der ontogenetische Aspekt unter Einschluss der embryologischen Phasen.

3.1.1 Evolution der Stimme

Um das „Vermächtnis“ des Menschen, sprechen und singen zu können bzw. die Wichtigkeit eines ausbalancierten Kehlkopfes zu verstehen, ist es wichtig die

Evolution des Menschen etwas näher zu betrachten (Gundermann, 1994). Wie kommt es dazu, dass Tiere nicht sprechen / singen können (Vögel haben eine andere Art des „Singens“)?

Die Stimmbänder liegen im Kehlkopf – das weiß jeder Sänger – doch der Sänger muss (wie wir später sehen werden) mehr machen, als nur die Stimmbänder zum Schwingen zu bringen. Die Bedeutung des Kehlkopfs erklärt sich aus seiner Evolution. Auch die Bedeutung des Wissens um die Anatomie der menschlichen Stimme kann man erst erkennen, wenn man die Evolution der Stimme verfolgt.

„Es ist ein weiter Weg vom primitiven Verschlussmechanismus des Lungenfisches bis zu jenem Klangorgan, dem es bei höchster Vollendung gegeben ist, mit Engelszungen zu sprechen und zu singen“ (Gundermann, 1994, S. 27).

In der Evolutionskette des Menschen und bei der Wegbereitung der Kultur spielt die Entwicklung des Kehlkopfs eine wesentliche Rolle (Gundermann, 1994). Ob und wie die Saurier sich untereinander verständigten ist nicht bekannt. Mit ihrem Aussterben konnten sich aber die Säugetiere und mit ihnen die Homoiniden entwickeln.

Eine Voraussetzung für die Entwicklung der Sprache war, dass der Mensch nicht mehr mit den Zähnen kämpfen bzw. sich verteidigen musste. Dadurch konnten sich senkrecht gestellte Schneidezähne, ein lückenlosen Zahnkranz, ein tief gestellter Kehlkopf und hochgewölbter Gaumen entwickeln. Parallel dazu entwickelte sich auch das Gehirn. Die Entwicklung des aufrechten Ganges spielt auch eine wesentlich Rolle bei der Ausformung des menschlichen Kehlkopfes. Erst so wurde akustisch getragene Verständigung möglich, ohne dass Sichtkontakt notwendig war. (Kipp, 1985)

Diese physiologischen Veränderungen wurde bei den sogenannten „Javamenschen“ (*Pithecanthropus erectus*) und „Pekingmenschen“ (*Sinanthropus pekinensis*) als erstes festgestellt. Da der Neandertaler diese Entwicklung nicht in dieser Form mitmachte ist es anzunehmen, dass er nicht mehr als Grunzlaute von sich geben konnten. Manche Forscher gehen sogar so weit, dass sie dies in einen ursächlichen Zusammenhang mit dem Aussterben der Neandertaler stellen. (Gundermann, 1994). Kipp (1985) ist ähnlicher Meinung bezeichnet den Klang der Stimme aber eher als zischend und pfeifend, und führt dies auf den niedrigen und flachen Gaumen zurück, der bei den Neandertalern gefunden wurde.

Darauf, dass Sprache und Gesang entwicklungsgeschichtlich eng verknüpft sind, weist die Entdeckung von Schweizer Forschern auf Borneo hin, die angeblich einen

Stamm Steinzeitmenschen entdeckt haben, die eine Sprache verwenden, „die dem Gesang der Nachtigall ähnelt“ (Gundermann, 1994).

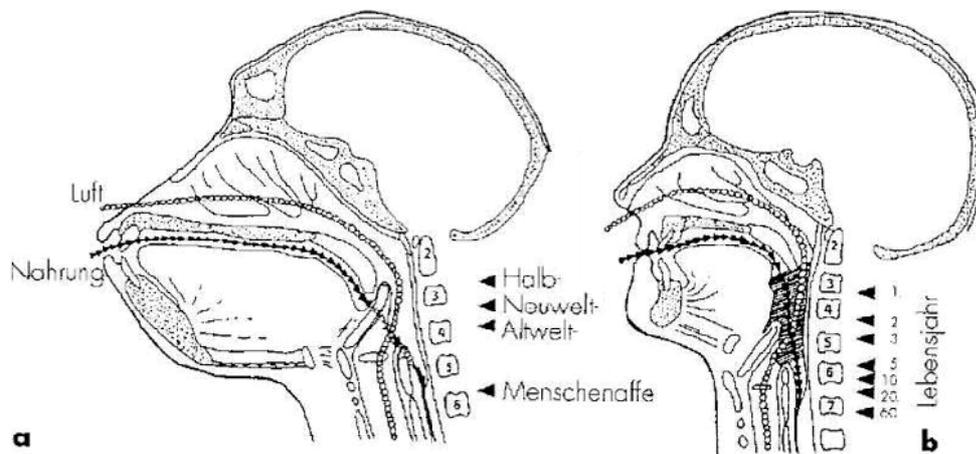


Abb. 1
(Mathelitsch / Friedrich, S 75)

Mathelitsch und Friedrich (1995) beschreiben den Unterschied der Kehlkopfposition von Affen und Menschen im Vergleich zur Wirbelsäule: Halbaffen haben den Kehlkopf ca. auf Höhe des dritten Halswirbels, beim erwachsenen Menschen liegt er dem sechsten bis siebenten Halswirbel gegenüber (bei Kindern ist es anders; siehe 2.1.3. Entwicklung der Stimme). Die meisten Säugetiere müssen immer durch die Nase atmen, da der Kehlkopf so hoch hinter dem Gaumen gelagert ist (Luchsinger / Arnold, 1970, Band 2).

Der Kehlkopf entwickelte sich aus dem primitiven Ringmuskelverschluss (Verhinderung, dass Speisen in die Lunge gelangen) des urzeitlichen Lungenfisches. Später erst kam die Stimmgebung dazu. In veränderter Form ist der Kehldeckelknorpel beim Menschen als Schutz vor Verschlucken vorhanden (Wirth, 1995).

Auch Weikl (1995) bestätigt diese Entwicklung. Er beschreibt sogar, dass menschliche Knochenfunde darauf hinweisen, dass der Kehlkopf erst zu einer Art Singen benutzt wurde und viel später erst zum Sprechen. Dies zeigen Muskelansätze, die einen solchen wissenschaftlichen Schluss zulassen.

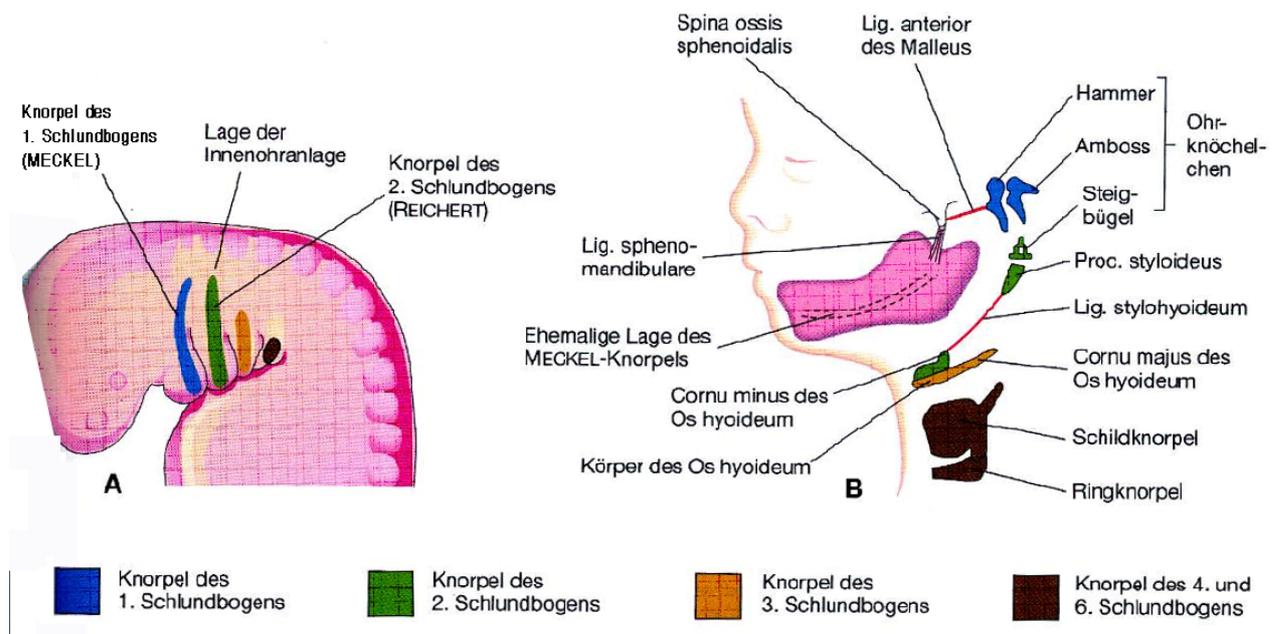
Die Artikulationsmuskulatur war ursprünglich nur zur Einführung, Zerkleinerung und Beförderung von Nahrung vorgesehen. Sie entwickelten sich erst beim Menschen zum Lautbildungsapparat. Dies ist insofern von Bedeutung, als sie den oft

erstaunlichen Kontrast von Struktur und Funktion erklären (Luchsinger / Arnold, 1970, Band 2).

3.1.2 Embryologie

Das Wissen der Embryologie bildet für die Osteopathie einen wichtigen Bestandteil, um Zusammenhänge besser erkennen zu können.

Gegen Ende der 3. Embryonalwoche – noch vor dem Schluss des Neuralrohres – zeichnet sich bereits die Anlage von Gesicht und Hals ab. Für die Entwicklung von Hals, Mund und Ohr entstehen paarig bis zu sechs Verdickungen – die sogenannten Schlund- oder Pharyngealbögen. Sie beteiligen sich je nach ihrer primären Differenzierung z. B. als Blutgefäß, Knorpel oder Nerv. Diese Entwicklung lässt sich beim Erwachsenen am Innervationsmuster des zugehörigen Schlundbogennervs ablesen.



A) Die Seitenansicht der Kopf-, Hals- und Thoraxregion eines menschlichen Embryos (ca. 32 Tage alt) zeigt die Lage der Knorpel in den Schlundbögen. **B)** In der Seitenansicht eines 24 Wochen alten Fetus sind die Derivate der Schlundbogenknorpel dargestellt. Die Mandibula entsteht durch desmale Osteogenese aus dem Mesenchym, das dem Knorpel des ersten Kiemenbogens oberflächlich anliegt und ihn teilweise umgibt. Der Knorpel dient als Schablone für die Entwicklung der Mandibula, trägt aber selbst nicht direkt zur Bildung dieses Knochens bei. Gelegentlich kann sich die Verknöcherung des zweiten Schlundbogenknorpels vom *Processus styloideus* aus entlang dem *Ligamentum stylohyoideum* ausdehnen. In solch einem Fall können Schmerzen im Bereich der *Tonsilla palatina* auftreten.

Abb. 2 (Moore/Persaud, 2007, S 229)

So bildet z.B. der 1. Schlundbogen (Meckel-Knorpel) die beiden Gehörknöchelchen Malleus (Hammer) und Incus (Amboss) des Mittelohres. Des Weiteren fungiert er als

„Schiene“ für die Entwicklung der Mandibula. Ist diese voll ausgebildet, bildet sich der Schlundbogen zurück. Dies geschieht ca. im 6. Embryonalmonat.

Der 2. Schlundbogen (Reichert-Knorpel) wird auch als Hyoidknorpel bezeichnet, da er an die Bildung des Hyoids (cranialer Teil) beteiligt ist. Weiters bildet er aber auch den Stapes (Steigbügel) und den Processus styloideus.

Der 3. Schlundbogen bildet den caudalen Teil des Hyoids.

Die 4. und 6. Schlundbögen fusionieren ventral und bilden die Kehlkopfknorpel mit Ausnahme der Epiglottis, die aus einer Verbindung von 3. und 4. Schlundbogen entstammt.

Der 5. Schlundbogen ist rudimentär und hat keine knorpeligen oder knöchernen Derivate.

Auch auf die Entwicklung der Muskulatur dieses Bereiches ist im Folgenden näher einzugehen, da diese wesentlich an der Bildung der Stimme beteiligt ist:

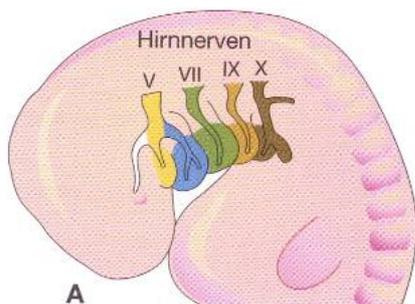


Abb. 3 (Moore/Persaud, 2007, S. 232)

Moore/Persaud (2007) und Putz /Papst (2000) beschreiben übereinstimmend, dass die Segmentierung des Rhombencephalon ziemlich genau der Segmentierung der Schlundbögen entspricht. Die am weitesten cranial austretenden Neuralleistenzellen bilden daher den Nerv für den ersten Schlundbogen, die darunter liegenden sind für den 2. Schlundbogen zuständig usw.

Schlundbogen – N. trigeminus (nur N. maxillaris und mandibularis) innerviert die von ihm gebildeten Kaumuskeln (temporalis, masseter, pterigoideus mediale und laterale), den vorderen Bauch des M. digastricus, M. mylohyoideus und M. tensor tympani aber auch das Ligamentum sphenomandibulare.

Schlundbogen – N. facialis mit chorda tympani innerviert die mimische Muskulatur, M. stapedius, M. stylohyoideus, venter posterior des M. digastricus.

Schlundbogen – N. glossopharyngeus mit Ramus tympanicus innerviert M. stylopharyngeus, M. salpingopharyngeus, M. palatopharyngeus, M. constrictor pharyngis superior, medius und inferior

Schlundbogen – N. vagus mit N. laryngeus superior, letzterer innerviert M. cricothyroideus, levator veli palatini und N. laryngeus inferior

6. Schlundbogen – N. laryngeus recurrens innerviert: Mm. crycoarytenoideus lateralis und posterior, Mm. arytenoideus transversus und obliquus, M. thyroarythenoideus und M. vocalis.

N. laryngealis inferior oder caudale kommen aus dem N. recurrens und dieser wiederum aus dem N. vagus (Luchsinger / Arnold, 1970, Bnd.1).

Gegen Ende der vierten Woche bildet sich seitlich am primitiven Mundboden paarig die lateralen Zungenwülste, die mit der Zeit, über das sich in der Mitte befindende Tuberculum impar, zusammenwachsen und so die vorderen 2/3 der Zunge bilden. Der pharyngeale Zungenteil bildet sich aus Corpula (Mesenchym des 2. Schlundbogenpaares) und Eminentia hypobranchialis (Mesenchym des 3. und 4. Schlundbogenpaares). Der N. hypoglossus begleitet die myogenen Zellen während ihrer Migration. Bei der Geburt liegt die gesamte Zunge noch in der Mundhöhle und wandert erst bis zum 4. Lebensjahr in den Oropharynx.

Auch die Entwicklung des Atemtraktes beginnt in der vierten Woche. Aus der Laryngotrachealrinne (caudal des vierten Schlundtaschenpaares aus endodermalen Epithel) gehen die Epithelien (der späteren Schleimhaut) von Kehlkopf, Trachea, Bronchien und das Alveolarepithel der Lunge sie bilden die Lungenknospen) hervor.

Die Kehlkopfschleimhaut differenziert sehr schnell, so dass es vorübergehend zum Verschluss des Kehlkopflumens kommt. In der zehnten Woche wird dieses rekanalisiert, wobei sich die Taschenfalten, Morgagni Taschen und die Stimmbänder bilden.

Aus der lateralen Serosa des Zöломganges (sekundäre embryonale Leibeshöhle) entwickelt sich die parietale Pleura, aus der medialen Serosa des Zöломganges die viscerale Pleura. Durch ihr Wachsen wird das Einsprossen der Lungenknospen angeregt. Sie verzweigen sich zu den Lappenbronchien und weiter (um die siebente Woche) zu den Segmentbronchien (10 in der rechten und 8/9 in der linken Lunge). In der 17. Woche sind etwa 17 Generationen von Bronchialverzweigungen vorhanden

und Bronchioli terminales und respiratorii sind entstanden. Nach der Geburt entwickeln sich noch ca. sieben Generationen weiter (Moore/Persaud, 2007).

3.1.3 Entwicklung der Stimme vom Säugling zum Erwachsenen

Als Fortsetzung der Embryologie und – wie man später sieht – auch als Grundlage meiner Einschlusskriterien möchte ich hier auf die Entwicklung der Stimme nach der Geburt eingehen:

Das Neugeborene beginnt mit einem Schreiverhalten – ein Indiz für Hunger oder Schmerz, dieses wandelt sich dann über Lalllaute zu den ersten Worten. Kleinkinder haben eine Grundtonhöhe von 400 – 500 Hz, im Schmerzscrei kann das Obertonspektrum auf 1000 – 2500Hz steigen.

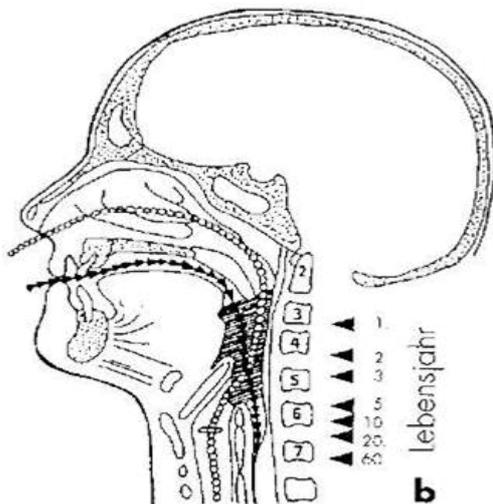


Abb. 4
(Teilansicht,
Mathelitsch / Friedrich, 1995, S. 75)

Mathelitsch und Friedrich (1995) beschreiben im Rahmen der Entwicklung vom Baby zum Erwachsenen, wie der Kehlkopf mit einem Jahr noch ca. auf Höhe des dritten Halswirbels liegt, um dann mit seinem Wachstum nach unten zu sinken.

In der Vorpubertät (ca. 9. – 12. Lebensjahr) liegt die Tonhöhenspanne zwischen d_1 und f_2 . Mit der Geschlechtsreife (ca. 12. – 16. Lebensjahr) sinkt die männliche Stimme durch ein erhöhtes Wachstum des Kehlkopfes. Die mittlere Sprechstimmlage sinkt um eine Oktave, bei Frauen nur um eine Terz (Gundermann, 1994). Dies wird auch von Spitzer (2004) so beschrieben, wobei er feststellt, dass das Einsetzen des Stimmbruchs zunehmend früher erfolgt.

Laut Moll (1927) ist der kindliche Kehlkopf bei Buben und Mädchen in etwa gleich groß. In der Pubertät vollzieht sich das Wachstum des Kehlkopfes bei Mädchen viel

ruhiger – daher ist es auch nicht so auffällig wie bei den Burschen. Er bleibt bei Mädchen um rund ein Drittel kleiner als bei Buben. Während der Mutation ist die Stimme von Buben für den Gesang wenig zu gebrauchen, da sie meist brüchig und instabil klingt.

Das größere Wachstum des Kehlkopfes bei Knaben wird durch den Testosteronspiegel hervorgerufen. Besonders wächst der Schildknorpel, wobei sich der Winkel zwischen den beiden Schildknorpelplatten, dadurch dass er in die Länge gezogen wird, von 120° auf ca. 90° verringert (Spitzer, 2004).

Beim neugeborenen Säugling sind die Stimmbänder ca. 3 mm lang, bei der erwachsenen Frau 9 – 13 mm, beim erwachsenen Mann 15 – 20 mm. Je länger die Stimmbänder sind, desto tiefer kann die Stimme klingen (Spitzer, 2004). Im Alter sinkt die Stimme bei den Frauen (siehe Stimm-Veränderungen während des Klimakteriums), bei den Männern steigt sie wieder. Dies geschieht durch altersbedingte Atrophie der Stimmlippen, Verknöcherung der Knorpelteile und ein starrer reagierendes Ansatzrohr (Gundermann, 1994). Das Gleiche wird von Wirth (1995) beschrieben. Auch kommt es zu einer Abnahme der Elastizität der Stimmbänder und der Muskelkraft, Trockenheit der Schleimhäute und Abnahme der Genauigkeit der zentralnervösen Koordination. Die Stimme wird meist schwächer, brüchig und es kommt zum Auftreten des „Alterstremolos“ vergleichbar mit dem Zittern der Hände (Mathelitsch / Friedrich, 1995).

Diese Tatsachen ließen bei der Festlegung der Einschlusskriterien eine Altersbeschränkung nach unten mit 16 und nach oben mit 60 Jahren als angebracht erscheinen.

3.2 Die Singstimme

Im Folgenden ist nun auf die Singstimme selbst einzugehen. Ausgehend von einer Untersuchung der anatomischen Grundlagen wird ein Verständnis der eigentlichen Tonerzeugung entwickelt, wobei dem zu untersuchenden Parameter der Tonhöhe ein besonderes Augenmerk gewidmet wird. Daran schließt sich eine mehr qualitative Betrachtung der Singstimme an, die weitere wichtige anatomische und physiologische Aspekte in den Blick rückt.

3.2.1 Das Stimmorgan

besteht aus 3 separaten Teilen: dem Atemapparat, den Stimmlippen und dem Ansatzrohr (Sundberg, 1997). Sie müssen ein komplexes Zusammenspiel ergeben, um den Stimmklang hervorbringen zu können. Es muss eine Feinabstimmung dieser drei Bereiche gegeben sein (Berger, 2009). Aus diesem Grunde möchte ich auf jedes im Einzelnen eingehen:

3.2.2 Anatomie

In Bezug auf die Anatomie sind zu betrachten:

In der linken Gehirnhälfte liegt das Brocasche Zentrum. Von hier gehen die Bewegungsimpulse zu den Artikulationsorganen aus (Moll, 1927). Im Wernicke-Areal ist das Sprachverständnis lokalisiert.

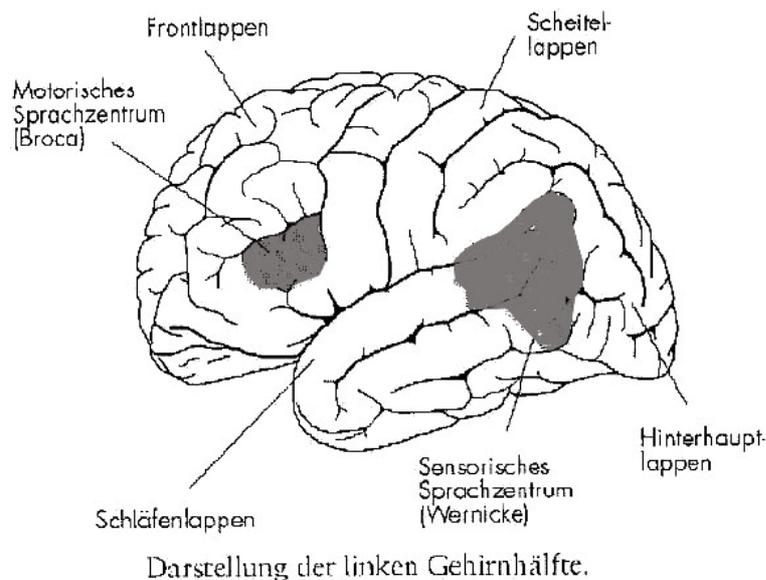


Abb. 5

(Mathelitsch / Friedrich, 1995, S. 47)

Die zentrale Steuerung der Stimmbänder beschreiben Hülse / Neuhuber / Wolff (2005, S. 131) folgendermaßen: „Das Schwingungsverhalten der Stimmbänder wird neuromuskulär über Stammganglien, die motorischen Kerne im Mittelhirn und Kleinhirn sowie über vegetative Zentren des Zwischenhirns direkt oder indirekt über primäre Zentren in der Medulla oblongata gesteuert. Diese Steuerung unterliegt verschiedenen Regelmechanismen, die von afferenten Informationen aus den Schleimhautrezeptoren des gesamten Stimmapparates, den Propriozeptoren der

laryngealen Bänder, Muskeln und Gelenke, dem auditiven System, aber auch von Informationen aus der Lunge, vom Stammhirn und Hypothalamus beeinflusst werden“. Im Folgenden möchte ich auf die verschiedenen für Stimme notwendigen anatomischen Strukturen eingehen:

Der Gaumen:

Er besteht aus hartem und weichem Gaumen. Der harte Gaumen wird von Os maxillaris und Os palatinum gebildet, dahinter ist der weiche Gaumen angewachsen. Dieser besteht aus einem komplizierten Muskelsystem, das mit Schleimhaut überzogen ist. Das craniale Drittel des Nucleus ambiguus ist das somatomotorische Zentrum für Gaumen und Rachen. Die motorischen Impulse werden durch Glossopharyngeus und die craniale Wurzel des N. vagus weitergeleitet. Die relevanten Muskeln in diesem Bereich sind als Gaumenheber: M. levator veli palatini (N. glossopharyngeus und N. vagus), M. tensor veli palatini (N. mandibularis), M. palatopharyngeus, M. salpingopharyngeus und M. azygos uvulae (Nerven aus dem Ggl. pharyngeus) sowie als Gaumenkonstriktor: M. kephalopharyngeus (N. glossopharyngeus).

Das Zentrum für die äußeren Stimmlippenspanner liegt im Nucleus ambiguus. Die Impulse laufen über den N. vagus zum N. laryngeus cranialis. Der caudale Teil des Nucleus ambiguus reguliert die intrinsische Kehlkopfbewegung von Ab- und Adduktion der Stimmlippen über den N. recurrens (Luchsinger / Arnold, 1970, Band 2).

Der Rachen:

Er liegt zwischen Nase und Kehlkopf; dorsal davon liegt die Wirbelsäule. Man unterscheidet den Nasenrachen (Epipharynx), Mundrachen (Meso- oder Oropharynx) und den Schlundrachen (Hypopharynx). Hier wirken als Muskulatur: M. constrictor pharyngeus, M. thyreopharyngeale, M. salpingopharyngeus und die cricopharyngeale Muskulatur (Luchsinger / Arnold, 1970, Band 2).

Der Kehlkopf:

Der Kehlkopf hat drei Funktionen: Atmung, Schutz gegen Aspiration und das Hervorbringen von Stimme (Luchsinger / Arnold, 1970, Band 2). Er ist das grundlegende Organ für die Stimmerzeugung. Am und im Kehlkopf sind fast 60

Muskeln, die das Sprechen und Singen ermöglichen. Die feinsten sind die Stimmlippenmuskeln, die zopfartig angeordnet sind und so die Feinspannung der Stimmlippen ermöglichen (Amon, 2000).

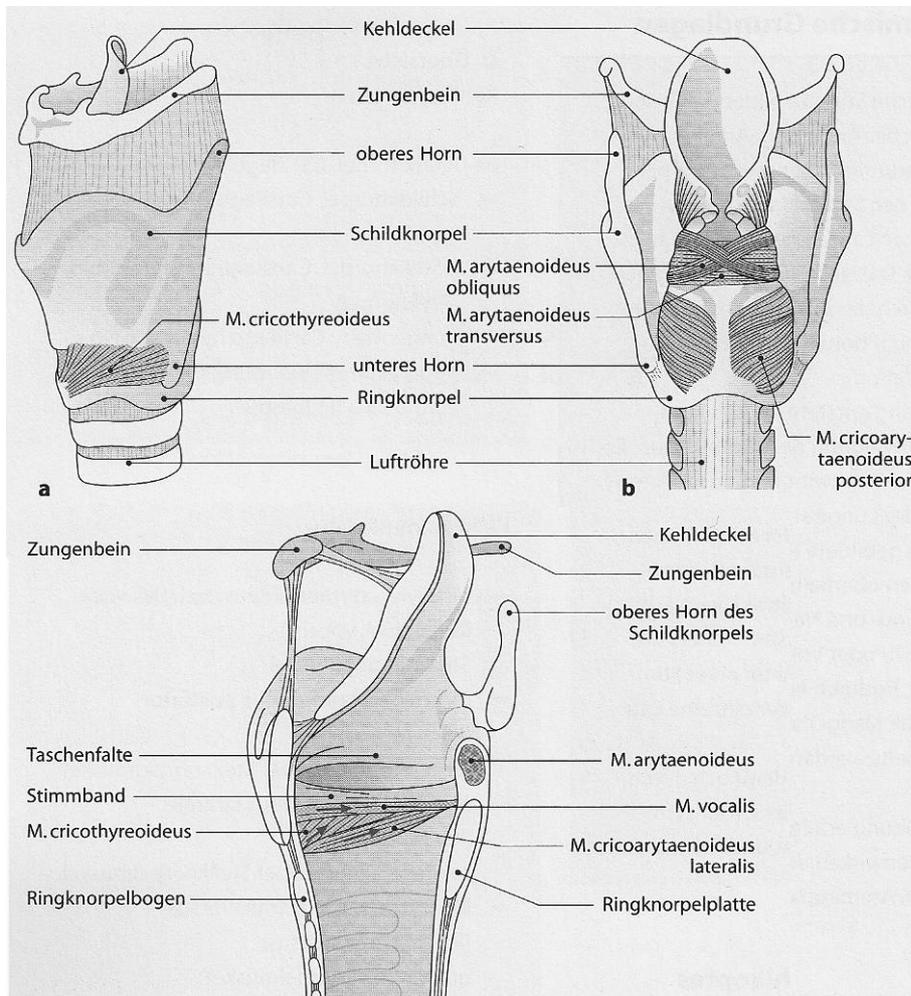


Abb. 6
(Hammer, 2005
S. 4)

Der Kehlkopf besteht aus mehreren Knorpeln, die von Bändern zusammengehalten und von Muskeln bewegt werden können. Der Hauptbestandteil ist der Schildknorpel, darunter liegt der Ringknorpel. Auf seiner Platte gelenkig mit ihm verbunden sind die beiden Stellknorpel, die die Stimmlippen bewegen.

Am Kehlkopf setzen Muskel an, die ihn bei ungeübten Sängern nach oben und unten bewegen. Bei geübten Sängern sollte diese Bewegung immer mehr abnehmen. Die inneren Kehlkopfmuskeln haben folgende Funktionen:

Stimmlippenspanner: M. cricothyroideus und M. vocalis

Stimmritzenschließer: M. cricoarytaenoideus lateralis und M. arytaenoideus transversus

Stimmritzenöffner: M. cricoarytaenoideus posterior (Welz, 1999).

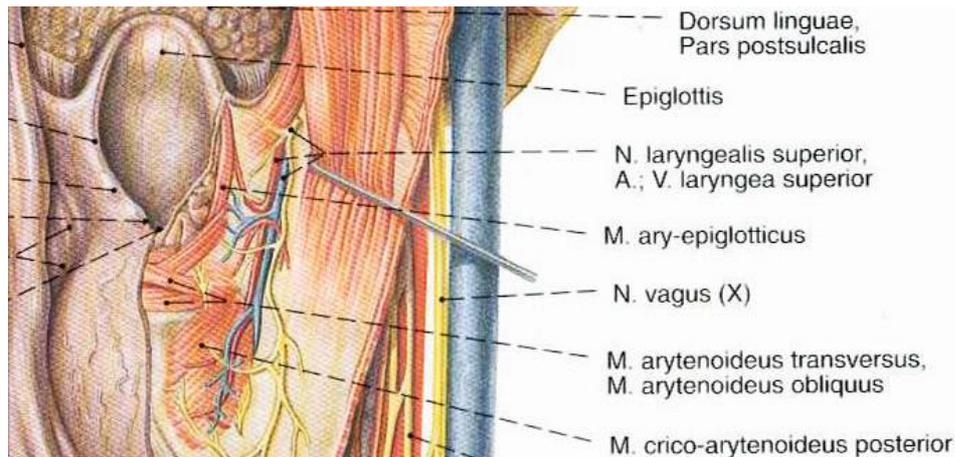


Abb. 7
 (Teilansicht aus
 Sobotta 2000 S.
 140)

Auf die durch Hirnnerven innervierte Muskulatur der Stimmbildung wurde bereits im Kapitel Embryologie näher eingegangen. Der Vollständigkeit halber wären noch die untere Zungenbeinmuskeln zu ergänzen, die alle von der Ansa cervikalis (Plexus cervikalis) innerviert werden: M. Sternohyoideus, M. sternothyroideus, M. thyrohyoideus, M. omohyoideus.

In weiterer Folge ist hier noch die gesamte Nackenmuskulatur als Stabilisator zu beachten. Auf die genaue Funktion der einzelnen Muskeln möchte ich hier nicht näher eingehen, da dies den Rahmen dieser Arbeit übersteigen würde.

Die Luftröhre:

Sie besteht aus hufeisenförmigen Knorpelringen, die nach hinten offen sind. Der Mensch hat 15-20 solcher Knorpelringe von verschiedener Größe. Der oberste Knorpelring ist mit dem untersten Teil des Kehlkopfes identisch und wird Ringknorpel (cartilago cricoidea) genannt (Baum, 1972).

Barthélémy (1984) beschreibt den Larynx folgendermaßen: Der Larynx setzt sich aus 3 Knorpeln zusammen. Zwei davon sind beweglich: das Thyroid und die Epiglottis. Das Crycoid ist fix. Es bildet den Sockel, um den herum die Stimme aufgebaut wird. Die Stellknorpel (Cartylago arytaenoidea) sind oberhalb des Crycoids vertikal fixiert und nach dorsal mit Muskeln verbunden. Nach anterior gehen die Stimmbänder weg. Es ist wichtig, dass der Ringknorpel nach hinten gekippt werden kann, denn dadurch kommen die Stellknorpel nach posterior und die Stimmlippen werden gespannt und verlängert (Mathelitsch / Friedrich, 1995).

Auch im Pschyrembel (1998) wird der Stellknorpel als gelenkig mit dem Ringknorpel verbunden beschrieben, der durch Drehung die Stellung und Spannung der Stimmbänder reguliert.

Gut gleitende cervicale Fascien sind für den Stimmapparat sehr wichtig. Die verschiedenen Laminae der Fascia cervicalis sind über Bindegewebe miteinander verbunden und bilden ein Gleitlager für muskuläre und viscerale Halsstrukturen (Meert, 2007):

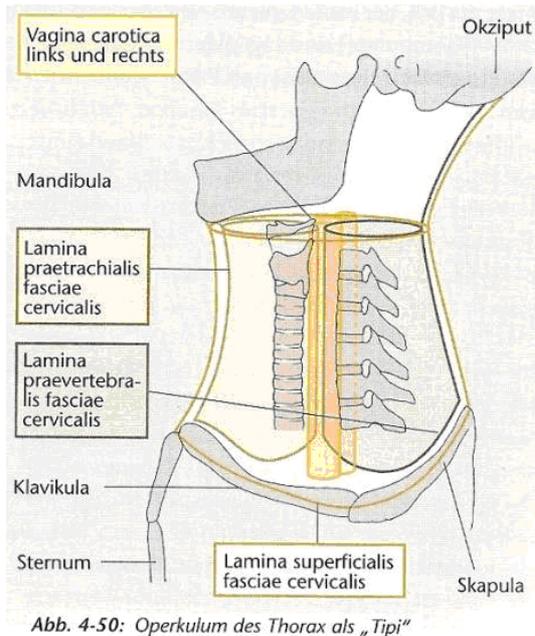


Abb. 8
(Meert 2007, S. 163)

Lamina superficialis fascia cervicalis für M. trapezius und M. sternocleidomastoideus

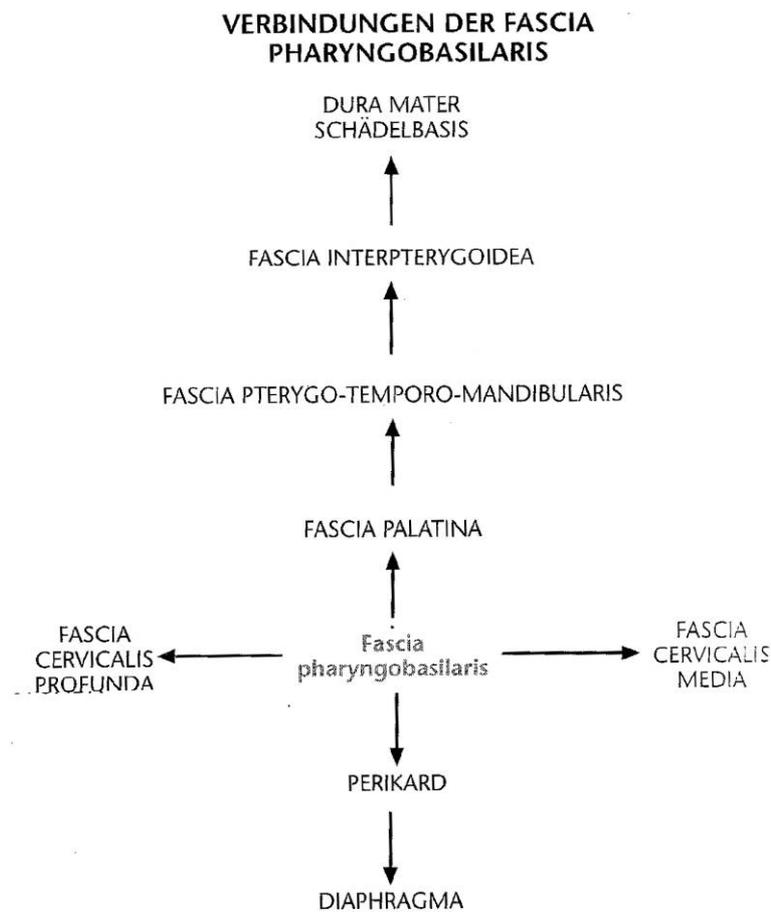
Lamina praetrachialis fascia cervicalis für die infrahyoidale Muskulatur.

Lamina praevertebralis fasciae cervicalis für die prävertebrale Muskulatur, Muskuli scaleni, und die Nackenmuskulatur.

Von der tiefen Halsfaszien (Lamina praevertebralis) ziehen Verbindungen zu den Querfortsätzen der Halswirbel. Die Fascia stylopharyngea zieht vom Hyoid zum Processus styloideus des Os temporale.

Nach unten über das Pericard zum Zwerchfell zieht die Lamina thyropericardica auch Lamina cervicopericardica genannt (Paoletti, 2001 und Schwind, 2009).

Weitere Verbindungen siehe nachstehende Abbildung:



Verbindungen der Fascia pharyngobasiliaris.

Abb.9

(Paoletti 2001, S. 77)

Durch die Lamina pharyngobasilaris hat die tiefe Halsfascie (Lamina praevertebralis) eine Verbindung zum Nasen-Rachenraum (Schwind, 2009).

Die Stimmlippen:

Für die Stimmgebung ist der Musculus vocalis der wichtigste Muskel. Er ist mit der, den Muskel überziehenden Schleimhaut fest verwachsen und bildet die Hauptmasse der Stimmlippen (Baum, 1972). Sie sind an der anterioren Innenseite des Schildknorpels befestigt, werden nach posterior immer breiter und enden an den beweglichen Stellknorpeln. Der Hauptteil besteht aus Muskeln, dessen innere Ränder in Membrane münden - die eigentlichen Stimmbänder. Der Raum zwischen den Stimmlippen nennt man Stimmritze oder Glottis. Cranial davon befinden sich ähnliche faltenartige Vorwölbungen – die Taschenfalten. Sie werden nur zum Sprechen bei

Verlust einer oder beider Stimmlippen verwendet, nicht beim Singen. Die Stimme klingt dann rau und gepresst. (Mathelitsch / Friedrich, 1995)

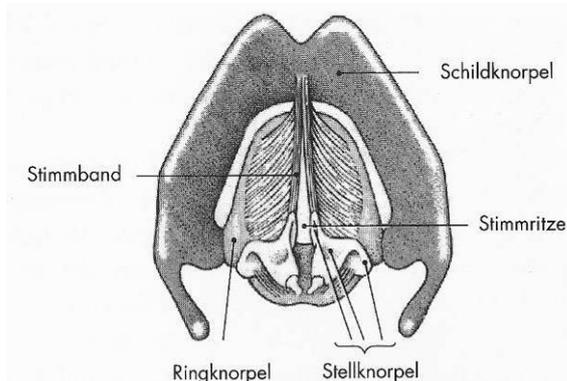


Abb. 10

(Mathelitsch / Friedrich 1995, S. 25)

Gundermann (1995) versteht unter Stimmfalten oder Stimmlippen eine Sammelbezeichnung für die paarigen Kehlkopfmuskeln (*M. vocalis*) nebst Bindegewebshülle und häutiger Außenbedeckung. Die Stimmbänder sind seiner Meinung nach nur der äußere Rand der Stimmfalten.

Zwischen Stimmlippen und Taschenfalten liegen die Kehlkopfventrikel, auch Morgagni-Taschen genannt, die für ausgebildete Sänger wichtig sind (Mathelitsch / Friedrich, 1995). Spitzer (2004) nennt die Taschenfalten auch „falsche“ Stimmbänder. Sie werden geschlossen, wenn man durch Füllen der Lungen und Anspannen der Bauchmuskeln Druck im Bauchraum ausüben will, zum Beispiel beim Heben schwerer Lasten oder auf der Toilette. Steigt der Kehlkopf beim Singen zu hoch, kommen die Stimmlippen auf die Taschenfalten zu liegen und sie können nicht mehr richtig schwingen. Daher ist es wichtig beim Singen ein Ansteigen des Kehlkopfes zu verhindern (Baum, 1972).

Laut Gundermann (1991) erklärt der bedeutende Phoniater Hirano, dass die Stimmfalten eine Fünf-Schichten-Struktur haben, die den fünf hauptsächlichen Kehlkopfmuskeln folgen, was ihnen den Wirkungsgrad vieler verschiedener Schallgeneratoren verleiht. Dies wird als kritische Zone angesehen, denn wenn es hier zu Versteifungen kommt, kann die Stimme ihren Klang verlieren. Hirano stellt aber auch fest, dass es noch keine Möglichkeit gibt schlüssige Untersuchungen über die Struktur oberhalb der Stimmritze während des Singens zu machen.

Im Unterschied dazu beschreibt Moll (1927) die Stimmlippen lediglich als zwei Hautfalten.

Wirth (1995) wiederum beschreibt sie folgendermaßen: Die weißen Schleimhautfalten sind von geschichtetem Plattenepithel überzogen, im hinteren Teil von Flimmerepithel. In den Stimmlippen liegen die Muskuli vocales. Sie begrenzen den vorderen Teil der Stimmritze. Die Stimmlippen selber haben keine Schleimdrüsen. Diese liegen in den Taschenfalten und dem Ventrikulus laryngeus und benetzen die Stimmlippen.

Amon (2000) betont in diesem Zusammenhang die Wichtigkeit gut funktionierender Schleimdrüsen, denn sie bringen das „Schmiermittel“ der Stimmlippen. Eine Austrocknung bremst den Schwingungsablauf. Im Stress stellt der Körper die innersekretorische Schleimproduktion ein.

Barthélémy (1984) unterstreicht die Wichtigkeit des Os hyoideum für die Stimme durch seine Lage und muskuläre Aufhängung.

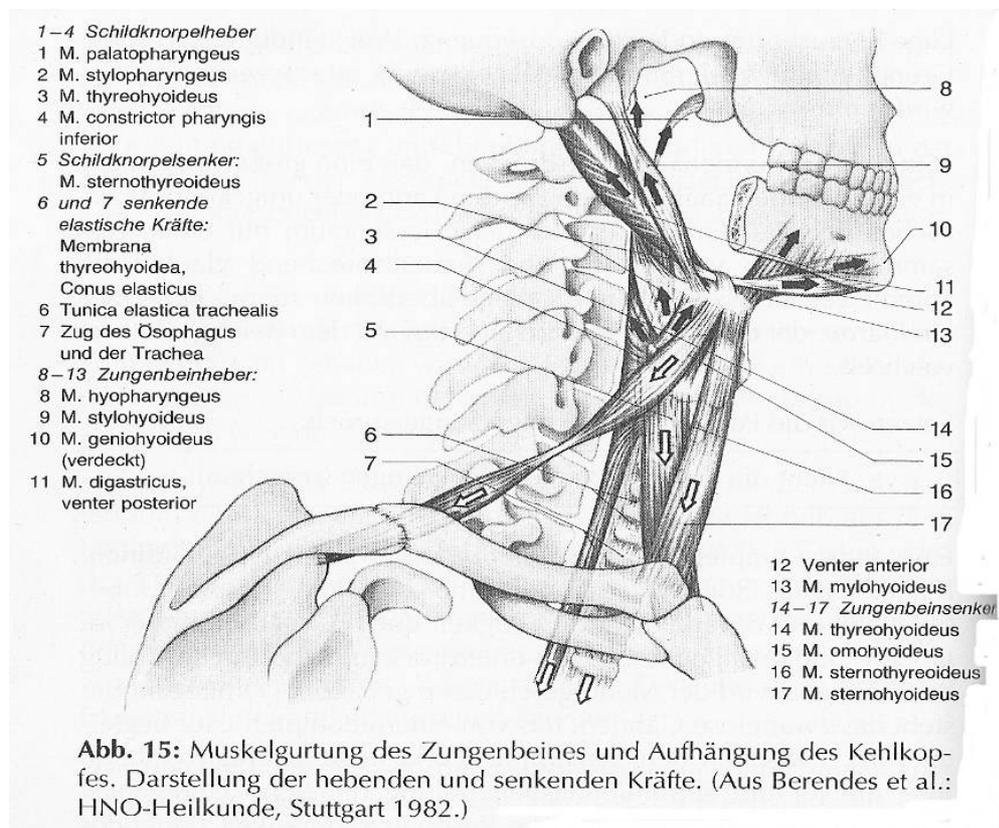


Abb. 11
 (Gundermann
 1995,
 S. 103)

3.2.3 Tonerzeugung – Phonation

Der Kehlkopf ist das „Arbeitsinstrument“ des Sängers. Sein optimaler Einsatz unter Einbeziehung feinsten stimmlicher Nuancen ist die Voraussetzung für eine gute Phonation (Tesarek, 1997).

Moll (1927) beschreibt die Tonerzeugung folgendermaßen: Will man einen Ton erzeugen, kommt aus der Medulla oblongata erst der Impuls, tief einzuatmen. Dann werden die Stimmlippen zur Mitte gestellt und gespannt (je nach Tonart und –höhe, die man singen will). Dies geschieht nach Maier (2008) durch willkürliche Aktivierung der Kehlkopf- und Stimmband-Adduktoren. Gleichzeitig spannen sich die Lippen, der Unterkiefer und die Organe des Ansatzrohres (soweit sie an der Bildung des Tones beteiligt sind) an. Der durch die willentliche Ausatmung aufsteigende Luftstrom wird durch die Stimmlippen eingeengt. Dadurch verdichtet sich der Luftstrom für einen kurzen Moment und kann mit größerer Triebkraft die Stimmlippen nach außen drängen (durch die Verdichtung wird weniger Kraft benötigt). Durch ihre Spannkraft kommen die Stimmlippen aber sofort wieder zur Mitte zurück und die Stimmritze ist wieder geschlossen. Dadurch ist der Luftstrom wieder verdichtet und drängt die Stimmlippen wieder auseinander. Dieser Vorgang wiederholt sich viele Male in der Sekunde (die Häufigkeit ist von der Tonhöhe abhängig). Sind die Stimmlippen stark gespannt, schnellen sie schneller wieder zur Mitte zurück, als wenn sie nur leicht gespannt sind, es kommt zu mehr Schwingungen und dies ergibt einen höheren Ton. Das E eines Basses ertönt bei 81,5 Schwingungen/Sek., das h₂ einer Sopranistin bei 976,5 Schwingungen / Sek. (Moll, 1927).

Die Luft, die von den Stimmlippen zum Schwingen gebracht wird, nennt man den primären Kehlkopftone. Dieser ist abhängig von Elastizität, Masse und Länge der Stimmlippen. Erst das Ansatzrohr macht daraus das, was wir unter menschlicher Stimme verstehen (Gundermann, 1995).

Dies wird von Sundberg (1997) in gleicher Weise beschrieben, nur dass er den primären Kehlkopftone als Primärschall bezeichnet. Auch Spitzer (2004) bezeichnet ihn so. Er erklärt, dass er das „Produkt“ der Stimmbänder mit einer bestimmten Tonhöhe (Grundfrequenz), Lautstärke (Amplitude) und Klangfarbe (Frequenzspektrum) sei.

Eine Stimmlippenschwingung besteht also aus einer periodischen Öffnung und Schließung. Die Bewegungsform setzt sich dabei aus einer vertikalen und einer horizontalen Komponente zusammen (Schneider, 2007).

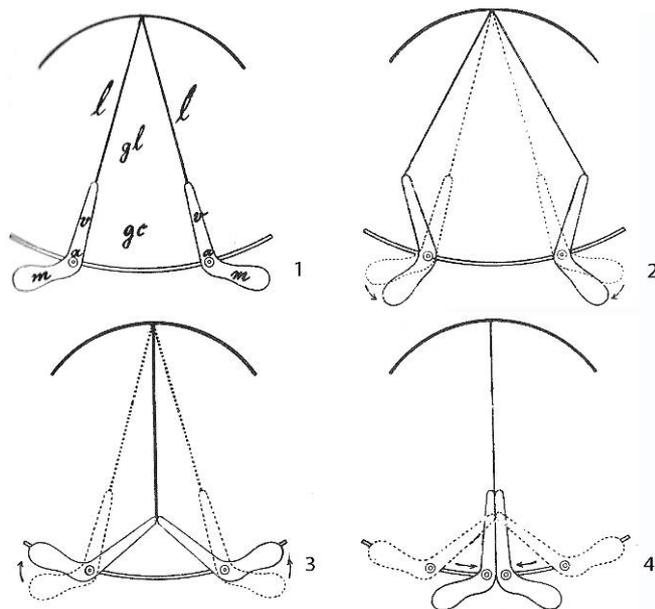


Abb. 12
(Baum 1972, S. 25)

Baum (1972) stellt diese Zusammenhänge anhand von vier schematischen Abbildungen noch präziser dar: Die Aufgabe der Stellknorpel besteht darin, die Form der Stimmritze durch die Muskulatur, die am *Prozessus muskularis* (siehe Ausführungen 2.2.1 Anatomie) ansetzt, zu verändern. Laut seiner Abbildung (siehe Abb. 12) hat die Glottis bei ruhigem Atmen die Form eines gleichschenkeligen Dreiecks (Zeichnung 1). Zeichnung 2 zeigt die Stellung bei besonders kraftvoller, aber geräuschloser Einatmung, wobei die Stimmlippen bis unter die Taschenfalten gezogen werden können. Zeichnung 3 zeigt die Flüsterstellung. Erst bei einer Annäherungsbewegung von Stimmlippe und Stellknorpel (Zeichnung 4) sowie gleichzeitiges Ankommen des Luftstromes von unten kann die Stimme klingen. Geschieht dies nicht gleichzeitig, klingt die Stimme hauchig und es geht viel Luft verloren. Kommt die Luft erst nach dem Verschluss an der Glottis an, müssen die Stimmlippen mit Kraft auseinander gepresst werden, und es kommt zu einem knackenden Geräusch – dem so genannten „Glottisschlag“.

Durch den primären Kehlkopftön schwingt die Luft im Ansatzrohr und im beteiligten Knochengerüst. Der Klang der Stimme wird durch Änderungen der Stellung von Kehlkopf, Unterkiefer, Zunge, Gaumensegel und Lippen verändert (Weikl, 1995).

Mathelitsch / Friedrich (1995) vergleichen die Tonerzeugung mit Orgelpfeifen: Zunächst wird durch Zusammenpressen der Lunge ein Luftstrom erzeugt. Wie nun dieser Luftstrom an die Stimmlippen herangebracht wird, ist entscheidend für die Qualität des erzeugten Klanges. Stärke und Strömung müssen für einen konstant

fließenden Luftstrom genau abgestimmt werden. Die Atmung ist daher der Motor und die Grundlage der Stimmproduktion (siehe Kapitel Atemstütze). Bei der Orgel wird nun ein Metallplättchen zum Schwingen gebracht, beim Menschen sind es die Stimmbänder.

Durch den genau abgestimmten Luftdruck aus der Lunge werden die Stimmlippen auseinander gedrückt. Diese durchströmende Luft erzeugt nun aber das sogenannte „aerodynamische Paradoxon“: Strömt ein Gas zwischen zwei beweglichen Platten durch, so bewirkt dies einen Unterdruck und sie werden zusammengezogen. Diese Tatsache und die Aktivität der Muskulatur schließen die Stimmlippen wieder, um dann den Vorgang von Neuem beginnen zu lassen. Dieser Vorgang geschieht je nach Tonhöhe einige hundert Mal pro Sekunde. Geschieht dies 440-mal / Sekunde, so hat der Ton 440 Hertz und wird als Kammerton a_1 bezeichnet. Ist die Schwingung genau doppelt so schnell, ist der Ton eine Oktav höher (a_2), ist es die Hälfte der Schwingungen, ist der Ton eine Oktave tiefer (a) (Mathelitsch / Friedrich, 1995).

Der durch die Schwingung erzeugte Ton hat aber noch keine Ähnlichkeit mit der menschlichen Stimme. Erst durch einen Resonanzkörper werden diese Frequenzbereiche verstärkt, bzw. abgeschwächt. Diese Resonanzkörper bilden den größten Teil der Orgelpfeife (wobei diese nicht verändert werden kann). Beim Menschen bilden der Rachen-, Mund- und teilweise auch der Nasenraum der Resonanzkörper. Der Mundraum kann durch Lippen-, Zungen- und Wangenbewegungen stark und rasch verformt werden. Eine gute Beweglichkeit dieser Zone ist dementsprechend sehr wichtig. Um einen Ton in gewünschter Qualität und Höhe zu erzielen, sind etwa 100 verschiedene Muskeln des Atemapparates, des Kehlkopfes und des Mund und Rachenraumes beteiligt. Dementsprechend muss der muskuläre Spannungszustand schnell in jede Richtung von Spannung und Entspannung korrigiert werden können (Mathelitsch / Friedrich, 1995).

Die Stimmlippen sind durch die Form des Kehlkopfs bei Männern länger als bei Frauen. Bei gleichem Luftstrom klingen längere Stimmlippen tiefer - daher kommt es, dass Männer im Normalfall tiefere Stimmen haben (Spitzer, 2004).

Die Stimmlippen können durch die Muskulatur auch zu verschiedenen Breiten gespannt werden. Mehr Masse ist träger und schwingt daher nicht so schnell. Dies wird z. B. im Unterschied zwischen Brust- und Kopfstimme genutzt (Mathelitsch / Friedrich, 1995).

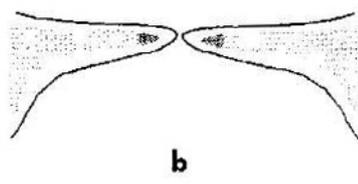
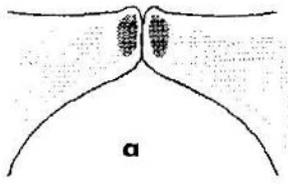


Abb. 13
(Mathelitsch /Friedrich,
1995, S. 31)

Seitenansicht der Stimmlippen **a** für Brust- und **b** für Kopfstimme.

Auch Amon (2000) vergleicht die Tonerzeugung mit Orgelpfeifen, wobei die elastischen Ränder der Stimmritzen von den Muskeln des Kehlkopfes kontrolliert werden. Das Zusammenspiel der Stimmbänder und der von unten kommenden Luft bestimmen nicht nur die Höhe des erzeugten Tones sondern auch deren Intensität. Die vibrierende Luft steigt dann in den Mund- und Rachenraum auf und bekommt durch Zunge, Gaumen, Lippen und Zähne seine Klangform. Eine Sopran-Arie von 3 Minuten reiner Singzeit bedeutet 150.000 Berührungen der Stimmbandkanten (öffnen und schließen). Der Kehlkopf und die Stimmbänder müssen also möglichst ökonomisch arbeiten, um solche Leistungen erbringen zu können! Weikl (1995) betont, dass man beim Singen möglichst nicht mit den Stimmbändern „arbeitet“, sondern mit dem Zwerchfell, allen Muskeln des Respirationstraktes und des Ansatzrohres, also des Kehl-, Rachen- und Mundraumes.

Zwischen dem höchsten und tiefsten Stand des Kehlkopfes zeigen sich 20 bis 30 mm Unterschied. Bei Ruheatmung ist die Bewegung des Kehlkopfs gleich null. Bei tiefer Ein- bzw. Ausatmung sinkt bzw. steigt der Kehlkopf merklich. Die Bewegung des Kehlkopfs hängt aber auch von den Lauten ab, die gesprochen werden: Bei Vokalen kommt es kaum zu Bewegung, die Laute „k und l“ rufen größere Vertikalbewegungen hervor. Früher wurde versucht, durch aktive Senkung des Kehlkopfs auf die Stimme Einfluss zu nehmen. Dadurch wurde aber viel Unheil angerichtet. Der Lehrer sollte seine Schüler zu einer leichten und lockeren Haltung des Kehlkopfes erziehen (Moll, 1927).

Untersuchungen über die Stellung des Kehlkopfes beim Singen wurden mittels Magnetresonanztomographie (d.h. ohne jegliche Strahlenbelastung für die Versuchsperson) durchgeführt. Hierbei zeigte sich bei einer Studie an zwölf Probanden, dass der Kehlkopf bei zehn der 12 Probanden bei mindestens einem der untersuchten gesungenen Vokale bei hohen Tönen nach oben und bei tiefen Tönen nach unten geht (Nuschaefer-Rube et al. 1996).

Im Kehlkopfspiegel kann man beim Kopftton deutlich einen elliptischen Spalt der Stimmritze erkennen. Dieser entsteht dadurch, dass bei starker Spannung von elastischen Körpern in Längsrichtung diese die Tendenz haben, sich zu verschmälern. Das geschieht in der Mitte der Stimmbänder am meisten (Moll, 1927).

Moll (1927) beschreibt auch, dass J. Möller und Fischer röntgenologisch nachweisen konnten, dass die Ringschildknorpelmuskeln bei Kopfstimme am meisten aktiviert werden, da der Ringknorpel dem Schildknorpel näher war, als beim selben Ton, den man mit Brustregister gesungen hatte.

Laut Fuchs (1967) gibt es einen Zusammenhang zwischen den höchsten und den tiefsten Tönen eines Sängers: Die höchsten Töne klingen dann am besten, wenn der Sänger auch ganz tiefe Töne ohne Anstrengung - zumindest leicht - anschlagen kann und umgekehrt.

Die Stimmlippen enthalten nach der Ruhephase der Nacht mehr Feuchtigkeit und schwingen dadurch langsamer – das bedeutet, die Stimme ist tiefer. Sänger geben an in der Früh einige Ganztöne tiefer „gestimmt“ zu sein. Erst nach einigen Stunden erreichen sie ihren gewohnten Stimmumfang (Fuchs, 1967). Dies hat für diese Studie zur Konsequenz, dass die Tonumfangmessung nicht vor 10 Uhr Vormittag durchgeführt wird, bzw. die Sängerinnen bereits mindestens 3 Stunden wach sein müssen.

3.2.4 Tonhöhe

Die Tonhöhe ergibt sich aus der Schwingungsanzahl der Stimmlippen pro Sekunde und kann so in Herz (im Folgenden mit Hz abgekürzt) gemessen werden. Der Kammerton a' hat 440 Hz (das entspricht auch in etwa der Tonhöhe des Neugeborenenenschreis) (Wirth, 1995). Diese Schwingungszahl hängt von verschiedenen Parametern ab:

Den Zusammenhang zwischen Länge und Dicke der Stimmbänder und der Tonhöhe beschreibt Barthélémy (1984) derart, dass die Stimmbänder bei tiefen Tönen länger und dicker, bei hohen Tönen kürzer und dünner seien.

Hülse (2003) nennt in Bezug auf die Tonhöhe dagegen 3 Parameter: Spannung, Länge und Dicke. Er widerspricht Barthélémy insofern, als er angibt, dass bei Frauenstimmen das Stimmband bei 200 Hz ca. 8 mm lang, bei 400 Hz dagegen 12 mm lang sei, also bei höheren Tönen länger als bei tieferen. In Bezug auf die

Dicke stimmen beide überein (Hülse: Bei 200 Hz wurden 5,8 mm gemessen, bei 400 Hz 4,5 mm). Über den Zusammenhang zwischen Spannung und Tonhöhe macht er jedoch keine näheren Angaben. Er führt lediglich aus, dass die Dehnung durch eine Kippbewegung des Schildknorpels gegenüber dem Ringknorpel im cricothyroidalen Gelenk passiert. Das bedeutet aber, dass jeder Zug (z. B. durch Verspannungen im vordern Halsbereich) am Schild- oder Ringknorpel die Stellung der Stimmbänder verändert und damit auch ihre Länge. Daher muss die gesamte Muskulatur zwischen Mandibula und Thoraxapertur ausgeglichen sein. Eine Verspannung im suprahyalen Raum führt zu einer Hochverlagerung des Kehlkopfes, wodurch Tonhöhe und Resonanz negativ beeinflusst werden.

Wirth (1995) stimmt mit Hülse überein, indem er schreibt, dass die Anhebung der Tonhöhe immer mit einer Verlängerung der Stimmlippen einhergeht. Diese Verlängerung wird durch den M. cricothyroideus hervorgerufen, indem er den Ringknorpel nach hinten oben kippt, während der Schildknorpel durch die extralaryngeale Muskulatur fixiert bleibt. Für eine Verkürzung der Stimmlippen sind der M. thyrohyoideus und der M. sternothyroideus zuständig, die den Schildknorpel nach dorsal kippen.

Bei tiefen Tönen ist die Stimmritze leicht geöffnet und die Aryknorpel außenrotiert, in Mittellage ist sie geschlossen und bei hohen Tönen wieder leicht geöffnet und es schwingt nur noch die Schleimhaut und nicht die ganzen Stimmlippen. Diese Töne nennt man Randkantentöne oder Falsett. Sie entstehen durch vermehrte Spannung und Verkürzung der Stimmlippen – es schwingen nur mehr die vorderen 2/3 der Stimmlippen. (Wirth, 1995)

Spitzer (2004) vergleicht tiefe Töne mit einer Brandungswelle, die auf der Oberfläche der Schleimhaut entlangläuft. Bei höheren Tönen ist sie nicht mehr möglich, da die Stimmbänder zu stark angespannt sind. Auch er schreibt, dass bei ganz hohen Tönen die Stimmbänder nicht mehr vollständig schließen.

Jede Tonhöhensteigerung fordert einen erhöhten Kraftaufwand aller Kehlkopfmuskeln. Dadurch kommt es zu einem größeren subglottischen Anblasdruck, der aber nicht primär die Tonhöhe reguliert (Wirth, 1995). Spitzer schreibt der Regulierung der Tonhöhe durch den Anblasdruck mehr Bedeutung zu, da bei höherem Druck die Stimmbänder schneller schwingen.

In seiner Neuauflage des Buches „Stimmstörungen“ beschreibt Wirt gemeinsam mit Nawka (2008), dass die Tonhöhe durch wachsende Aktivspannung des M. vocalis nur bis zu einem individuellen Limit gesteigert werden kann. Hohe Frequenzen werden leichter erreicht, wenn der M. vocalis seine Spannung aufgibt und der M. cricothyroideus sich weiter anspannt. Geschieht dies zu abrupt, hört man einen „Registerbruch“.

3.2.5 Resonanz

Die Wichtigkeit der Resonanzen ist für die gute Singstimme nicht hoch genug einzuschätzen (Tesarek, 1997). Der Resonanzapparat macht den von den Stimmlippen erzeugten Ton erst zu dem, was man unter menschlicher Stimme versteht (Baum, 1972). Daher ist es mir wichtig zu erklären, was Resonanz ist, und wie das Ansatzrohr, in dem sie entsteht, funktioniert:

Unter Resonanz versteht man das Mitschwingen von Luft (oder eines Körpers) in halbgeschlossenen Räumen, ausgelöst durch Schwingungen eines (tönenden) Körpers.

Hofbauer (1978) teilt den menschlichen Körper in 2 große Resonanzbezirke:

1. Die Kopfresonanz: Diese teilt er noch einmal in Kuppel und Maske:

- Die Kuppel: das sind die Räume von den Stimmfalten bis in den Hinterkopf – der Klang ist weich, rund und dunkel.
- Die Maske: das sind Mund-, Nasen-, Stirn- und Augenhöhlen. Der Klang ist hell und strahlend.

2. Die Brustresonanz: das ist der Brustraum bis zum Kehlkopf.

Beim Singen sollten alle Resonanzräume mitschwingen und nicht einer vorherrschen (siehe auch Baum, 1972). Wichtig ist eine gute Atmung! Ist der Druck zu stark, versteift sich der Körper, ist er zu schwach, kann er nicht schwingen.

Fuchs (1967) schreibt von drei Resonanzräumen, wobei er die Mundhöhle, die bei Hofbauer zur Kopfresonanz zählt, als eigenen Bereich anspricht. Resonanz bedeutet „Widerhallung“ oder „Rücktönung“. Beim guten Singen bilden die Schädeldecke und die Stirnhöhle eine gleich gute Resonanz wie beim Klavier der Klavierboden und die Klavierdecke. Jedoch kann diese nur erreicht werden, wenn die im Kehlkopf klingend gemachte Atemsäule ungehindert durch falsche Spannungen im Hals frei dem Mund

entströmen kann. Dann werden auch die oben beschriebenen Resonanzräume zum Schwingen gebracht.

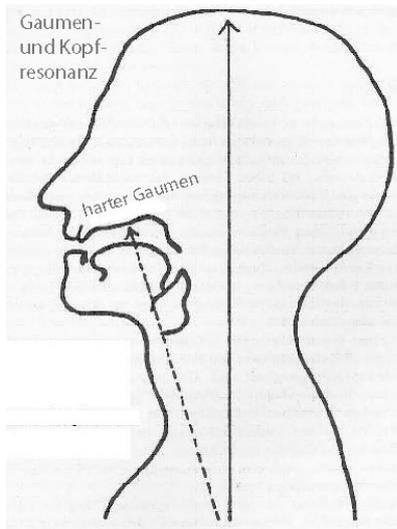


Abb. 14
(Fuchs 1967, S. 103)

In Bezug auf die Frage, inwieweit die Nebenhöhlen zur Nasenresonanz beitragen, zitieren Luchsinger und Arnold (1970, Band 2) eine Studie von Giesswein. Hier wird beschrieben, dass die Öffnungen der Nebenhöhlen zu klein und tief hinter Falten versteckt sind und z.B. der Stirnhöhlengang sehr eng ist, und es deshalb undenkbar sei, dass die vibrierenden Luftströme dort eindringen. Es kommt auch des Öfteren vor, dass Nebenhöhlen nicht oder nur sehr gering ausgebildet sind, der Sänger aber dennoch eine Nasenresonanz bilden kann. Auch Baum (1972) schließt sich dieser Darstellung an.

3.2.6 Ansatzrohr oder Vokaltrakt

Unter dem Ansatzrohr oder Vokaltrakt versteht man alle lufthaltigen Räume oberhalb der Glottis außer den Nasennebenhöhlen (Siegmüller / Bartels, 2010).

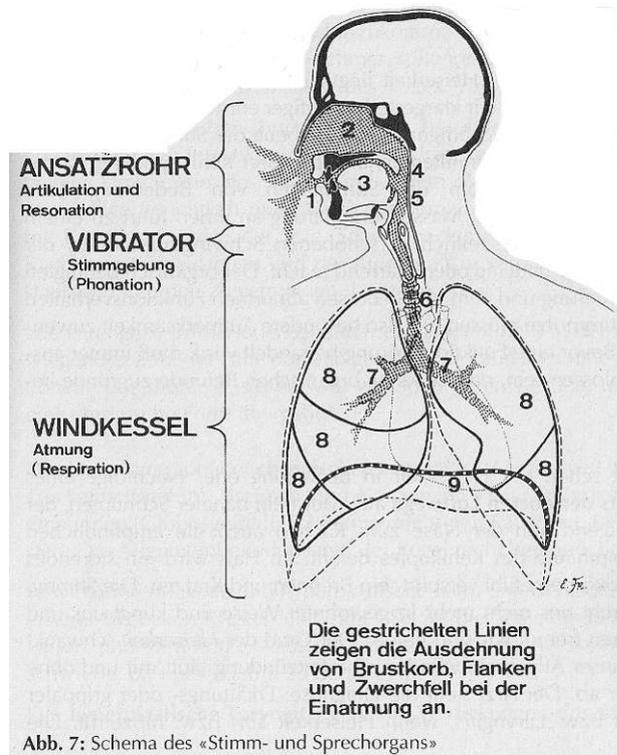


Abb. 15
(Gundermann 1995, S. 47)

Das Ansatzrohr ist der Teil oberhalb der Stimmritze, in dem die Resonanz stattfindet. Er wird unterteilt in Kehlrachen-, Mundrachen- und Nasenrachenraum. Beim Menschen (im Unterschied zum Tier, das nicht sprechen kann), ist der Mundraum durch einen sehr ausgeprägten Rachenraum mit dem Kehlkopf verbunden (siehe Kapitel Evolution der Stimme). Der Kehlrachen beginnt an den Stimmlippen (die Morgagni-Taschen gehören also bereits dazu) und geht bis zum Kehldeckel, darüber beginnt der Nasenrachenraum. Als Mundrachen bezeichnet man den Zungengrund und die gesamte Mundhöhle (Fischer / Junghann, 1964). Zu den beweglichen Teilen des Ansatzrohres gehören aber auch die Lippen und die Wangen (Moll, 1927). Je höher der Sitz der Stimme im Ansatzrohr ist, desto mehr Obertöne sind in der Stimme zu hören und desto freier klingt in der Folge die Stimme (Fischer / Junghann, 1964).

Grob gesprochen könnte man das Ansatzrohr als zylindrische Röhre sehen, womit man sie wieder mit der Orgelpfeife vergleichen könnte (Mathelitsch / Friedrich, 1995).

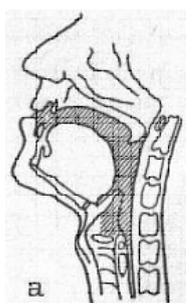
Durch das Spannen des Gaumensegels kann gemeinsam mit der Zunge der Mund- vom Rachenraum getrennt werden. Die Zunge spielt nicht nur bei der Artikulation, sondern auch bei der Tongebung eine wesentliche Rolle.

Das Ansatzrohr ist also für die Artikulation zuständig und dient als Resonanzraum des Kopfes. Daher ist die Lockerheit und Elastizität dieses Bereiches für das Singen sehr wichtig. Eine verkrampfte Fixierung des weichen Gaumens und der Kehle machen eine schöne Tongebung unmöglich (Hofbauer, 1978).

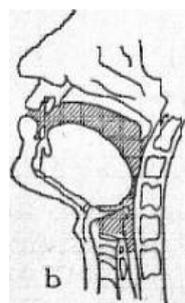
Raum verschafft sich der Sänger durch Öffnen des Schlundes. Physiologisch gesehen senkt sich der Kehlkopf und das Ansatzrohr wird verlängert. Die Vorstellung des Öffnen und Weitens gibt man dem Sänger, indem man ihn gähnen lässt, dadurch senkt sich das Diaphragma, der Schlund wird entspannt und offen (Fischer / Junghann, 1964). Auch Gundermann (1994) betont die Wichtigkeit der Erweiterung des Ansatzrohres durch Tiefstellung des Kehlkopfs, denn nur so sei es möglich, die Schallenergie aufzubringen, um über ein Orchester hinaus hörbar zu sein.

Für den perfekten Gesangston ist ein tiefes, weites Ansatzrohr, wie es auch beim Gähnen vorkommt, wichtig. Dabei ist es auch wichtig, dass die Zunge nach vorne kommt, um den Rachenraum frei zu geben und das Kiefergelenk locker zu halten. Ist dies nicht möglich, klingt die Stimme eng und gepresst – in der Fachsprache als „Knödel“ bezeichnet (Weikl, 1995).

Hofbauer (1978) zeigt in seiner Abbildung die Stellung der Zunge, wie sie durch eine für das Singen schlechte Stellung den Schlundraum verengt.



a) frei klingend



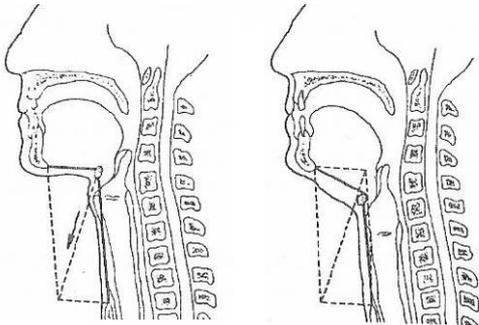
b) geknödelt klingend

Abb. 16

(Hofbauer, 1978, S. 50)

Auch Luchsinger und Arnold (1970) betonen die Wichtigkeit der Zungenstellung: Nicht nur, dass sie beim Zurückziehen den Resonanzraum verschmälert, wichtig ist auch ihre motorische Funktion bei der Vokalmodulation. Von Böhme-Köhler wird dies „Kloßzunge“ genannt und beschrieben, dass sich damit immer gleichzeitig die Rachen- und Kehlkopfmuskulatur zusammenzieht, wodurch der Ton gedämpft wird.

Gundermann (1995) empfiehlt hier sogenannte „Gähnübungen“ um da Ansatzrohr in die richtige Position zu bringen und die Muskulatur etwas zu entspannen:



Durch Gähnen bewirkte Schallraumweitung
(nach Fernau-Horn)

Abb. 17

(Gundermann 1995, S. 103)

Für eine strahlende Singstimme ist die angeborene Beschaffenheit der Resonanzräume ein wesentlicher Faktor (Amon, 2000). Sie beschreibt den Resonanzraum in gleicher Weise wie schon vorausgegangen, betont aber noch, dass die Lautbildung, durch die große Anzahl gefiederter Muskeln im Mundraum, so vielfältig veränderbar ist. Unter Vokalausgleich versteht Amon, dass bei jedem Vokal, der gesungen wird, möglichst die gesamten Resonanzräume des Kopf- und Brustraumes geöffnet werden soll, was beim normalen Sprechen nicht gemacht wird. Fuchs (1967) warnt allerdings davor, alle Töne mit Resonanz in der Nase zu singen. Was für tiefe Töne sehr gut ist (vor allem bei Bass- und Altstimmlage), kann in hohen Lagen nur mehr mit Gewalt dorthin gebracht werden, und das wirkt sich ungünstig auf die Stimme aus. Hohe Töne müssen ohne Ausnahme weiter hinten angesetzt werden – doch darin birgt sich die Gefahr, sie „in den Hals“ zu verlieren. Die hohen Töne der Frauenstimmen gehen gleichsam „direkt in den Kopf“.

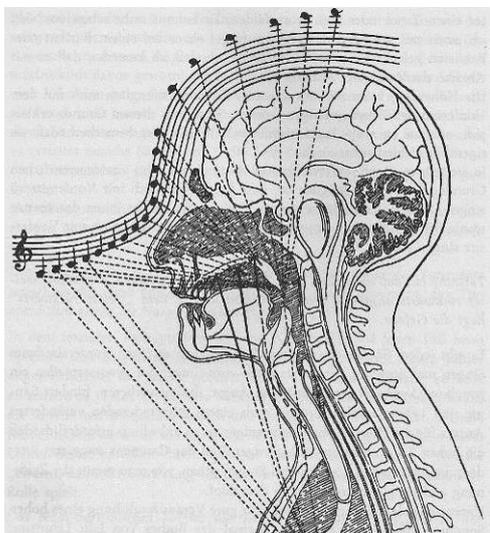


Abb. 18

(Fuchs, 1967, S. 112)

Auch Barthélémy (1984) weist auf die Wichtigkeit des Öffnens der laryngalen, pharyngalen und bukalen Höhlen durch Spannen und Entspannen der Muskeln und Membranen hin. Für die Nasenresonanz muss das Gaumensegel ganz entspannt sein. Ist sie unerwünscht, kann diese durch Anspannen des Gaumensegels verhindert werden.

Luchsinger und Arnold (1970, Band 2) betonen, dass die Wichtigkeit dieser Region aus einem Experiment von Thooris van Borre (1927) hervorgeht: Er brachte eine Sonde in den unteren Nasengang ein, mit der er Druck auf das Gaumensegel geben konnte. Während einer Stimmgebung übte er diesen Druck aus und der Ton sank deutlich (von 480 auf 426 Hz).

Wenn nun der Kopf- und Brustraum unsere Resonanzräume bilden, stellt sich die Frage, inwieweit sie überhaupt willentlich beeinflussbar sind: *„Une des caractéristique du grand chanteur lyrique, c’est l’importance du volume des cavités osseuses de la face (masque): la nature a dote cet artiste d’amplificateur du son de “micros”, donc la structure osseuse ne peut, à l’évidence être modifiée”* („Eine Charakteristik von großen lyrischen Sängern ist die Wichtigkeit der Größe der knöchernen Höhlen des Gesichtes (Maske) : Die Natur hat diese Künstler mit Tonverstärkern «Mikrofonen» beschenkt, denn die knöcherne Struktur kann natürlich nicht verändert werden“) (Barthélémy, 1984).

Daraus lässt sich schließen, dass sowohl Veranlagung, als auch ein guter Umgang mit dem Körper für die Stimme von Bedeutung sind.

3.2.7 Register

Beim Register handelt es sich darum, dass wir den „Sitz von Tönen mit ungefähr gleicher Klangfarbe“ einem Körperteil zu ordnen. Bei tieferen Tönen ist es eher der Brustbereich, bei höheren der Kopf. Dies nennt man dann Brust- bzw. Kopfstimme (siehe Kapitel Resonanz). Ein weiteres Register bei Männern ist das Falsett (lat.: falsch). Es ist eine hohe Männerstimme mit „weiblichem“ Klang. Sie findet sich bei sogenannten Counter-Tenören. Das entsprechende Register bei Frauen nennt man Pfeifregister.

Die Ursache für den Wechsel der Register liegt in der Funktion der Stimmlippen (siehe Abbildung Tonerzeugung). Da bei der Bruststimme mehr Obertöne vorhanden sind,

klingt sie voller. Spezielle Atemtechnik und Training der Kehlkopfmuskulatur können den Wechsel zwischen Brust- und Kopfstimme fließend machen. Nur beim Jodeln ist ein hörbarer „Registerbruch“ oft erwünscht. (Mathelitsch / Friedrich, 1995 und auch Hofbauer, 1978). Zum gleichen Schluss kommt auch Baum (1972).

Hammer (2005) präzisiert das, indem sie sagt: Innerhalb eines Registers ist ein Glissando möglich, ohne zu brechen. Der Wechsel zwischen Brust- und Kopfstimme erfolgt ca. eine Oktave oberhalb des individuell tiefst möglich produzierbaren Tones.

Fischer-Junghann (1964) erklärt die Register folgendermaßen: Bei der Bruststimme schwingen die Stimmbänder in ihrer ganzen Breite, die Resonanz ist hauptsächlich im Brustkorb. Sie bildet die tieferen Töne einer Stimme. Bei der Kopfstimme schwingen nur die Ränder der Stimmlippen und die Resonanz findet im Kopf statt. Sie bildet die hohen Töne. Mischt man diese beiden, spricht man von der Mittelstimme.

Fuchs (1967) schreibt: Unter Register verstehen wir eine Reihe von aufeinanderfolgenden Tönen, welche auf dieselbe Weise und mit Hilfe eines bestimmten Mechanismus erzeugt werden. Vor der Erfindung des Kehlkopfspiegels durch Manuel Garcia II. (1805-1906) wurde allgemein angenommen, dass es nur 2 Register gäbe. Heute ist die überwiegende Mehrheit sich aber einig, dass es 3 Register gibt: Brust-, Mittel- und Kopfreister. Ein geschickter Sänger kann aber durch Beimischen von Kopfreister zu den anderen beiden einen einheitlichen Klang erzeugen. Als Beispiel führt Fuchs (1967) die Opernromanze „Holde Aida“ an, wo der Sänger schon das erste F mit Kopfreister beginnen muss, um im darauffolgenden das um eine Oktav höhere F leicht und wirkungsvoll singen zu können. Er schreibt aber auch, dass manche Gesangslehrer der Meinung sind, dass es in der menschlichen Stimme überhaupt keine Register gäbe. Andere wiederum sprechen von hohem und tiefem Register oder sogar vom „Einregister“, weil versucht wird, die Stimme möglichst homogen über den künstlerisch nutzbaren Umfang zu führen (Nawka / Wirth, 2008).

Lässt man einen nicht ausgebildeten Sänger eine Reihe von Tönen aufwärts singen, so wird er zunächst Töne singen, die wir als Brusttöne bezeichnen. Ab einer bestimmten (individuellen) Höhe aber kippt die Stimme um und bekommt einen ganz anderen Charakter (dieses Kippen nennt man Registerbruch). die Stimme wird dünn und „weiblich“. Diesen Klang nennt man Kopfstimme, Falsett oder Fistelstimme. Der geübte Sänger kann diesen Übergang aber fließend machen, ohne an der Klangfarbe

etwas zu ändern. Er hat gelernt, einzelne Muskelfasern von der Anspannung auszuschalten, dadurch schwingen nicht die gesamten Stimmlippen. Es wird weniger anstrengend Falsett zu singen, als im Brustton wo die ganzen Stimmlippen mitschwingen müssen (Moll, 1927).

Laut Gundermann (1994) sagt Hirano, dass es zu einem hörbaren Registerbruch kommt, wenn die Aktivität zw. Stimmlippen und Ring- bzw. Schildknorpelmuskulatur nicht ausgewogen ist. Dies wird bei Wirth (1995) als Registersprung bezeichnet. Da bei Ungeübten der neuromuskuläre Einstellmechanismus an die Grenze eines bestimmten Arbeitsbereiches stößt, ändert sich beim Wechsel vom Brust- zum Kopfreister die Klangfarbe der Stimme abrupt.

An Tönen des Brustregisters ist die gesamte Stimmlippe beteiligt. Der M. vocalis kontrahiert sich – wird dabei aber nicht kürzer, sondern „wulstig“ und verhärtet sich. Ist seine Kontraktionsfähigkeit erschöpft, kontrahiert sich der M. cricothyroideus und veranlasst dadurch eine Kippbewegung des Schildknorpels nach vorne unten auf den Ringknorpel zu. Die Stimmlippen, die am Schildknorpel ansetzen, werden dadurch gedehnt, da die Stellknorpel, die am Ringknorpel aufsitzen, ihre Position nicht ändern. In dieser Spannung schwingen nun nur mehr die Ränder der Stimmlippen. Je mehr die Stimmbänder angespannt werden, umso höher wird der Ton (wie die Saite eines Streichinstruments, das durch das Drehen am Wirbel höher gestimmt wird). Wenn nun also nur mehr die Ränder schwingen, nennt man es Kopfstimme. So kann man einteilen:

Brustregister = Aktivspannung = Vollschiwingung

Kopfreister = Passivspannung = Randschiwingung (Gundermann, 1994).

Jedes Register hat seine eigene Qualität: Das Brustregister beschreibt Baum (1972) als kräftig und sonor, das Kopfreister als zart und weich. Sie sollen aber immer gemischt werden und der tiefste Ton immer noch einen Rest Kopfreister enthalten. Die Register treten (außer in Krankheitsfällen) nie getrennt auf. Es gibt immer eine Mischung – das Mittelregister. Dies bedeutet, dass die Randschiwingung mit einer Aktivspannung des M. vocalis abgestimmt wird - je nach Tonhöhe und Lautstärke.

3.2.8 Klassifizierung der Stimmlagen

Man teilt höhere und tiefere Stimmlagen je nach Geschlecht in:

Frauen: Sopran, Mezzosopran, Alt

Männer: Tenor, Bariton, Bass

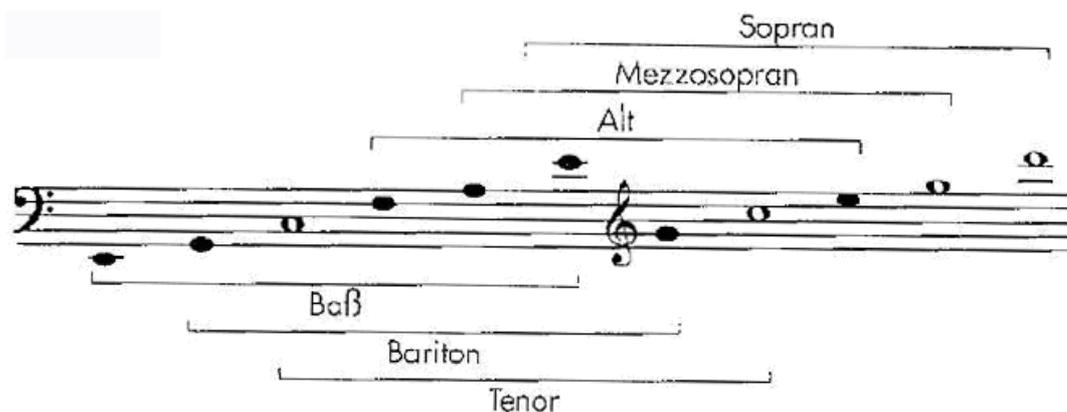
Untersuchungen, ob die Stimmlage oder der Stimmumfang z.B. durch Stimmlippenlänge unterschieden werden können, lieferten kein stichhaltiges Ergebnis (Gundermann, 1994).

Zu Zeiten Molls - das Buch stammt von 1927 - stufte man den Tonhöhenumfang der einzelnen Stimmen in etwa folgend ein:



Abb. 19
(Moll, 1927, S. 65)

Heute haben die Sänger durch gute Gesangsschulung einen weit größeren Umfang:



Stimmgattungen der männlichen und weiblichen Stimmen und ihr durchschnittlicher Stimmumfang

Abb. 20 (Mathelitsch / Friedrich 1995, S121)

Diese Einteilungen sind aber sehr schematisch und die Übergänge natürlich fließend. Es wird auch empfohlen mit der Stimmeinteilung bei Männern bis zum 18. Lebensjahr, bei Frauen bis zum 16. Lebensjahr zu warten (Mathelitsch / Friedrich, 1995).

Nach meiner Erfahrung wird in den Laienchören Kärntens auch keine Unterscheidung zwischen Mezzosopran und Sopran gemacht, da sie Chöre hauptsächlich vierstimmige Literatur singen (Sopran, Alt, Tenor, Bass). Außerdem sind die meisten „Sopransängerinnen“ in Wirklichkeit Mezzosoprane. „Wirkliche“ Soprane findet man in Laienchören wenige.

3.3 Der Atem

„Nur wer zu atmen versteht, versteht zu singen“ ist ein Ausspruch von Enrico Caruso (Fischer-Junghann 1965, S. 30).

Die meisten Menschen haben zu atmen verlernt. Sie kennen ihr Zwerchfell kaum. Alle großen Sänger wissen um die Wichtigkeit des Atems für den Gesang. Der ruhige, tiefe Atem kommt aus der Ferse, der Bauchmuskulatur und dem Diaphragma (Fischer-Junghann, 1964).

Wirth (1995) unterscheidet eine Sprech- und eine Singatmung. Bei der Singatmung ist die Ausatemungszeit länger und es wird eine größere Vitalkapazität (zur Verfügung stehende Ausatemluft) benötigt. Bei aufsteigender Tonfolge kommt die abdominale Atmung mehr zum Tragen, bei absteigender Tonfolge die kostale Atmung.

Diese Aussagen haben mich nun veranlasst dem Thema Atem ein eigenes Kapitel zu widmen:

3.3.1 Anatomie

Der Atem wird zentral gesteuert, die nervale Versorgung der Trachea erfolgt über das Ganglion cervicale medius. Das Ganglion stellatum (cervico-thoracicum) versorgt sympathisch die Lunge (wie auch das Herz). Fasern aus dem Plexus pharyngeus (IX. und X. Hirnnerv) und Fasern aus Plex. cervicale superior innervieren M. constrictor pharyngeus medius, M. levator veli palatini und M. uvulae. Fasern aus dem Grenzstrang Th1-5 bilden den Plexus pulmonalis, ein Netzwerk aus sympathischen, vagalen und sensorischen Fasern (Maier, 2008).

Da sich somit die nervale Versorgung auf Höhe der Brust- und Halswirbelsäule befindet, ist davon auszugehen, dass sich Dysfunktionen der Wirbelsäule in diesem Bereich leicht negativ auf die Stimme auswirken können (s. Kapitel Dysfunktionen).

Baum (1972) unterscheidet für das Singen drei „Hauptapparate“: Den Atemapparat, den tonerzeugenden Apparat und den Resonanzapparat. Der Atemapparat wird demnach nach oben mit den Stimmlippen begrenzt, seitlich durch den Brustkorb, hinten mit der Wirbelsäule und nach unten mit dem Zwerchfell.

Maier (2008) teilt die Atemwege in zwei Bereiche:

Obere Atemwege: Nase, Mundraum, Larynx, Pharynx, und Trachea

Untere Atemwege: Bronchien, Bronchioli terminalis, respiratorische Bronchiolen, Alveolen.

Um einen ausgeglichen Atem durchführen zu können, müssen sehr viele Muskeln zusammenspielen. Man unterscheidet Einatemungs- und Ausatemungsmuskeln, sowie Atemhilfsmuskeln. Ist einer von ihnen verspannt, stört er das ganze System. Einen guten Überblick gibt hier die Zusammenstellung von Wirth (1995):

Einatemungs- und Ausatemungsmuskeln mit ihren Hilfsmuskeln

Einatemungsmuskeln	Atemhilfsmuskeln
Zwerchfell	M. pectoralis major
Mm. intercostales externi	M. pectoralis minor
M. serratus posterior superior	M. subclavius
	Mm. scaleni
	M. serratus anterior
	M. latissimus dorsi
	M. sternothyroideus
	M. sternocleidomastoideus
	M. iliocostalis cervicis
	M. sacrospinalis
Ausatmungsmuskeln	Atemhilfsmuskeln
Mm. intercostales interni	Mm. subcostales
M. serratus posterior inferior	M. transversus thoracis
	M. obliquus externus abdominis
	M. obliquus internus abdominis
	M. rectus abdominis
	M. transversus abdominis
	M. quadratus lumborum

Abb. 21
(Wirth, 1995, S. 24)

3.3.2 Physiologie

Das Atemzentrum befindet sich in der Medulla oblongata und richtet sich nach den Sauerstoff- und Kohlendioxidwerten, die durch Chemorezeptoren an der Aorta und Arteria carotis gemessen werden. Fällt der O_2 -Gehalt bzw. steigt das CO_2 , so wird die Atmung verstärkt (Scheufele-Osenberg, 2002).

Maier (2008) unterscheidet zwischen arteriellen und zentralen Chemorezeptoren, wobei erstere sich an der Carotisbifurkation und am Aortenbogen befinden, zweitere (die den CO_2 -Gehalt im Liquor messen) im Hirnstamm selbst.

Erhöhte Muskeltätigkeit, Körpertemperatur (erhöht oder erniedrigt), psychische Erregung ... führen zu einer erhöhten Atemfrequenz. Die Atmung ist der einzige vegetative Vorgang, der auch willentlich beeinflusst werden kann.

Faktoren, die die Atmung beeinflussen, werden in der Abbildung von Scheufele-Osenberg (2002) gut dargestellt:

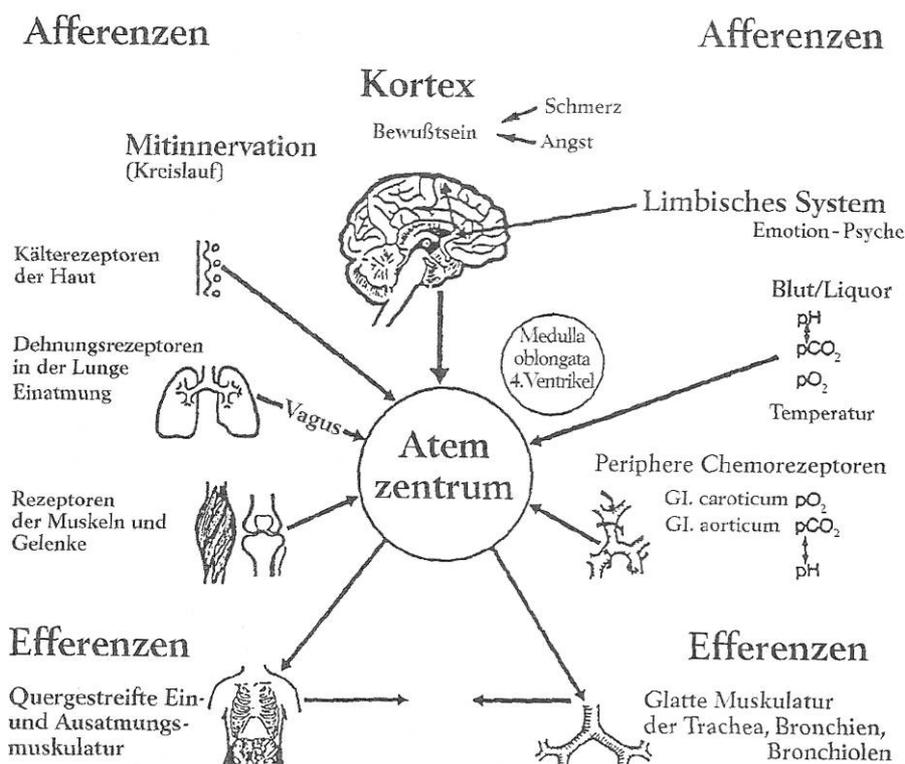


Abb. 22
(Scheufele-Osenberg
2002, S. 20)

Bei normaler Atmung werden durchschnittlich 500 ccm Luft ein- und ausgeatmet. Wenn man „normal“ eingeatmet hat, kann man immer noch 1500 ccm Luft einsaugen (Ergänzungsluft).

Wenn man ausgeatmet hat kann man immer noch 1500 ccm ausgeblasen werden (Vorratsluft):

Ausatmungsluft	500 ccm
Ergänzungsluft	1500 ccm
Vorratsluft	<u>1500 ccm</u>
= Vitalkapazität	3500 ccm

Dazu kommen noch 1500 ccm, die immer in der Lunge bleiben, damit diese nicht zusammenfällt. Dies sind natürlich nur Richtwerte, die individuell und geschlechterspezifisch sehr voneinander abweichen können (Baum, 1972).

Sundberg (1997) nennt ähnliche Zahlen, sagt aber, dass die Vitalkapazität nicht nur vom Geschlecht abhängt, sondern v. a. mit der Körpergröße zusammenhängt.

In diesem Zusammenhang kommt dem Zwerchfell als Hauptatmungs-muskel besondere Bedeutung zu: Es ist eine kuppelförmige Muskel-Sehnen-Platte, die Brust und Bauchraum voneinander trennt. Wird diese angespannt, senkt es sich etwas nach unten und verdrängt die darunter liegenden Eingeweide nach unten und vorne, so dass sich der Bauch etwas vorwölbt. Der dadurch entstehende Sog oberhalb des Zwerchfells zieht die Lunge mit nach unten und lässt sie so einatmen (Amon, 2000 und Baum, 1972). Die Organe im Bauchraum müssen aber auch fähig sein, diesen Raum geben zu können (Sundberg, 1997). Diese Tatsache ist, wie wir wissen, für unsere osteopathische Arbeit immer wieder von großer Bedeutung.

Unsere stress- und emotionsgeladene Zeit bewirkt ganz allgemein eine erhöhte Spannung in der gesamten Körpermuskulatur. Das Zwerchfell als ein sehr großer Muskel ist davon besonders betroffen. Dies bewirkt vor allem, dass man nicht mehr abspannen kann. Das Abspannen (= ein schnelles Entspannen) ist aber für die reflektorische Atmung, die beim Singen notwendig ist, um nicht zu lange Pausen zu haben von Bedeutung.

Jede Abwärtsbewegung des Zwerchfells ist mit einem Öffnen der Stimmritze verbunden. Geht das Zwerchfell nicht gut nach unten und die Stimmritze öffnet sich nicht gut, kommt es zu einem Atemgeräusch, das unerwünscht ist (Hofbauer, 1978). Das Abspannen bildet aber eine wichtige Grundlage für eine gute Koordination von Atmung und Phonation (Hammer, 2005).

Ist die Einatmung fehlerhaft, so ist es auch meist die Ausatmung (Moll, 1927).

Die Meinung von Laiensängern, möglichst viel einzuatmen, um möglichst viel Luft gegen die Stimmlippen treiben zu können, ist falsch, denn so kommt es zu einer raschen Ermüdung und mit der Zeit zu einer ernsthaften Schädigung der Stimmbänder! Ein sogenannter „langer Atem“ beruht nicht auf viel Luft, sondern auf Sparsamkeit der Luftabgabe (Baum, 1972): Das Zwerchfell kann man bei sich selber nicht fühlen und es ist auch nicht willkürlich beeinflussbar. Dennoch ist höchste Elastizität erreicht, wenn paradoxe Atembewegung möglich ist: wenn es sich während des Singens (das ja Ausatmung ist) kontrahieren kann. Dadurch wird die in der Lunge befindliche Luft nach unten gesogen um nicht auf die Stimmlippen zu drücken. (So kommt es zu der von Baum geforderten sparsamen Luftabgabe; siehe auch Kapitel Atemstütze). Mit dem Brustkorb kann man dies aktiv unterstützen, es ist jedoch schwierig. Dazu gibt es spezielle Übungen, die aber nur bei einem „elastischen“ Zwerchfell möglich sind (Sundberg, 1997).

Alavi Kia (1999) und Schulze Schindler (1999) bringen die Atmung mit der Haltung des Kopfes in Verbindung. Sie beschreiben, dass ein Neigen des Kopfes nach anterior die Ausatmung stärkt, ein Neigen nach posterior die Einatmung. Sie stellt somit die Beweglichkeit der Halswirbelsäule in direktem Zusammenhang mit der Stimmfaltung.

3.3.3 Atemarten

Der Unterschied bei der Atmung zwischen Sprechen und Singen besteht darin, dass beim Singen die Atmung bewusst verlangsamt wird. Man spricht von stützender Tongebung (siehe 2.3.4 Atemstütze) (Hamann / Hamann, 2004).

Der Atem kann verlangsamt werden:

Durch ein Nichtentspannen der Einatemmuskulatur, wofür man ein gut funktionierendes Diaphragma benötigt,

Indem man die Stimmritze schließt und der Atem dadurch „gefangen“ ist. Dies ist für die Stimmbänder aber schädlich und sollte beim Singen nicht eingesetzt werden. Man erkennt es, wenn die ersten Töne „überpoltert“ und mit großer Kraft kommen, die nächsten Töne aber schwach und kraftlos klingen.

Es gibt verschiedenen Atemtechniken, die für das Singen wesentlich sind. Sie sind meist mit verschiedenen Kehlkopfpositionen verbunden. Jeder Sänger muss für sich die richtige Position finden, denn von den verschiedenen Kehlkopfpositionen können

manche dem Singen gut tun, manche aber auch schaden (Tesarek, 1997). Bei der normalen Atmung wird die Luft durch die Nase eingeatmet, das Diaphragma senkt sich und die Flanken werden erweitert, die Brust hebt sich. Um beim Gesang genügend Atemkapazität zu erlangen und die Luft dann auch lange genug ohne Beschwerden anzuhalten zu können, müssen die verschiedenen Atemarten trainiert werden. (Moll, 1927).

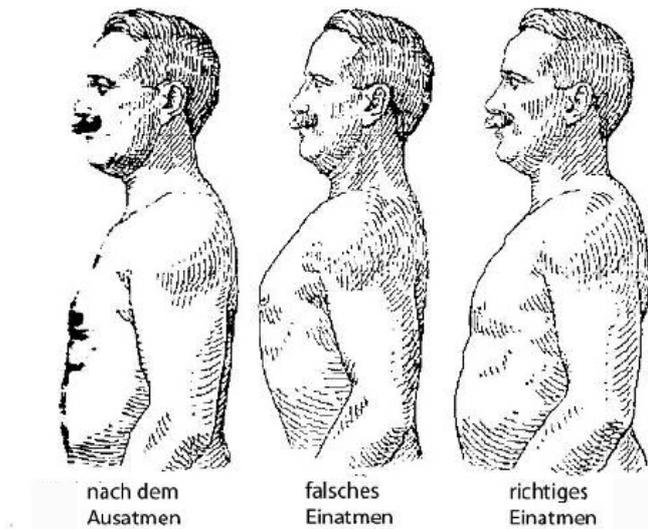


Abb. 23
(Moll, 1927, S. 31)

Bauchatmung: Das Diaphragma zieht sich bei der Einatmung zusammen und bewirkt durch das Abflachen eine Vergrößerung des Brustraumes. Die unter dem Diaphragma liegenden Organe müssen dabei ausweichen, dies ist durch eine stärkere Wölbung der Bauchwand ersichtlich und wird daher Bauchatmung benannt.

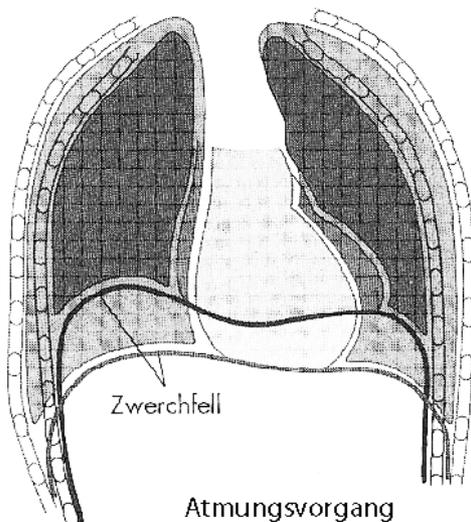


Abb. 24
(Mathelitsch / Friedrich, 1995 S. 18)

Brustatmung: Bei der Inspiration erweitert sich der Thorax, das Diaphragma wird seitlich, passiv durch die sich hebenden Rippen mit in die Höhe gehoben. (Mathelitsch / Friedrich, 1995)

Flankenatmung: Bei Anspannung des Diaphragmas werden die Rippen etwas hochgehoben, und der Brustraum dadurch vergrößert Moll (1927). Dies sind also genau die Umgekehrten Parameter wie bei der Brustatmung.

Claviculaatmung: Sie ist eine extrem ausgeprägte Brustatmung: Während der Einatmung wird der gesamte Schultergürtel hochgehoben (Mathelitsch / Friedrich, 1995).

Laut Wirth (1995) ist die Claviculaatmung pathologisch. Moll (1927) hingegen bezeichnet sie als Reserveatmung. Wenn ein Sänger sich beim Singen auf einen festen Gegenstand abstützt, kann man beobachten, dass er die Claviculaatmung verwendet, um eine Ausdehnung der Lunge nach cranial erwirken zu können und dadurch noch etwas mehr Luftkapazität zu erhalten. Eine Kombination aus Brust- und Flankenatmung nennt Moll (1927) Rippenatmung. Die Kombination von Brust- und Claviculaatmung wird von Wirth (1995) als Hochatmung bezeichnet, die Kombination von Brust-, Bauch- und Flankenatmung als Tiefatmung.

Baum (1972) bezeichnet die Kombination von Brust- und Bauchatmung als die wirkungsvollste - sowohl für die Gesundheit, als auch für das Singen. Er beschreibt aber auch noch eine Rückenatmung, wobei hierbei die Luft vor allem in die hinteren Lungenpartien dirigiert wird.

Auch Luchsinger und Arnold (1970) sprechen von Bauch- und Brustatmung, wobei sie betonen, dass die Brustatmung, also die Bewegung der Rippen, bewusst durchgeführt wird, das Zwerchfell hingegen in keiner Weise aktiv beeinflusst werden könne. Daher sei es ihrer Meinung auch falsch, wenn manche Stimmbildner von „Zwerchfellübungen“ sprechen. Es gibt aber Atemübungen die die Atemmuskulatur und dadurch das Zwerchfell indirekt kräftigen. Diese sind laut Moll (1927) sehr wichtig. Sie sollten aber nicht nur kräftigend wirken, sondern auch lehren die Atemführung willkürlich zu beherrschen.

Beim Sprechen oder Singen handelt es sich aber nie nur um eine Atemart alleine.

Nach Hülse (2003) ist die Kombination von Costo- (er versteht darunter die Brustatmung) und Abdominalatmung die optimale Atmung für Sänger, da sie den Atemstrom am ökonomischsten an die Kehlkopffunktion anpassen kann. Auch er

warnt davor, dass die Hochatmung zu Stimmstörungen führen kann. Wird die Bauchmuskulatur bei der Ausatmung bewusst eingesetzt, bezeichnet man dies als „Bauchpresse“ (Moll 1927).

Wirth (1995) hingegen unterscheidet zwischen stummer Atmung und Stimmatmung:

Die stumme Atmung (*respiratio muta*) kommt bei Ruheatmung und Leistungsatmung vor. Bei ihr wird durch die Nase geatmet. Die Stimmlippen stehen in „Lateralstellung“ und bilden so ein längliches Dreieck (siehe Abb. 12). Die Ausatmung erfolgt passiv. Die Frequenz ist unter anderem abhängig von Alter, Geschlecht, körperlicher und psychischer Belastung.

Die Stimmatmung (*respiratio phonatoria*) wird zum Sprechen bzw. Singen verwendet. Sie hat zwei Aufgaben:

1. Bereitstellung des erforderlichen Luftvolumens
2. Aufbau des geeigneten subglottischen Anblasedruckes.

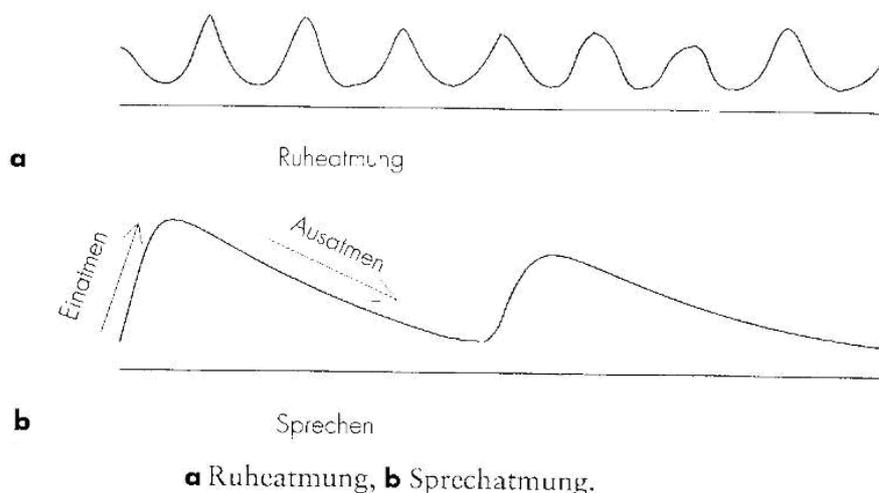


Abb. 25
(Mathelitsch /
Friedrich,
1995 S. 20)

Es wird dabei überwiegend durch den Mund geatmet, wobei es zu einer Verlängerung der Ausatemphase kommt, was durch drei Mechanismen geschieht:

1. Es wird stärker eingeatmet
2. Die Ausatmung ist aktiv (siehe Kapitel Atemstütze)
3. Es wird weiter als bis zur Atemruhelage ausgeatmet – Die Ausatemmuskulatur verengt den Brustraum aktiv (Mathelitsch / Friedrich, 1995).

Amon (2000) beschreibt die Sprechatmung so: Wäre die Einatmung, wie es bei der Ruheatmung der Fall ist, gleich lang wie die Ausatmung, kämen viel zu lange Pausen zustande. Daher wird die Einatmung zugunsten einer dosierten Ausatmung verkürzt. Dies ist bis zu einem Verhältnis von 1:8 gut möglich. Wichtig ist eine Ökonomisierung

der Atemleistung. Es geht nicht darum, möglichst viel Luft zu haben, sondern mühelos ausdauernd und kräftig ausatmen bzw. singen zu können.

Middendorf (2007) unterscheidet zwischen:

- Unbewusster Atemfunktion gesteuert vom vegetativen Nervensystem: Sie reagiert äußerst sensibel auf jeden Einfluss. Schlechte Haltung oder Stress z. B. verhindern, dass sie sich entfalten kann.
- Willkürlicher Atemführung: Sie wird vom Denken regiert. Diese Form des Atmens dient immer einem Ziel.
- Erfahrbarem Atem: Durch die Empfindungsfähigkeit macht man sich die Atmung bewusst, beeinflusst sie aber nicht. So entdeckt man, dass nach jeder Ein- und Ausatmung eine Ruhepause entsteht, bis der Atem von selbst wiederkommt. Das bedeutet den Atem zuzulassen: Man wird Zeuge der Atmung ohne ihn zu beeinflussen.

3.3.4 Atemstütze (Appoggio)

Unter Appoggio versteht man das bewusste Verharren in der Einatemposition, um dadurch eine verlängerte und gut kontrollierbare Ausatmung zu erhalten (Gundermann, 1994). Wirth (1995) beschreibt diese folgendermaßen: Stütze ist jene Kraft, die die Einatemmuskulatur dem Zusammensinken des Brustkorbs entgegensetzt. Dadurch wird der subglottische Druck auf den optimalen Betriebsdruck reduziert. Das Gleiche beschreibt auch Hülse (2003).

Mathelitsch und Friedrich (1995) verstehen unter Atemstütze eine bewusste Verlangsamung und Führung der Ausatmung. Der unter dem Kehlkopf aufgebaute Druck und die Spannung der Stimmlippen müssen genau aufeinander abgestimmt werden. Das bedeutet, dass der Sänger fähig sein müssen, sowohl alle Atem-, als auch Kehlkopfmuskeln genau koordinieren zu können. Steigender Druck bedeutet, dass die Stimmlippen stärker schwingen, das hat zur Folge, dass der Ton lauter wird. Andererseits führt großer Druck auch reflektorisch zu größerer Spannung der Stimmlippen, was bedeutet, dass der Ton höher wird. Wenn nun Atemdruck und Stimmlippenanspannung nicht gut koordiniert werden, steigt beim Lauterwerden auch die Tonhöhe und es kann kein Crescendo auf einem Ton durchgeführt werden (Mathelitsch / Friedrich, 1995).

Für Siegmüller und Bartels (2010) ist der subglottische Druck nur für die Lautstärke verantwortlich, die Tonhöhe entsteht nur durch den Tonus der Larynxmuskulatur. Sie geben an, dass ein subglottischer Druck von

3 cmH₂O für leise Phonation,

20 cmH₂O für eine durchschnittliche Sprechstimme und

2 - 50 cmH₂O zum Singen notwendig ist.

Amon (2000) schreibt, dass die Atemstütze mit Hilfe der Zwischenrippenmuskulatur dafür sorgt, dass der Atemvorrat dosiert und nicht verschwenderisch abgegeben wird.

Wirth (1995) hingegen beurteilt die Stütze durch die Mm. intercostales als unphysiologisch. Er vertritt die Meinung, dass ein Einsatz der Mm intercostales zu Stimmproblemen führen könne. Die physiologische Stütze geschieht nur durch das Zwerchfell. Das müsse aber sehr bewusst eingesetzt werden, da es sonst zu einem „Überstützen“ oder „Unterstützen“ kommen könne – beides kann der Stimme schaden.

Luchsinger und Arnold (1970, Band 1) beschreiben, dass man nach Röntgenuntersuchungen von R. Schilling 2 Stützarten unterscheiden kann: Das durch die Atmung gespeicherte Luftvolumen kann entweder primär durch das Zwerchfell oder primär durch die Thoraxmuskulatur freigegeben werden und die jeweils andere Muskulatur bleibt länger in Inspirationsstellung. Verliert der Ton die Stütze, wird er „gerade“ oder er „bricht ab“.

Für eine gute Stütze sind drei Punkte wichtig:

Ein gut funktionierendes Zwerchfell – es muss eine Gegenkraft zur Ausatmung stellen.

Ein gut funktionierender Kehlkopf und ein Gleichgewicht der Kehlkopfmuskulatur und der ausströmenden Luft.

Die Weitung im Ansatzrohr (eigentlich eine Einatemstellung) und die Bereitstellung der Resonanz.

Fällt einer der drei Punkte weg, reagiert der Körper mit erhöhtem Atemdruck und der Klang „versteift“ oder „überlüftet“. Daher ist es wichtig, beim Singen nicht zu verspannen oder Kraft einzusetzen. Wesentlich ist es ferner, den Atem einfließen zu lassen – die Effizienz der Atmung liegt in ihrer inneren Federung und in der Spannungsbalance (Hofbauer, 1978).

3.4 Die Haltung

„Eine richtige Körperhaltung ist Voraussetzung für die Anwendung einer optimalen Sprech- und Singtechnik“ (Wirth 1995, S. 29). Da ein Teil der Halswirbelsäule die äußere Kehlkopfmuskulatur (M. sternohyoideus, M. omohyoideus, M. sternothyroideus aus der Ansa cervicalis; M. thyrohyoideus aus dem Plexus cervicalis) und der N. phrenicus (C3-5) das Zwerchfell versorgt, ist es wichtig, dass diese eine gute Funktion hat. Das Gleiche gilt für die Brustwirbelsäule, die die Lunge und die Zwischenrippenmuskeln neural versorgt (Münch 2009).

Unter einer guten Körperhaltung für Sänger verstehen Hamann und Hamann (2004), dass es im Bereich von Kopf, Körper und Extremitäten zu keinerlei Verspannungen durch die Haltung kommen soll. Gundermann (1994) beschreibt dies als „Eutonus“ (= spannungsfreie und ausgeglichene Haltung). Dieser ist für ihn die Voraussetzung für eine leistungsfähige Atmung. Bei schlechter Haltung der Wirbelsäule, so Hofbauer (1978), kann das Zwerchfell nicht richtig arbeiten, wodurch seine Belastbarkeit herabgesetzt ist. Aus schlechter Haltung erklärt sich auch, dass von manchen Sängern das Brustbein und die Schultern beim Atmen hochgezogen werden. Dies gibt aber nicht viel Luftreserve und führt zudem zu weiteren Verspannungen.

Wirbelsäule und Brustkorb bilden also den Rahmen für eine gute Atmung, aber auch für eine lockere Aufhängung des Kehlkopfes. Eine Bewegung sollte nur von den Muskeln durchgeführt werden, die von der Natur dafür vorgesehen sind. Ist der Körper verspannt oder nicht im Gleichgewicht arbeiten viel zu viele Muskeln und die Stimme klingt gepresst oder angespannt. Allein ein verspannt weggestreckter Daumen hat seine Auswirkungen auf den Kehlkopfbereich (Amon, 2000). Sie betont, dass vor allem bei Nicht-Profis eine gute lockere Haltung einen ökonomischen Einsatz der Stimme fördert. Bei den Schultern ist es wichtig, dass sie locker hängen, denn entspannte Schulter- und Nackenmuskulatur wirkt sich positiv auf den Kehlkopf und seine Beweglichkeit aus. Profis sollten natürlich in jeder Stellung eine voll klingende Stimme haben.

Nawka und Wirth (2008) unterscheiden zwischen Arbeits- oder Leistungshaltung und Ruuehaltung. Bei der Arbeitshaltung ist die Wirbelsäule eher gestreckt, der Kopf wird aufrecht getragen, die Schultern leicht zurückgenommen, das Brustbein leicht angehoben und der Brustkorb steht fast senkrecht über dem Becken, der Bauch ist

abgeflacht. Je höher die stimmliche Leistung, desto mehr müssen der Körper und die Wirbelsäule aufgerichtet werden.

Der Sänger sollte auf beiden Füßen stehen, die Schultern locker hängen und der Kopf sollte sich aufgerichtet, gerade über der Brust befinden. Dies unterstützt das Zusammenspiel von Atmung und Stimme und bringt eine positive Grundspannung in der gesamten Körpermuskulatur (Mathelitsch / Friedrich, 1995).

Hofbauer (1978) unterscheidet zwischen:

Längsspannung: Rückenstrecker anterior und posterior der Wirbelsäule

Querspannung: Bauch- und Beckenmuskulatur

Sinkt die Halswirbelsäule in sich zusammen, gehen diese Spannungen sofort verloren: Der Brustkorb sinkt, die Schultern fallen vor, das Becken kippt nach vorne. In dieser Haltung kann es zu keinem guten Gesang kommen.

Haltung bedeutet Aufrichtung gegen die Erdanziehungskraft. Dieser standhalten zu können ist eine Voraussetzung, um sich eine gute Atemtechnik aneignen zu können. Auch Bernhard (2002). betont, dass eine optimale, elastische Haltung nur mit einer ausgeglichenen Musklespannung funktioniert. Wird ein Bereich der Haltemuskulatur nicht benutzt, muss ein anderer Bereich mehr arbeiten. Die Atmung wird dadurch einseitig und die Stimme kann sich nicht frei entfalten.

Durch Verspannungen ist eine vom Zwerchfell ausgehende Atmung oft kaum mehr möglich. Ist das Zwerchfell aber nicht oder nur eingeschränkt einsetzbar, ist Singen praktisch unmöglich, weil der Körper keine Möglichkeit bietet, eine konstante, gestützte Luftsäule zu erzeugen (Kreutzer, 1996). Für Paoletti (2001) sind die Fascien des ganzen Körpers für die Aufrechterhaltung der Körperhaltung wichtig. Die externen Faszien eher für die Haltung, die internen eher als Stütze. Eine starre Haltung ermüdet den Körper rasch. Dies verhindern kleine rhythmische, gleichmäßige Bewegungen wie das Schwingen oder Kreisen um den Körperschwerpunkt. Der Rhythmus ökonomisiert dabei den Ablauf von Bewegung und Atmung (Hammer, 2005). Auch die mimische Muskulatur ist mit einzubeziehen. Hammer beschreibt auch, dass eine starre Mimik die Kieferöffnungsweite beeinträchtigen kann, was sich auf die Stimme auswirkt.

Das Halten schwerer Noten, so Alavi Kia und Schulze-Schindler (1999) kann die Haltung zusätzlich belasten und Verspannungen im ganzen Körper verursachen. Körperliche Anstrengung verkürzt die Tonhaldedauer (Hammer, 2005).

3.5 Dysfunktionen

Falsche Gesangstechniken oder zu starke stimmliche Belastungen führen häufig zu Störungen der Stimmfunktion. Speziell in Chören geschieht es manchmal, dass Sänger nicht der richtigen Stimmlage zugeordnet sind. Dies wirkt sich negativ auf die Stimme aus (Hammer, 2005).

Es gibt 2 Arten phonatorischer Erkrankungen:

Veränderungen von laryngealem Gewebe wie Schwellungen, Knötchen usw.
= organische Stimmstörungen

Erkrankungen ohne sichtbare Veränderung durch inadäquaten Gebrauch hervorgerufen = funktionelle Stimmstörung (Sundberg, 1997).

Sängerknötchen sind kleine gutartige Wucherungen an den Stimmbändern, meist im vorderen Drittel, die die Verschlussphase der Stimmlippen beeinträchtigen. Sie entstehen meist durch falsche oder gewaltsame Verwendung der Stimme (Baum 1972 und auch Siegmüller / Bartels, 2010).

Funktionelle Stimmstörungen werden in hyperfunktionelle (zu viel an Spannung; klingt heiser und gepresst) und hypofunktionelle (zu wenig Spannung klingt überhaucht und ist nicht tragend) Stimmstörungen eingeteilt. Dazwischen gibt es noch „gemischte Dysphonien“ (Böhme, 1974).

Die hyperfunktionelle Dysphonie kommt in der klinischen Praxis häufiger vor. Für sie werden viele Faktoren angegeben:

Angeborene Anomalien des Kehlkopfes oder der Resonanzräume

Endokrinologische Störungen

Hepato-intestinale Erkrankungen

Allergisch-entzündliche Prozesse

Überanstrengung in Sprech- oder Gesangsberufen

Psychische Komponenten

Vertebrogene Komponenten (Böhme, 1974).

Hyperfunktionelle Stimmstörungen können auch ein Kloßgefühl verursachen. Oft sind die Verspannungen schon am äußeren Hals zu sehen. Jede Einschränkung der Stimmlippenbeweglichkeit oder ein nicht ausreichender Stimmlippenschluss hat Heiserkeit zur Folge (Hamann / Hamann, 2004).

Gundermann (1995) nennt die hyperfunktionelle Dysphonie auch Presstimme. Auch er beschreibt sie als gepresst und hart, wo hingegen die hypofunktionelle Dysphonie einen belegten, gehauchten, schwächlichen Stimmklang hat. Sie kommt sehr oft bei Depressionen vor, aber auch nach Überanstrengung und nach schweren Erkrankungen. Luchsinger / Arnold (1970, Band 1) beschreiben die Hyperkinetische oder – funktionelle Dysphonie: Wenn die Stimmbänder durch zu starke Anspannung stark aneinander gepresst werden, kann die Stimmlippschleimhaut nicht schwingen. Unter einem „Arthron“ versteht man die arthro-neuro-muskuläre Einheit eines Wirbels. Das bedeutet, dass bei einer Funktionsstörung eines Wirbelgelenkes die zu diesem Segment gehörige Muskulatur gestört sein kann. Da die meisten für die Stimme verwendeten Muskeln aus dem Gebiet der HWS kommen, haben Funktionsstörungen in diesem Gebiet auch großen Einfluss auf die Stimme (z. B. Occ/C1 N. hypoglossus, C2/C3 Mm sternohyoideus, M. omohyoideus, M. thyrohyoideus und M. sternothyroideus). Auf diese Weise ausgelöste Muskelverspannungen und -verhärtungen der praelaryngealen Muskulatur können eine hyperfunktionelle Dysphonie verursachen (Hülse, 2003 und auch Hammer, 2005).

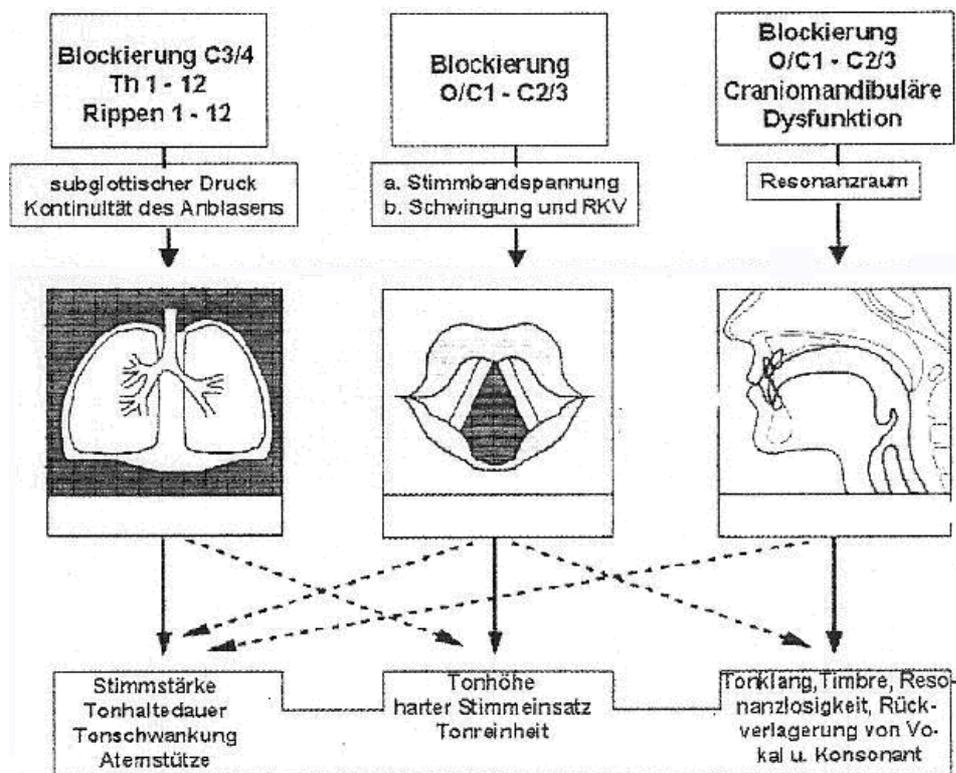


Abb. 26
(Hülse 2003,
S. 5)

Der Einfluss einer Wirbelsäulenstörung auf den Phonationsapparat.

Spieker-Henke und Wolkenhauer (2003/2) bestätigen das, was Hülse (2003) über die HWS sagt, und gehen darauf noch genauer ein, indem sie beschreiben, dass der Kippmechanismus des Cricothyroidgelenkes durch die Fehlspannungen des Kehlkopfes gestört wird und dadurch die Spannungsdifferenzen der Stimmbänder entstehen. Dadurch wiederum kann es zu Schwingungsunregelmäßigkeiten und / oder nicht synchronen Schwingungsabläufen kommen.

In seinem Buch über die Halswirbelsäule beschreibt der HNO-Arzt Dr. Hülse, dass sich stroboskopisch bei allen hyperfunktionellen Dysphonien eine Verkürzung der Schwingungsamplitude der Stimmbänder zeigt. Ist die hyperfunktionelle Dysphonie einseitig, so ist das meist auf eine vertebrogene Ursache zurückzuführen (Hülse / Neuhuber / Wolff, 2005).

Grundlage einer guten Stimme ist der Tiefstand des Kehlkopfes, das Weiten des Resonanzraumes und eine gute Federung der Halsmuskulatur. In Brustkorb, Schultern und Bauchmuskulatur dürfen keine Spannungen auftreten (Wirth 1995). Bei Ausfall oder Störungen des N. vagus kommt es durch Stimmbandlähmung zu einer heiseren Stimme (Möckel / Mitha, 2009).

Ein gastro-ösophagealer Reflux kann zu einem laryngo-pharyngealen Reflux und dadurch zu einer Refluxlaryngitis führen. Laryngo-pharyngealen Reflux bezeichnet nur den Ort, wo sich die Säure, die durch eine Hernie oder einen schlechten Verschluss des Ösophagussphinkters nach oben steigt, pathologisch auswirkt (Nawka / Wirth, 2008). Siegmüller und Bartels (2010) beschreiben, dass es durch einen Reflux in weiterer Folge auch zum Larynxgranulom, Stimmlippenknötchen und im Extremfall auch zu einem Larynxkarzinom kommen kann.

Organische Stimmstörungen sind durch Erkrankungen oder Traumata des Kehlkopfes gekennzeichnet. Traumata können exogen (z.B. Schleudertrauma) oder endogen (endotracheale Intubation) verursacht sein.

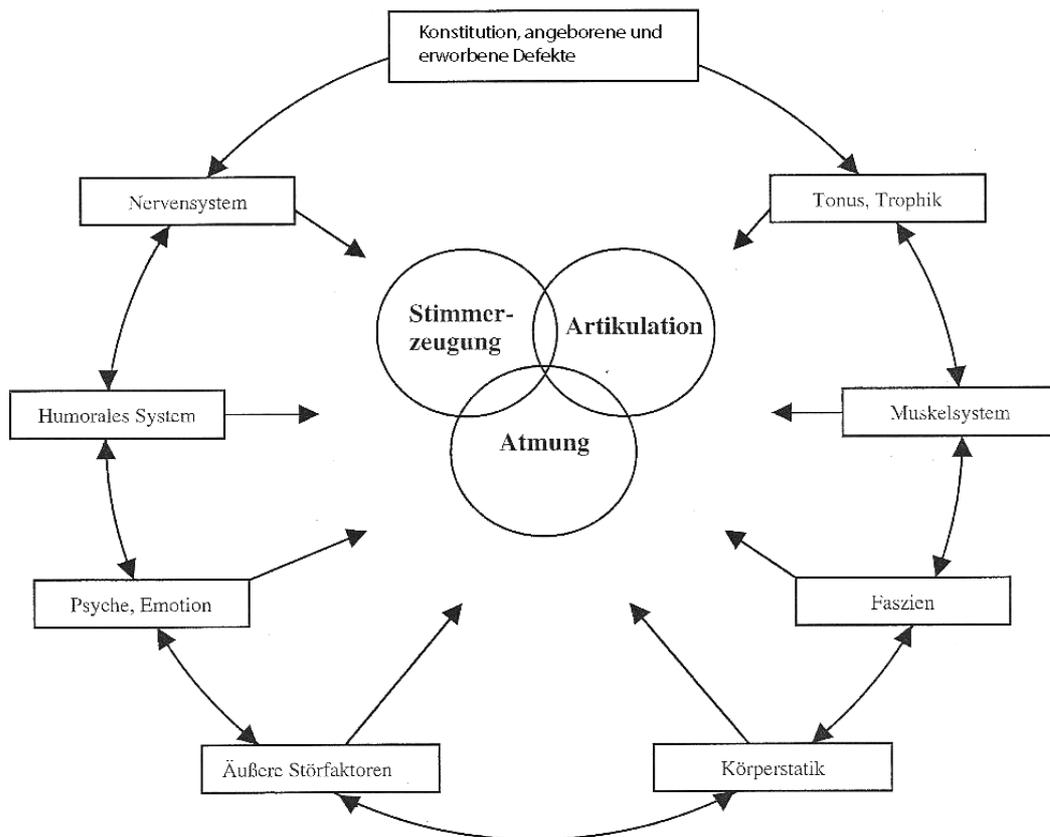
Erkrankungen können angeboren (Fehlbildungen etc.) oder erworben (entzündliche Erkrankungen, hormonelle Störungen etc.) sein. Je nach Ursache muss eine entsprechende Behandlungsform zur Anwendung kommen. Auch als Folge anderer Primärerkrankungen z.B. Kreislaufinsuffizienzen, chronische Lebererkrankungen, endogenen Depressionen, Karzinome etc. können funktionelle Stimmstörungen entstehen (Münch, 2009).

Unsachgemäßer Gebrauch der Stimme durch „Benutzung falscher Register“, „fehlerhafter Stimmtechnik“ oder Verspannungen der Wirbelsäulenmuskulatur führen zu funktionellen Stimmstörungen (Grohnfeldt, 2004). Dies wird auch von Wirth (1995) bestätigt.

Verspannungen im Solarplexus können eine krächzenden Stimme und Heiserkeit verursachen. Erweist sich die Atemstütze für eine erwünschte Klangfülle als ungenügend, werden automatisch Schulter und Nackenmuskulatur angespannt und durch diesen falschen Einsatz auch verspannt. (Zi, 1988)

Alle Spannungen im Körper, wodurch auch immer erworben, schränken die natürliche Stimme bis hin zur Kommunikationsstörung ein. Z.B. kann die Zunge nur dann ihre Funktion, einen Ton zu Formen erfüllen, wenn sie entspannt ist. Da sie aber mit dem Kehlkopf über den Oesophagus mit dem Diaphragma verbunden ist, können sich Spannungen aus diesem Bereich (Diaphragma) auf die Zunge übertragen (Linktaler, 2005).

Die Vielfalt der Einflüsse auf unsere Stimme stellen Spieker-Henke und Wolkenhauer (2003/2) in einer Grafik folgendermaßen dar:



Wichtigste Einflussfaktoren auf die Funktionsebenen der Stimme

Abb. 27 (Spieker-Henke / Wolkenhauer 2003, S. 11)

Bei Schilddrüsenoperationen kann es zu einer Schädigung der praelaryngealen Muskulatur kommen und eine Senkung der oberen Stimmgrenze zur Folge haben. (Wirth, 1995). Durch die Lage des N. recurrens kann es bei Operationen an der Schilddrüse dazu kommen, dass er verletzt wird (Hamann / Hamann, 2004). Eine Sängerin mit diesem Problem hatte ich in meiner Versuchsgruppe.

Eine Läsion des N. laryngeus (Teil des N. vagus) führt zu einer Lähmung des M. cricothyroideus. Die Stimme des Sängers wird schwach und ermüdet leicht. Die Läsion des N. laryngeus recurrens führt zu einer Stimmbandlähmung, was Heiserkeit und Dysphonie (Sprechschwierigkeiten) nach sich zieht (Barral 2008).

Wirth (1995) und Luchsinger / Arnold (1970) beschreiben auch hormonelle Stimmstörungen:

Praemenstruelle Dysodie: Sie ist eine Folge der Progesteronwirkung. Die Stimme wird rau, brüchig, belegt und höhere Töne werden nicht mehr erreicht.

Menstruelle Dysodie: Es kommt zu hormonell bedingten Schleimhautveränderungen, die eine Tonhöhereinschränkung nach sich ziehen können. Dazu kommen Trockenheit und Schwellung der Stimmbänder. (Luchsinger / Arnold, 1970) Sie ist wahrscheinlich nicht ein eigenes Krankheitsbild, sondern eine erweiterte praemenstruelle Dysodie (Nawka / Wirth, 2008).

Laryngopathia gravidarum: Stimmband-Veränderungen in der Schwangerschaft ähnlich denen während der Menstruation.

Schwangerschaftsmutation: irreversibles Sinken der Stimme, was aber selten vorkommt.

Stimmveränderungen während des Klimakteriums und der Menopause: Die Stimme wird rau und verliert an Höhe, manchmal Umkippen der Stimme nach oben beim Rufen.

Auch durch Ovulationshemmer kann es zu Veränderungen der Stimme kommen (Luchsinger / Arnold, 1970 und Nawka / Wirth, 2008).

Auch das neurovegetative System hat einen großen Einfluss auf unsere Stimme: Trojan (1952) schreibt die „Schonstimme“ – darunter versteht er einen verhauchten, weichen Stimmansatz durch einen zu geringen Muskeltonus - dem Überwiegen des

Parasympathikus zu, der „Kraftstimme“ - eine harte sprunghafte Stimme - einem überhöhten Sympathikus.

Hammer (2005) beschreibt verschiedene dysfunktionelle Klangfärbungen, wodurch man schon in der Anamnese auf bestimmte Dysfunktionen schließen kann:

Kehlig: durch einen erhöhten Tonus der Zungengrundmuskulatur.

Kippend: entsteht durch einen Wechsel zwischen Brust- und Kopfregeister, wenn der glottische Widerstand dem Anblasedruck nicht stand hält.

Kloßig: durch Bewegungseinschränkung der Zunge.

Knarrend: Die Stimmlippen sind zu stark angespannt, dadurch ist der glottische Widerstand zu hoch.

Knödelnd: Verengung (Verspannung) im gesamten Ansatzrohr.

Krächzend: Elastizitäts-Defizit durch Gewebsdegeneration.

Kratzig: fast immer eine organische Veränderung.

Nasal: Mangelnder Schluss des Gaumensegels.

4 Musikalische Grundlagen

Die Tonhöhe wird physikalisch durch die Schwingungsfrequenz bestimmt, wobei eine Schwingung pro Sekunde einem Hertz entspricht (Dorn, 1957). Dabei sind die von der menschlichen Stimme erzeugten (musikalischen) Töne jedoch nie in diesem Sinne reine Töne, sondern enthalten - wie alle natürlichen Schwingungsphänomene - immer auch Obertöne. Diese stellen physikalisch gleichzeitig auftretende Schwingungen dar mit einer Frequenz, die ein ganzzahliges Vielfaches der Grundschiwingung sind, und bestimmen wesentlich die Tonqualität (Saus, 2006). Gleichwohl ist es immer möglich die Tonhöhe als darin enthaltene Grundschiwingung herauszuhören, und auch eindeutig messtechnisch zu bestimmen, z.B. mit Hilfe eines Stimmgerätes, welches den gemessenen Schwingungen jeweils einen der im heute am weitesten verbreiteten (chromatischen) Tonsystem definierten Töne zuordnet. Dieses beruht auf der Einteilung einer Oktav (die physikalisch durch das Verhältnis einer Schwingungsfrequenz zu ihrer doppelten, z.B. 440 Hertz : 880 Hertz, definiert ist) in 12 gleiche Teile, wobei jeder so bestimmten Tonhöhe ein Name zugeordnet ist, der auch für die Töne im Oktavabstand darüber bzw. darunter gilt:

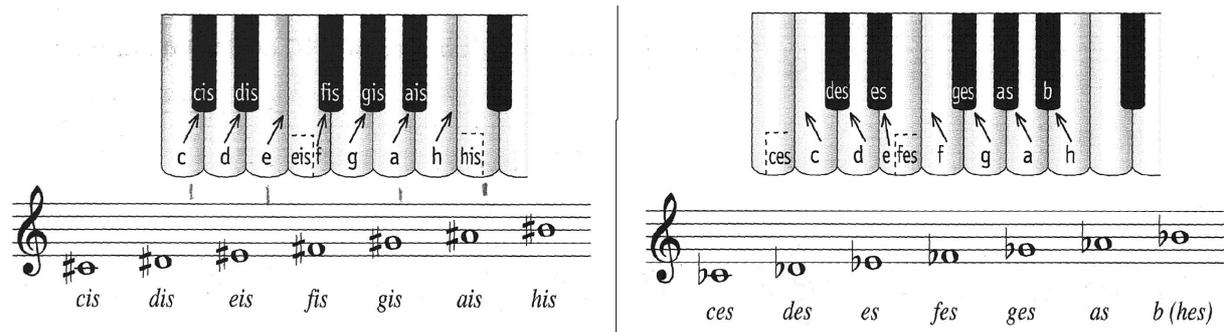


Abb. 28 (Nowak, 1999 S. 11)

In diesem Tonsystem wird nun die Gleichheit der Halbtöne (z.B. von fis und ges) vorausgesetzt, was allerdings bis heute nicht unumstritten, jedoch gängige Praxis ist. Dieses Tonsystem geht wesentlich auf Andreas Werckmeister (1645 – 1706) zurück, und fand nach seiner Anwendung durch Johann Sebastian Bach in seinem „Wohltemperierten Klavier“, und dem darin erbrachten Beweis seiner Möglichkeit und Nützlichkeit, bis heute weitestgehende Verbreitung nicht nur in der Klassischen Musik (Pahlen, 1996). In diesem gleichstufig temperierten System wird die Frequenz jedes Tones vom Kammerton a_1 abgeleitet, auf dessen Frequenz (440 Hertz) man sich auf der 2. Internationalen Stimmtongkonferenz in London 1939 geeinigt hat (Saus, 2006). Daneben gab und gibt es auch andere Einteilungen von Tönen nach ihrer Höhe, die fast alle ebenfalls von der Aufteilung einer Oktav in eine Anzahl von Stufen ausgehen. So entwickelte sich z.B. in Indien um ca. 500 n. Chr. ein 22-stufige Einteilung (Korda u.a., 1967). A. J. Ellis entwickelte 1885 ein noch differenzierteres System zur Tonhöhen erfassung, das Cent-System, indem er den Halbtonschritt einer gleichstufig temperierten Stimmung nochmals in 100 gleiche Schritte unterteilt, also in Hundertstel Halbtöne (Saus, 2006). Auf diese und weitere Systeme soll hier jedoch nicht näher eingegangen werden, da das genannte gleichstufig temperierte System mit seinen 12 Halbtonschritten für die hier angestrebte Tonhöhenbestimmung als ausreichend und am praktikabelsten erscheint:

Es liefert zum einen mit seinen 12 frequenzmäßig eindeutig bestimmten und bestimmbareren Tönen ein brauchbares Bezugssystem für die Tonhöhenbestimmung. Andererseits ist es den Sängern von ihrer Gesangspraxis her vertraut, da fast die gesamte in den Laienchören verwendete Chorliteratur sich seiner bedient. Ein weiteres Argument ergibt sich durch die zu wählende Vorgehensweise bei der Tonumfangsmessung: Da es sich um Laiensängerinnen handelt, ist es notwendig,

diese dabei mit einem Musikinstrument zu begleiten, vor allem um sie überhaupt zum solistischen Singen motivieren zu können (psychischer Aspekt). Als solches bietet sich das Klavier deshalb hier an, weil es eine „starre“ Stimmung hat, die beim Anschlag erklingenden Töne also (z.B. im Gegensatz zur Geige mit „veränderlicher“ Stimmung) immer gleich bleiben (Pfrogner, 1981). Zwar können auch beim Klavier geringfügige Tonhöenschwankungen z.B. infolge einer möglicherweise veränderten Raumtemperatur auftreten, diese erscheinen aber vernachlässigbar klein. Die starre Stimmung beim Klavier geht vom Kammerton a_1 aus. Es liefert mit seinen Tasten, die immer genau einen und denselben der 12 Töne durch die verschiedenen Lagen hindurch beim Anschlag erklingen lassen, ein relativ genaues Referenzsystem für die Tonhöhenmessung.

Um dieses (sowie auch später für das Lesen der Ergebnisse) besser verständlich zu machen, folgen hier die Tonbezeichnungen in einer Abbildung:

Die Oktavlagen

Um die Töne gleichen Namens unterscheiden zu können, hat man den verschiedenen Oktavlagen Namen gegeben.

Oktavzeichen oder Oktavierungszeichen
 (Diese Töne werden eine Oktave tiefer gespielt als notiert, vgl. im Anhang „Zeichen und Symbole“.)

Abb. 29 (Nowak, 1999 S. 8)

Nachdem mit den vorangehenden Kapiteln die nötigen Grundlagen geklärt wurden, folgt nun die Darstellung des methodischen Vorgehens.

5 Methodik

5.1 Forschungsfrage

Kann mit Osteopathie der Stimmumfang von Sängerinnen der Stimmlage Sopran vergrößert werden?

5.1.1 Nullhypothese

Der Stimmumfang von Sängerinnen der Stimmlage Sopran kann mit Osteopathie nicht vergrößert werden.

5.1.2 Hypothese

Der Stimmumfang von Sängerinnen der Stimmlage Sopran kann mit Osteopathie vergrößert werden.

5.2 Stichprobe

Zielpopulation: Amateur-Chor-Sängerinnen mit der Stimmlage Sopran.

Verfügbare Population: 4 Chöre in Moosburg und Umgebung

Stichprobe: 30 Sängerinnen, die sich freiwillig zur Verfügung stellen.

Diese Gruppe wird in eine Kontrollgruppe und eine Versuchsgruppe eingeteilt:

Versuchsgruppe (Gruppe 1): mit drei Therapien zusätzlich zu ihren wöchentlichen Chorstunden.

Kontrollgruppe (Gruppe 2): ohne Therapie, nur mit ihren wöchentlichen Chorstunden

5.3 Gruppeneinteilung

Die Gruppeneinteilung erfolgt durch Wahlrandomisierung – das bedeutet, dass die Sängerin sich die Gruppe selber aussuchen kann (Sommerfeld 2006, S 66).

Ich habe mich für diese Art der Einteilung entschieden, da einige Sängerinnen nur mitmachen wollten, wenn sie eine Behandlung bekommen, andere (aus Zeitmangel) nur bereit waren, an der Tonumfangmessung mit zu machen. Es wurde jedoch streng darauf geachtet, dass der Entscheidungsprozess der Sängerinnen nicht durch mich oder andere Sängerinnen beeinflusst wurde. Um zu gewährleisten, dass durch diese

Art der Zuweisung die Messergebnisse nicht verfälscht werden können, galt es sicherzustellen, dass die Messungen so durchgeführt werden, dass bei der Messung die Zugehörigkeit zur Gruppe unbekannt ist.

Aufgrund des damit begründeten Versuchsaufbaus liegt hier also keine Blindstudie vor. Da alle Probandinnen zweimal vermessen wurden, handelt es sich bei beiden Gruppen um verbundene Stichproben.

5.4 Einschlusskriterien

Sängerinnen der Stimmlage Sopran im Alter zwischen 16 – 60 Jahre (siehe Kapitel Entwicklung der Stimme und Klassifizierung der Stimme). Ich beschränke mich auf die Stimmlage Sopran, um eine homogene Gruppe zu erzielen.

Die Tonumfangmessung wird nicht vor 10 Uhr Vormittag durchgeführt, bzw. die Sängerinnen müssen mindestens bereits 3 Stunden wach sein. (Siehe Kapitel Tonerzeugung)

5.5 Ausschlusskriterien

Sängerinnen, die mehr als dreimal pro Woche im Chor singen, bzw. außerhalb des Chores Stimmbildung machen.

Sängerinnen mit Erkrankungen im HNO-Bereich,

Sängerinnen, die Medikamente einnehmen, die diesen Bereich beeinflussen.

5.6 Erhebungsverfahren

Die Thematik der Masterthese wurde von mir den vier Chören vorgestellt und die Sängerinnen gebeten, dabei mitzumachen. Sie erhielten eine Bedenkzeit von einer Woche, nach der sie sich telefonisch oder persönlich bei mir anmelden und auch Bescheid geben konnten, in welcher Gruppe sie teilnehmen wollten.

5.7 Reliabilität

Die Tonumfangmessung wurde durch Mitarbeit von Fr. Forma, hauptberuflicher Stimmbildnerin am Landesmusikschulwerk Kärnten, durchgeführt. Sie wurde über die Gruppenzugehörigkeit der einzelnen Sängerinnen nicht informiert.

Fr. Forma führte ein Intervallsingen durch, das sie mit einem Klavier begleitete: Die Sängerin begann jeweils mit einem Grundton, der ihr durch das Klavier vorgegeben wurde und sang dann eine Oktav hinauf (Ausgangspunkt war für alle gleich: c_1). Dann wurde einen Halbton höher (cis_1) wieder eine Oktav hinauf gesungen. Jedes Mal beim Hinaufsingen wurde der Grundton um einen Halbton erhöht, bis die Sängerin ihren höchsten Ton erreicht hatte. Auf die gleiche Weise wurde im Anschluss daran nach unten bis zum individuell tiefsten Ton gesungen. Dabei wurde ohne jede Wiederholung vorgegangen, damit ein möglicher Lerneffekt ausgeschlossen werden konnte. Ein Lerneffekt in Bezug auf die Abschlussmessung ist deshalb auszuschließen, weil zwischen den beiden Messungen ein sehr langer Zeitraum (von ca. sechs Wochen) liegt. Als Skala diente die chromatische Tonleiter, wie sie durch die gleichstufig temperierte Klavierstimmung (mit $a_1 = 440$ Hertz) gegeben ist. Das Klavier wurde durch einen hauptberuflichen Klavierstimmer vorher in dieser Stimmung gestimmt. Das Singen erfolgte ohne weitere Zuhörer und immer im selben Raum.

Erläuterungen:

Da es sich um Laiensängerinnen handelte, mussten diese bei der Tonumfangmessung mit dem Klavier begleitet werden (siehe Kapitel Musikalische Grundlagen). Da nun aber technische Geräte nicht zwischen Stimme und Klavier differenzieren können und ungeübte Sängerinnen mit Kopfhörern erfahrungsgemäß schlechter singen, wäre es gar nicht möglich gewesen, in anderer Weise vorzugehen. Daher wurde die Validität der Stimmbildnerin auf folgende Art überprüft:

5.8 Validität

Es wurde ein Chromatic Tuner CA-40 der Firma KORG, Tokyo, Japan als Messgerät verwendet. Dieses wird als Tonhöhen Stimmgerät in verschiedenen Orchestern verwendet (unter anderem auch bei den Wiener Philharmonikern) und kann die chromati-

sche Tonreihe von A_0 bis c_8 messen, was weit über den stimmlichen Tonumfang hinausgeht.

Es wurde nun folgendermaßen vorgegangen: Erst wurde geprüft, ob das Gerät das Gleiche anzeigt, was das Klavier spielt. Nachdem dies in allen Fällen übereinstimmte, hat ein Lehrer der Musikschule einen Ton am Klavier gespielt, den ich nachgesungen habe und der Lehrer kontrollierte mit dem Stimmgerät, ob der gesungene Ton mit dem von ihm gespielten Ton übereinstimmte, gleichzeitig musste Frau Forma, die weder Klavier noch Stimmgerät sehen konnte, sagen, ob gespielter und gesungener Ton die gleiche Tonhöhe hatten.

Sie konnte alle Töne, die richtig waren, als richtig und alle, die falsch waren, als falsch identifizieren. Damit ist eine 100%ige Übereinstimmung zwischen Stimmmessgerät und Fr. Forma gegeben.

Diese Überprüfung wurde an 2 Tagen im Abstand von einer Woche durchgeführt.

Klavier	Tonanzeige Stimmgerät	Aussage Stimmbildnerin	Übereinstimmung ja/nein
1. Messung 22. 6. 2010			
f_1	f1	stimmt überein	ja
a1	a1	stimmt überein	ja
gis1	gis1	stimmt überein	ja
d2	d2	stimmt überein	ja
fis2	fis2	stimmt überein	ja
g2	g2	stimmt überein	ja
a2	a2	stimmt überein	ja
dis3	d	stimmt nicht	ja
g3	e	stimmt nicht	ja
c1	c1	stimmt überein	ja
g	g	stimmt überein	ja
dis	dis	stimmt überein	ja
C	cis	stimmt nicht	ja
H	C	stimmt nicht	ja

2. Messung 29. 6. 2010			
g1	g1	stimmt überein	ja
b1	b1	stimmt überein	ja
c2	c2	stimmt überein	ja
gis2	gis2	stimmt überein	ja
h2	b2	stimmt nicht	ja
g2	g2	stimmt überein	ja
c3	b2	stimmt nicht	ja
c1	c1	stimmt überein	ja
g	g	stimmt überein	ja
e	e	stimmt überein	ja
C	cis	stimmt nicht	ja
e	e	stimmt überein	ja
d	dis	stimmt nicht	ja
H	c	stimmt nicht	ja

Ergebnis: 100%ige Übereinstimmung

5.9 Abhängige Variable

Höchster und tiefster gesungener Ton der einzelnen Sängerinnen, festgestellt durch Fr. Forma.

Tesarek (1997), aber auch Wirth (1995) unterscheiden zwischen einem musikalischen und einem physiologischen Stimmumfang. Der musikalische enthält alle musikalisch verwertbaren Töne, der physiologische geht darüber hinaus, jedoch geht ein größerer physiologischer Stimmumfang immer mit einem größeren musikalischen Stimmumfang einher. Bei meiner Tonumfangmessung teste ich den physiologischen Stimmumfang. Das bedeutet, dass die Sängerinnen so lange singen, bis sie keinen eindeutig zuordenbar höheren Ton mehr erreichen. Auf die Qualität des Tones wird dabei keine Rücksicht genommen. Auf diese Weise liegt der Untersuchung eine Variable zu Grunde, die eindeutig zu erfassen ist.

Wie oben bereits begründet wurde (siehe Kapitel Musikalische Grundlagen), wird bei der Messung die chromatische Tonleiter, wie sie durch die gleichstufig temperierte

Klavierstimmung (mit $a_1 = 440$ Hertz) gegeben ist, verwendet. Somit liegt hier eine diskrete Variable auf Intervallniveau vor.

5.10 Unabhängige Variable

Drei osteopathische Einheiten (black box)

Im Artikel „Funktionelle Stimmstörungen: osteopathische und stimmtherapeutische Aspekte“ vertritt Wolkenhauer (2003/2) die Meinung, dass bei einer isolierten Störung im oberen Halswirbelsäulenbereich eine ein- oder zweimalige osteopathische Behandlung eine weitgehende Remission einer vertebrogenen Dysfunktion beheben würde. Bei dem Einzelfall, den er im Weiteren beschreibt, benötigt er auf Grund der Chronifizierung des Leidens fünf Monate (ohne Angabe der Therapiehäufigkeit). Da ich im vornhinein nicht wusste, was bei den Sängerinnen zu behandeln sein würde, erschien es mir angebracht, bei der Versuchsgruppe immer jeweils drei Therapien durchzuführen (siehe Kapitel Diskussion und Kritik).

5.11 Ablauf

- § Intervallsingen aller an der Studie beteiligten Probanden unter Kontrolle von Frau Forma.
- § 3 Therapien für die Versuchsgruppe, die von mir im Abstand von jeweils zwei Wochen durchgeführt wurden.
- § Nochmaliges Intervallsingen aller an der Studie beteiligten Probanden unter Kontrolle von Frau Forma, zwei Wochen nach der 3. Therapie der Versuchsgruppe.
- § Auswertung

6 Ergebnisdarstellung

6.1 Messergebnisse

Ergebnisse Gruppe 1 (mit Therapie)

Probanden Nummer	1. Messung	Abstand Halbtönen	2. Messung	Abstand Halbtönen	Differenz
1	e- fis2	26	c -gis2	32	6 Halbtöne mehr
2	cis-c3	35	c-d3	38	3 Halbtöne mehr
3	dis-b2	31	c-c3	36	5 Halbtöne mehr
4	dis-b2	31	dis-cis3	34	3 Halbtöne mehr
5	d-fis2	28	c-a2	33	5 Halbtöne mehr
6	dis-g2	28	c-h2	35	7 Halbtöne mehr
7	gis-b2	26	d-dis3	37	11 Halbtöne mehr
8	dis-cis3	34	H-cis3	38	4 Halbtöne mehr
9	d-g2	29	d-gis2	30	1 Halbton mehr
10	c-fis2	30	B-a2	35	5 Halbtöne mehr
11	d-a2	32	d-a2	32	gleich
12	fis-fis2	24	d-a2	31	7 Halbtöne mehr
13	dis-gis2	29	d-b2	32	3 Halbtöne
14	H-g2	32	B-gis2	34	2 Halbtöne
15	d-b2	32	cis-c3	35	3 Halbtöne mehr

Ergebnisse Gruppe 2 (ohne Therapie)

Probanden Nummer	1. Messung	Abstand Halbtönen	2. Messung	Abstand Halbtönen	Differenz
1	H-g2	32	B-a2	35	3 mehr
2	B-a2	35	c-a2	33	2 weniger
3	d-gis2	30	d-g2	29	1 weniger
4	dis-fis2	27	C-fis2	30	3 mehr
5	e-h2	31	e-gis2	28	3 weniger
6	cis-a2	30	H-f2	30	gleich
7	dis-fis2	27	dis-g2	28	1 mehr
8	B-g2	33	H-gis2	33	gleich
9	cis-gis2	31	c-fis2	30	1 mehr
10	d-g2	29	d-gis2	30	1 mehr

11	d-d2	24	cis -dis2	26	2 mehr
12	f-f2	24	e-e2	24	gleich
13	a-g2	31	a-g2	31	gleich
14	B-c3	38	A-b2	38	gleich
15	f-b2	29	e-a2	29	gleich

Nach der erfolgten Überprüfung der Voraussetzungen (ob beide Gruppen vorher homogen sind), durch einen Test der ANOVA, bei dem die Varianzen der beiden Gruppen verglichen werden, ergab die Analyse der Messergebnisse mittels ANOVA Mittelwertvergleich (Varianzanalyse) Folgendes:

6.2 Statistische Analyse

6.2.1 Datensatz

Die Daten liegen in zwei CSV Dateien vor und werden mit dem Statistikpaket R (Sachs / Hedderich, 2006) bearbeitet. Dabei wird „ohne Osteopathie“ mit „ob“, „mit Osteopathie“ mit „mb“ abgekürzt.

Mit den folgenden Befehlen werden zunächst zwei Variablen entsprechend befüllt:

```
> stimm.ob <- read.csv("stimm-umfang-ohne.csv",sep="," ,header=F,row.names=1)
> colnames(stimm.ob) <- c("vorher","nachher")
> stimm.ob
```

Proband Nummer	vorher	nachher
1	32	35
2	35	33
3	30	29
4	27	30
5	31	28
6	30	30
7	27	28
8	33	33

Proband Nummer	vorher	nachher
9	31	30
10	29	30
11	24	26
12	24	24
13	31	31
14	38	38
15	29	29

```

> stimm.mb <- read.csv("stimm-umfang-mit.csv",sep=" ",header=F,row.names=1)
> colnames(stimm.mb) <- c("vorher", "nachher")
> stimm.mb

```

Proband Nummer	vorher	nachher
1	26	32
2	35	38
3	31	36
4	31	34
5	28	33
6	28	35
7	26	37
8	34	38

Proband Nummer	vorher	nachher
9	29	30
10	30	35
11	32	32
12	24	31
13	29	32
14	32	34
15	32	35

6.2.2 Explorative Datenanalyse

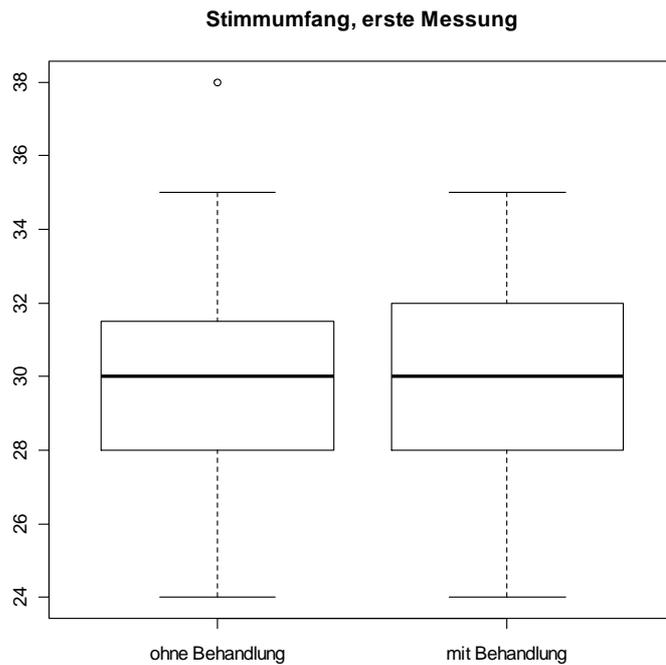
In einem ersten Schritt werden die Stimmumfänge der ersten und zweiten Messung beider Gruppen visualisiert. Hierzu bieten sich Boxplots an, da sie Minimum, Maximum, Median und Quartile und somit Lage- und Streumasse gleichermaßen in einfacher Form darstellen können.

Zunächst werden die Stimmumfänge beider Gruppen zur ersten Messung, also vor der Osteopathie in Gruppe 1 nebeneinander gestellt. Der R Befehl dazu lautet:

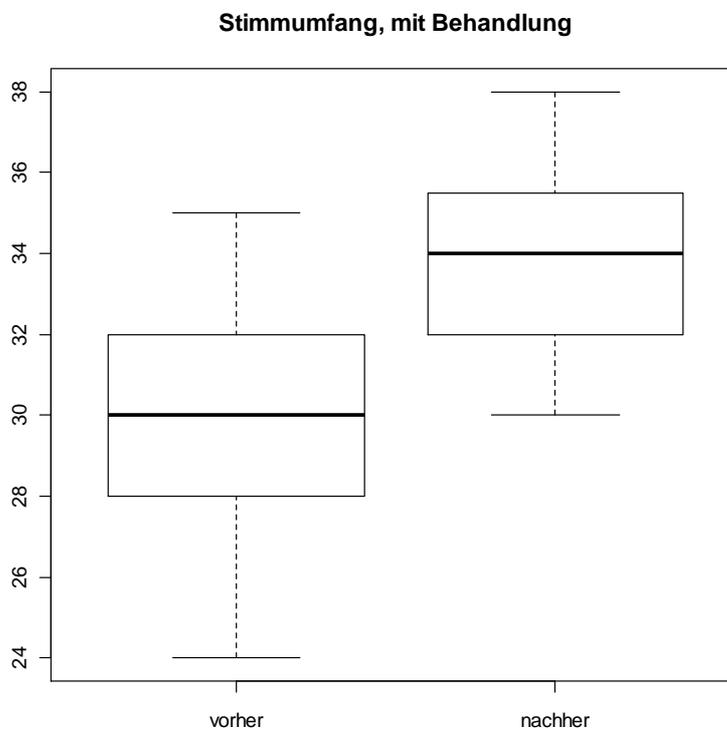
```

> boxplot(stimm.ob$vorher,stimm.mb$vorher,
+ names=c("ohne Behandlung","mit Behandlung"),main="Stimmumfang, erste Messung"

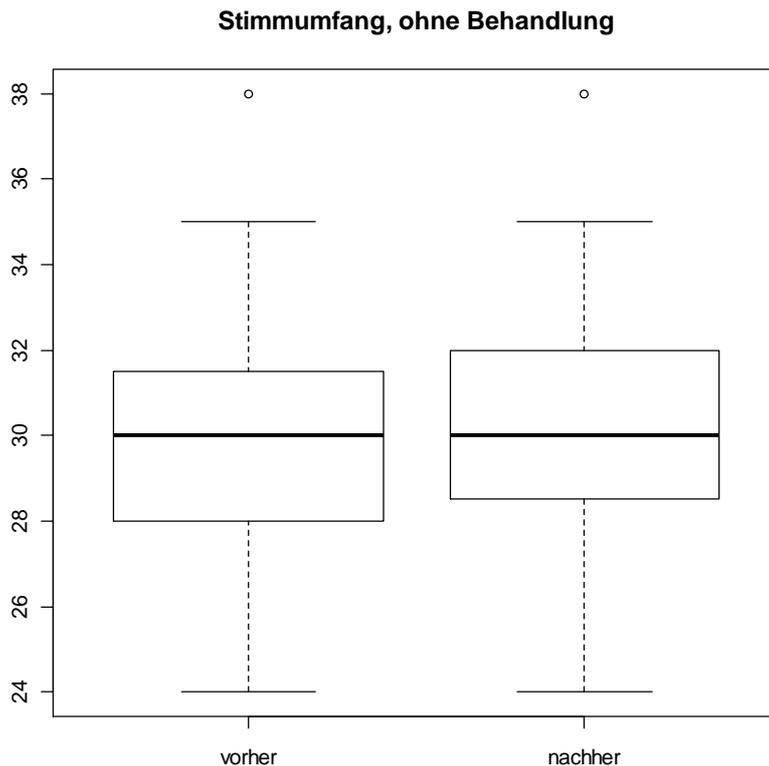
```



Mit ähnlichen R Befehlen wurden zwei weitere Paare von Boxplots, die den Stimmumfang der Messung 1 und der Messung 2 gegenüberstellen, erstellt. Für Gruppe 1, also mit Osteopathie, erhält man:



Demgegenüber sehen die beiden Boxplots für Gruppe 2, also ohne Osteopathie, wie folgt aus:



Zusammenfassend kann man nun zur Vermutung kommen, dass

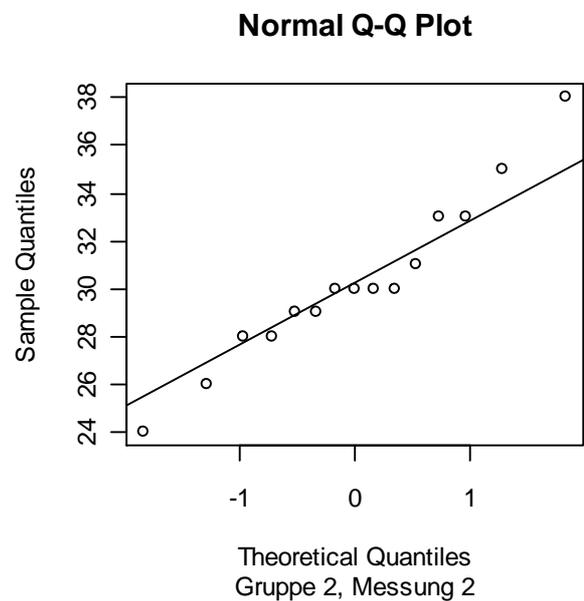
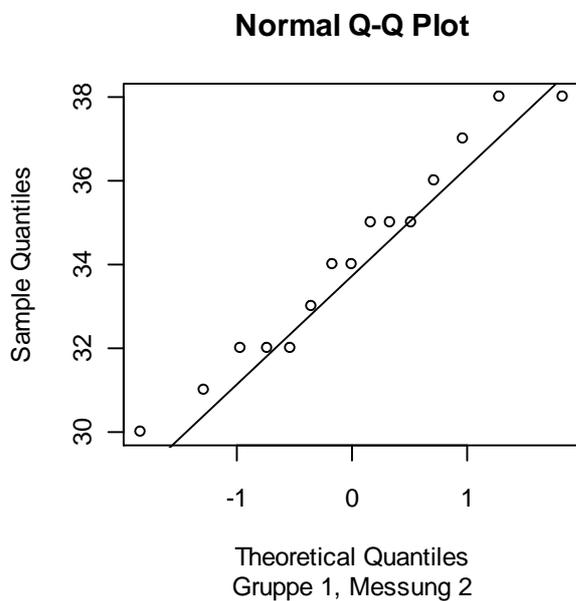
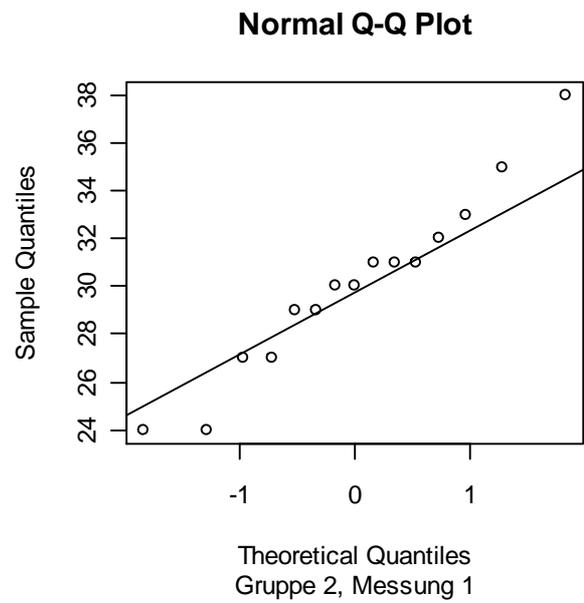
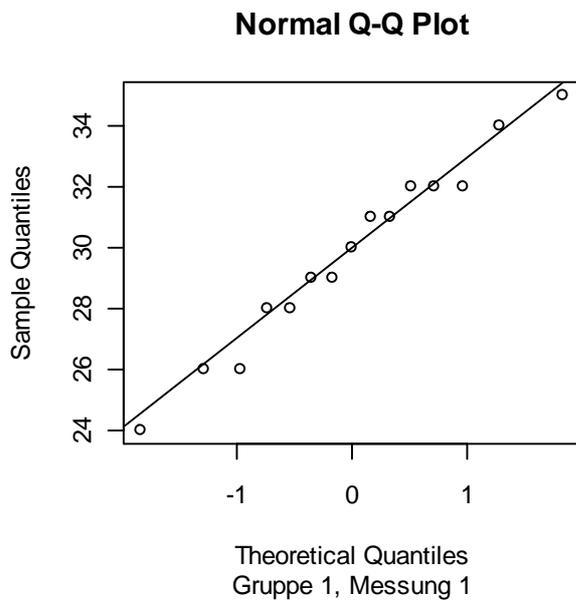
1. die beiden Gruppen zum Zeitpunkt der ersten Messung aus einer einzigen homogenen Grundgesamtheit stammen (da bis auf einen Ausreißer in Gruppe 2 mit sehr hohem Stimmumfang kaum Unterschiede zwischen beiden Gruppen in der ersten Grafik zu sehen sind),
2. der Stimmumfang in Gruppe 1 sich nach der Osteopathie erhöht hat und
3. der Stimmumfang in Gruppe 2 ohne Osteopathie weitgehend gleich geblieben ist.

Diese Vermutung gilt es nun mit statistischen Tests zu untermauern. Hierzu muss zuerst die Verteilung der Messungen untersucht werden. Gemessen wurden Halbtonschritte, d.h. Frequenzwerte, aber auf einer aus physikalischer Sicht eher groben Skala, eben der Halbtonschrittskala, die Oktavbereiche in jeweils 12 diskrete Werte unterteilt. Aufgrund der diskreten Natur dieser Messung kann eine stetige Verteilung wie die Normalverteilung dafür nur als Näherung dienen. Dennoch wird im Folgenden die Plausibilität mittels Quantilplots einer solchen Normalverteilungsannahme untersucht. Falls die Stichprobenquantile und die

theoretischen Quantile gut übereinstimmen, müssten die Punkte der folgenden Plots mehr oder weniger auf einer Geraden liegen. Die Befehle zum Erstellen dieser Plots entsprechen dem Muster

```
> qqnorm(stimm.mb$vorher,sub="Gruppe 1, Messung 1")
```

```
> qqline(stimm.mb$vorher)
```



Der Shapiro-Wilk Test baut auf den in diesen Plots dargestellten Rangstatistiken auf und formalisiert dieses Vorgehen:

```
> shapiro.test(stimm.mb$vorher)
```

Shapiro-Wilk normality test

```
data: stimm.mb$vorher
```

```
W = 0.9751, p-value = 0.9255
```

```
> shapiro.test(stimm.mb$nachher)
```

```
Shapiro-Wilk normality test
```

```
data: stimm.mb$nachher
```

```
W = 0.9572, p-value = 0.6434
```

```
> shapiro.test(stimm.ob$vorher)
```

```
Shapiro-Wilk normality test
```

```
data: stimm.ob$vorher
```

```
W = 0.9633, p-value = 0.7499
```

```
> shapiro.test(stimm.ob$nachher)
```

```
Shapiro-Wilk normality test
```

```
data: stimm.ob$nachher
```

```
W = 0.9594, p-value = 0.6827
```

Die in R bestimmten p-Values für die Hypothese „Normalverteilung liegt vor“ fasst die folgende Tabelle zusammen:

	Gruppe 1 (mit Behandlung)	Gruppe 2 (ohne Behandlung)
Messung 1	0.9255	0.7499
Messung 2	0.6434	0.6827

In allen Fällen ist der p-Value sehr hoch, erst bei einem kleinen p-Value (z.B. kleiner als 0.05) wäre die Nullhypothese des Vorliegens einer Normalverteilung abzulehnen. Für die Tests der später durchzuführenden ANOVA ist damit die wichtige Voraussetzung der Normalverteilung der Daten erfüllt.

6.2.3 Homogenität der Gesamtstichprobe zum Messzeitpunkt 1

Jetzt ist zu überprüfen, ob in beiden Gruppen zu Beginn annähernd gleiche Mittelwerte und Varianzen auftreten. Zunächst wird ein F-Test der Hypothese „die Varianz beider Gruppen ist gleich“ versucht. Ein kleiner p-Value würde wiederum zur Ablehnung dieser Hypothese führen.

```
> var.test(stimm.ob$vorher, stimm.mb$vorher)
```

```
F test to compare two variances
```

```
data: stimm.ob$vorher and stimm.mb$vorher
```

```
F = 1.4874, num df = 14, denom df = 14, p-value = 0.467
alternative hypothesis: true ratio of variances is not equal to 1
95 percent confidence interval:
 0.4993682 4.4303865
sample estimates:
ratio of variances
 1.487412
```

Auch hier ist der bestimmte p-Value von 0.467 groß genug, um die Nullhypothese (Varianzen sind gleich) nicht ablehnen zu müssen.

Ein t-Test unter der Voraussetzung gleicher Varianzen liefert nun Folgendes:

```
> t.test(stimm.ob$vorher, stimm.mb$vorher, var.equal=TRUE)
Two Sample t-test
data: stimm.ob$vorher and stimm.mb$vorher
t = 0.2129, df = 28, p-value = 0.8329
alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
95 percent confidence interval:
-2.298553 2.831886
sample estimates:
mean of x mean of y
30.06667 29.80000
```

Der p-Value 0.8329 ist wiederum groß genug, die Nullhypothese nicht ablehnen zu müssen.

Zur Sicherheit könnte man noch einen Welch Test durchführen, dieser funktioniert auch bei verschiedenen Varianzen (der Quotient der geschätzten Varianzen ist ja immerhin fast 1.5):

```
> t.test(stimm.ob$vorher, stimm.mb$vorher, var.equal=FALSE)
Welch Two Sample t-test
data: stimm.ob$vorher and stimm.mb$vorher
t = 0.2129, df = 26.965, p-value = 0.833
alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
95 percent confidence interval:
-2.302997 2.836331
```

sample estimates:

mean of x mean of y

30.06667 29.80000

Aber auch hier ergibt sich ein ausreichend hoher p-Value von 0.833.

Somit lässt sich zusammenfassen: Die durchgeführten Tests bestätigen die erste Vermutung der explorativen Analyse, d.h. Mittelwerte und Varianzen der beiden Gruppen zum Zeitpunkt der ersten Messung können als gleich angesehen werden. Somit war für die Untersuchung eine faire Ausgangssituation ohne Bevorzugung oder Benachteiligung der Gruppe mit bzw. ohne Osteopathie gegeben.

6.2.4 Effekt der Behandlung

Jetzt wird untersucht ob sich in den einzelnen Gruppen, d.h. mit oder ohne Osteopathie, eine signifikante Veränderung des Stimmumfangs nachweisen lässt. Die statistische Untersuchung kann nicht klären, inwieweit ein solcher Einfluss der Osteopathie selbst oder der subjektiven Einstellung der Person dieser Behandlung gegenüber herrührt. Dies ist der Tatsache geschuldet, dass es sich eben nicht um eine Blindstudie handelt: Die Probandinnen wissen natürlich genau, ob sie wirklich behandelt werden oder nicht.

Zunächst kann man in beiden Gruppen getrennt die Hypothese untersuchen, ob die Mittelwerte der Messung 1 und 2 gleich sind oder nicht. Wie eingangs erwähnt, ist hier jetzt zu beachten, dass es sich um eine sogenannte verbundene Stichprobe handelt, d.h. die Messungen des zweiten Messzeitpunkts sind immer genau einem Probanden des ersten Zeitpunkts zuordenbar. Ein einfacher Zweistichproben t-Test auf gleichen Mittelwert ist damit nicht durchführbar, es muss die Variante für verbundene Stichproben gewählt werden, zuerst für Gruppe 1 (mit Osteopathie):

```
> t.test(stimm.mb$vorher, stimm.mb$nachher, paired=TRUE)
```

Paired t-test

data: stimm.mb\$vorher and stimm.mb\$nachher

t = -6.1186, df = 14, p-value = 2.657e-05

alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0

95 percent confidence interval:

-5.852332 -2.814335

sample estimates:

mean of the differences

-4.333333

Der sehr kleine p-Value 0.000026 führt zur Ablehnung der Hypothese gleicher Mittelwerte für diese Gruppe. Dagegen liefert:

```
> t.test(stimm.ob$vorher, stimm.ob$nachher, paired=TRUE)
```

Paired t-test

data: stimm.ob\$vorher and stimm.ob\$nachher

t = -0.4677, df = 14, p-value = 0.6472

alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0

95 percent confidence interval:

-1.1171494 0.7171494

sample estimates:

mean of the differences

-0.2

einen großen p-Value 0.64. Für Gruppe 2 kann die Hypothese gleicher Mittelwerte also nicht abgelehnt werden.

Abschließend wird die Analyse nun mit Mitteln der ANOVA (analysis of variance) durchgeführt. Hierzu wird der gesamte Datensatz und nicht die Gruppen einzeln verwendet.

Mit folgendem R Befehl werden die bisher verwendeten zwei Variablen stimm.ob und stimm.mb in eine einzelne Variable vereint, die in einer neuen Spalte (einer sogenannten Faktorvariablen) die Gruppenkodierung „mb“ für Gruppe 1 und „ob“ für Gruppe 2, sowie statt der absoluten Stimmumfänge nun nur mehr deren Zuwachs (oder Verlust) enthält:

```
> stimmumfang <- data.frame(gruppe=as.factor(c(rep("ob",15),rep("mb",15))),
```

```
+ zuwachs=c(stimm.ob$nachher,stimm.mb$nachher)-
```

```
+ c(stimm.ob$vorher,stimm.mb$vorher))
```

```
> stimmumfang
```

Proband Nummer	Gruppe	Zuwachs
1	ob	3
2	ob	-2
3	ob	-1
4	ob	3

Proband Nummer	Gruppe	Zuwachs mb
16	mb	6
17	mb	3
18	mb	5
19	mb	3

5	ob	-3
6	ob	0
7	ob	1
8	ob	0
9	ob	-1
10	ob	1
11	ob	2
12	ob	0
13	ob	0
14	ob	0
15	ob	0

20	mb	5
21	mb	7
22	mb	11
23	mb	4
24	mb	1
25	mb	5
26	mb	0
27	mb	7
28	mb	3
29	mb	2
30	mb	3

Ein Modell der einfachen ANOVA mit zwei Stufen der Form

$$Y_{ki} = \mu + \alpha_k + \varepsilon_{ki} \quad i = 1, \dots, 15$$

kann nun herangezogen werden, um den Einfluss des Faktors „Gruppe“ (also mit oder ohne Osteopathie, ausgedrückt durch die beiden Stufen α_1 und α_2) auf die beobachtete Variable Y_{ki} („Zuwachs“) zu beschreiben, μ steht dabei für ein allgemeines Mittel und ε_{ki} für die Fehlerterme pro Beobachtung Y_{ki} (die ersten 15 Werte werden dabei mit Y_{1i} , die zweiten 15 Werte mit Y_{2i} bezeichnet).

In R wird diese Analyse mit dem Befehl

```
> stimmumfang.aov <- aov(zuwachs ~ gruppe, stimmumfang)
```

```
> stimmumfang.aov
```

Call:

```
aov(formula = zuwachs ~ gruppe, data = stimmumfang)
```

Terms:

```
gruppe Residuals
```

```
Sum of Squares 128.1333 143.7333
```

```
Deg. of Freedom 1 28
```

```
Residual standard error: 2.265686
```

```
Estimated effects may be unbalanced
```

```
> coefficients(stimmumfang.aov)
```

```
(Intercept) gruppeob
```

```
4.333333 -4.133333
```

durchgeführt und das Ergebnis für den folgenden Test verwendet. Der geschätzte Wert für μ beträgt 4.33, der für α_2 -4.13, α_1 wird mit 0 festgesetzt. Man beachte, dass bei Modellen der ANOVA die Parameter aufgrund des Rangabfalls der resultierenden Modellmatrix nicht mehr eindeutig bestimmt sind. Hier gibt $\alpha_2 = -4.13$ an, dass in Gruppe 2 mit einem niedrigeren Y_{ki} zu rechnen ist.

Sollte der Faktor „Gruppe“ keinen Einfluss haben, müsste $\alpha_1 = \alpha_2 = 0$ gelten. Genau dies wird in der ANOVA mit einem F-Test überprüft, sollte sich ein kleiner p-Value ergeben, kann diese Nullhypothese verworfen werden und ein signifikanter Einfluss des Faktors „Gruppe“ ist dann nachgewiesen. In R:

```
> summary(stimmumfang.aov)
      Df Sum Sq Mean Sq F value  Pr(>F)
gruppe  1 128.13 128.133 24.961 2.803e-05 ***
Residuals 28 143.73  5.133
```

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Der p-Value beträgt somit 0.000028 und der Test ist hochsignifikant: Die Nullhypothese, dass die Behandlung keinen Einfluss hat, ist zu verwerfen.

6.3 Zusammenfassung der Ergebnisse

Nachdem die explorative Datenanalyse die Vermutung nahegelegt hat, dass in Gruppe 1 nach Osteopathie eine Vergrößerung des Stimmumfangs erfolgt ist, konnte nach Überprüfung der vorauszusetzenden Normalverteilung im F-Test eines ANOVA Modells tatsächlich ein positiver Einfluss der Osteopathie auf den Stimmumfang nachgewiesen werden.

7 Diskussion und Kritik

Diese Studie belegt, dass bei den behandelten Sängerinnen tatsächlich eine signifikante Erweiterung des Stimmumfangs im Zusammenhang mit Osteopathie feststellbar war. Nun könnte eingewandt werden, dass diese Studie auf Grund der geringen Probandenzahl keine große Aussagekraft habe. Daher wäre es zu empfehlen eine derartige Studie mit einer größeren Probandenzahl zu wiederholen.

Weiterhin wäre zu fragen, ob die Vergrößerung des Stimmumfangs tatsächlich auf die Osteopathie zurückzuführen ist, oder ob andere Faktoren hier (auch) wirksam gewesen sein könnten, da es sich ja um keine Blindstudie handelt. Möglich wäre hier z. B. eine positive Erwartungshaltung der Probanden im Bezug auf die Wirksamkeit der Behandlung. Dem könnte man entgegenhalten, dass gerade aus dieser Erwartungshaltung wohl eher ein Leistungsdruck resultieren könnte, der sich wieder negativ auf das Messergebnis auswirken müsste. Im Gegensatz dazu wäre eher zu erwarten, dass die Sängerinnen der Kontrollgruppe, ohne Erwartungsdruck, durch die Wiederholung in nun schon vertrauterer Situation eine bessere „Leistung“ erbringen könnten.

Eine Schwierigkeit war die Festlegung auf drei Behandlungen, um Wissenschaftlichkeit zu erhalten. Eigentlich widerspricht es dem osteopathischen Prinzip, da man zwei Menschen nie mit einander vergleichen kann und man nicht von vornherein weiß, wie oft ein Proband (Patient) kommen muss, um sagen zu können, dass er jetzt so ausgeglichen ist, dass er (zur Zeit) keine weitere Behandlung mehr braucht. Bei 3 Sängerinnen hätte eine Einheit genügt, 3 weitere Sängerinnen haben nach Abschluss noch weitere Behandlungen in Anspruch genommen, da noch mehr zu behandeln notwendig war. Das waren auch genau die, bei denen man keinen bzw. nur eine geringe Vergrößerung des Stimmumfangs feststellen konnte. Ich habe interessehalber diesen außerhalb der Studie gemessen und er war deutlich größer.

Ein anderer interessanter Aspekt dieser Studie, der aber nicht statistisch gesichert wurde, ist folgender:

Die Sängerinnen kamen aus 4 verschiedenen Chören aus der Umgebung von Moosburg, wobei alle 4 Laienchöre sind. Einer dieser Chöre hat jedoch ein wesentlich höheres sängerisches Niveau, was sich in der aktuell gesungenen Chorliteratur ausdrückt. Auffällig war nun, dass bei den Sängerinnen aus diesem Chor (Proband Nummer 3, 5, 6, 7, 12) der Zuwachs des Tonumfangs deutlich größer war als bei den anderen. Dies könnte darauf hinweisen, dass die Sängerinnen mit ihrem durch die Behandlung im Gleichgewicht stehenden Körper besser umgehen und dies auch stimmlich umsetzen können als die weniger guten Sängerinnen. In diesem Sinne wäre es interessant, die gleiche Studie mit Profisängerinnen durchzuführen.

Nachdem auch diese Studie die positive Wirksamkeit der Osteopathie auf die Stimme belegt, wäre eine verstärkte Anwendung in diesem Bereich naheliegend. Sie könnte

damit eine wirksame Ergänzung zur stimmlichen und stimmbildnerischen Übung im Bereich engagierter gesanglicher Betätigung darstellen.

8 Abbildungsverzeichnis

- Abb. 1 Mathelitsch / Friedrich S. 75
- Abb. 2 Moore/Persaud 2007, S. 229
- Abb. 3 Moore/Persaud 2007, S. 232
- Abb. 4 Teilansicht, Mathelitsch / Friedrich S. 75
- Abb. 5 Mathelitsch / Friedrich 1995, S. 47
- Abb. 6 Hammer, 2005 S. 4
- Abb. 7 Teilansicht aus Sobotta 2000, S. 140
- Abb. 8 Meert 2007, S. 163
- Abb. 9 Paoletti 2001, S. 77
- Abb. 10 Mathelitsch / Friedrich 1995, S. 25
- Abb. 11 Gundermann 1995, S. 103
- Abb. 12 Baum 1972, S. 25
- Abb. 13 Mathelitsch / Friedrich 1995 S. 31
- Abb. 14 Fuchs 1967, S. 103
- Abb. 15 Gundermann 1995, S. 47
- Abb. 16 Hofbauer 1978, S. 50
- Abb. 17 Gundermann 1995, S. 103
- Abb. 18 Fuchs 1967, S. 112
- Abb. 19 Moll, 1927, S. 65
- Abb. 20 Mathelitsch / Friedrich 1995, S. 121
- Abb. 21 Wirth 1995, S. 24
- Abb. 22 Scheufele-Osenberg 2002, S. 20
- Abb. 23 Moll 1927, S. 31
- Abb. 24 Mathelitsch / Friedrich 1995 S. 18
- Abb. 25 Mathelitsch / Friedrich 1995, S. 20
- Abb. 26 Hülse 2003, S. 5
- Abb. 27 Spieker-Henke und Wolkenhauer 2003, S.11
- Abb. 28 Nowak, 1999 S. 11
- Abb. 29 Nowak, 1999 S. 8

9 Literaturverzeichnis

- Alavi Kia R., Schulze-Schindler R., (1999) Sonne Mond und Stimme. 3. Aufl., Aurum. Braunschweig.
- Amon I., (2000) Die Macht der Stimme, Überreuter Verlag, Wien, Frankfurt
- Barral J.-P., (2007) Die Botschaft unseres Körpers, 2. überarb. Aufl. Südwest Verlag. München.
- Barthélémy Y. (1984) La voix libérée, Editions Robert Laffont, Paris
- Barral J.-P., (2008) Manipulation kranialer Nerven, Urban und Fischer, München, Jena
- Berger A., (2009) Die Stimme als Instrument, Diplomarbeit Uni Wien, Studienrichtung Musikwissenschaft
- Bernhard B. M., (2002) Sprechtraining, öbv&hpt, Wien
- Baum G., (1972) Bausteine für Musikerziehung und Musikpflege, Abriss der Stimmphysiologie, Schott Mainz, London, Madrid
- Böhme G., (1974) Stimm-, Sprech- und Sprachstörungen, 2. Aufl. Fischer, Stuttgart
- Böhme-Köhler A., (1921) Lautbildung beim Singen und Sprechen, 4. Aufl. Friedrich Brandstetter, Leipzig
- Dorn F., (1957) Physik, H. Schroedel Verlag, Hannover, Berlin, Darmstadt, Dortmund
- Fischer-Junghann E. (1964) Gesangsbildungslehre, Quelle & Meyer, Heidelberg
- Fleischer F., Weese P. (2008) Der Einfluss der osteopathischen Behandlung bei funktioneller Stimmstörung, Privat Schule für Klassische Osteopathische Medizin, Hamburg
- Fuchs V., (1967) Die Kunst des Singens, Bärenreiter Verlag, Kassel
- Grohnfeldt M., (2004) Lehrbuch der Sprachheilpädagogik und Logopädie, Bnd. 5, Kohlhammer Stuttgart
- Guinea P. A., Chou R., Vianna A., Lovenheim J. (2005) Effects of osteopathic Manipulative treatment on pediatric patients with Asthma, Journal JAOA, Vol 105, Nr 1, aufliegend in Bibliothek von Maidstone (S7-12)
- Gundermann H. (1991) Phänomen Stimme, 3. Aufl., Gustav Fischer Verlag, Stuttgart Jena, New York
- Gundermann H. (1994) Phänomen Stimme, 4. Aufl., Ernst Reinhardt Verlag, München, Basel

- Gundermann H. (1995) Heiserkeit und Stimmchwäche, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart Jena, New York
- Hamann K.-F. Hamann K., (2004) Rund um die Stimme, Zuckschwerdt Verlag, München
- Hammer S., (2005) Stimmtherapie mit Erwachsenen, 2. Aufl., Springer Verlag, Heidelberg
- Hempel G., (2006) Does an osteopathic treatment influence the human voice? Krems: Masterthese. Donau-Universität Krems
- Hofbauer K., (1978) Praxis der chorischen Stimmbildung, Schott Verlag, Mainz
- Hülse M. (2003/2) Der Einfluss der extralaryngealen Muskulatur auf funktionelle Stimmstörung, Zeitschrift Osteopathische Medizin (S. 4-9), aufliegend in der Bibliothek der WSO Wien ID-Nr. 30012
- Hülse M., Neuhuber W., Wolff H.-D., (2005) Die obere Halswirbelsäule, Springer, Heidelberg
- Kaluza C. L., Goering E. K., Kaluza K. N., Gross A., (2003/2) Osteopathischer Ansatz bei Omohyoid-Dysfunktion, Zeitschrift Osteopathische Medizin (S17-20), aufliegend in der Bibliothek der WSO Wien ID-Nr. 30012
- Kipp F.A., (1985) Indizien für die Sprachfähigkeit fossiler Menschen; in Anthropologie, Verlag Freies Geistesleben, Stuttgart
- Korda V., Nemetz-Fiedler K., Wieninger H., (1972) Musik in Europa 2. Teil, Musikverlag Doblinger, Wien
- Kreutzer R., (1996) Atemtechnik für Sänger und Bläser, Eigenverlag, Druck Ritter GesmbH, Klagenfurt
- Liem T., (2005) Kraniosacrle Osteopathie – ein praktisches Lehrbuch. 4. Aufl. Hippokrates. Stuttgart.
- Ligner B., van Asche R., (1993) Gelenke der unteren Extremität, 1. Aufl., Verlag für Osteopathie, Dr. E. Wühr, Kötzing
- Linklater K., (2005) Die persönliche Stimme entwickeln, 3. Aufl., Ernst Reinhardt Verlag, München, Basel
- Luchsinger R. und Arnold G.E. (1970) Stimm und Sprachheilkunde, Band 1, 3. Aufl., Springer-Verlag, Wien, New York
- Luchsinger R. und Arnold G.E. (1970) Stimm und Sprachheilkunde, Band 2, 3. Aufl., Springer-Verlag, Wien, New York

- Maier O., (2008) Thorax, Vortrag und Skriptum WSO Wien
- Malin L., (2009) Der Einfluss der Atemtherapie auf die menschliche Stimme, Lit Verlag, Berlin
- Mathelitsch L., Friedrich G., (1995) Die Stimme, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg
- Meert G.F., (2007) Das venöse und lymphatische System aus osteopathischer Sicht, 1. Aufl., Urban & Fischer
- Middendorf I., (2007) Der erfahrbare Atem, 9. Aufl., Junfermann. Paderborn
- Möckel E., Mitha N., (2009) Handbuch der pädiatrischen Osteopathie, 2. Aufl., Urban und Fischer, München
- Moll A., (1927) Singen und Sprechen, Reclamverlag, Leipzig
- Moor K.L. und Persaud T.V.N. (2007) Embryologie, 5. Aufl., Urban und Fischer, München, Jena
- Münch G., (2009) Die Manuelle Stimmtherapie, 3. Aufl., Schulz-Kirchner Verlag, Idstein
- Münch G., (2009) Die erweiterte Manuelle Stimmtherapie, 2. Aufl., Schulz-Kirchner Verlag, Idstein
- Myers T.W., (2004) Anatomy Trains, Urban und Fischer. München
- Nawka T., Wirth G., (2008) Stimmstörungen, Deutscher Ärzte Verlag, Köln
- Nowak C., (1999) Elementare Musiklehrer und Grundlagen der Harmonielehre, DUX-Verlag, Speyer
- Nuschaefner-Rube et al. (1996) Computergestützte 3D-Phonetographie, Zeitschrift HNO 1996/10, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg
- Pahlen K., (1996) Die große Geschichte der Musik, List Verlag, München
- Paoletti S., (2001) Faszien, 1. Aufl., Urban und Fischer, München, Jena
- Pfrogner H., (1967) Lebendige Tonwelt , Georg Müller Verlag, München Wien
- Pschyrembel (1998) Klinisches Wörterbuch, Walter de Gruyter, Berlin, New York
- Sachs L., Heddenrich J. (2006) Angewandte Statistik, Springer, Berlin, Heidelberg, New York
- Saus W., (2006) Oberton Singen, 2. Aufl., Traumzeit-Verlag, Battweiler
- Scheufele Osenberg M., (2002) Die Atemschule, Schott. Mainz
- Schneider B., Bigenzahn W. (2007) Stimmdiagnostik ein Leitfaden für die Praxis 1st Edition, Springer Verlag, Wien, New York
- Schwind P., (2009) Fascien- und Membrantechnik, Urban und Fischer, München

- Siegmüller J., Bartels H., (2010) Leitfaden Sprache-Sprechen-Stimme-Schlucken, 2.Aufl., Urban und Fischer, München
- Sommerfeld P. (2006) Methodologie, 3. überarb. Version, Wien
- Spieker-Henke M., Wolkenhauer A. (2003/2) Der Einfluss der extralaryngealen Muskulatur auf funktionelle Stimmstörung, Zeitschrift Osteopathische Medizin (S10-16), aufliegend in der Bibliothek der WSO Wien ID-Nr. 30012
- Spitzer M. (2004) Musik im Kopf 4. korr. Nachdruck der 1. Auflage, Schattauer Verlag, Stuttgart, New York
- Steiner C., Welz E., (1999) Osteopathie bei PatientInnen mit funktioneller Dysphonie, Deutsches Osteopathie Kolleg, Rohrdorf
- Sundberg J., (1997) Die Wissenschaft von der Singstimme, Orpheus Verlag, Bonn
- Tesarek L., (1997) Kleine Kulturgeschichte der Singstimme von der Antike bis heute. Böhlau Verlag. Wien – Köln- Weimar
- Trojan F., (1952) Die Generatoren des stimmlichen Ausdrucks, 2. erg. Aufl., Maudrich, Wien
- Putz R., Papst R., (2000) Sobotta, Urban und Fischer, München, Jena
- Weikl B., (1995) Das Bedürfnis Singen, gudrun Schröder Verlag, Bonn
- Welz E., (1999) Osteopathie bei PatientInnen mit funktioneller Dysphonie, Deutsches Osteopathie Kolleg
- Wirth G., (1995) Stimmstörungen, 4. überarb. Aufl., Dt. Ärzte-Verlag Köln
- Zi N., (1988) Die Kunst richtig zu atmen, Knaur Verlag, München

10 Anhang

10.1 Osteopathische Diagnose und Behandlung

Ich gebe hier eine kurze Zusammenfassung der wichtigsten Punkte aus der Anamnese und was in den einzelnen Sitzungen behandelt wurde.

Sängerin 1: 36a

Gibt an: Schmerzen im Bereich des Steißbeins sowohl bei Bewegung als auch beim Sitzen, außer sie ist gut unterlagert. Sonst keinerlei Schmerzen oder Ausstrahlungen. Stuhl nur alle 4-5 Tage und starke Blähungen. Sturz aufs Steißbein als Kind. Keine Operationen oder sonstige Unfälle. Eher depressive Stimmung und häufig müde.

1. Therapie: Lig. sacrotuberale, Beckenboden, Coccyg, SSB, Dickdarm
2. Therapie: Dünndarm, Dickdarm, Uterus, M. Iliacus, L2
3. Therapie: Temporale, TMG, Suprahyoidale Muskulatur, WS-Ausgleich Occ - Sacrum.

Sängerin 2: 41a

Gibt an: Schmerzen im Bereich der LWS, ausstrahlend über die rechte Gesäßhälfte. 1x/Monat Kopfschmerzen, die vom Nacken ausgehen (familiäre Migräne) 2x OP an Schilddrüse (maligne Knoten) vor 6 Jahren. Herzschwäche. OP Tonsillen und Appendix als Kind, 3 Kinder normal entbunden. Medikamente: Euthyrox 100mg. Verdauung gut.

1. Therapie: Zwerchfell, M. Quadratus lumborum, Sacral toggle, Occ SB re
2. Therapie: HWS TP's, thoracic inlet, Hyoid, Lamina praetrachialis
3. Therapie: Uterus, Lig. Parietocoeale, Hormonachse

Sängerin kommt nach der Studie noch weiter zu Therapie

Sängerin 3: 38a

Gibt an: „Schwachstelle“ ist Lunge seit einer Lungenentzündung vor 8 Jahren, damals wurde eitriges Flüssigkeit aus Rezessus abgesaugt. Kann schlecht tief durchatmen. Nur Schmerzen in LWS bei starker Belastung (z.B. lange Gartenarbeit), fühlt sich sonst gesund. 3 Kinder, Tonsilectomie als Kind. Trägt Hormonspirale.

1. Therapie: Diaphragma, Motilität Lunge, Lift Th1, Th7.
2. Therapie: Lig. sternopericardicum inf., TP rechte Schulter, TP C4re, C7 re

3. Therapie: Thrust li OSG, Sacral toggle, Midline

Sängerin 4: 48a

Gibt an: Vor 5 Jahren Bandscheibenvorfall L5/S1, konservativ behandelt, spürt dies nur beim Heben und langem Stehen (Chorauaufführungen). Regel seit Entfernung der Hormonspirale unregelmäßig. OP: Tonsillen und Appendix als Kind; Bänderzerrung li Sprunggelenk vor 10 Jahren; 4 Kinder normal entbunden.

1. Therapie: ICV, Dünndarm, Beckenboden, Temporale re, Sutura OM, N. vagus li

2. Therapie: Kehlkopf, Fascia praevertebralis, Midline

3. Therapie: HWS TP's, Thrust C1, T3, L2, Diaphragma

Sängerin 5: 49a

Gibt an: Schmerzen im Nackenbereich und am Hals vorne ein Druck, als ob sich jemand „draufsetzen“ würde. Schmerzen in LWS und links seitlich vor zur crista iliaca. Wurde schon des öfteren manipuliert, hält aber (nach eigener Aussage) nicht lang. Sitzt viel im Auto. Verdauung träge, Allergie auf Fructose und Lactose, Inversionstrauma li Fuß vor 2 Jahren. Unfälle: Flugzeugabsturz, Zugunglück, Autounfall mit Schleudertrauma. Depressive Verstimmung.

1. Therapie: Diaphragma, Schockbehandlung nach SAT

2. Therapie: li Fuß: Lig. fibulotalare, Talus in abduktion, Fibula caudal, vordere Halsfascie, HWS TP's vorallem anterior, Zylindertorsion LWS (Typaldos)

3. Therapie: SSB, C4, Hyoid, Fascia praetrachialis

Sängerin 6: 42a

Gibt an: Schmerz im Bereich der HWS in die Schultern ausstrahlend. Manchmal Kopfschmerzen hinter den Augen. Schmerz in beiden Hüften links > rechts beim aufstehen nach langem Sitzen. Verdauung bei gesundem Essen und genug, trinkt ausreichend. Immunsystem gut seit Tonsilektomie. Laut Röntgen (2009) Kalkablagerungen in beiden Schultern.

1. Therapie: Zylinderdistorsion an gesamter WS, M. subscapularis, M. serratus anterior, Leber

2. Therapie: Hormonachse, linkes Ovar, Leber, linke Nebenniere

3. Therapie: Kehlkopfspannung links, Ausgleich mit Hyoid, CV4

Sängerin 7: 17a

Gibt an: Rückenschmerzen in unterer BWS bei Schulstress. Tonsilektomie vor drei Jahren vorher oft Tonsillitis und Otitis media.

1. Therapie: Diaphragma, Sterntriggerband, Ilium rechts anterior, HWS cranial entspannt
2. Therapie: Lumbar roll T12, rechte Niere, Temporale rechts
3. Therapie: Lift T4, Diaphragma, WS längs

Sängerin 8: 32a

Gibt an: Im Moment keine Schmerzen, vor 2 Jahren akute LWS. Zwischen 16. – 19. Lebensjahr oft Sehnenscheidenentzündungen an den Unterarmen. Spürt manchmal Eisprung. Vor ein paar Jahren Schlag auf Nase

1. Therapie: Occ-Kompression, N. vagus, Magen
2. Therapie: Hyoid, TMG rechts, Lig. Stylomastoideum, anteriore Kapsel
3. Therapie: TMG, Ethmoid, Zygoma

Sängerin 9: 40a

Gibt an: Seit 3 Jahren neue Arbeit, seitdem oft Nackenprobleme, seit ½ Jahr Schmerz im rechten Daumen. Zwei verschiedene Arten Kopfschmerzen: 1x / Monat Stechen vorne seitlich im Augenbereich, und ca. 5x/Jahr Druck von innen im gesamten Kopf. CT unauffällig. Medikamente: Thomapyrin bei Bedarf, Miranax bei Regelschmerzen bei jeder Regel sowohl im Bauch, als auch in LWS. Johanniskrautpräparat gegen „40er-Krise“. 5 Kinder, Seit erster Schwangerschaft Hämorrhoiden. Als Kind oft Harnwegsinfekte. Oft müde, Aufregungsschwitzen.

1. Therapie: Leber, Cranio: Falx, Verbindung Hypothalamus - Hypophyse
2. Therapie: Leber, Uterus, Beckenboden, Foramen Obturatorium
3. Therapie: T7, Magen, Frontallift,

Sängerin 10: 34a

Gibt an: Brennen in rechter Schulter und im mittleren LWS-Bereich seit 2 Jahren. Früher Ausstrahlung bis in seitlichen mittleren Oberschenkel. Wacht immer um 5 Uhr auf. 1x/Monat Migräne ohne Aura. Schädel-CT o. B. OP: Nasenscheidewand vor 10 Jahren, Tonsillen als Kind. Oft „mulmiges“ Gefühl im Magen, verträgt keinen Druck auf Magen. Immer 2 Tage vor Regel LWS Schmerzen (Kupferspiralenträgerin, hatte Schmerzen aber schon vorher). 2 Kinder. Eher nervöser Typ und starker Körpergeruch (gibt dies selber an).

1. Therapie: total Kompression; Occ intraossär, Sacrum
2. Therapie: L5, T12 Lumbar roll, Diaphragma, Dickdarm
3. Therapie: C0/1, T4, WS längs (Occ-Sacrum Ausgleich), Magen, Solarplexus

Sängerin 11: 26a

Gibt an: Bei starker Belastung Hüftschmerzen rechts >links nach Hüftoperation beider Wachstumsfugen der Oberschenkel (keine näheren Details bekannt) als Jugendliche, linkes Bein hat IR-Hemmung. In 19. Woche schwanger zum 2. Kind. Z. Z. Ausstrahlende Schmerzen seitlich in den Oberschenkel bis zum Knie rechts durch Kindeslage, Nackenverspannungen. Bruxismus. Unfälle: Sturz vom Pferd mit Claviculafraktur, Sturz durch Glastüre – Narbe über die rechte Gesichtshälfte.

1. Therapie: M. Piriformis und Gluteus med. links, Triggerband posteriorer Oberschenkel rechts und links, Sacrum-Ausgleich, Occiput
2. Therapie: TMG rechts: Lig. Sphenomandibulare, M. pterigoideus bds., Temporale in IR
3. Therapie: SSB, Thoracic inlet vorallem rechts, Entspannung der BWS-Muskulatur, WS Längsausgleich

Sängerin 12: 58a

Gibt an: Seit 20 Jahren HWS-Probleme ohne erkennbare Ursache, (Feldenkreis hilft etwas), manchmal Einschlafen der Finger in der Nacht. Seit 5 Jahren fast jeden Tag Kopfschmerzen, Kaffee bessert. LWS Schmerzen berufsbedingt bei schwerem Heben (Krankenpflegerin), Arthrose in linker Hüfte – Bewegung bessert. Seit einem Jahr Schmerzen in rechter Schulter (Kalkablagerungen laut Röntgen). Trägt Zahnregulierung, da die Mahlzähne keinen Aufbiss mehr haben. Im MRT wurden 2 alte Insulte festgestellt, Herzultraschall: Ablagerungen in der Aorta; vor einem Jahr Borreliose (Antibiotika-Therapie). Medikamente: Thrombo Ass, Fossamax, Calcivit. Operationen: Appendix als Kind. Unfälle: 2005 Fraktur des Sacrum und Schambeinastes, 2007 Clavicula, beides durch Stürze. Psychische Belastung durch Selbstmord eines Sohnes vor 6 Monaten. Hat noch 3 erwachsene Kinder. Einschlafschwierigkeiten, ist in der Früh nie ausgeschlafen, immer wach zwischen 3-5 Uhr.

1. Therapie: SSB total compression, Temporale beidseits, Schocktherapie nach SAT
2. Therapie: TMG M. pterigoidei und masseter beidseits, Lig. temporomandibulare
3. Therapie: Zwerchfell, Lunge, Leber, Midline

Sängerin 13: 37a

Gibt an: Durch ein Hebetrauma HWS Schmerzen, die in Schultern ausstrahlen, Wärme hilft. Oft verkühlt: Bronchien, Ohren, Hals, hat dann auch Kopfschmerzen.

Nervöser Magen; hat viel Stress. Lactoseintoleranz, 2 Kinder, schläft zu wenig (maximal 6 Stunden).

1. Therapie: Ilium anterior, Thalus anterior, Lumbar roll L5, Lift T7, T1
2. Therapie: SSB, Lig. sternopericardicum inferior, Sternum
3. Therapie: Leber, Magen, TGO

Sängerin 14: 54a

Gibt an: Schmerzen in HWS, ausstrahlen in beide Schultern, LWS Schmerzen, ausstrahlen in beide Hüften vorallem nach gebückter Tätigkeit. 2008 2x Schilddrüsen OP bei malignem Tumor, nachher Radion-Jod-Therapie. Vor 10 Jahren war Stimme für ein halbes Jahr weg, seit OP ist die Stimme tiefer. (Siehe Kapitel Dysfunktionen)
Medikamente: Euthyrox 75. Operation: Tonsillen als Kind, Appendix als Jugendliche, vor 2 Wochen Inversionstrauma linker Fuß (noch geschwollen). Herzrasen bei Stress, Seit OP unregelmäßige Verdauung und Blut im Harn – es wurde keine Ursache gefunden. 3 Kinder, beginnender Wechsel, schlechter Schlaf (alle 2 Stunden wach) immer müde, nicht belastbar.

1. Therapie: Fibula caudal, Ilium posterior, Lig. bifurcatum, ISG, SSB,
2. Therapie: Hormonachse: Hypophyse, Schilddrüse, Leber
3. Therapie: Thoracic inlet, sacral toggle, HWS TP's, C1

Sängerin 15: 51a

Gibt an: Schwindel (wurde „geworfen“, hilft aber nicht) glaubt selbst, dass es aus der HWS kommt. Hatte heuer dreimal einen Schmerz in der mittleren BWS, konnte dann den linken Arm nicht heben. 2x / Jahr Migräne seit 20. Lebensjahr. MR Kopf unauffällig. Operationen: 2x Kaiserschnitt, Tonsilektomie als Kind. Unfälle: 1979 Autounfall mit Schädelfraktur entlang der Sutura sagitalis rechts. Mit 10 Jahren Sturz aufs Kinn mit Ausschlagen der oberen mittleren Schneidezähnen, mit 7 Jahren Nasenbeinbruch, mit 2 Jahren Sturz aus dem Fenster auf den Kopf. Immer niedriger Blutdruck. Blasenprobleme beim Springen. Schilddrüsen Unterfunktion – Euthyrox 75. Beginnender Wechsel, schläft schlecht, immer um 2 Uhr wach, schlechte Verdauung.

1. Therapie: SSB total compression, Temporale
2. Therapie: ISG cranial, Lumbar roll L2, Lig. colophrenicum li, dickdarm descendens, Sigmoid, Lift T4,
3. Therapie: Leber, Midline

10.2 Feedback der Sängerinnen

Antworten der Sängerinnen auf die Fragen:

Wie ist es ihnen bei und nach der Osteopathie ergangen?

Wie hat ihre Stimme ihrer Meinung nach reagiert?

1. Die Therapie war sehr angenehm, und hat mir ganz allgemein gut getan, die Schmerzen im Steißbein sind fort. Meine Stimme „springt jetzt schneller an“.
2. Ich fühle mich nicht mehr so müde. Vor allem wenn ich die Regel hatte, war ich das immer – jetzt ist es wesentlich besser. Zuerst hatte ich das Gefühl, dass die Stimme schlechter wird (wie verkühlt) dann wurde die Stimme viel freier, auch in den hohen Tönen. Ich vertraue meiner Stimme mehr.
3. Die Therapie war sehr gut. Allgemeinbefinden ist gut. Die HWS tut nicht mehr weh. Sie ist beweglicher und meine verklebten Bronchien sind aufgegangen. Mir geht es beim Sprechen in der Schule besser (Lehrerin). Trotz einer langen Probe war ich stimmlich sehr entspannt.
4. Ich habe toll auf die Behandlungen reagiert, ich bin ganz voll Energie und es hat mit viel gebracht. Stimmlich ist mir nichts aufgefallen.
5. Bei der Therapie ist es mir sehr gut gegangen – kurzzeitig hatte sich die Schmerzen im Nacken etwas verstärkt, aber es hat sich nach ein paar Tagen gelöst. Allgemein, aber auch stimmlich habe ich mehr Selbstbewusstsein.
6. Die Therapien haben mir sehr gut getan! In der HWS und im Kopf geht es mir viel besser, nur für die Hüften möchte ich gerne wieder kommen. Ich habe mich beim Singen gar nicht mehr angestrengt. In Grenzbereichen, die ich sonst nur sehr schwer erreichte, ging es jetzt ganz locker.
7. Therapie war sehr angenehm vorallem die Behandlung des Rückens und ich glaube, dass es mir bei der Stimme geholfen hat. Nach gutem Einsingen komme ich besser „in die Höhe“ und kann diese Töne länger halten.
8. Ich habe jedes Mal stark auf die Therapien reagiert. Am Beginn war ich etwas irritiert. Aber dann hat sich alles wieder aufgelöst. Jetzt geht es mir super! In der Tiefe sind die Töne „voller“. Die Stimme springt schneller an. (brauche weniger Zeit und Übungen, um die Stimme in „Gang“ zu bringen)
9. Die Stimme ist gleich geblieben. Die Therapie war sehr gut, ich bin jetzt beweglicher und weniger verspannt.

10. Die Therapie hat mir sehr gut getan. Ich fühle mich viel freier und ich habe auch keine Schmerzen mehr. Auch beim Singen fühle ich mich freier.
11. Die Therapie war sehr angenehm und hat auch geholfen. Nur das Kind liegt dann immer wieder am Ischias. Bei der ersten Probe ist das Hinaufsingen schlechter gewesen, jetzt ist es das Singen leichter.
12. Die Finger schlafen mir nicht mehr ein, und die Kopfschmerzen sind besser geworden. Beim Singen komme ich leichter an die Töne heran.
13. Ich bin jetzt schmerzfrei, an der Stimme habe ich nicht viel gemerkt, bin aber zurzeit wieder etwas verkühlt.
14. Die Schultern sind viel besser, in der LWS spüre ich noch ein bisschen, daher würde ich gerne weiter kommen. Über die Stimme kann ich nicht viel sagen.
15. Der Schwindel ist jetzt weg, aber da ich im Moment viel Stress habe komme ich heute bei der Stimmessung nicht so gut hinauf wie in der letzten Chorprobe. Ich glaube, dass ich jetzt viel höher singen kann, wenn ich ruhig bin.

10.3 Einverständniserklärung

Einverständniserklärung

Name:

Vorname:

Geburtsdatum:

Hiermit erkläre ich mich einverstanden an der osteopathischen Studie mit dem Thema „Kann mit Osteopathie der Stimmumfang von Sängerinnen der Stimmlage Sopran vergrößert werden?“ teilzunehmen.

30 Sängerinnen werden nach eigener Wahl in 2 Gruppen aufgeteilt:

Zu Beginn wird in beiden Gruppen eine Überprüfung des Tonumfanges durch Frau Forma (Stimmbildnerin der Landesmusikschule) durchgeführt.

Es wird ein Intervallsingen in Halbtonschritten (in Oktavensprüngen) durchgeführt, wodurch der individuell höchste und tiefste Ton festgestellt wird.

Anschließend erhält die Versuchsgruppe von Fr. Amlinger 3x Osteopathie im Abstand von ca. 2 Wochen.

Nach weiteren 2 Wochen werden nochmals beide Gruppen einer Tonumfangmessung unterzogen.

Die Osteopathie ist für die Sängerinnen kostenlos.

Ich erkläre mich damit einverstanden an der Studie teilzunehmen, und dass das Ergebnis veröffentlicht wird, wobei keine Namen genannt werden.

Moosburg, den

.....

Unterschrift

11 Zusammenfassung

11.1 Einleitung

Es war eine spezielle Erfahrung im Rahmen meiner praktischen Tätigkeit als Osteopathin, die mich erstmals auf die dieser Arbeit zugrundeliegende Fragestellung hinwies: Ich hatte eine professionelle Sängerin mit unspezifischen Rückenbeschwerden als Patientin. Diese war immer deshalb als Mezzosopran eingestuft worden, weil sie zwar recht hohe Töne erreichen konnte, es ihr jedoch nicht möglich war, diese sängerisch umzusetzen. Seit Abschluss der Osteopathie gelingt ihr dies problemlos. Sie gilt nun als Sopran.

Ich selbst habe viele Jahre in verschiedenen Kärntner Laienchören gesungen und machte immer wieder die Erfahrung, dass die dort gesungene Chorliteratur recht eintönig war, da ein geringer Stimmumfang der Chor-Sänger (vor allem in der Stimmlage Sopran, der auch ich angehöre) die mögliche Liedauswahl sehr eingeschränkt hat. Selten haben Laienchöre professionelle Stimmbildner zur Verfügung um dem entgegenzuwirken. So stellte sich für mich als Osteopathin auf Grund meiner oben angeführten Erfahrung die Frage, ob man (auch) mit Osteopathie den Stimmumfang bei Sängern vergrößern kann.

Als ich daraufhin die Fachliteratur nach diesbezüglichen Hinweisen durchsuchte, stieß ich auf mehrere Forschungsergebnisse, die den Einfluss der Osteopathie auf die Stimme belegen. Bei diesen wurde jedoch nirgendwo explizit ihre Auswirkung auf den Stimmumfang untersucht. So stellt z.B. Bernhard (2002) lediglich fest, dass sich Verspannungen im Rücken-, Schulter- und Nackenbereich direkt auf die Muskulatur im Kehlkopfbereich und dadurch auf die Stimme auswirken. Deshalb habe ich mir vorgenommen, dieser Fragestellung im Rahmen der vorliegenden Studie nachzugehen.

11.2 Osteopathie

Bei der Sichtung vorliegender osteopathischer Literatur ergeben sich viele Hinweise darauf, dass Osteopathie einen großen Einfluss auf die Stimme hat:

Guinea / Chou / Vianna / Lovenheim (2005) konnten nachweisen, dass durch manipulative osteopathische Techniken die Vitalkapazität und die Funktion des Diaphragmas signifikant verbessert werden konnte.

Bei Steiner / Welz (1999) ergab sich im Rahmen ihrer Diplomarbeit, dass durch osteopathische Behandlung des Ösophagus und seiner Umgebung, eine signifikante Änderung der Schwingungsamplitude der Stimmbänder, der Schwingungsregelmäßigkeit und der Körperhaltung erzielt werden konnte.

Fleischer / Weese (2008) kamen dagegen in ihrer Diplomarbeit zu einem negativen Ergebnis, nämlich dass bei Patienten mit funktioneller Stimmstörung vier osteopathische Behandlungen zusätzlich zur logopädischen Standardtherapie keinen statistisch signifikanten Einfluss auf den Grad der Beeinträchtigung hatten.

Spieker-Henke / Wolkenhauer (2003) beschreiben den Einzelfall, einer Sängerin mit hyperfunktioneller Dysphonie, bei der der komplizierte Heilungsverlauf einer Gallenblasenoperation die Halswirbelsäule in Dysfunktion brachte, und die Kombination von osteopathischer Therapie und Stimmtherapie (Logopädie) die Sängerin wieder voll einsatzfähig machte.

Münch (2009/2) erklärt, wie Muskeldysfunktionen im Kieferbereich Störungen im Bereich der Kopfgelenke, der Halswirbelsäule und ihrer ventralen Muskulatur hervorrufen und sich so über eine Lageänderung des Kehlkopfes, des Schulterblattes (M. omohyoideus) und des Hyoids negativ auf die Stimme auswirken können.

Kaluza et al (2003) beschreiben die Anfälligkeit der Stimme von Berufssängern bei Dysfunktionen im Bereich des M. omohyoideus und dass selbst eine Laryngitis, die auf einem gastrischen Reflux beruht, ihre Ursache in diesem Muskel haben kann.

Hülse (2003) erklärt wie Verspannungen der praelaryngealen Muskulatur durch lösen der Wirbelgelenke C1/2 und C2/3 gelöst werden und es zu einer sofortigen Verbesserung der Stimmqualität kommen konnte. Dies wurde auch mittels Lupenlaryngoskopie und Stroboskopie nachgewiesen (Gundermann 1991).

Hempel (2006) konnte in seiner Masterthese feststellen, dass ein Einfluss seiner osteopathische Behandlung auf das Stimmvolumen und die Qualität der Stimme bestand.

Malin (2009) kommt in ihrer Vergleichsstudie über den Einfluss von Atemtherapie und Osteopathie auf die menschliche Stimme zu dem Ergebnis, „...*dass eine ganzheitliche Behandlung – atemtherapeutisch ebenso wie osteopathisch – Auswirkungen auf die menschliche Stimme hat*“ (S. 75).

11.3 Die Singstimme

Um die osteopathisch relevanten Zusammenhänge besser zu verstehen, wird der evolutionären und ontogenetischen Entwicklung der Stimme und ihrer Grundlagen nachgegangen. So ist es von Bedeutung, dass wir die Möglichkeit sprechen und singen zu können unter anderem unserer Kehlkopfposition verdanken. Mathelitsch / Friedrich (1995) beschreiben den Unterschied der Kehlkopfposition von Affen und Menschen im Vergleich zur Wirbelsäule: Halbaffen haben den Kehlkopf ca. auf Höhe des dritten Halswirbels, beim erwachsenen Menschen liegt er dem sechsten bis siebenten Halswirbel gegenüber.

Wenn man die Embryologie gerade auf dem Gebiet der Stimme genauer betrachtet, bekommt man eine Vorstellung, warum Embryologie in der Osteopathie so wichtig ist. Das Kapitel „Entwicklung der Stimme vom Säugling zum Erwachsenen“ erklärt einen Teil der Einschlusskriterien: In der Pubertät vollzieht sich das Wachstum des Kehlkopfes und ist in dieser Zeit sängerisch nicht gut einsetzbar. Im Alter sinkt die Stimme bei den Frauen, bei Männern steigt sie. Dies geschieht durch altersbedingte Atrophie der Stimmlippen, Verknöcherung der Knorpelteile und ein starrer reagierendes Ansatzrohr (Gundermann, 1994 und Wirth, 1995). Diese Tatsachen ließen bei der Festlegung der Einschlusskriterien eine Altersbeschränkung nach unten mit 16 und nach oben mit 60 Jahren als angebracht erscheinen.

Das Stimmorgan besteht aus 3 separaten Teilen: dem Atemapparat, den Stimmlippen und dem Ansatzrohr (Sundberg, 1997). Sie müssen ein komplexes Zusammenspiel ergeben, um Stimmklang hervorbringen zu können. Es muss eine Feinabstimmung dieser drei Bereiche gegeben sein (Berger, 2009). Aus diesem Grunde wird hier auf jedes im Einzelnen eingegangen:

Es werden die anatomischen, physiologischen und biomechanischen Grundlagen der Singstimme dargestellt, deren Kenntnis sowohl Ligner / van Asche (1993) als auch Scheufele-Osenberg (2002) als Grundvoraussetzungen für ein Arbeiten in diesem

Bereich fordern. Dabei ist die Bildung der Tonhöhe von ebenso großer Bedeutung, wie die Erklärung von Resonanz, Ansatzrohr, Register und die Klassifizierung der Stimmlagen, die ebenso wieder bei der Bestimmung der Einschlusskriterien zum Tragen kommt.

Die Wichtigkeit des Atems für den Gesang wird in der Fachliteratur (z.B. Fischer-Junghann, 1965 und Wirth, 1995) immer wieder betont: Richtig zu atmen ist für Sänger von größter Bedeutung. Die Meinung von Laiensängern möglichst viel einzuatmen, um möglichst viel Luft gegen die Stimmlippen treiben zu können, ist falsch, denn so kommt es zu einer raschen Ermüdung und mit der Zeit zu einer ernsthaften Schädigung der Stimmbänder! Mit diesen Erläuterungen zeigt uns Baum (1972), dass falscher Umgang mit dem Atem sogar schädlich für die Stimme sein kann. Aus diesem Grunde wird auch dieser Bereich näher untersucht. Als Schwerpunkte werden hier die Anatomie, Physiologie, Atemarten und die Atemstütze näher betrachtet.

Auch die Bedeutung einer ausgeglichenen Körperhaltung und -spannung gerade für Sänger wird im Zusammenhang mit dem Gesang oft genannt: Gundermann (1994) beschreibt dies als "Eutonus" (= spannungsfreie und ausgeglichene Haltung). Er ist für ihn die Voraussetzung für eine leistungsfähige Atmung. Hofbauer geht noch etwas weiter und sagt: „*Das Instrument des Sängers ist nicht die Kehle, nicht der Kopf sondern der ganze Körper*“ (1978, S. 9). Entsprechend war auch hierauf genauer einzugehen.

Schließlich werden verschiedene Arten und Ursachen von Dysfunktionen der Stimme beschrieben, die darauf schließen lassen, dass Osteopathie einen positiven Einfluss auf die Stimme haben kann. Dies wurde auch in verschiedenen hier angeführten Studien bereits nachgewiesen.

11.4 Methodik

In dieser Arbeit wurde geprüft, ob der Stimmumfang von Sopransängerinnen durch Osteopathie vergrößert werden kann. Der Messparameter ist in diesem Fall der Tonumfang, gemessen in Halbtonschritten gemäß der chromatischen Tonleiter.

11.4.1 Forschungsfrage

Kann mit Osteopathie der Stimmumfang von Sängerinnen der Stimmlage Sopran vergrößert werden?

11.4.2 Stichprobe

Zielpopulation: Amateur-Chor-Sängerinnen mit der Stimmlage Sopran.

Verfügbare Population: 4 Chöre in Moosburg und Umgebung

Stichprobe: 30 Sängerinnen, die sich freiwillig zur Verfügung gestellt haben.

Diese Gruppe wird in eine Kontrollgruppe und eine Versuchsgruppe eingeteilt:

Kontrollgruppe: ohne Therapie, nur mit ihren wöchentlichen Chorstunden

Versuchsgruppe: mit drei Therapien zusätzlich zu ihren wöchentlichen Chorstunden.

11.4.3 Gruppeneinteilung

Die Gruppeneinteilung erfolgt durch Wahlrandomisierung – das bedeutet, dass die Sängerin sich die Gruppe selber aussuchen kann (Sommerfeld 2006, S 66). Ich habe mich für diese Art der Einteilung entschieden, da einige Sängerinnen nur mitmachen wollten, wenn sie eine Behandlung bekommen, ein paar andere (aus Zeitmangel) nur bereit waren, an der Tonumfangmessung mit zu machen. Es wurde jedoch streng darauf geachtet, dass der Entscheidungsprozess der Sängerinnen nicht durch mich oder andere Sängerinnen beeinflusst wurde. Um zu gewährleisten, dass durch diese Art der Zuweisung die Messergebnisse nicht verfälscht werden können, gilt es sicherzustellen, dass die Messungen so durchgeführt werden, dass bei der Messung die Zugehörigkeit zur Gruppe unbekannt ist.

11.4.4 Einschlusskriterien

Sängerinnen der Stimmlage Sopran im Alter zwischen 16 – 60 Jahre (siehe Kapitel Entwicklung der Stimme und Klassifizierung der Stimme). Ich beschränke mich auf die Stimmlage Sopran, um eine homogene Gruppe zu erzielen.

Die Tonumfangmessung wird nicht vor 10 Uhr Vormittag durchgeführt, bzw. die Sängerinnen müssen mindestens bereits 3 Stunden wach sein. (Siehe Kapitel Tonerzeugung)

11.4.5 Ausschlusskriterien

Sängerinnen die mehr als 3mal pro Woche im Chor singen, bzw. außerhalb des Chores Stimmbildung machen.

Sängerinnen mit Erkrankungen im HNO-Bereich,
Einnahme von Medikamenten, die diesen Bereich beeinflussen.

11.4.6 Erhebungsverfahren

Die Masterthese wurde von mir in den Chören vorgestellt und die Sängerinnen wurden gebeten dabei mitzumachen. Sie bekamen eine Überlegungszeit von einer Woche, nach der sie sich telefonisch oder persönlich bei mir anmelden konnten und auch Bescheid gaben, in welcher Gruppe sie teilnehmen wollten.

11.4.7 Reliabilität

Die Tonumfangmessung wird durch Mitarbeit von Fr. Forma P., hauptberufliche Stimmbildnerin am Landesmusikschulwerk Kärnten, durchgeführt. Sie ist über die Gruppenzugehörigkeit der einzelnen Sängerinnen nicht informiert.

Fr. Forma führt ein Intervallsingen durch, das sie mit einem Klavier begleitet:

Die Sängerin beginnt an einem Grundton, der ihr durch das Klavier vorgegeben wird und singt dann eine Oktav hinauf. (Ausgangspunkt ist für alle gleich c1) Dann wird einen Halbton höher (cis1) wieder eine Oktav hinauf gesungen. Jedes Mal beim Hinaufsingen wird der Grundton um einen Halbton erhöht, bis die Sängerin ihren höchsten Ton erreicht hat. Auf die gleiche Weise wird im Anschluss nach unten bis zum individuell tiefsten Ton gesungen.

Als Skala dient die chromatische Tonleiter, wie sie durch die Klavierstimmung (a = 440 Hz) gegeben ist. Das Klavier wurde vorher durch einen hauptberuflichen Klavierstimmer in dieser Stimmung gestimmt.

Das Singen erfolgt ohne Zuhörer und immer im selben Raum.

Erläuterungen:

Da es sich um Laiensängerinnen handelt, müssen diese bei der Tonumfangmessung mit dem Klavier begleitet werden v. a. um diese überhaupt zum solistischen Singen motivieren zu können (psychischer Aspekt). Da nun aber technische Geräte nicht zwischen Stimme und Klavier differenzieren können und ungeübte Sängerinnen mit

Kopfhörern erfahrungsgemäß schlechter singen, wäre es gar nicht möglich, auf eine andere Weise vorzugehen. Daher wurde die Validität der Stimmbildnerin auf folgende Art überprüft:

11.4.8 Validität

Es wurde ein Chromatic tuner CA-40 der Firma KORG, Tokyo, Japan als Messgerät verwendet. Dieses wird als Tonhöhen Stimmgerät in verschiedenen Orchestern verwendet (unter anderem auch bei den Wiener Philharmonikern) und kann die chromatische Tonreihe von A0 bis c8 messen, was weit über den stimmlichen Tonumfang hinausgeht.

Es wurde nun folgendermaßen vorgegangen:

Erst wurde geprüft, ob das Gerät das Gleiche anzeigt, was das Klavier spielt. Nachdem dies in allen Fällen übereinstimmte, hat ein Lehrer der Musikschule einen Ton am Klavier gespielt, den ich nachgesungen habe. Der Lehrer kontrollierte mit dem Stimmgerät, ob der gesungene Ton mit dem von ihm gespielten Ton übereinstimmte, gleichzeitig musste Frau Forma, die weder Klavier noch Stimmgerät sehen konnte, sagen, ob gespielter und gesungener Ton die gleiche Tonhöhe hatten. Sie konnte alle Töne, die richtig waren, als richtig erkennen und alle die falsch waren, als falsch erkennen. Damit ist eine 100%ige Übereinstimmung zwischen Stimmmessgerät und Fr. Forma gegeben.

Diese Prüfung wurde an 2 Tagen im Abstand von einer Woche durchgeführt.

11.5 Statistische Analyse

Die Daten liegen in zwei CSV Dateien vor und werden mit dem Statistikpaket R (Sachs / Hedderich, 2006) bearbeitet.

In einem ersten Schritt werden die Stimmumfangs der ersten und zweiten Messung beider Gruppen mit Hilfe von Boxplots visualisiert, da diese Minimum, Maximum, Median und Quartile und somit Lage- und Streumasse gleichermaßen in einfacher Form darstellen können.

Diese legen die Vermutung nahe, dass

1. die beiden Gruppen zum Zeitpunkt der ersten Messung aus einer einzigen homogenen Grundgesamtheit stammen (da bis auf einen Ausreißer in Gruppe 2 mit sehr hohem Stimmumfang kaum Unterschiede zwischen beiden Gruppen in der ersten Grafik zu sehen sind),
2. der Stimmumfang in Gruppe 1 sich nach der Osteopathie erhöht hat und
3. der Stimmumfang in Gruppe 2 ohne Osteopathie weitgehend gleich geblieben ist.

Diese Vermutung gilt es nun mit statistischen Tests zu untermauern. Hierzu muss zuerst die Verteilung der Messungen untersucht werden.

Aufgrund der diskreten Natur dieser Messung kann eine stetige Verteilung wie die Normalverteilung dafür nur als Näherung dienen. Deren Plausibilität wird mittels Quantilplots untersucht und bestätigt, womit für die Tests der durchzuführenden ANOVA die wichtige Voraussetzung der Normalverteilung der Daten erfüllt ist.

Weitere durchgeführte Tests (F-Test zur Hypothese: „die Varianz beider Gruppen ist gleich“ und Welch-Test) bestätigen die erste Vermutung der explorativen Analyse, d.h. Mittelwerte und Varianzen der beiden Gruppen zum Zeitpunkt der ersten Messung können als gleich angesehen werden. Somit war für die Untersuchung eine faire Ausgangssituation ohne Bevor- oder Benachteiligung der Gruppe mit bzw. ohne Osteopathie gegeben.

Die Untersuchung, ob sich in den einzelnen Gruppen, d.h. mit oder ohne Osteopathie, eine signifikante Veränderung des Stimmumfangs nachweisen lässt, hat zu berücksichtigen, dass es sich nicht um eine Blindstudie handelt (die Probandinnen wissen natürlich genau, ob sie wirklich behandelt werden oder nicht), d. h. inwieweit ein Einfluss der Osteopathie selbst oder der subjektiven Einstellung der Person dieser Therapie gegenüber herrührt, kann die statistische Untersuchung nicht klären.

Nach der Untersuchung der Hypothese, ob die Mittelwerte der Messung 1 und 2 mittels t-Test für verbundene Stichproben gleich sind, wird die Analyse mit Mitteln der ANOVA (analysis of variance) durchgeführt.

11.6 Messergebnisse

Ein F-Test belegt in diesem Zusammenhang einen hochsignifikanten Einfluss des Faktors „Gruppe“, d.h. ein positiver Einfluss der Osteopathie auf den Stimmumfang ist somit statistisch gesichert.

Nachdem die explorative Datenanalyse die Vermutung nahegelegt hat, dass in Gruppe 1 nach der Osteopathie eine Vergrößerung des Stimmumfangs erfolgt ist, konnte nach Überprüfung der vorauszusetzenden Normalverteilung im F-Test eines ANOVA Modells tatsächlich ein positiver Einfluss der Behandlung auf den Stimmumfang nachgewiesen werden.

11.7 Diskussion

Diese Studie belegt, dass tatsächlich bei den behandelten Sängerinnen eine signifikante Erweiterung des Stimmumfangs im Zusammenhang mit Osteopathie feststellbar war. Nun könnte eingewandt werden, dass diese Studie auf Grund der geringen Probandenzahl nicht wirklich aussagekräftig sei, daher wäre es zu empfehlen eine derartige Studie mit einer größeren Probandenzahl zu wiederholen.

Weiterhin wäre zu fragen, ob die Vergrößerung des Stimmumfangs tatsächlich auf die Osteopathie zurückzuführen ist, oder ob andere Faktoren hier (auch) wirksam gewesen sein könnten, da es sich ja um keine Blindstudie handelt. Möglich wäre hier z. B. eine positive Erwartungshaltung der Probanden im Bezug auf die Wirksamkeit der Behandlung. Dem könnte man entgegenhalten, dass gerade aus dieser Erwartungshaltung wohl eher ein Leistungsdruck resultieren könnte, der sich wieder negativ auf das Messergebnis auswirken müsste. Im Gegensatz dazu wäre eher zu erwarten, dass die Sängerinnen der Kontrollgruppe, ohne Erwartungsdruck, durch die Wiederholung, in nun schon vertrauterer Situation eine bessere „Leistung“ erbringen könnten.

Eine Schwierigkeit war die Festlegung auf drei Behandlungen um Wissenschaftlichkeit zu erhalten. Eigentlich widerspricht es dem osteopathischen Prinzip, da man zwei Menschen nie mit einander vergleichen kann und man nicht von vornherein weiß, wie oft ein Proband (Patient) kommen muss, um sagen zu können, dass er jetzt so ausgeglichen ist, dass er (zur Zeit) keine weitere Behandlung mehr braucht. Bei 3 Sängerinnen hätte eine Einheit genügt, 3 weitere Sängerinnen haben nach Abschluss

noch weitere Behandlungen in Anspruch genommen, da noch mehr zu behandeln notwendig war. Das waren auch genau die, bei denen man keinen bzw. nur eine geringe Vergrößerung des Stimmumfanges feststellen konnte. Ich habe interessehalber diesen außerhalb der Studie gemessen und er war deutlich größer.

Ein anderer interessanter Aspekt dieser Studie, der aber nicht statistisch gesichert wurde, ist folgender: Die Sängerinnen kamen aus 4 verschiedenen Chören aus der Umgebung von Moosburg, wobei zwar alle 4 Laienchöre sind, dennoch einer ein wesentlich höheres sängerisches Niveau hat, was sich in der aktuell gesungenen Chorliteratur ausdrückt. Auffällig war nun, dass bei den Sängerinnen aus diesem Chor (Proband Nummer 3, 5, 6, 7, 12) der Zuwachs des Tonumfanges deutlich größer war, als bei den anderen. Dies könnte darauf hinweisen, dass die Sängerinnen mit ihrem durch die Behandlung im Gleichgewicht stehenden Körper besser umgehen und dies auch stimmlich umsetzen können, als die weniger guten Sängerinnen. In diesem Sinne wäre es interessant, die gleiche Studie mit Profisängerinnen durchzuführen. Nachdem auch diese Studie die positive Wirksamkeit der Osteopathie auf die Stimme belegt, wäre eine verstärkte Anwendung in diesem Bereich naheliegend. Sie könnte damit eine wirksame Ergänzung zur stimmlichen und stimmbildnerischen Übung im Bereich engagierter gesanglicher Betätigung darstellen.

12 Summary

12.1 Introduction

A special experience with a patient during the work in my osteopathic practice led me to first ask the question which is the basis of this paper: This particular patient was a professional female singer who came to see me with non-specific back problems. Until then this singer used to be qualified as mezzo-soprano because she was able to reach quite high notes but she was not able to make use of this ability in her singing performance. Since she has finished her course of osteopathic treatments she has no problems with this anymore and she is regarded as soprano.

Since I used to sing in several Carinthian amateur choirs myself, I made the experience that usually a very limited number of pieces of music are performed because the limited vocal compass of the singers (in particular of the soprano singers, which also was my voice type) very much limits the possible choice of songs. Amateur choirs only rarely can avail themselves of professional vocal coaches to avoid this problem. After the above mentioned experience, I asked myself as an osteopath whether osteopathy could be an (additional) possibility to expand the vocal compass of male and female singers.

When I started to search the available literature for indications in this respect, I found several study results, which confirm that osteopathy has an influence on the human voice. However, none of these studies explicitly evaluate the influence of osteopathy on the vocal compass. Bernhard (2002), for instance, only observes that tensions in the regions of the back, shoulder and neck have a direct influence on the muscles in the region of the larynx and thus also on the voice. Therefore I decided to evaluate the influence of osteopathic treatment on the vocal compass in the present study.

12.2 Osteopathy

Research among the available osteopathic literature produced several indications that osteopathy has a strong influence on the human voice:

Guinea / Chou / Vianna / Lovenheim (2005) were able to demonstrate that manipulative osteopathic techniques can significantly improve the vital capacity and the function of the diaphragm.

In their diploma thesis Steiner / Welz (1999) observe that an osteopathic treatment of the oesophagus and its environment significantly alters the vibration amplitude of the vocal cords, the regularity of vibrations and the posture of the patient.

In contrast, Fleischer / Weese (2008) come to a negative conclusion in their diploma thesis: they notice that four osteopathic treatments in addition to speech therapy do not have a statistically significant influence on the degree of impairment among patients with a functional disturbance of their voice.

Spieker-Henke / Wolkenhauer (2003) describe an individual case of a female singer with hyperfunctional dysphonia who also suffered from a dysfunction in the cervical spine in the wake of a gallbladder operation with a complicated healing process. In her

case a combination of osteopathic treatment and vocal training (speech therapy) helped to make her voice fully operational again.

Münch (2009/2) explains how muscular dysfunctions in the region of the jaws and TMJ can produce dysfunctions in the C0/C1 articulations, the cervical spine and the ventral muscles in this region, which can cause a change in the position of the larynx, the shoulder blade (M. omohyoideus) and the hyoid bone and thus have negative effects on the voice.

Kaluza et al (2003) describe that the voice of professional singers is easily influenced by dysfunctions of the M. omohyoideus and that this muscle can even be the cause of laryngitis due to gastric reflux.

Hülse (2003) explains how tensions in the parapharyngeal muscles can be resolved by deblocking C1/2 and C2/3 and that this immediately improves the quality of the patients' voices. This effect could also be confirmed by means of magnifying laryngoscopy and stroboscopy (Gundermann 1991).

In his master thesis Hempel (2006) observes that an osteopathic treatment has an influence on the voice volume and voice quality.

Malin (2009) carried out a comparative study evaluating the influence of breathing therapy and osteopathy on the human voice and states: "...*that a holistic treatment – involving breathing therapy as well as osteopathy – has an influence on the human voice.*" (p. 75).

12.3 The Singing Voice

To better understand the interrelations that are important for osteopathy, the evolutionary and ontogenetic development of the human voice and the related knowledge base are presented. It is an important aspect that we owe our capacity to talk and sing to the position of the larynx (among other things). Mathelitsch / Friedrich (1995) describe the difference of the position of the larynx in relation to the spine between monkeys and the human being: in prosimians the larynx is situated at the level of about the third cervical vertebra, while it is located at the level of the sixth or seventh cervical vertebra in adult humans.

A closer look at embryology and the development of the human voice shows why a good knowledge of embryology is so important in osteopathy. The chapter

'Development of the voice from infancy to adulthood' makes part of the inclusion criteria evident: in puberty the larynx grows and is not very well suited for the purpose of singing. With increasing age the voice of women gets deeper, while it gets higher in men. This development is due to an age-related atrophy of the vocal folds, the ossification of cartilaginous parts and a more rigidly reacting vocal tract (Gundermann, 1994 and Wirth, 1995). Due to these facts it seems appropriate to limit the age in the inclusion criteria with 16 (lower limit) and 60 (upper limit).

The vocal organ consists of three separate parts: the breathing apparatus, the vocal folds and the vocal tract (Sundberg, 1997). These three parts need to interact in a very complex way in order to produce the human voice. The interaction of these three parts also needs to be fine-tuned (Berger, 2009). These are the reasons why all three parts are presented individually in this paper:

The anatomical, physiological and biomechanical foundations of the singing voice are presented since Ligner / van Asche (1993) and also Scheufele-Osenberg (2002) consider their knowledge as precondition for working in this area. In this context, it is important to explain how the pitch of the voice is generated and what is understood by resonance, vocal tract, register and the classification of voice types, which again is important with regard to the determination of the inclusion criteria. In the literature there is a lot of emphasis on the importance of breathing in the context of singing (e.g. Fischer-Junghann, 1965 and Wirth, 1995): a correct way of breathing is an essential aspect for a singer. However, the prevailing practice among amateur singers to inhale as much as possible and then push as much air as possible against the vocal folds, is quite bad because this has the effect that the vocal cords fatigue quite quickly and eventually will be seriously damaged! With these explanations Baum (1972) shows that wrong breathing can even be detrimental to someone's voice. Thus this paper also takes a closer look at this topic with the focus on anatomy, physiology, different ways of breathing and breath support.

Another aspect that is mentioned often in the context with singers and singing is the importance of a correct body position and body tension: Gundermann (1994) describes this as "eutone" (= tensionless and balanced posture). For him this is the precondition for an efficient breathing. Hofbauer takes this even a step further when he says: "*The instrument of the singer is not the larynx and not the head, it is the whole body.*" (1978, p. 9). Also this aspect will be presented in more detail.

Finally, the different causes of dysfunctions of the voice are described suggesting that osteopathy can have a positive influence on the human voice, which has already been confirmed in various studies.

12.4 Methodology

This study evaluates whether osteopathy can expand the vocal compass of female soprano singers. The measured parameter is the range of the singer's voice measured in half-steps according to the chromatic scale.

12.4.1 Research Question

Can osteopathy be a means to expand the vocal compass of female singers of the voice type soprano?

12.4.2 Patient Sample

Target population: female amateur choir singers with the voice type soprano.

Available population: 4 choirs in the Carinthian town Moosburg (Austria) and its vicinity

Patient sample: 30 female singers who volunteered to participate in the study.

The patient sample is divided into a control group (group 2) and a study group (group 1):

Control group: no osteopathic treatment; weekly choir rehearsals only

Study group: three osteopathic treatment sessions in addition to the weekly choir rehearsals.

12.4.3 Division of the participants into the two groups

The random attribution of the participants to one of the two groups followed a randomization by choice procedure – this means that the singers were free to choose the group (Sommerfeld 2006, p 66). The author decided to follow this procedure because some of the singers were only willing to participate in the study if they would

really receive a treatment, while others were willing to participate in the measurement of their vocal range but did not want a treatment (due to time constraints). However, attention was paid that the participants' decision was influenced neither by the author of the study nor by other singers. To guarantee that this process of randomization cannot influence the measurement results, it was important to make sure that the measurements of the singers' vocal compass were carried out in such a way that the group attribution of the respective participant was not known to the person carrying out the measurements.

12.4.4 Inclusion criteria

Female soprano singers aged between 16 and 60 years (cf. Chapters 'Development of the voice from infancy to adulthood' and 'Classification of the pitch of the voice'). For reasons of obtaining a homogenous patient sample the participants were limited to the voice type soprano.

The range of the singers' voices is not measured before 10am or the singers had to be awake for at least 3 hours already. (cf. Chapter 'Sound Generation')

12.4.5 Exclusion criteria

Female singers who sing more than 3 times per week in a choir or attend voice training sessions in addition to their activity in the choir.

Singers with diseases affecting the ENT regions or singers who take any medication affecting the ENT regions.

12.4.6 Recruitment of participants

The author of this thesis presented the project personally to the members of various choirs and asked the soprano singers to participate in the study. The singers were given one week time to think the issue over and were asked to contact the author by telephone or personally if they wanted to participate. On this occasion they could already choose the group they wanted to be in.

12.4.7 Reliability

The range of the singers' voices was measured by Ms. Forma P., a professional vocal coach at the Landesmusikschulwerk Kärnten (Association of Carinthian Music Schools), who did not know to which group the participants belong.

Ms. Forma accompanied the singers on the piano during their interval singing adhering to the following procedure:

Ms. Forma played the starting pitch on the piano and the singers had to sing one octave up from this starting pitch. (The first note was the same for all: c1). The same procedure was repeated a half-tone higher (cis1). Each time the starting pitch went up one half-tone and the singers had to sing one octave up until they reached their highest pitch. Also the lowest pitch was identified with the same procedure with the difference that the singers had to sing one octave down from the starting pitch.

The measuring scale used in this procedure was the chromatic scale based on the tuning of the piano with a = 440 Hz. Before the measurement the piano was tuned by a professional piano tuner.

The interval singing was always carried out in the same room and without any audience.

Author's comments:

Since the participants are only amateur singers their interval singing for the measurement of the range of their voices had to be accompanied by the piano, in particular to motivate the singers to this way of solo singing (psychological aspect). Even though technical appliances cannot differentiate between the human voice and the piano the above described procedure was the only way to proceed also because usually inexperienced singers cannot sing so well when wearing headphones. Therefore the validity of the measurements of the vocal coach had to be evaluated as follows:

12.4.8 Validity

The apparatus that was used for the measurement was a Chromatic tuner CA-40 of the company KORG, Tokyo, Japan. This apparatus is used for tuning different pitches

in big orchestras (e.g. the Vienna Philharmonic Orchestra) and can measure tone series from A0 to c8, which goes way beyond the range of the human voice.

The following procedure was meticulously observed:

First, it was checked whether the apparatus indicated the same pitch as the pitch played by the piano. Since this was the case, a teacher of the music school hit a key on the piano and the author of the study sang the pitch, while the teacher checked with the chromatic tuner whether the pitch of the singer was the same as the pitch of the piano. At the same time Ms. Forma, who could neither see the piano nor the measuring apparatus, had to say whether the voice and the piano had the same pitch. She was able to recognize all correct pitches and all wrong pitches, thus a 100 per cent consistency between the chromatic tuner and Ms. Forma was given.

The validity check was carried out on two different days at an interval of one week.

12.5 Statistical analysis

The data were collected in two CSV files and processed with the statistic package R (Sachs / Hedderich, 2006).

The first step was to visualize the vocal compass established in the first and second measurements of the singers in the two groups by means of box plots diagrams, which is a simple way of illustrating minimum, maximum, median and quartile values and thus measures of central tendency and measures of dispersion.

These values suggest that

1. at the time of the first measurement the two groups represented a single homogenous basic population (since with the exception of one outlier in the control group with a very big vocal compass hardly any differences can be observed between the two groups in the first diagram),
2. the vocal compass in group 1 (study group) has expanded after the osteopathic treatment and
3. the vocal compass in group 2 (control group) whose participants did not receive an osteopathic treatment remained basically the same.

These first indications have to be verified by means of statistical tests including an evaluation of the distribution of the measured values.

Due to the discrete nature of the measurement values a continuous distribution like a normal distribution can only serve as approximation. Its plausibility is evaluated and confirmed by means of quantile plots. It shows that a normal distribution of the collected data is given, which is an important precondition for the ANOVA tests.

Further tests (f-test to verify the hypothesis: “the variance of the two groups is the same” and Welch test) confirm the first assumption of the explorative analysis, i.e. the mean values and variances of both groups at the moment of the first measurement can be regarded as similar. This means that fair initial conditions were given for the evaluation and none of the two groups (with or without osteopathy) is either advantaged or disadvantaged.

The fact that the study is a non-blinded study (of course, the participants know exactly whether they receive a treatment or not) has to be taken into account in the consideration whether a significant expansion of the vocal compass can be observed in the individual groups, i.e. either with or without osteopathic treatment. Of course, the statistical analysis cannot determine in how far the osteopathic treatment as such or the subjective attitude of the participant towards this form of therapy had an influence on the results.

After the evaluation of the hypothesis, whether the mean values of the first and second measurement are similar, by means of the t-test for paired samples, also an ANOVA analysis (analysis of variance) is carried out.

12.6 Results

The f-test confirms a highly significant influence of the factor ‘group’, i.e. the positive influence of an osteopathic treatment on the vocal compass of the participants in group 1 can be confirmed.

Since an explorative analysis of the collected data already suggested that an expansion of the vocal compass could be achieved in group 1 after the osteopathic treatment sessions, the positive influence of the treatment on the participants’ range of voice could actually be confirmed with the f-test in the ANOVA model.

12.7 Discussion

The present study shows that the singers who received an osteopathic treatment actually were able to significantly expand their vocal compass within the framework of this study. One objection could be that the study does not have a lot of relevance due to the small number of participants. Thus it would be recommendable to carry out a follow-up study with a much larger number of participants.

Further, it has to be critically questioned whether the expansion of the vocal compass is actually attributable to the osteopathic treatment or whether other factors (also) played a role, in particular because the study was not blinded. It is possible that, for instance, the participants' positive attitude and expectations towards the effectiveness of the treatment could have had an influence. In contrast, one could also argue that exactly these expectations could produce a certain pressure to perform, which in turn would have a negative effect on the measurements in the study group, while the singers of the control group do not have this pressure and can deliver a better "performance" in the second measurement since they are already familiar with the situation.

One problematic issue was the set number of three treatments to ensure a scientific approach. A limitation of treatment sessions actually contradicts the osteopathic principle of individuality because two persons will never be exactly the same and the therapist can never know in advance how many times he/she needs to treat the patient (test person) in order to achieve the desired balance and to be able to tell the patient (test person) that it is (at the moment) not necessary to receive further treatment. In the cases of three singers one treatment session would have been enough according to the author's opinion, while three other singers continued the course of treatment also after the end of the study period, because there were more problems to treat. Those three singers were exactly the ones where no or only very little improvement of vocal compass could be observed. Out of personal interest their vocal compass was assessed after the definitive end of the osteopathic treatment and in this measurement a clear expansion could be observed.

Another interesting aspect of the study, which, however, was not ascertained statistically, is the following: the participating singers were soprano singers from four different choirs based in the vicinity of the Carinthian town Moosburg (Austria). Even

though all four choirs consist of amateur singers, one has a significantly higher artistic level which is also reflected by the songs the choir performs. What was interesting was that the singers of this particular choir (Participants number 3, 5, 6, 7, 12) showed a much greater expansion of their vocal compass than the other test persons. This could indicate that these singers can avail themselves better of their body, which was in a better balance after the treatments, and were more able to use this new body feeling in their singing performance than the less sound singers. With regard to this observation it would be interesting to carry out a similar study among professional singers.

Since the present study confirms the positive effect of osteopathy on the human voice, an increased application of osteopathy in this field seems to offer itself. This could be an effective addition to vocal and phonation training for people who are committed singers.

12.8 Reference

Alavi Kia R., Schulze-Schindler R., (1999) Sonne Mond und Stimme. 3. Aufl., Aurum. Braunschweig.

Amon I., (2000) Die Macht der Stimme, Überreuter Verlag, Wien, Frankfurt

Barral J.-P., (2007) Die Botschaft unseres Körpers, 2. überarb. Aufl. Südwest Verlag. München.

Barthélémy Y. (1984) La voix libérée, Editions Robert Laffont, Paris

Barral J.-P., (2008) Manipulation kranialer Nerven, Urban und Fischer, München, Jena

Berger A., (2009) Die Stimme als Instrument, Diplomarbeit Uni Wien, Studienrichtung Musikwissenschaft

Bernhard B. M., (2002) Sprechtraining, öbv&hpt, Wien

Baum G., (1972) Bausteine für Musikerziehung und Musikpflege, Abriss der Stimmphysiologie, Schott Mainz, London, Madrid

Böhme G., (1974) Stimm-, Sprech- und Sprachstörungen, 2. Aufl. Fischer, Stuttgart

Böhme-Köhler A., (1921) Lautbildung beim Singen und Sprechen, 4. Aufl. Friedrich Brandstetter, Leipzig

Dorn F., (1957) Physik, H. Schroedel Verlag, Hannover, Berlin, Darmstadt, Dortmund

Fischer-Junghann E. (1964) Gesangsbildungslehre, Quelle & Meyer, Heidelberg

- Fleischer F., Weese P. (2008) Der Einfluss der osteopathischen Behandlung bei funktioneller Stimmstörung, Privat Schule für Klassische Osteopathische Medizin, Hamburg
- Fuchs V., (1967) Die Kunst des Singens, Bärenreiter Verlag, Kassel
- Grohnfeldt M., (2004) Lehrbuch der Sprachheilpädagogik und Logopädie, Bnd. 5, Kohlhammer Stuttgart
- Guinea P. A., Chou R., Vianna A., Lovenheim J. (2005) Effects of osteopathic Manipulative treatment on pediatric patients with Asthma, Journal JAOA, Vol 105, Nr 1, aufliegend in Bibliothek von Maidstone (S7-12)
- Gundermann H. (1991) Phänomen Stimme, 3. Aufl., Gustav Fischer Verlag, Stuttgart Jena, New York
- Gundermann H. (1994) Phänomen Stimme, 4. Aufl., Ernst Reinhardt Verlag, München, Basel
- Gundermann H. (1995) Heiserkeit und Stimmchwäche, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart Jena, New York
- Hamann K.-F. Hamann K., (2004) Rund um die Stimme, Zuckschwerdt Verlag, München
- Hammer S., (2005) Stimmtherapie mit Erwachsenen, 2. Aufl., Springer Verlag, Heidelberg
- Hempel G., (2006) Does an osteopathic treatment influence the human voice? Krems: Masterthese. Donau-Universität Krems
- Hofbauer K., (1978) Praxis der chorischen Stimmbildung, Schott Verlag, Mainz
- Hülse M. (2003/2) Der Einfluss der extralaryngealen Muskulatur auf funktionelle Stimmstörung, Zeitschrift Osteopathische Medizin (S. 4-9), aufliegend in der Bibliothek der WSO Wien ID-Nr. 30012
- Hülse M., Neuhuber W., Wolff H.-D., (2005) Die obere Halswirbelsäule, Springer, Heidelberg
- Kaluza C. L., Goering E. K., Kaluza K. N., Gross A., (2003/2) Osteopathischer Ansatz bei Omohyoid-Dysfunktion, Zeitschrift Osteopathische Medizin (S17-20), aufliegend in der Bibliothek der WSO Wien ID-Nr. 30012
- Kipp F.A., (1985) Indizien für die Sprachfähigkeit fossiler Menschen; in Anthropologie, Verlag Freies Geistesleben, Stuttgart

- Korda V., Nemetz-Fiedler K., Wieninger H., (1972) Musik in Europa 2. Teil, Musikverlag Doblinger, Wien
- Kreutzer R., (1996) Stütze!?! Atemtechnik für Sänger und Bläser, Eigenverlag, Druck Ritter GesmbH, Klagenfurt
- Liem T., (2005) Kraniosacrale Osteopathie – ein praktisches Lehrbuch. 4. Aufl. Hippokrates. Stuttgart.
- Ligner B., van Asche R., (1993) Gelenke der unteren Extremität, 1. Aufl., Verlag für Osteopathie, Dr. E. Wühr, Kötzing
- Linklater K., (2005) Die persönliche Stimme entwickeln, 3. Aufl., Ernst Reinhardt Verlag, München, Basel
- Luchsinger R. und Arnold G.E. (1970) Stimm und Sprachheilkunde, Band 1, 3. Aufl., Springer-Verlag, Wien, New York
- Luchsinger R. und Arnold G.E. (1970) Stimm und Sprachheilkunde, Band 2, 3. Aufl., Springer-Verlag, Wien, New York
- Maier O., (2008) Thorax, Vortrag und Skriptum WSO Wien
- Malin L., (2009) Der Einfluss der Atemtherapie auf die menschliche Stimme, Lit Verlag, Berlin
- Mathelitsch L., Friedrich G., (1995) Die Stimme, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg
- Meert G.F., (2007) Das venöse und lymphatische System aus osteopathischer Sicht, 1. Aufl., Urban & Fischer
- Middendorf I., (2007) Der erfahrbare Atem, 9. Aufl., Junfermann. Paderborn
- Möckel E., Mitha N., (2009) Handbuch der pädiatrischen Osteopathie, 2. Aufl., Urban und Fischer, München
- Moll A., (1927) Singen und Sprechen, Reclamverlag, Leipzig
- Moor K.L. und Persaud T.V.N. (2007) Embryologie, 5. Aufl., Urban und Fischer, München, Jena
- Münch G., (2009) Die Manuelle Stimmtherapie, 3. Aufl., Schulz-Kirchner Verlag, Idstein
- Münch G., (2009) Die erweiterte Manuelle Stimmtherapie, 2. Aufl., Schulz-Kirchner Verlag, Idstein
- Myers T.W., (2004) Anatomy Trains, Urban und Fischer. München
- Nawka T., Wirth G., (2008) Stimmstörungen, Deutscher Ärzte Verlag, Köln

- Nowak C., (1999) Elementare Musiklehrer und Grundlagen der Harmonielehre, DUX-Verlag, Speyer
- Nuschaefler-Rube et al. (1996) Computergestützte 3D-Phonetographie, Zeitschrift HNO 1996/10, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg
- Pahlen K., (1996) Die große Geschichte der Musik, List Verlag, München
- Paoletti S., (2001) Faszien, 1. Aufl., Urban und Fischer, München, Jena
- Pfrogner H., (1967) Lebendige Tonwelt , Georg Müller Verlag, München Wien
- Pschyrembel (1998) Klinisches Wörterbuch, Walter de Gruyter, Berlin, New York
- Sachs L., Heddenrich J. (2006) Angewandte Statistik, Springer, Berlin, Heidelberg, New York
- Saus W., (2006) Oberton Singen, 2. Aufl., Traumzeit-Verlag, Battweiler
- Scheufele Osenberg M., (2002) Die Atemschnle, Schott. Mainz
- Schneider B., Bigenzahn W. (2007) Stimmdiagnostik ein Leitfaden für die Praxis 1st Edition, Springer Verlag, Wien, New York
- Schwind P., (2009) Fascien- und Membrantechnik, Urban und Fischer, München
- Siegmüller J., Bartels H., (2010) Leitfaden Sprache-Sprechen-Stimme-Schlucken, 2.Aufl., Urban und Fischer, München
- Sommerfeld P. (2006) Methodologie, 3. überarb. Version, Wien
- Spieker-Henke M., Wolkenhauer A. (2003/2) Der Einfluss der extralaryngealen Muskulatur auf funktionelle Stimmstörung, Zeitschrift Osteopathische Medizin (S10-16), aufliegend in der Bibliothek der WSO Wien ID-Nr. 30012
- Spitzer M. (2004) Musik im Kopf 4. korr. Nachdruck der 1. Auflage, Schattauer Verlag, Stuttgart, New York
- Steiner C., Welz E., (1999) Osteopathie bei PatientInnen mit funktioneller Dysphonie, Deutsches Osteopathie Kolleg, Rohrdorf
- Sundberg J., (1997) Die Wissenschaft von der Singstimme, Orpheus Verlag, Bonn
- Tesarek L., (1997) Kleine Kulturgeschichte der Singstimme von der Antike bis heute. Böhlau Verlag. Wien – Köln- Weimar
- Trojan F., (1952) Die Generatoren des stimmlichen Ausdrucks, 2. erg. Aufl., Maudrich, Wien
- Putz R., Papst R., (2000) Sobotta, Urban und Fischer, München, Jena
- Weikl B., (1995) Das Bedürfnis Singen, gudrun Schröder Verlag, Bonn

Welz E., (1999) Osteopathie bei PatientInnen mit funktioneller Dysphonie, Deutsches Osteopathie Kolleg

Wirth G., (1995) Stimmstörungen, 4. überarb. Aufl., Dt. Ärzte-Verlag Köln

Zi N., (1988) Die Kunst richtig zu atmen, Knauer Verlag, München

