

Zu einigen gesangswissenschaftlichen Grundsätzen und Untersuchungen bei Kunstgesangsstimmen

Dissertation
zur Erlangung des Grades des Doktors der Philosophie
bei der Fakultät für Geisteswissenschaften
Fachbereiche Sprache, Literatur, Medien & Europäische Sprachen und Literaturen
der Universität Hamburg

vorgelegt von

Gert Fehlow

aus

Wentorf, Schleswig-Holstein

Hamburg, 2009

Als Dissertation angenommen von der Fakultät für Geisteswissenschaften,
Fachbereiche Sprache, Literatur, Medien & Europäische Sprachen und Literaturen
der Universität Hamburg aufgrund der Gutachten
von Herrn Prof. Dr. Magnús Pétursson
und Herrn Prof. Dr. Albrecht Schneider
Hamburg, den 15.01.2007

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	7
I Einleitung	9
1. Kurzer geschichtlicher Überblick zu den Stimmgattungen	9
2. Kurzer geschichtlicher Überblick über die Erforschung der Stimmphysiologie ..	24
II Zielsetzung	43
1. Vorwort	43
2. Sonographische Registrierung und Versuchspersonen	44
3. Datenanalyse nach Versuchspersonen	47
III Akustische Grundlagen der musikalischen Wahrnehmung	49
IV Eigenschwingung und Resonanz	57
V Zur Entstehung der Sprachformanten (Vokalformanten) und der Sängerformanten (Gesangsformanten)	67
VI Das Stimmorgan	97
1. Grundsätzliche Gegebenheiten im menschlichen Stimmorgan anhand anatomisch-topographischer Beschreibungen	97
VII Gesangswissenschaftliche Untersuchungen und Auswertungen anhand des empirischen Materials	107
1. Zur Systematik komplizierter Prozesse eines gesangsphysiologischen Ablaufs im stimmgesunden Organ	107
2. Untersuchungen zur Kunstfertigkeit der Koloratur am Beispiel der Silbe „ja“ im Bereich der Tessitur a-g ²	122
3. Untersuchungen zur Kunstfertigkeit des Trillers	133
4. Untersuchungen eines isoliert gesungenen α -Vokals im forte auf der Tonhöhe b ²	140
5. Explizite Anforderungen und Besonderheiten der Klangbildung an das Stimmorgan beim Kunstsingen	150
6. Untersuchungen eines isoliert gesungenen u-Vokals im piano auf der Tonhöhe E	167
7. Untersuchungen eines mit sinkender Tonhöhe exponierten Quintsprungs am Beispiel des Wortes „Kette“ im Bereich der Tessitur H-E	179

8. Vergleich objektiver sonographischer Stimmanalysen und -diagnosen des stimmtechnisch-künstlerischen Deckvorganges mit dem Nichtdeckvorgang am Beispiel der vierten Silbe des im forte gesungenen Wortes „Vivificantem“ auf der Tonhöhe e ¹	191
9. Untersuchungen der zweiten Silbe des im forte gesungenen Wortes „gelingt“ auf der Tonhöhe e ¹	202
10. Untersuchungen eines im fortissimo lang anhaltenden Tons (Ligatur) am Beispiel des Wortes „Triumpf“ auf der Tonhöhe cis ¹	211
11. Untersuchungen eines mit steigender Tonhöhe exponierten Duodezimensprungs und abwärts führender kleiner Sekunde am Beispiel des Wortes „Fülle“ im Bereich der Tessitur ais-e ² -dis ²	218
12. Untersuchungen eines in mezza voce isoliert gesungenen e-Vokals im Bereich der Tessitur c ² -a ²	225
13. Untersuchungen des im frei Vortrag in mezza voce gesungenen Wortes „Morden“ im Bereich der Tessitur cis ¹ -d	239
14. Untersuchungen des im gestützten Falsett gesungenen Wortes „Schein“ auf der Tonhöhe g ¹	253
15. Untersuchungen eines im fortissimo gesungenen i-Vokals am Beispiel des Wortes „Adelaide“ auf der Tonhöhe d ¹	262
VIII Ergebnisse	269
IX Schlußbetrachtung	303
X Abbildungen (farbig)	309
XI Werkverzeichnis	313
XII Verzeichnis der im Text genannten Quellen	315
XIII Bibliographie	347

Vorwort

Die vorliegende Arbeit stellt meine Dissertation dar, die im Januar 2007 von der Fakultät für Geisteswissenschaften, Fachbereiche Sprache, Literatur, Medien & Europäische Sprachen und Literaturen der Universität Hamburg, angenommen wurde.

Die vorliegende Dissertation verdankt ihr Entstehen dem entscheidenden Anstoß durch meinen Doktorvater, Herrn Prof. Dr. Magnús Pétursson. Er hat mein Interesse, das zunächst vornehmlich auf gesangspädagogische Probleme ausgerichtet war, für gesangswissenschaftliche Fragen hinsichtlich experimenteller Untersuchungen bei Kunstgesangsstimmen, bekräftigt. Dafür und für wertvolle Hinweise in Verbindung mit den abgehandelten Fragen spreche ich ihm meinen herzlichen Dank aus.

An dieser Stelle sei dankend erwähnt, daß nur mit Hilfe interessierter Gesangsstudenten und Sängern, insbesondere durch die tatkräftige Hilfe von Herrn Kammersänger Prof. Harald Stamm, die Vorlage dieser Abhandlung möglich wurde.

Die Gewinnung und Überzeugung von Gesangsstudenten und Sängern war schwierig, weil gegen Meßtechniken mittels apparativen und wissenschaftlichen Untersuchungsverfahren im allgemeinen eine Ablehnung besteht.

Erwähnt werden muß auch, daß der bibliographische Zugriff oft schwierig war, weil entsprechende Arbeiten, Forschungsberichte und -ergebnisse zu dieser Thematik verstreut in den verschiedensten Bibliotheken zu finden sind.

Ebenso gilt mein herzlicher Dank dem Leiter des Tonstudio der Hochschule für Musik und Theater Hamburg, Herrn Prof. Rainer Hecht, der sich für die Durchführung technischer Aufnahmemöglichkeiten großzügig zur Verfügung gestellt hat.

Herzlich danken möchte ich auch meinem Zweitgutachter Herrn Prof. Dr. Albrecht Schneider, und den weiteren Betreuern der Dissertation, Frau Prof. Dr. Gerlinde Renzelberg, Herrn Prof. Dr. Joahn Corthals und Herrn Prof. Dr. Alfons Welling, die sich großzügig zur Verfügung gestellt haben.

Ein herzlicher Dank gebührt noch Herrn Daniel Wittern, der als Mediengestalter der Firma Wittenberg Copyshop GmbH mit viel Mühe und Unterstützung die Text- und Bildgestaltung für die elektronische Veröffentlichung vornahm sowie durch die Konvertierung entstandenen zahlreichen Nachkorrekturen. Die von Ihm digitalisierten und gefertigten Sonagramme nebst Abbildungen, Notenbeispielen, Schemata und Tabellen wurden in den neu gestalteten Manuskripttext eingefügt und fachgerecht in den Computer eingegeben. Herr Wittern war in hohem Maße engagiert und ging stets in freundlicher Bereitschaft auf meine Wünsche ein.

Allen, die durch spezielle Anregungen und Hinweise die Dissertation gefördert, mich mit sachkundiger Kritik unterstützt und mir auch sonst manche Hilfe geleistet haben, möchte ich meinen herzlichen Dank aussprechen.

Hamburg, im Dezember 2009

I Einleitung

1. Kurzer geschichtlicher Überblick zu den Stimmgattungen

Von den bereits im antiken Griechenland und Rom erzieherischen „Phonasken“ als Stimmbildner und der dadurch verlangten naturwissenschaftlichen Studien einer Aufstellung einer genauen Theorie der stimmlichen Vortragskunst durch den griechischen Philosophen Aristoteles (384/383-322 v. Chr.), konnten sich, in der Folgezeit durch Forderungen namhafter gelehrter Griechen und Römer (Theophrast, Dionysios von Halikarnass, Cicero, Quintilianus u. a.), nach einer modellierfähigen Stimme in Wohllaut und Schallfähigkeit, Melodik und Dynamik, Kraft und Umfang der Stimme, Klangfarbe und Beweglichkeit, virtuose Arten des Vortrages herausbilden. Wort, Ton und Körperbewegung bildeten innerhalb der Stimm- und Redekunst mit ihrer ästhetischen Wirkung durch die Stimmausbildung ein einheitliches Ganzes.

„Erstrebten die Griechen in der Vokalkunst harmonische Einheit, so bevorzugten die Römer die vereinzelte Meisterschaft, das Talent des Virtuosen. Hatte ein Künstler die Kraft und die Schönheit seiner Stimme verloren, so mußte er von der Bühne abtreten.“¹

War das *Wissen um die physiologischen Vorgänge* bei der Stimmgebung in der Antike noch reichlich verschwommen, so begründete erst im 2. Jahrhundert n. Chr. Claudius Galenus (129-199 n. Chr.) (Abb. 1), „der aus Griechenland stammende Leibarzt des römischen Kaisers Marcus Aurelius, die Wissenschaft vom Kehlkopf durch eine Beschreibung der *Stimmbänder*, dem bei der Öffnung der Stimmlippen gebildeten Spalt hat er den Namen *Glottis* gegeben.“² „Jahrhundertlang standen die Schriften von Galenus in hohem Ansehen; mit Aristoteles vertrat er eine teleologische, durch Endzwecke bestimmte Auffassung der Natur und wandte sich gegen Zufälligkeiten im Entwicklungsverlauf, so als ob er eine Regelung und Steuerung der Stimme schon vorausgeahnt hätte. Nach Galenus ging mehr als ein Jahrtausend vorüber, ehe wieder einige Fortschritte in der Stimmforschung verzeichnet werden konnten.“³

Nach dem Untergang der griechisch-römischen Antike war das 4. Jahrhundert die Zeit großer liturgischer und musikalischer Reformen in Italien und Rom. Die griechische Sprache wurde in der römischen Liturgie durch das Latein ersetzt.

„Von Griechenland und Rom konnte der kirchliche Gesang nur wenig übernehmen. Dort waren Musik und Sprache zu einer Einheit verschmolzen. Der Rhythmus der Melodie war stets der der Sprache. Auf jede Silbe kam ein Ton.

Der Gesang der Christen mußte dorthin zurückgehen, wo das Christentum entstanden war, in den Orient. Das Singen folgte dort eigenen, physiologisch bestimmten Gesetzmäßigkeiten.

Die Juden liebten es, der Endsilbe eines Wortes eine freie Folge von Tönen anzuschließen, bis sich der ekstatische Überschwang erschöpft hatte.“⁴ Gesang in *Melismen* verbreitete sich im ganzen Orient.



Abb. 1: Der griechisch-römische Arzt Claudius Galenus (aus Mathelitsch und Friedrich, 11995)

Durch Eindringung der Praxis des antiphonalen Vortrages in christliche Kreise, der sich unmittelbar, durch vorherige rasche Verbreitung und Übernahme von Klöstern in Syrien und Palästina, vom altjüdischen Tempelgesang herleitet, konnte sich durch seine melismatischen Gesänge, nach Erlaß des Ediktes von Mailand (313 n. Chr.), durch den ersten christlichen Kaiser Konstantin I., dem Großen (280-377), nach Westen verbreiten.

Durch Ausbreitung und Erstarkung des Christentums entstanden Erzbistümer und Klöster in relativer Unabhängigkeit vom heidnisch-antiken Rom, was eine faktische Teilung des römischen Weltreichs in ein Westreich und ein Ostreich (395 n. Chr.) mit der kaiserlich-christlichen Residenz Byzanz (Konstantinopel) nach sich zog.

Die West- und Ostkirche trug, bis zur endgültigen Unabhängigkeit 1054 von Rom (Schisma)⁵, durch ihre Liturgie wesentlich zur Wahrung und Förderung der künstlerischen Entwicklung bei, welche mit dem Gregorianischen Gesang als ein Substrat der ältesten religiösen und weltlichen Gesänge östlicher und westlicher Herkunft und der in den Dienst beider Kirchen gestellten menschlichen Stimme zu neuen musikalischen Ergebnissen führte.

Der zum großen Teil aus dem Osten stammende - die zu den von Papst Gregor I. geordneten Texten gehörende Musik sind die „altrömischen“ Melodien mit neuen, in Italien entstandene - größtenteils in Rom umgeformte „neurömische“ Choral ist seit dem Mittelalter bis in unsere Gegenwart hinein unter dem Begriff *Gregorianischer Choral* bekannt.

Der Gregorianische Choral, benannt nach Papst Gregor I. (590-604), ist die erste große musikalisch-künstlerische Leistung der Christenheit und zugleich die älteste, bis heute lebendige Kunstform des Abendlandes. Durch unverkennbaren Einfluß der jüdischen Gesänge

auf die Gregorianik wurde der liturgische Gesang der römisch-katholischen Kirche, „bestehend aus accentischen und concentischen Grundelementen, aus denen sich unmittelbar gewisse Parallelen zum italienischen Operngesang des 17. und 18. Jahrhunderts ziehen lassen“⁶, seit der Entstehung, in der zweiten Hälfte des 7. Jahrhunderts einstimmig linear, ohne jede instrumentale Stütze oder Begleitung, in lateinischer Sprache ausgeführt.

Auf der Grundlage der Kirchentonarten entwickelten sich zwei Formen des Gregorianischen Chorals *Accentus* und *Concentus*, jener rezitativisch für jede Silbe eine Note auf einer Tonhöhe in einer ins Singen erhobenen Deklamation (Psalmen, Lesungen, Gebete), dieser mehr melodisch-melismatisch als eigentlicher Gesang (Hymnen, Meßgesänge, Antiphonen, Responsorien), „der im Wort-Ton-Verhältnis mit einfacher *Syllabik*, in der je Silbe ein Ton gesungen wird, über *Gruppenmelodik* bei einzelnen Silben zu reicher *Melismatik* (von griech. »mélisma«, melodische Verzierung) (d. Verf.), in der auf jede Silbe viele Töne kommen.“⁷ Von besonderer Ausdehnung sind die *Alleluia-Vokalisen*, die in freudiger Ausgestaltung als Vorläufer der Koloratur - Ausschmückung und Verzierung einer Melodie mit einer Reihe umspielender Töne - auf der letzten Silbe mit dem Jubilus (im Notenbeispiel 1 nicht zu sehen) enden und für die Entstehung der Sequenz von Bedeutung sind.

Das folgende Notenbeispiel zeigt eine Alleluia-Vokalise, die später auf einen lateinischen Text (Halleluja) umgesungen wurde und etwa so klang:



Notenbeispiel 1: Alleluia-Vokalise (nach Herzfeld, 1961)

Die Alleluia-Vokalise ist ursprünglich mit dem Amen, in der Liturgie nach dem Gebet des Priesters, als spontane Zurufe in längerer oder kürzerer Form akklamatorischen Charakters von der Gemeinde (Volkseinwürfe) durch Bestätigung und Bekräftigung ausgeführt worden.

„In der konzertanten Kirchenmusik der Neuzeit (etwa in den Oratorien Händels, am ausdrücklichsten wohl im *Hallelujah* des *Messiah*, und in den Messen der Wiener Klassik, z.B. dem Gloria aus Beethovens *Missa solennis*) hat es in Gestalt melodisch schmuckloser, syllabisch deklamierter, stark akzentuierter und häufig wiederholter Rufe des Chores als des Vertreters der kultischen Gemeinde eine charakteristische Verwirklichung gefunden.“⁸

Der heutige Sprachgebrauch bezeichnet mit der Melismatik vor allem die Vokalisen in der mittelalterlichen Ein- und Mehrstimmigkeit (responsoriale Psalmodie, Organum) und schließt grundsätzlich auch die *Koloratur* (von lat. »colorare«, färben), den *Triller* (ital., trillo) und andere Arten der Verzierung ein. „Wie die Koloratur ist auch der Triller nicht nur als Verzierung von Bedeutung, sondern als sicheres Stimmbildungsmittel, das einen schlanken, gleichmäßigen Ansatz der Stimme und eine ruhige Atemführung sichert, gleichzeitig aber auch das Gefühl des Sängers für die Kräftigung und die Intensität der Stimme weckt.“⁹

Diese Betrachtungen sind im Rahmen der vorliegenden Arbeit deshalb von Bedeutung, weil Verzierungsbeispiele der Koloratur und des Trillers aus Opern von Otto Nicolai (1810-1849) und Friedrich von Flotow (1812-1883) durch Alt-Mezzostimmen anhand des empirischen Materials im 2. und 3. Abschnitt des VII. Kapitels zur gesangswissenschaftlichen Auswertung kommen.

„Das Klangideal des Mittelalters war die schöne und sanfte Tongebung und gehaltene Würde, der Ton, der zum Himmel schwebt und die Seele läutert. Die Expansionsmöglichkeit der Stimme war eingeschränkt, die besondere Affektbetonung durch die stimmlichen Spannungen in der Höhenlage fehlte ebenso wie spezifische Ausdruckskraft in der tiefen Stimmelage.“¹⁰ Denn kunstvoller Gesang galt bei den Kirchenvätern überwiegend als heidnisch und anstößig, da gesungene im Affekt geladene Phrasen die sinnliche Andacht der Gemeinde stören könnten.

Indessen muß betont werden, daß es sich im Kunstgesang bei gesungenen im Affekt geladenen Phrasen um einen „Brustschlag“ handelt, welcher die italienische Schule mit *Colpo di petto* bezeichnet und sich nach heutigen Erkenntnissen der Stimmphysiologie auf eine Urfunktion der Muskelbewegung stützt. Dieser „Colpo“, der bei Affektäußerungen (Angst, Schreck, Freude usw.) mit großer Schnelligkeit ausgeführt wird und nahezu aller zum Singen nötige Muskulaturen reflexartig innerviert, ist gewissermaßen nur eine komprimierte Form des Appoggiare. Dies verlangt eine physiologisch richtige Stützpraktik, die nur dann gewährleistet ist, wenn die inspiratorische Gegenspannung beibehalten wird. Aus dem, was wir im VII. Kapitel auf Seite 160 und 162 ausführen, kommt zudem die österreichische Gesangspädagogin I. Doll 1982 zu einer stimmbildnerischen Aussage, wenn sie schreibt: „Erste Grundlage des *gedeckten Singens* ist die richtige Atemführung und das mit Beginn der Atemschulung meist auch eine Körperhaltungskorrektur einsetzen muß, weil mit einem Haltungsschaden der Sänger die inspiratorische Gegenspannung nicht aufrichten kann. Das Beibehalten der Einatmungsstellung während des Singens bewirkt in Verbindung mit dem hohen Stimmsitz bei zunehmender Tonhöhe das Einsetzen des „colpo di petto“, der eine minimale Luftabgabe an die Stimmritze garantiert.“¹¹ Schon der italienische Kastrat und Gesangspädagoge Giovanni Battista Mancini (1714-1800) verwies auf die Bedeutung der „forza naturale del petto“¹², auf die anhand des Koloraturbefundes auf Seite 125 und 132 noch eingegangen wird.

Unter der Gesamtheit der am Gottesdienst mitwirkenden Geistlichen sonderte sich allmählich eine eigene Gruppe aus, deren kunstvolle Gesänge eine spezielle Ausbildung erforderten als die liturgischen Lesungen. Durch Ausübung des geistlichen Ziergesangs kam es daher zu neuen kirchlichen Forderungen und schließlich zur Gründung der römischen *Schola cantorum*¹³, einer „Sängerschule“ (lat., kurz: schola, auch ordo), die sich im engeren Sinne als Bezeichnung für den beruflichen Sängerkhor am Hofe des Papste in Rom verstand.

„Sicher bezeugt ist die Schola cantorum zuerst im *Liber pontificalis* für die Zeit des Papstes Deusedit II. (672-676). In der späteren Überlieferung wurde ihre Gründung auf Gregor I. (590-604) oder gar Silvester I. (314-335) zurückgeführt.“¹⁴

Abb. 2 veranschaulicht nach dem Vorbild der Schola cantorum entstandene *Sängerschulen*, die sich in ganz Europa verbreiteten und der gesanglichen Ausbildung von Klerikern und der korrekten Überlieferung des Gregorianischen Gesanges dienten. Einige Autoren berichten, daß die Schulen von St. Gallen, Metz und Tours vorbildlich waren.

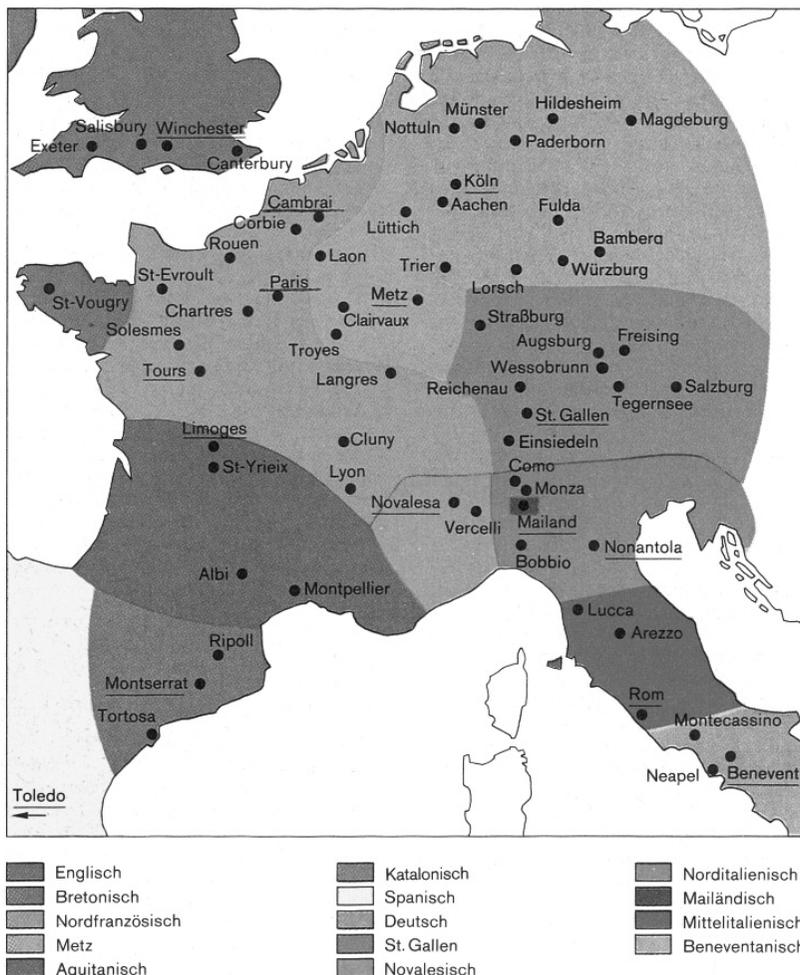


Abb. 2: Die zentralen Sänger- und Schreibschulen des ma. Chorals mit ihren Einflußbereichen (nach Michels, 2001). Die farbliche Gestaltung dieser Abbildung ist auf Seite 309 zu ersehen.

In den daneben bei Klöstern und größeren Kirchen entstandenen Schulen wurden auch Knaben, neben der allgemeinen Ausbildung, im gottesdienstlichen Gesang unterrichtet. Im 7./ 8. Jahrhundert bestand die Schola cantorum aus 7 Mitgliedern, wobei die ersten drei *Prior* (*Primicerius*), *Secundus* (*Secunderius*), *Tertius scholae* wohl auch solistisch und der 4. Sänger als *Archiparaphonista* („Erznebensänger“), der neben der Leitung des Chores auch

gewisse liturgische Aufgaben zu erfüllen hatte, hervortraten. Der 5.-7. *Paraphonistae* („Nebensänger“) hießen diejenigen Sänger, die in paraphonen Intervallen, Quinte und Quarte sangen.

Im mittelalterlichen Organum bezeichnet *Paraphonie* [*Paraphonia*] (lat., von griech. παραφωνία) ein Parallelgesang in Quinten oder Quartan, welche als Terminus in Analogie das Überschnappen der Stimme („Kicksen“) bedeutet, wenn die Stimme vom Vollton in einen dünnen Klang abrupt umschlägt. Auf Seite 209 und 304 wird hierauf eingegangen. Angesichts einer Anzahl teils pathologisch phonischer Vorgänge für diesen Terminus ist zum Beispiel das Umschlagen oder Überschlagen der Stimme, welche nach Ansicht einiger Autoren mit dem Überschnappen der Stimme identisch sind, bei Veränderung des Stimmklanges während der Mutation („*Paraphonia puberum*“) zu nennen.

Der Gesang der Knaben (*Infantes*) wurde den 7 Sängern antiphonisch, das heißt im Wechselgesang gegenübergestellt (Oktavparallelen). „Die *Stimmbildung* lag in der Hand der Mönchsorden und der Cantores, der Leiter der Knaben- und Klerikerchöre an Abteikirchen und Domen. Es wurde die Solmisationslehre der Griechen“¹⁵ „in der weiter entwickelten Form von Guido von Arezzo (990-1050), des Musikgelehrten und Benediktiners, zu einer der wichtigsten Methoden der Stimmbildung.“¹⁶ „Die Stimmbildung im Mittelalter war ganz auf die Erfordernisse des gregorianischen Chorals abgestimmt. Sie war dadurch einseitig und wahrscheinlich gewollt eingeschränkt. Die Schulung erfolgte durch Vor- und Nachsingen auch mit Unterstützung des Monochords und war langwierig und unsystematisch. Aufgrund der langen Dauer dieser Stimmbildungsmethode und der großen Anzahl der zu beherrschenden Gesänge wurde schon im frühesten Knabenalter mit dem Studium der liturgischen Gesänge begonnen.“¹⁷

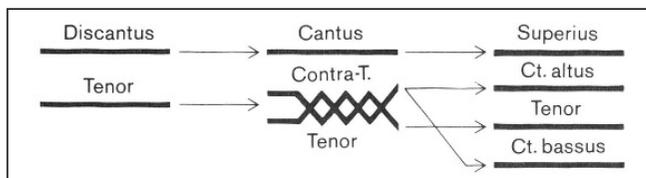
Die Entfaltung einer langsam, „aus der Begegnung der vorgebildeten Möglichkeiten der germanischen Musik („klangliche“ Musik) durch größere Intervalle und Sprünge, so die germanische Theorie, mit der Gregorianik des mittelmeerischen Kulturkreises mit kleineren Intervallschritten (einstimmig „linear-melodische“ Musik)“¹⁸, aufkommenden harmonischen Mehrstimmigkeit machte eine Gliederung und Differenzierung einzelner Stimmbereiche notwendig. Dies bedeutete, daß bisherige im Gregorianischen Gesang erfaßte Bereiche der mittleren bis hohen Männerstimmen etwa um den Ambitus G bis a¹ durch eine Ausweitung des kompositorisch verwendbaren Stimmumfangs in höhere Tonbereiche möglich wurden. „Deshalb treten auch im chorischen Kirchengesang zum erstenmal die vier Grundtypen der menschlichen Stimme auf: die Stimmgattungen Sopran, Alt, Tenor und Baß, veranlaßt durch die mehrstimmige Vervielfältigung des Organums.“^{19,20}

Insbesondere stehen die einzelnen Stimmlagen der menschlichen Stimme in einer vielfältigen Beziehung zum Instrumentenspiel, was sich nicht zuletzt in der Tatsache zeigt, daß nahezu sämtliche Instrumentalmusik auf das Vorbild vokaler Gattungen verweist.

Das folgende Schema veranschaulicht die Entwicklung des vierstimmigen Satzes, der mit Vokalstimmen (Chor) als klassische Norm Ende des 15. Jahrhundert erreicht ist. Der Tenor übernimmt die wichtigste Haupt- und zugleich tragende Stimme, welcher auch als

„Halter“ (von ital. »tenere«, halten), oder als *Cantus firmus* [abgek. c. f.] (lat., fester Gesang) bezeichnet wird und auf die hohe Männerstimmgattung *Tenor* (ital., Tenore) übergang.

Ausgang ist der zweistimmige Satz des 11./12. Jahrhunderts mit Choraltener (Cantus) und Oberstimme (Discantus) oder Sopran(us) (von mlat. »superanus«, darüberstehend) als „oberster“, meist Melodieführung (Besetzung meist durch Knabenstimmen), woraus sich der *Sopran* (ital., Soprano) im stimmphysiologischen Sinne als höchste weibliche Stimmgattung entwickelt hat.



Schema 1: Entwicklung des vierstimmigen Satzes (nach Michels, ²⁰2001)

Im dreistimmigen Satz des 13.-15. Jahrhunderts trat ein *Contratenor* in Tenorlage hinzu, der den Tenor schon im 14. Jahrhundert gelegentlich unterschritt bzw. kreuzte (Schema 1).

Durch Spaltung des Contratenors gesellten sich ihm beim Übergang von der Drei- zur Vierstimmigkeit um 1450 (Guillaume Dufay um 1400-1474) zwei Gegenstimmen. In Anlehnung an den motettischen Contratenor wurde der Contratenor mehr und mehr zum vokalen Contratenor bassus (von mlat. »bassus«, fest, dick, niedrig), dem späteren *Baß* (ital., Basso), die tiefste der männlichen Stimmgattungen, der ihm, zwischen Tenor und Cantus in der Höhe ein Contratenor altus (von lat. »altus«, hoch), der spätere *Alt*, also der tiefe und der hohe Gegenenor, gegenübergestellt wurde.

Da Frauen nicht beziehungsweise erst seit der Reformationszeit in den Kapellchören singen durften und auch *Kastraten* (ital., castrati, von lat. »castrare«, verschneiden), auch *Evirati* genannt, die erst im 17. und 18. Jahrhundert in Zusammenhang mit dem *Belcanto* (ital., bel canto, schöner Gesang) eine größere Rolle spielten, nicht offiziell zugelassen waren, wurden die Altpartien des Contratenor altus in der Choralpolyphonie des 16. Jahrhunderts meist von Tenoristen, der falsettierenden „Männeralte“, mit Kopfstimme gesungen.

„Bei Heinrich Schütz (1585-1672) und dessen Schülern muß der Alt von Männern gesungen werden. Ein Ersatz durch weibliche Altstimmen verfälscht die Proportionen im Tonraum (tief statt hoch). Noch die Leipziger Bachpraxis nimmt das Männerfalsett zu der Knabenstimme hinzu.“²¹

„Der Alt wurde seit dem 15. Jahrhundert und noch lange danach von falsettierenden Männerstimmen gesungen, von den vor allem spanischen *Tenorini* (kleine Tenöre, Tenörchen), so nannte man die falsettierenden Tenöre vor Zulassung der Kastraten in die päpstliche Kapelle, die ab Mitte des 16. Jahrhunderts zur Unterscheidung von den Kastratenstimmen, auch *Alti naturali* (natürliche Altstimmen) genannt wurden. Vor allem in der Kirchenmusik, besonders in englischen Kirchenchören, des 16. und 17. Jahrhunderts und noch bis ins

19. Jahrhundert und sogar bis heute verwendet man den falsettierenden Männer-Alt, so die englische Bezeichnung *Countertenor* (von lat. »contratenor«), dessen normale Stimmgattung Tenor oder Baß sein kann, der durch Falsettieren fast die Höhe der weiblichen Altstimme erreicht.“²²

Der Contratenor (Gegentenor) stellt einen historischen Sonderfall dar, dessen Stimmgattung „in Italien *Tenore-Contr’-Altesco* und in Frankreich *Haute-contre* genannt wird“²³ und in der Countertradition bei Henry Purcell (1659-1695) gipfelt.

Auch entstand in England seit dem frühen 18. Jahrhundert die Praxis des falsettierenden Singens von drei- bis vierstimmigen a capella Männergesängen, außerhalb des kirchlichen Bereichs in den „Glee-Chören“, das sich bis heute erhalten hat.

Hatte doch die Zeit, die in der Renaissance zögernden Ansätze mit kritischen Denkprozessen durchsetzt, eine langsam aufkommende Stimmbildung als Disziplin befähigt, von der, ab der zweiten Hälfte des 15. Jahrhunderts, in einem ununterbrochenen Zeitraum bis heute gesprochen werden kann.

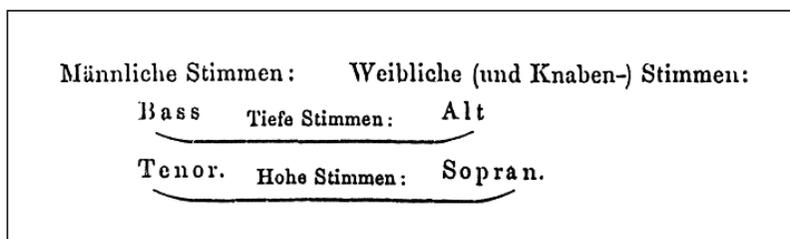
War der mehrstimmige Chorgesang bisher durchweg unbegleitet, d. h. ohne Hinzunahme irgendwelcher Begleitinstrumente, so trat der weitere entwicklungsgeschichtliche Werdegang des Gesangs mit der Wende vom 16. zum 17. Jahrhundert, d. h. nach Weichung der strengen Vokalpolyphonie und zweifelsohne wegbereitenden di Lasso - und Palestrinazeit (um 1532/-1525-1594), in ein entscheidenes Stadium. Durch den, im Umkreis der *Camerata Fiorentina*, - ein avantgardistischer Zirkel hochkultivierter Renaissance-Aristokraten und Kunstmäzene zusammen mit Dichtern, Denkern und Musikern -, bedingt durch Anregung einer Wiedergeburt der Antike und Wiederbelebung des griechischen Dramas, aufkommenden Stil der *Monodie* (von griech. »monōdía«, Einzel-, Sologesang) und der Entstehung neuer musikalischer Gattungen (Oper, Oratorium, Kantate), konnte der Ensemblesänger aus dem Chorverband heraustreten und als Typ des Sängers im modernen Sinne solistisch entstehen.

In einer näheren Definition hieß zu Beginn des 17. Jahrhunderts die Musikgattung Oper zunächst „Dramma per musica“ oder „melodramma“. Die neue Gesangsart wurde mit „stile rappresentativo“ oder „stile recitativo“ bezeichnet, die in einem ausgesprochen *monodischen Parlandostil* (parlando, ital., sprechend) ihre Struktur kennzeichnet, in deren Mittelpunkt die, vom Baßfundament, oft als liegender Baßton notiert (basso continuo, ital., durchgehender Baß oder Generalbaß) als untergeordnete akkordische Begleitung, gestützte Melodiestimme steht. Der solistisch gehobene Sprechgesang in Deklamation und Affekt in der dafür besonders geeigneten *italienischen Sprache* dient der Vertiefung und Verdeutlichung des Textes.

Der italienische Komponist und Sänger Giulio Caccini (1550-1618) legt in der Vorrede zu *Le nuove musiche* (1601), dem bedeutenden Manifest der Monodie, „seine Kunst des ausdrucksvollsten Sologesanges dar und gibt zur Erzielung einer *nobile maniera di cantare* für die *Intonazione*, die *Esclamazione* und das *crescere e scemare della voce* Anweisungen, die einen wichtigen Ansatzpunkt für den Belcanto mit einer sich über das ganze 17. Jahrhundert erstreckenden Nachwirkung bilden. Im 18. Jahrhundert richtete man sorgfältig abgestufte Übungen ein, deren vollkommene Beherrschung ein langwieriges Studium erforderte.“²⁴

So wurden die beiden Stimmen (Contratenor bassus und Contratenor altus) nach Erlangung ihrer Selbständigkeit, aufgrund der eingangs erwähnten gesangs- und musikgeschichtlichen Entwicklungen, in der terminologischen Festlegung Baß und Alt genannt. Im Verbund der drei Männerstimmen Baß, Tenor und Alt war letztere also nicht die tiefste Frauenstimme, sondern die höchste Männerstimme. Nach dem neueren physiologischen Sprachgebrauch bezeichnet Alt die tiefere der beiden Arten der Frauen- und Knabenstimme.

Man unterscheidet zunächst beim männlichen und beim weiblichen Geschlecht zwei Hauptgruppen, eine hohe und eine tiefe, wie Schema 2 ergab:



Schema 2: Darstellung zweier Hauptgruppen der Sängerstimme (nach Sieber, 1878)

Seitdem ist die Geschichte des Gesangs eine *Geschichte des Sologesangs*, und sie ist bis zur Gegenwart weithin an die Entwicklung der Oper (von ital. »opera«, Werk) und der sie prägenden Sologesangsformen (Arie, recitativo secco und recitativo accompagnato) sowie an der Ausweitung des Stimmumfangs der verschiedenen Stimmgattungen und Stimmtypen gebunden.

„Die Stimmcharakteristik der Stimmfächer - auf einen Rollencharakter bezogen - vereinigt sich mit diesem zum Stimmtyp, der durch den bloßen Stimmklang immer auch schon eine bestimmte dramaturgische Funktion der Person evoziert.

So lassen sich die Stimmtypen - über die einzelnen Stimmgattungen hinaus - zu Stimmtypenfamilien in der deutschen Oper von 1815 - 1848 zusammenfassend unterscheiden²⁵, wobei der Beginn der deutschen Entwicklung für die Stimmfächer des *Heldenbaritons* beziehungsweise *Heldenteners* (Schema 5) in den Titelpartien des *Holländer* (*Der fliegende Holländer*) (1843) und des *Tannhäuser* (*Tannhäuser und der Sängerkrieg auf der Wartburg*) (1845) noch in den oben genannten Zeitraum mit einfließen. Sie konnten mit weiteren Stimmfächern des *Charaktertenors* (Schema 4) in der Partie des Loge (*Das Rheingold*) (1869) und des *Dramatischen* (*Hochdramatischen*) *Soprans* (Schema 5) in der Partie der Brünnhilde (*Die Walküre*) (1870), (*Siegfried*) (1876) und (*Götterdämmerung*) (1876) in ihrer ganzen Form und vollen Bedeutsamkeit als „Neuschöpfungen“ Wagners angesehen werden, die durch die neue Klangsymbolik, gesteigerte Harmonik und Erweiterung des Orchesters einen somit völlig neuen Sängertyp erforderten. Während die Ausdrucksstärke des Sängers bis in die Mitte des 19. Jahrhunderts hauptsächlich im Klanglichen lag, so kam mit Richard Wagner (1813-1883) und Giuseppe Verdi (1813-1901) der deklamatorische Stil hinzu. Die Forderung bei-

der Elemente durch Wagner - eine Vereinigung von Sprache und Ton - sollte angesichts einer neuen Opernkonzepktion durch das gesangliche wie das deklamatorische Element geprägt sein.

Interessanterweise wird in Italien der deutsche Heldentenor als *Tenore drammatico* bezeichnet, der im italienischen Fach schon bei Verdi und Giacomo Puccini (1858-1924) beginnt (Otello, Manrico [Abb. 3], Radames, Calaf), wo wir noch oft von „jugendlichen Helden“ sprechen.

„Die Abgrenzung der Rollenfächer in der Oper, wie wir sie heute haben, ist noch nicht sehr alt. Noch zu Mozarts Zeiten war die strenge Facheinteilung fast unbekannt. Erst Wilhelmine Schröder-Devrient (1804-1860) machte beispielsweise das hochdramatische Fach zu einem Sondergebiet. Seit Wagner erscheint die Facheinteilung endgültig besiegelt. Mozart und Wagner haben in ihren Werken bestimmte Fächer erst eigentlich geschaffen.“²⁶

Andererseits wurden durch immer größer werdende Konzertsäle und Opernhäuser und der dadurch bedingten wachsenden Klangfülle und Klangstärke der Orchester steigende Anforderungen an die Sängerstimme hinsichtlich ihrer Lautstärke, gerade auch in extremen Stimmlagen, gestellt.

Im Bereich der Oper gehört das Stimmfach des Lyrischen (Seriösen) Basses (ital., Basso profondo, serio), - es dominiert hier der Klang im Kopf-Falsett-Registerbereich - zu den Lyrischen Stimmtypen, der sich als Mitglied in die Stimmtypenfamilie gruppiert, wie folgendes Schema zeigt:

Lyrisch:	<p>Es dominiert im Klang der Kopf-Falsett-Registerbereich. Die Stimme hat gute Höhenveranlagung, ist leicht, warm bis weich, abgerundet, schmelzend.</p> <p>Lyrischer Koloratursopran (c'-a''') Lyrischer Sopran (c'-c''') Lyrischer Tenor (c-c'' oder d'') Lyrischer Bariton (A-a') Lyrischer (Seriöser) Baß (E-f')</p>
----------	---

Schema 3: Die Lyrischen Stimmtypen der Sängerstimme (nach Göpfert, 21991)

Demgegenüber werden die „fachlosen“ Partien der tieferen Stimmen in der Kirchenmusik (Oratorium, Messe, Requiem, Te Deum, Stabat mater, Kantate) bei Bach und Händel und im Konzertgesang stets mit „Baß“ bezeichnet, die im allgemeinen vom Seriösen Baß gesungen werden.

„So wird in den Werken Bachs von der als Baß bezeichneten Solostimme einerseits beträchtliche Tiefe, andererseits aber auch baritonale Höhe verlangt. Nicht zu Unrecht wird zum Beispiel die Baßpartie in der h-moll Messe gefürchtet, in der die eine Arie sehr tief, die andere dagegen extrem hoch geschrieben ist.“²⁷ Aus diesem Grunde ist die vierte Silbe am Beispiel des Wortes „Vivificantem“ aus der h-moll Messe von Johann Sebastian Bach (1685-

1750) von Bedeutung und soll durch Vpn. der Gruppe von Baßstimmen im 8. Abschnitt des VII. Kapitels Gegenstand gesangswissenschaftlicher Untersuchungen sein. Es handelt sich hierbei um eine vergleichende objektive sonographische Stimmanalyse und Stimmdiagnose des stimmtechnisch-künstlerischen Deckvorganges mit dem Nichtdeckvorgang.

Vom Seriösen (Schwarzen) Baß gekennzeichnet, - durch sein sonoriges Gepräge und der typischen dunklen Farbe - spricht man, wenn im Klang das metallische Brustregister dominiert (Schema 5). Diese Betrachtungen sind deshalb von Bedeutung, weil wir anhand gesungener Beispiele (isolierter u-Vokal, exponierter Quintsprung des Wortes „Kette“ aus Schuberts „Grenzen der Menschheit“) feststellen wollen, wie sich in tiefer und tiefster Lage gegebenenfalls unterschiedliche Weiten des pharyngo-oralen Traktes nebst Larynxpositionen bei Bassisten spektralanalytisch auswirken (s. Kap. VII, 6. u. 7. Abschnitt).

Mit dem, einer koloratreichen Rachearie des Charakterbasses, entnommenen Teil einer kurzen Phrase aus der romantischen Oper „Der Freischütz“ von Carl Maria von Weber (1786-1826), soll im 9. Abschnitt des VII. Kapitels das Resonanzbewußtsein der zweiten Silbe am Beispiel des Wortes „gelingt“ durch Vpn. der Gruppe von Baßstimmen anhand des empirischen Materials objektiv ausgewertet werden. Das den Lyrisch-Dramatischen Stimmtypen zugehörige Stimmfach des Charakterbasses, - des negativen Charakters in seiner dramaturgisch festgelegten Funktion als Opernfigur - läßt sich im Schema 4 mit weiteren Stimmfächern wie folgt zusammenfassen:

Lyrisch- Dramatisches Zwischenfach:	Relative Ausgewogenheit der Register im glänzend, strahlenden Klang. Größeres Volumen.
	Jugendlich-dramatischer Sopran (c'-c''')
	Charaktersopran (Mezzosopran) (a-c''')
	Jugendlicher Heldentenor (c-c'')
	Charaktertenor (Tenorbariton) (A-b')
	Kavalierbariton (A-a')
	Charakterbariton (G-as')
	Charakterbaß (Baßbariton) (E-fis')

Schema 4: Die Lyrisch-Dramatischen Stimmtypen der Sängerstimme (nach Göpfert, 21991)

Aus derselben Arie soll die akustische Struktur eines im Mittelregister lang anhaltenden Tons (Ligatur) am Beispiel des Wortes „Triumpf“ untersucht werden und im 10. Abschnitt des VII. Kapitels zur gesangswissenschaftlichen Auswertung gelangen.

Angesichts der Unterscheidung zweier Hauptgruppen der menschlichen Stimme beim männlichen und weiblichen Geschlecht, auf die schon einleitend hingewiesen wurde, gliedert sich die Stimmgattung des Alt in das sogenannte große Fach (das den Dramatischen Mezzosopran einschließt) und das Fach der Spielaltistin, das durch persönliche Eignung viele Partien der ersten Altistin - von Verdis Azucena (*// Trovatore*) bis zu Strauss' Octavian

(*Der Rosenkavalier*) - einschließen kann (Martienssen-Lohmann, 1943). Den Dramatischen Stimmtypen zugehörig, wie Schema 5 anschaulich zusammenfaßt, weist der Alt-Mezzostimme mit seinen pastosen, feierlich, gelegentlich scharf charakterisierenden Klang besondere Aufgaben im Musiktheater, aber auch im Oratorium (von lat. »oratorio«, ital., Bethaus, Bet-saal) und im Konzertgesang zu. Aus diesem Grunde soll das Beispiel eines Duodezimensprungs mit abwärts führender kleiner Sekunde aus der Altrhapsodie von Johannes Brahms (1833-1897) im 11. Abschnitt (VII. Kap.) Gegenstand gesangswissenschaftlicher Untersuchungen sein.

Dramatisch:	<p>Im Klang dominiert das metallische Brustregister. Die Stimme ist relativ schwer und voluminös und hat neben einer gut ausgebildeten Tiefe eine kraftvoll strahlende Höhe.</p> <p>Dramatischer Koloratursopran (a-f^{'''}) Dramatischer (Hochdramatischer) Sopran (g-c^{'''}) Dramatischer Mezzosopran (g-b^{''}) Dramatischer Alt (Kontra Alt) (f-a^{''}) Heldentenor (Tenorbariton) (c-c^{''}) Heldenbariton (Baßbariton) (Fis-g[']) Seriöser (Schwarzer) Baß (C-f['])</p>
-------------	---

Schema 5: Die Dramatischen Stimmtypen der Sängerstimme (nach Göpfert, 21991)

In der Repräsentation eines *Dramatischen Alt* (Kontra-Alt, ital., Contralto, [Contraalto], von lat. »contraaltus«, Gegenalt), der in Italien meist soviel wie Mezzosoprano bedeutet, während in deutschsprachigen Ländern die Auffassung herrscht, daß der Dramatische Alt eine besonders tiefe und pastose Stimme sei - hat sich etwas von der einstigen Bedeutung erhalten, von der man einen besonders gewichtigen Alt zum Beispiel in den Opernpartien der Erda in Richard Wagners *Siegfried*, der Gaea in Richard Strauss' *Daphne*, der Alten Buryja in Leoš Janáček's *Jenufa* und der Ulrica in Giuseppe Verdis *Un ballo in maschera* (Abb. 3) erwarten kann.

Durch die fortschreitende Entwicklung der Gesangkunst bedurfte die aufkommende Fünfstimmigkeit die Hinzunahme einer fünften Stimme, die *Vagans* (von lat. »vagus«, der Weitschweifende), die Umherschweifende genannt wurde. Das machte eine neue Stimmgattung nötig, die man *Bariton* (ital., Baritono, von griech. βαρύτονος, volltönend, tiefklingend) nannte und als mittlerer Stimmtypus, seit Mozarts *Don Giovanni (Il dissoluto punito ossia il Don Giovanni)* (1787), in Opern oft als Hauptpartie im Kontrast zu den meist dominierenden Tenorpartien Verwendung findet.

Der den Lyrischen Stimmtypen zugehörige Lyrische (Kavalierbariton) Bariton - er tritt die Nachfolge des secondo uomo der opera seria an und war zumeist ein treuer, beratender Freund des primo uomo - (Göpfert, 1977) wurde oft von Alt-Kastraten im ausgehenden 17. und im 18. Jahrhundert gesungen, deren Zeit historisch gesehen, wie in diesem

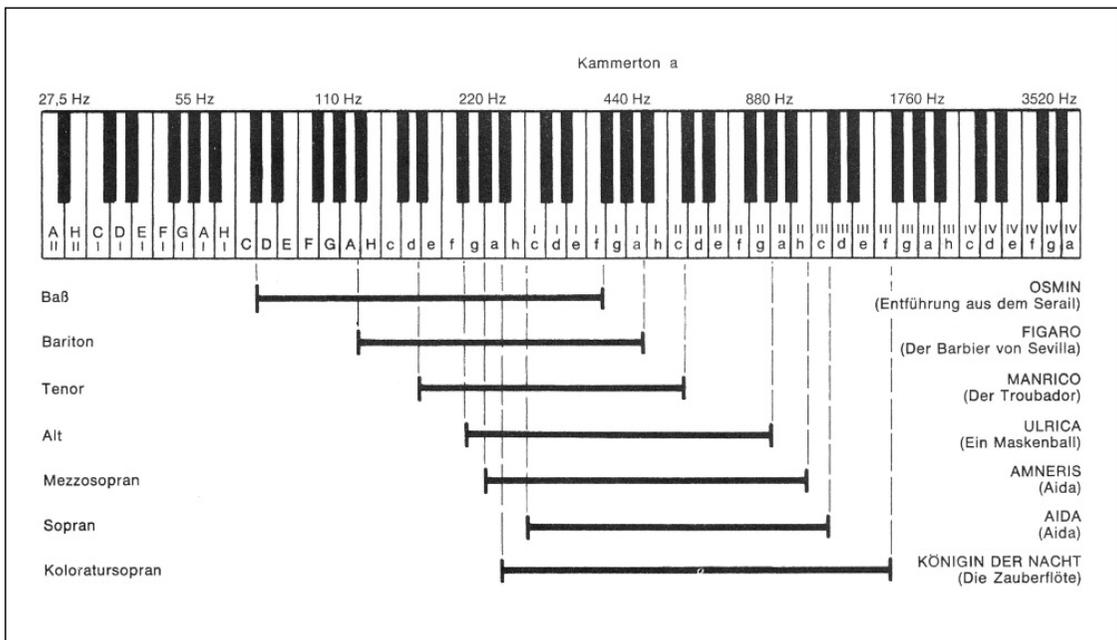


Abb. 3: Umfang der einzelnen Stimmfächer und ihrer Partien (nach Ruth aus Habermann, 32001)

Zusammenhang schon angesprochen wurde, mit der ausgesprochenen Belcanto-Periode zusammenfällt. „Das Publikum bevorzugte Kastratenstimmen so sehr, daß in der Opera seria Männerstimmen nahezu verschwanden. Sogar die Frauenstimmen hatten es nicht leicht, sich zu behaupten, und übernahmen deshalb öfters Männerrollen („Hosenrollen“).“²⁸

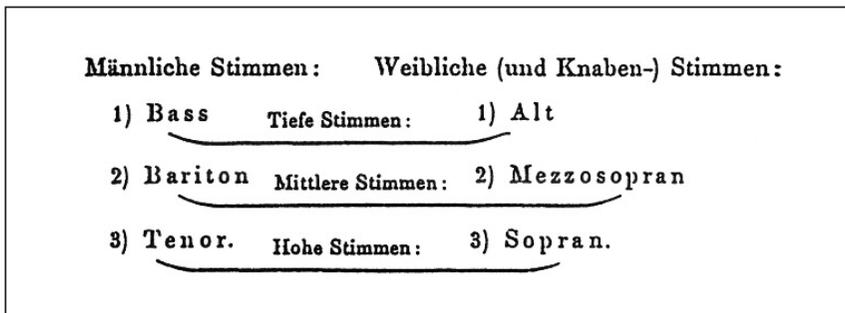
„Vom Baß ist der Bariton in der deutschen Oper nicht so sehr durch eine eigene ausgeprägte Lage geschieden - alle Bariton-Typen liegen im Vergleich etwa zur italienischen Oper sehr tief, gehen kaum über die obere Grenze des Basses hinaus, erreichen aber nicht seine Tiefe sondern bewegen sich vorzugsweise in der mittleren und oberen Baßregion -, als durch seine rollencharakterliche Konstante.“²⁹

Angesichts rollencharakterlicher Konstanten des Lyrisch-Dramatischen Zwischenfachs wurden zwei Beispiele des Charakterbaritons (Schema 4) aus der Opernliteratur ausgewählt, welche mit einem dritten Beispiel eines i-Vokals innerhalb einer „chromatisch steigenden zum ariosen Höhepunkt führenden Stretta“³⁰ aus der Liedliteratur anhand des empirischen Materials im 13. 14. und 15. Abschnitt des VII. Kapitels wie folgt zur gesangswissenschaftlichen Auswertung gelangen:

1. Beethoven, Ludwig van (1770-1827) „Fidelio“: mezza voce - Beispiel des gesungenen Wortes „Morden“
2. Berg, Alban (1885-1935) „Wozzeck“: Interpretation des Wortes „Schein“ im „gestützten“ Falsett
3. Beethoven, Ludwig van „Adelaide“: Interpretation des i-Vokals im fortissimo

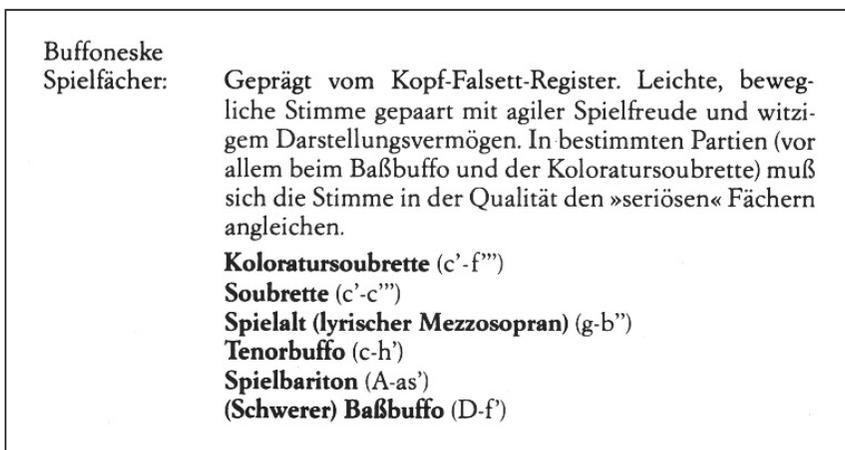
Der im 19. Jahrhundert geschaffene *Mezzosopran* (ital., Mezzosoprano) heißt „halber Sopran“. Als eine weibliche Sopranstimme mittleren Stimmtyps hebt sie sich, ohne die Tiefe des Alt zu besitzen, gegenüber dem Sopran vor allem durch dunkleres Timbre, durch einen meist tieferen Stimmumfang und durch einen weitergespannten Bereich des Brustregisters ab.

Dies führte, durch Hinzunahme mittlerer Stimmtypen, die eine Mischung von hoher und tiefer Stimmlage darstellen, - Bariton und Mezzosopran - zu einer neuen Vollständigkeit, wie das nachstehende Schema aufweist:



Schema 6: Darstellung dreier Hauptgruppen der Sängerstimme (nach Sieber, 1878)

Die nachfolgende Gliederung zeigt eine weitere Klassifizierung der Sängerstimme und charakterisiert die Stimmfächer der buffonesken Stimmtypen, die besonders in der Bühnenpraxis der Oper und klassischen Operette (von ital. »operetta«, Werkchen) ihre Verwendung findet:



Schema 7: Die Buffonesken Stimmtypen der Sängerstimme (nach Göpfert, 21991)

Auf das kleine Fach des Spielalts bzw. Lyrischen Mezzosoprans wurde schon einleitend hingewiesen, deren energetischer Stimmklang sich in Hinblick der Verzierungsbeispiele der Koloratur und des Trillers durch Messungen spektralanalytisch objektiv bewerten läßt. Dies veranlaßt auch gestellte Aufgaben isoliert gesungener Vokale ([ɑ:], [e:]) in die gesangswissenschaftlichen Untersuchungen mit einzubeziehen, da ohne vorherige Absprache festgestellt werden soll, ob entsprechend einer fundierten gesunden Singweise der Deckvorgang als wesentlichstes Merkmal im 4. u. 12. Abschnitt des VII. Kapitels praktiziert wird.

Durch Hinzunahme der mittleren Stimmgattungen Bariton und Mezzosopran konnte so aufgrund polyphoner Vollständigkeit eine Ausgewogenheit komplexer Klangfarbenbereiche entstehen.

Ein Aufblühen des vielgerühmten Belcanto der römischen Kastraten und deren Stimmetechnik, unabhängig von den noch spärlichen anatomisch-physiologischen Erkenntnissen, konnte im 17. und 18. Jahrhundert einen virtuosen Aufschwung erfahren, da in Italien bereits seit der Spätantike, vereinzelt schon im 3. Jahrhundert, als ständige Einrichtung seit dem 12. Jahrhundert, die Verstümmelung von Knaben vorgenommen wurde, um die Mutierung zu verhüten und die Knabenstimme zu erhalten.

„Durch Entfernung oder Ausschaltung der für das Wachstum entscheidenden Drüsen entwickelt sich der Körper anders als in normalen Fällen, und zwar um so stärker, je früher die *Kastration* vorgenommen wird. Der Schildknorpel wächst nicht mehr und die Verknöcherung des Kehlkopfes bleibt aus. Daher fehlt den Kastrierten der sogenannte „Adamsapfel“ (Prominentia laryngea, Abb. 58), d. Verf..

Das wirkt sich für die Stimme entscheidend aus. Bei den Kastrierten entfällt die Mutation, bei der sich die Stimme um eine Septime bis Oktave senkt, oder es erfolgt, wenn die Kastration erst nach dem Stimmwechsel vorgenommen wird, eine Rückbildung auf den ursprünglichen Stimmumfang. Er gleicht dann etwa dem der Frauen, bewegt sich also im Sopran- oder Altregister, nur daß der Umfang bei gut ausgebildeten Kastraten in der Regel erheblich größer war.“³¹

„Die Kastraten verdrängten mit dem Aufblühen der Oper in Italien die *Falsettisten* (Alte) immer mehr, da die Anforderungen an den Gesang, nämlich den Wortsinn mit affektgeladenen Singen auszudrücken, mit der Falsettstimme nur unvollkommen möglich ist.“³² „Ferner hatte die Kirche moralische Einwände gegen die öffentliche Zuschaustellung der Frau, bedingt durch die gesteigerten Anforderungen innerhalb der Aufführungspraxis der Oper.“³³ „Ebenfalls begünstigt wurde der Einsatz der Kastraten in der Oper durch die Vorliebe der Italiener für die hohe Stimmlage besonders in den Rollen der Heroen.“³⁴

Die Stimme des erwachsenen Kastraten brachte es zu einer Stimmvirtuosität, das heißt zu einer beherrschenden Kehlfertigkeit des Stimmumfangs in Tonleitern und Intervallen - Glissandi, Trillern und Kadenzen voll Koloraturen, Fiorituren und einer erstaunlichen Ausdehnung der *Messa di voce*. „Dergestalt erschöpfte sich der streng gehandhabte Gesangsunterricht in Solfeggien und Vokalisieren.“³⁵ „Die Kastraten waren die meistgesuchten und höchstgeachteten Gesangsmeister ihrer Zeit. Genaue Anweisungen finden sich in Schriften

des Pier Francesco Tosi aus dem Jahre 1723³⁶, „von Johann Friedrich Agricola ins Deutsche übersetzt und kommentiert (1757)³⁷, „des Giovanni Battista Mancini“³⁸ „und des Johann Adam Hiller.“³⁹

So vollzog sich im 17. und 18. Jahrhundert, in der goldenen Zeit der Gesangkunst des Belcanto der römischen Kastraten und der in ganz Europa einsetzenden Verbreitung des Virtuositums, der Beginn einer empirischen Stimpädagogik, in dessen Rahmen die Stimmforschung Fortschritte machte und dazu führte, daß sich Stimmphysiologen, Mediziner und Gesangspädagogen intensiv mit der Erforschung des Stimmorgans beschäftigten.

2. Kurzer geschichtlicher Überblick über die Erforschung der Stimmphysiologie

Zu Recht wird der französische Chirurg und Anatom Antoine Ferrein (1693-1769) als Begründer der experimentellen Stimmphysiologie bezeichnet, indem er „1741 den Kehlkopf für ein Saiten- und Blasinstrument zugleich hält; dabei wirke die Luft wie ein Bogen, und die Stimmlippen dienen als Saiten. Dementsprechend nennt er die Stimmlippen „chordes vocales“, obwohl er selbst sie bis dahin „levres de la glotte“ genannt hatte!“⁴⁰ „Die Stimmlippen sind für ihn bereits der Erreger des Tones, und er vergleicht sie mit den Saiten einer Aeolsharfe, die von der vorbeistreichenden Luft wie von einem Violinbogen in tönende Schwingungen versetzt werden.“⁴¹

„Er wies anhand eines Hundekehlkopfes nach, daß die im Kehlkopf dicht aneinanderliegenden, angespannten Falten für die Tonerzeugung verantwortlich sind“⁴² und erkannte somit exakte Beobachtungen über die Zusammenhänge von Stimmlippenspannung und Tonhöhe, Anblasedruck und Lautstärke. Ferrein übertrug damit das Gesetz der schwingenden Saiten auch auf die Stimmlippenschwingungen als grundlegende Gesetzmäßigkeiten der Stimm- bildung.

Die Anfänge der Larynxspiegelung reichen bis in das Jahr 1829 zurück, indem der englische Physiologe und Linguist Benjamin Guy Babington (1794-1866) „sein „Glottisscope“ bekannt macht, das mit einem „Zungendrucker“ versehen war. 1835 schaffte er den Zungendrucker ab, wodurch das Glottisscope dieselbe, heute übliche Form des Kehlkopfspiegels erhielt. Untersuchungstechnisch betrachtet ist Babington der Erfinder des Kehlkopfspiegels.“⁴³

Im Jahre 1837 bestätigte und präzierte der Berliner Physiologe Johannes Müller (1801-1858) die Entdeckungen von Ferrein, nachdem er sie an präparierten Kehlköpfen von Menschenleichen überprüft hatte. Sie werden heute noch zitiert und in funktioneller Hinsicht als richtungsweisend angesehen.

Im September 1854 laryngoskopierte sich der spanische Gesangspädagoge Manuel Garcia d. J. (1805-1906) singend mit Hilfe eines in den Rachen eingeführten zahnärztlichen Spiegels. Er beobachtete als erster unter Benutzung direkten Sonnenlichtes in einem vorge-

haltenen zweiten Spiegel seine eigenen Stimmlippen, die eine Korrelation zwischen Hör- und optischen Eindruck herstellte. Diese Beobachtung war von fundamentaler Bedeutung für die *Gesangswissenschaft* und machte eine *physiologisch orientierte Stimm- und Gesangspädagogik* möglich, als dessen Begründer Manuel Garcia gilt (Abb. 4).



Abb. 4: Der spanische Gesangspädagoge Manuel Garcia im Alter von hundert Jahren. Ölgemälde von John Singer Sargent (aus Mathelitsch und Friedrich, 11995 - Haefliger, 42000)

Ganz neu war dieses Verfahren nicht, da schon zwei Jahrzehnte früher Babington dieselbe Methode mit seinem schon 25 Jahre alten Glottisscope angewandt, jedoch niemals seinen eigenen Kehlkopf untersucht hatte.

Die Laryngoskopie wurde also durch Garcia auf dem Wege über die Autolaryngoskopie, wie die historische Zeichnung der Abb. 5 veranschaulicht, verwirklicht.

Im März 1855 publizierte er dieses Vorgehen und überreichte der Royal Society in London eine Schrift mit dem Titel „Beobachtungen über die menschliche Stimme.“⁴⁴ Diese kleine Schrift sollte später zu einer unerschöpflichen Fundgrube für Laryngologen, Stimmphysiologen und Stimmbildner werden.

Eine gegenseitige Befruchtung der Stimpädagogik und Stimmphysiologie war bei Garcia im Ansatz zu erkennen, doch zahlreiche Gesangspädagogen und Sänger als Künstler standen einer vielfach ablehnenden Haltung der Stimmphysiologie und Akustik gegenüber, die sich in einer dualen Gegensätzlichkeit zueinander äußerte. Hier prallten zwei ganz verschiedene Welten aufeinander, die des subjektiven künstlerischen Erlebens aus einer intuitiven Vorstellung heraus und des objektiven naturwissenschaftlichen Beschreibens durch meßbare Erkenntnisse. So lief die Entscheidung doch zugunsten getrennter Wege hinaus.



Abb. 5: Die Untersuchung der Bewegungen der Stimmlippen begann mit der Autolaryngoskopie durch Garcia (1854) (aus Panconcelli-Calzia, 1961)

Diese mündete von medizinischer Seite in eine interessierte Sprach-, Stimm- und Gehörphysiologie, wobei letztere als Teilgebiete ein Bindeglied zur systematischen Musikwissenschaft herstellen (Tabelle 1).

Weitere für die Gesangswissenschaft epochemachenden Errungenschaften folgten, indem im Zuge des gewaltigen Aufschwungs der exakten Wissenschaften Bemühungen der Lautphysiologie und der Lautakustik durch die Physiologen und Physiker einsetzte.

Bereits „entstand in den Jahren 1833 bis 1840 Johannes Müllers grundlegendes Werk, das „Lehrbuch der Physiologie“, indem der „Stimme und Sprache“ ein umfangreiches Kapitel gewidmet war. Kein anderer konnte mehr dazu berufen sein, die Stimme und das Sprechen als einen Akt des lebendigen Körpers, als ein Naturgeschehen zu erfassen und darzustellen, als dieser Begründer der neueren Physiologie. Hierauf baute auch der deutsche Sprachwissenschaftler und Phonetiker Ernst Brücke (1819-1892) in seiner 1856 erscheinenden „Grundzüge der Physiologie und Systematik der Sprachlaute“ auf.“⁴⁵

„Auf der Grundlage des Brücke'schen Werkes konnte sich aus der physiologisch-linguistischen Phonetik die Sprechkunst als „ästhetische Phonetik“ systematisch entwickeln sowie die „therapeutische Phonetik“, welche als Hilfswissenschaft hinzutrat. Die letztere stellt ein „Sich-Gesundsprechen“ auf der Grundlage des guten und schönen Sprechens als möglich hin. Beide, die ästhetische und die therapeutische Phonetik können der Gesangkunst große Dienste leisten. Die durch beide erzielte ausgiebige Resonanz der Vokale und der tönenden Konsonanten macht auch den gesanglichen Vokalismus und die Klinger (die tönenden Konsonanten) volltönender - resonanzreicher.“⁴⁶

Auch der deutsche Arzt Carl Ludwig Merkel (1812-1876) baute in seinem 1857 imponierenden Werk „Anatomie und Physiologie des menschlichen Stimm- und Sprachorgans“ (Anthropophonik) und in seiner „Physiologie der menschlichen Sprache“ (Physiologische Laletik) von 1866 auf Müllers grundlegenden Forschungen auf.

Im Sommer 1857, wendete, weder von Babington gehört zu haben noch die veröffent-

lichte Schrift von Garcia zu kennen, der österreichische Nervenarzt Ludwig Türck (1810-1868) am allgemeinen Krankenhaus in Wien die Laryngoskopie zur Untersuchung von Kehlkopfkrankheiten an. Allerdings spiegelte er sich, unter Benutzung direkten Sonnenlichtes, nicht selbst, sondern einen Patienten. Als der Prager Physiologe Johann Nepomuk Czermak (1828-1873) davon erfuhr, - er kannte im übrigen die Arbeiten von Garcia, - lieh er sich von Türck im Winter 1857 einen Spiegel und ändert „die Bespiegelung des Kehlkopfes so um, daß sie an einem zweiten Menschen, wie die historische Zeichnung der Abb. 6 zeigt, vorgenommen werden kann.

Er ersetzte das Sonnenlicht durch eine künstliche Lichtquelle und warf das Lichtbündel mittels des von Helmholtz 1851 erfundenen Augenspiegels in den Mund des Kranken. Dieser Reflektor wurde zuerst mit Hilfe eines rechtwinkligen Trägers zwischen den Zähnen des Untersuchers getragen, der heute übliche Stirnreifen kam später in Gebrauch.“⁴⁷

Czermak veröffentlichte bereits am 27. März 1858 seine erste Mitteilung über den Wert der Laryngoskopie für Physiologie und Heilkunde und machte somit aus dem Garcia'schen Kehlkopfspiegel ein wissenschaftliches Instrument und die Erfindung des spanischen Gesangspädagogen populär. Trotz Anfeindungen Türcks ist und bleibt Czermak, der später in Deutschland dozierte, der Begründer der Untersuchung des Kehlkopfes im Dienste der Laryngiatrie.

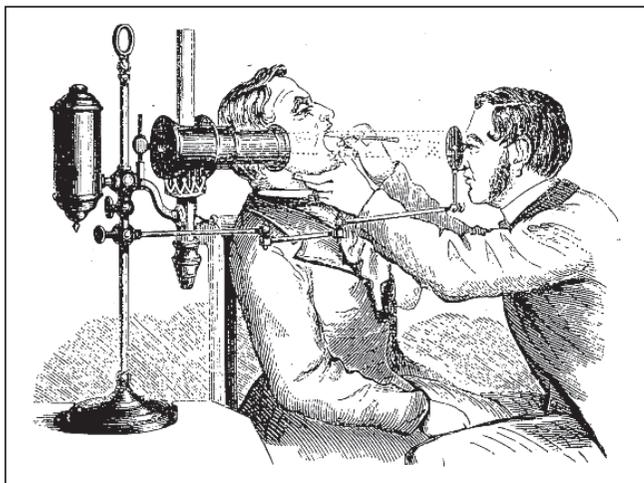
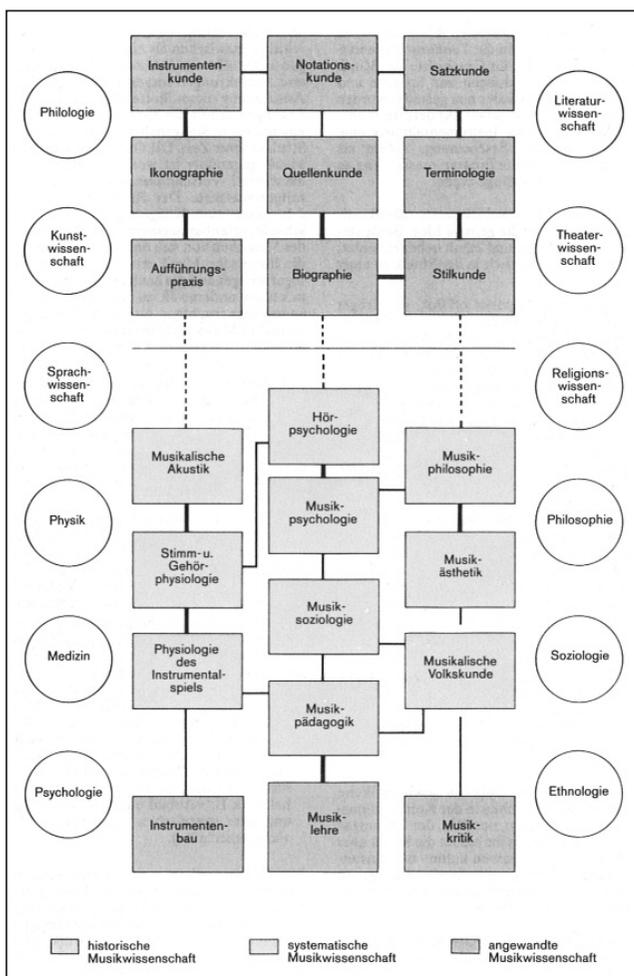


Abb. 6: Czermak sah als erster die Tätigkeit der Stimmlippen (1857) an einem anderen Menschen und war so der Begründer der Laryngoskopie (aus Panconcelli-Calzia, 1961)

Im Jahre 1863 versuchte der deutsche Physiologe, Physiker und Arzt Hermann von Helmholtz (1821-1894) in seinem Gesamtwerk der musikalischen Akustik „Die Lehre von den Tonempfindungen als physiologische Grundlage für die Theorie der Musik“ die Grenzgebiete der physikalischen und physiologischen Akustik, der Musikwissenschaften und Ästhetik zu vereinigen, die zunächst Eingang in die Physiologie und später in die Psychologie und Phonetik fand und sich dann in diesem Zusammenhang mit der Sprache, der Stimme und dem Gehör beschäftigte (Tabelle 1).

Würde man die Grenzen der Musik als Kunst brechen, so unterliegen die Eigenschaften der menschlichen Stimme, der Musikinstrumente und des Raumes - zum Beispiel Musik- und Sprechtheater, Konzertsaal, Kirche - als physikalische Klangkörper akustischen Gesetzen. So läßt sich die physikalische Klangwelt, wie sie die *Akustik* (von griech. ἀκουστικός, hörbar) als eine heute eigene physikalische Disziplin, aufzuzeigen imstande ist, in Sachgebiete der physikalischen-, physiologischen-, musikalischen-, psychologischen-, phonetischen und technischen Akustik einordnen und stellt somit wiederum ein Bindeglied zur musikalischen Aufführungspraxis, einem Teilgebiet der historischen Musikwissenschaft, her. Hierzu zeigt Tabelle 1 illustrativ einen Überblick der *musikwissenschaftlichen Teilgebiete und Hilfswissenschaften*.



Tab. 1: Die musikwissenschaftlichen Teilgebiete und Hilfswissenschaften (nach Michels, 2001). Die farbliche Gestaltung dieser Abbildung ist auf Seite 310 zu ersehen.

So sind zusammenfassend drei Phänomene im 19. Jahrhundert zu beobachten: Garcias Kehlkopfspiegelerfindung, Brückes physiologische Lautsystem und Helmholtzs grundlegende physikalisch-akustische Klanganalyse auf physiologischer Grundlage.

Das Erscheinen einer zusätzlichen Anzahl von physiologischen Lehrbüchern brachte es mit sich, daß Gesangsmethoden auf rein physiologischer Basis entstanden.

Die weitere Entwicklung, des für die Spiegeluntersuchung erforderlichen Instrumentariums, brachte Fortschritte, indem 1868 der italienische Gynäkologe „Malachia de Cristoforis (1832-1915) einen Stirnspiegel mit anhängender Lichtquelle erfindet.“⁴⁸ Im Jahre 1902 macht der österreichische Naturwissenschaftler und Balneologe Konrad Clar (1844-1904) „einen Stirnspiegel bekannt, auch mit anhängender Lichtquelle, der aber binokular ist und von einer elektrischen Birne gespeist wird“⁴⁹ und im Jahre 1915 beschreibt der italienische Phonetiker Giulio Panconcelli-Calzia (1878-1966) „seinen Stirnspiegel, der wie bei Clar binokular ist, allerdings ohne anhängende Lichtquelle.“⁵⁰

Die elektrische Stirnlampe (nach Clar) wird heute, trotz bequemer Handhabung, im HNO-ärztlichen Spiegelkurs nicht verwendet, statt dessen wird das Licht von einer Lichtquelle, die sich neben dem rechten Ohr des zu Untersuchenden befindet, mit dem Stirnreflektor in den weitgeöffneten Mund auf die Uvula geworfen (Abb. 85 u. 95). Der Phoniater (Stimmarzt) trägt einen Stirnreflektor mit in der Mitte perforierten Hohlspiegel vor dem linken Auge, der den Vorteil hat, daß die am Objekt verfügbare Helligkeit durch die Konvergenz der Lichtstrahlen wesentlich gesteigert wird.

Seit Garcia den Kehlkopfspiegel erfunden hat, wurde der Bewegungen der Stimmlippen großes Interesse entgegengebracht. Diese Beobachtung brachte nicht nur die Einführung des Kehlkopfspiegels in der Medizin mit sich, sondern eröffnete Wege neuer stimmphysiologischer Forschungen zur Stütze und Orientierung der Gesangsausbildung in der stimm- und gesangspädagogischen Praxis sowie weitere, in der Phonetik und stimmärztlichen Praxis, angewandte Verfahren, ergänzt durch pneumo- und elektrographische Untersuchungen nach der Jahrhundertwende, die einen ersten Einblick in das Stimmgeschehen gewährten.

Insbesondere durch Garcias Erfindung konnte sich die *Laryngologie*, also dasjenige Gebiet der *Otorhinolaryngologie* (Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde), das sich mit dem Kehlkopf und seinen benachbarten Organen und deren Erkrankungen beschäftigt, zu einem neuen medizinischen Spezialfach entwickeln. Damit war auch für die *Phoniatrie* (Stimm- und Sprachheilkunde), die durch klassische Werke über Sprachstörungen [Albert Gutzmann (1837-1910) und Hermann Gutzmann sen. (1865-1922)] in die medizinische Fakultät eingeführt wurde und sich im Laufe der Zeit in weitem Maße aus der Laryngologie verselbständigte, eine praktisch einfache und wissenschaftlich exakte Untersuchungsmöglichkeit entstanden.

„Die Untersuchung des Kehlkopfes, die *indirekte Laryngoskopie*, ist die Grundlage für jede ärztliche, logopädische, sprecherzieherische und gesangspädagogische Diagnose, Differentialdiagnose und Therapie sämtlicher krankhafter akustischer Phänomene der Stimme.“⁵¹

Durch den eingeführten, hoch in den *Mesopharynx* (*Oropharynx*) (Abb. 85) bzw. Mundrachen, direkt an die Pharynxrückwand und dem durch *Phonation* (s. Phone, S. 39) angehobenen Velum, anliegenden, auf Körpertemperatur erwärmten, Kehlkopfspiegel, lassen sich die organische Beschaffenheit der sichtbaren Teile der Epiglottis, Aryknorpelregion

und Taschenfalten sowie die *grobe* Beweglichkeit und Funktion der Stimmlippen (Adduktion und Abduktion) beurteilen. Die Uvula darf dann durch den eingeführten Kehlkopfspiegel nicht mehr sichtbar sein. „Man sieht den Kehlkopf in Verlängerung der Sehachse als virtuelles Bild (Abb. 7), wobei die Ebene desselben um 90° gedreht und aufgerichtet wird (Abb. 8).

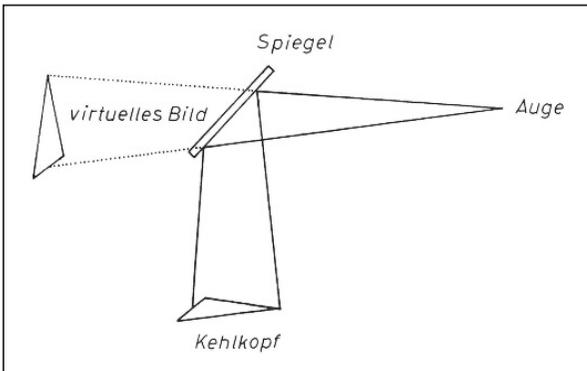


Abb. 7: Strahlengang beim Spiegeln des Kehlkopfes. Der Kehlkopf erscheint als virtuelles Bild hinter dem Spiegel. Was im Kehlkopf anatomisch vorne ist, wird im Spiegel oben gesehen (aus Birmeyer, 41987)

Aus diesem Grunde erscheint der vordere Kehlkopfbezirk (Epiglottis, vordere Kommissur) im Spiegel oben und der anatomisch hintere Anteil (Aryknorpel, hintere Kommissur) dementsprechend im Spiegel unten. Links und rechts wird nicht vertauscht.⁴⁵²

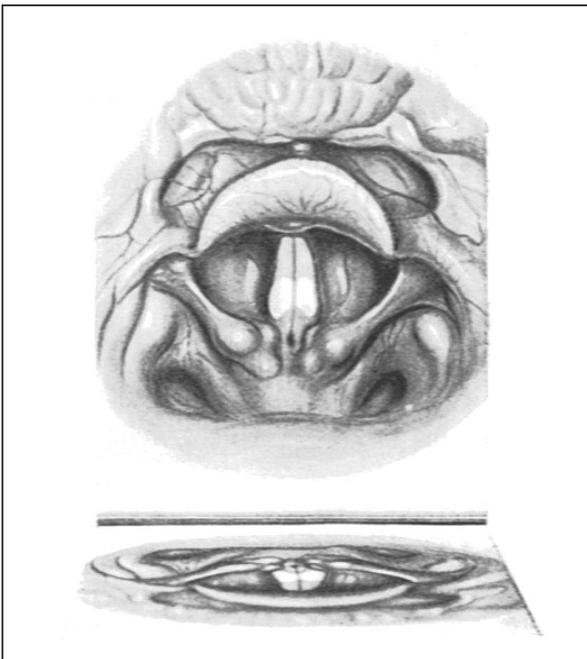


Abb. 8: Darstellung der Drehung der Kehlkopfebene durch den Spiegel um 90° (Birmeyer, 41987 aus Denker und Kahler, 1925 [modifiziert])

Nachdem der Patient aufgefordert worden ist, ein hohes „hi“ bei herausgestreckter Zunge, die mit einem Leinenlappchen fixiert ist, zu singen, richtet sich die Epiglottis auf; die Stimm-

lippen gehen dabei von der *Respirationsstellung* (Lateralstellung), wie Abb. 9 schematisch zeigt, in die *Phonationsstellung* (Medianstellung) (Abb. 10). Die Aryknorpel haben die Stimmlippen zusammengeschoben (Prüfung der respiratorischen Beweglichkeit). Hierbei fallen funktionelle Störungen sofort ins Auge.

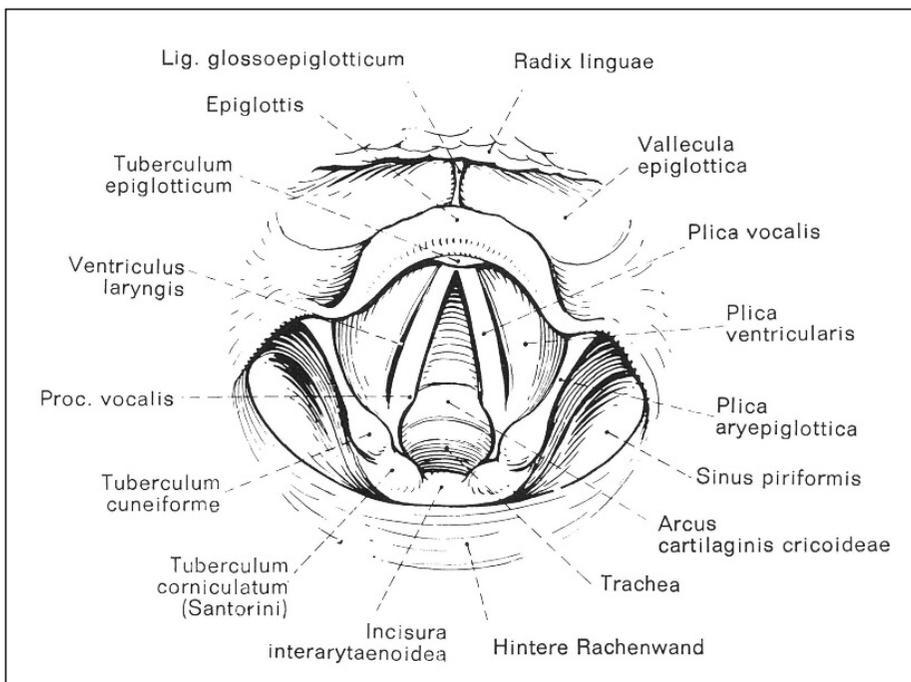


Abb. 9: Kehlkopf schematisch in Respirationsstellung (Birmeyer, 1987 aus v. Eicken und Schulz van Treeck, 1951 [modifiziert])

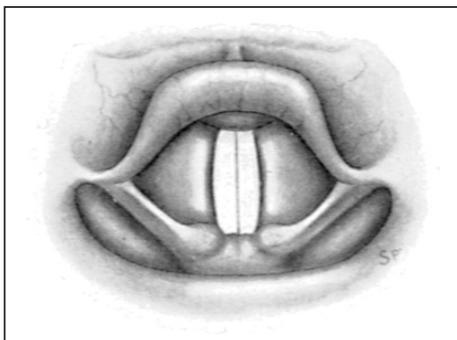


Abb. 10: Phonationsstellung (nach Falk, 1943)

Bei Versagen der gewöhnlichen indirekten Laryngoskopie zum Beispiel „infolge überhängender Epiglottis“⁵³ kommt die *Lupenlaryngoskopie* (Lupenendoskopie) zur Anwendung. „Es wird ein Lupenlaryngoskop mit Winkeloptik oder ein Mikroskop benutzt und anstelle der Photokamera eine Videokamera verwendet“⁵⁴, wobei sich diese Untersuchung auch zur strobos-

kopischen Betrachtung eignet. „Um das Verschmieren der Optik an der Zunge zu vermeiden, wird das Lupenlaryngoskop während des Einführens um 90° zur Seite gedreht und nach Erreichen des Rachens wieder in die Normalposition zurückgedreht. Hypopharynx und Larynx liegen nun im Blickfeld“⁵⁵ (Abb. 11).

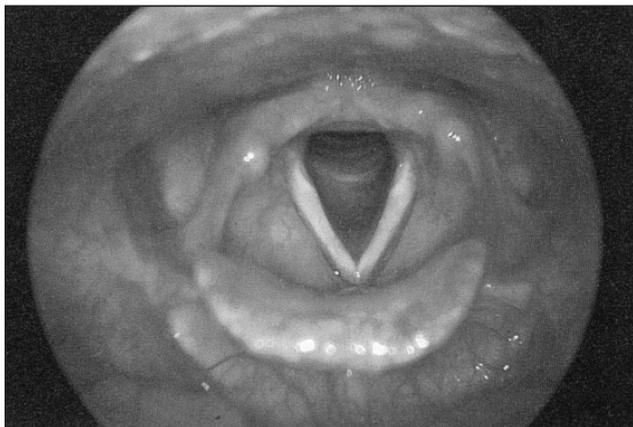


Abb. 11: Kehlkopf bei Betrachtung mit dem Lupenlaryngoskop (aus Birnmeyer, 41987 nach Becker et al., 1983 [modifiziert]). Die farbliche Gestaltung dieser Abbildung ist auf Seite 311 zu ersehen.

Zuweilen gelingt „in besonders günstigen Fällen bei Bassisten der Einblick durch den Kehlkopf in die Trachea bis zur Bifurkation.“^{56,57} Die *Bifurcatio tracheae* bezeichnet die Gabelung der Trachea etwa in der Höhe des 4.-5. Brustwirbels, deren Teilungsstelle den Verlauf des rechten und linken Hauptbronchus vereinigt (Abb. 12).

Maßgebend für die im Verhältnis zu höheren Stimmgattungen weit einsehbare elastische Trachea sind die oft untrüglichen physischen Merkmale eines Bassisten, der mit seinem leptosom-asthenischen Wuchs eine längliche Kopfform und einen langen, relativ flachen Brustkorb mit relativ langen schmalen Stimmlippen (Langhalsigkeit) aufweist (Kretschmer, 1936). Habermann berichtet (³2001), daß „in der Literatur für einen Baß bei Abduktion in Ruhe eine Gesamtlänge von 24-25 mm angegeben wird.“⁵⁸ Bei der Beurteilung dieser Stimmgattung erscheint unter anatomischen Gesichtspunkten der Kehlkopf sehr groß in allen seinen Dimensionen. Zudem tragen „große Resonanzhöhlen mit weitem Abstand zwischen Zäpfchen und Rachenhinterwand sowie zwischen Kehlkopf und Rachen mit breitem flachen Gaumen“⁵⁹ als biologische und anatomische Faktoren im Rahmen ergänzender Klassifizierung zum Gesamtbild einer Baßstimme bei.

Die vom österreichischen HNO-Arzt O. Kleinsasser ausgebaute *direkte Laryngoskopie* und 1968 eingeführte Untersuchungstechnik⁶⁰, hat sich auch bei der *direkten Larynxmikroskopie* beziehungsweise *Mikrochirurgie* des Larynx bewährt. „Sie gestattet die Betrachtung der Stimmlippen und der Taschenfalten in direkter stereoskopischer Sicht unter dem Operationsmikroskop mit einer Brennweite von 400 mm.“⁶¹ Die Untersuchung erfolgt in Intubationsnarkose und ermöglicht einen Einblick, welcher einen Vergrößerungseffekt mit sehr präziser Beurteilung der organischen Strukturen hervorruft und die subtile Kehlkopfdiagnostik unterstützt (Abb. 13).

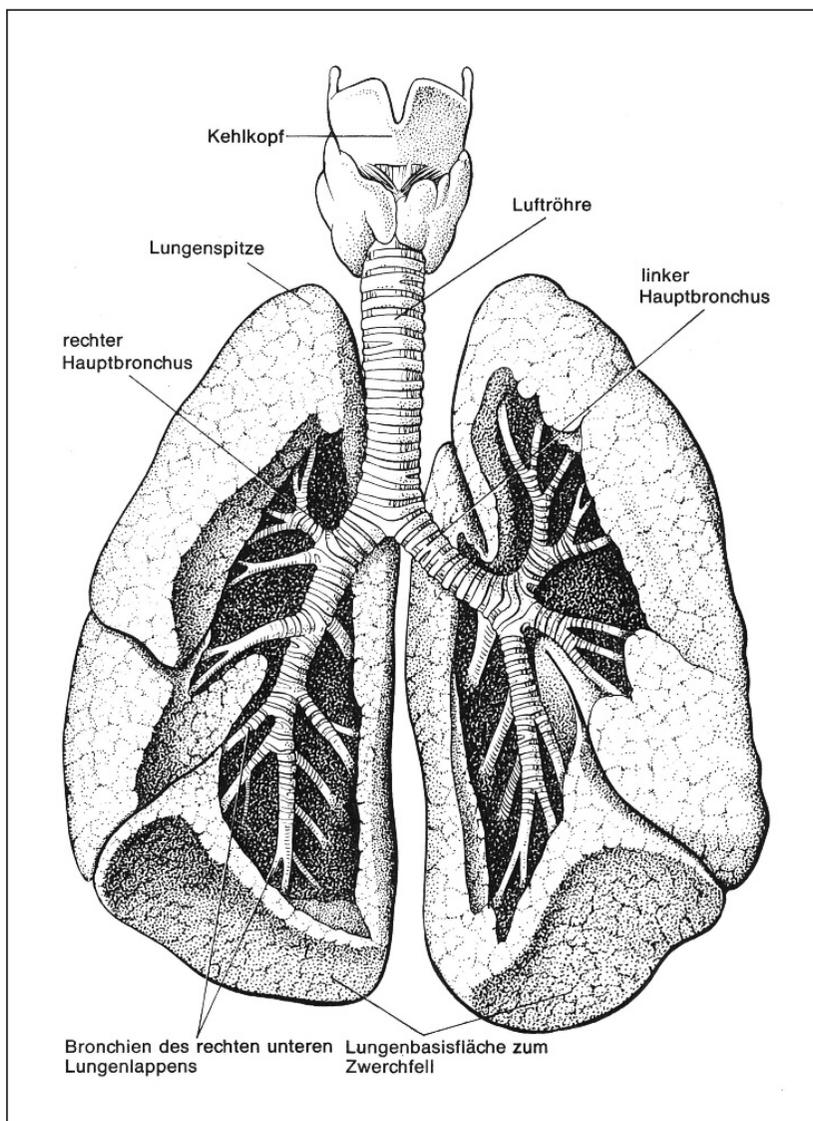


Abb. 12: Lungen, Bronchialbaum und Luftröhre von vorn (nach E. Barth, 1911 aus Habermann, ³2001)

Unter diesen Prämissen können feine Veränderungen (z. B. Polypen, Zysten, Leukoplakien, Stimmlippenknötchen als Ödeme oder Fibrome) erkannt werden, die durch diffizile Eingriffe phonochirurgischer Abtragung am Kehlkopf vorgenommen werden (Abb. 14 u.15).

Hierzu zeigt Abb. 16 spektrale Stimmfelder, das heißt Singstimmprofile mit spektraler Bewertung vor (schraffiert) und nach Polypabtragung.

Die *Stroboskopie*, (von griech. $\sigma\tau\rho\acute{o}\beta\omicron\varsigma$, Wirbel und $\sigma\chi\acute{o}\pi\epsilon\upsilon$, schauen), ist eine in der Technik angewandte physikalisch-optische Methode. Mit ihr können Krankheiten, die durch eine Störung des Stimmklanges gekennzeichnet sind, durch einen Phoniater erkannt

werden. „Stroboskopische Befunde wie Regelmäßigkeiten der Schwingungen, Weite der Amplitude, Ausprägung einzelner Schwingungsphasen (besonders der Schlußphase und vor allem der Verschieblichkeit der Schleimhaut am Stimmlippenrand („Randkantenverschiebung“) erlauben wichtige Schlußfolgerungen auf die Stimmfunktion des Kehlkopfes“⁶² (Abb. 82).

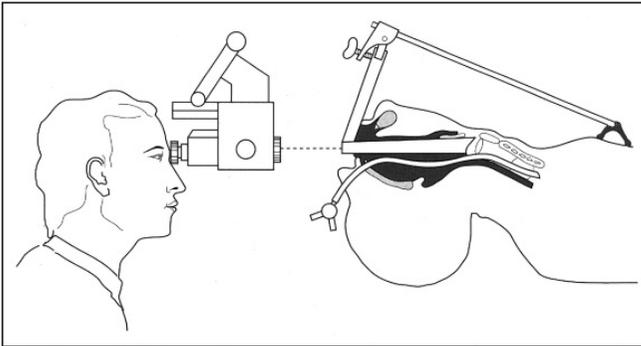


Abb. 13: Direkte Larynxmikroskopie (nach Kleinsasser, 1974)

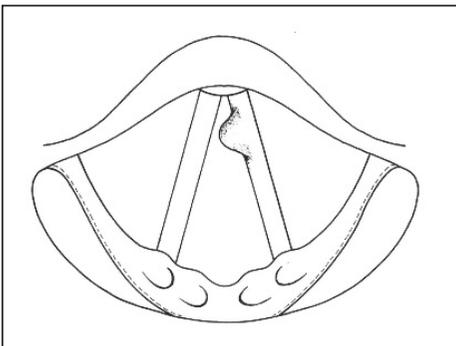


Abb. 14: Stimmlippenpolyp (nach Wirth, 41995)

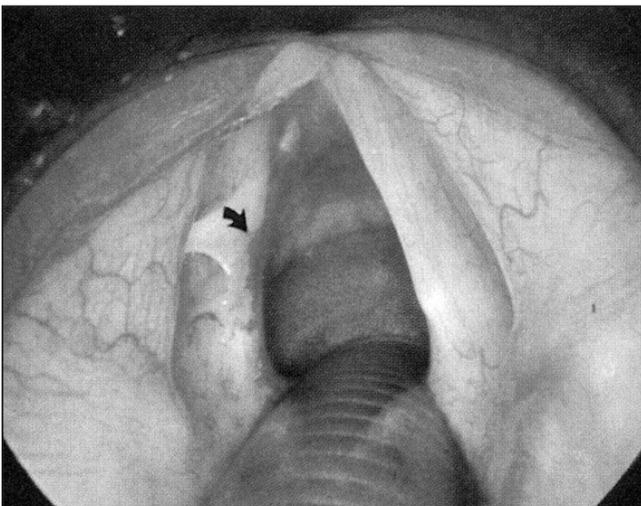


Abb. 15: Kehlkopf bei direkter Laryngoskopie unter mikroskopischer Sicht. Im Bild oben befindet sich die vordere Kommissur der Stimmbänder, unten ist der verstellte Narkosetubus (*Woodbridge*) gut erkennbar. Der Kehldeckel ist nicht sichtbar, weil das Laryngoskop seiner laryngealen Fläche anliegt und ihn dadurch verdeckt. An der mit Pfeil bezeichneten Stelle des linken Stimmbandes ist ein Polyp abgetragen und die Wundfläche mit Fibrinkleber versiegelt worden. Man beachte den Seitenunterschied des Kehlkopfbildes bei direkter gegenüber indirekter Sicht (Birmmeyer, 41987 aus Gastpar, Kastenbauer und Behbehani, 1979 [modifiziert]). Die farbliche Gestaltung dieser Abbildung ist auf Seite 311 zu ersehen.

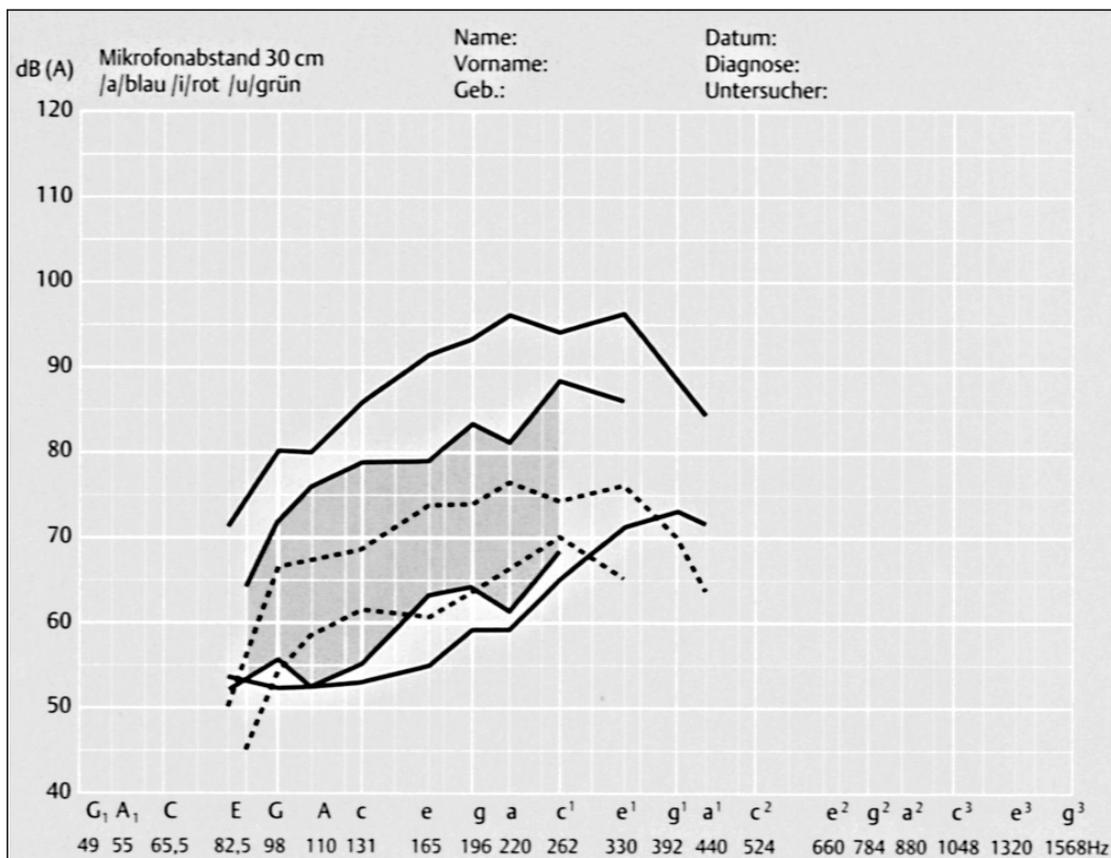


Abb. 16: Spektrale Stimmfelder, d. h. Singstimmprofile mit spektraler Bewertung vor (schraffiert) und nach Polypabtragung. Postoperativ Zunahme des Tonhöhen- und Dynamikumfangs sowie des hohen Formantpegels (nach Wendler et al., 31996)

So scheint ein Objekt, wie das der Stimmlippen, das sich periodisch und schnell bewegt, in einer bestimmten Schwingungsphase stillzustehen (zum Beispiel Schließungsphase), die gewissermaßen als optische Täuschung mit dem Auge wahrgenommen wird. Es kommt so zu einer Frequenzübereinstimmung („stehendes Bild“) bei gleicher Lichtblitzperiode und Schwingungsperiode, wie Abb. 17 illustriert.

„Methodik: Über ein unterhalb des Kehlkopfes befestigtes Mikrofon wird die Zahl der Lichtblitze mit der Zahl der Stimmlippenschwingungen synchronisiert. Aus dem so über das Körperschallmikrofon aufgenommenen Stimmklang wird der Grundton herausgefiltert und zu einer der Grundtonfrequenz entsprechenden Impulsfolge umgeformt, die dann die Blitzlampe zündet.“⁶³

Ergibt sich eine Frequenzdifferenz („bewegtes Bild“) durch Verringerung oder Vermehrung der Zahl der Lichtblitze mit der Schwingungsfrequenz der Stimmlippen, so erscheint die Lichtblitzperiode länger als die Schwingungsperiode (Abb. 18). „Das Auge erkennt dann eine scheinbare langsame Schwingung der Stimmlippen; je geringer die Differenz der beiden

Frequenzen ist, desto langsamer erscheint der Schwingungsverlauf.“⁶⁴

„Die Stimmlautstärke bei der Untersuchung hat Einfluß auf die Schwingungsamplituden und den Stimmlippenschluß. Bei Störungen der Sprechstimme muß eine Untersuchung in Höhe der mittleren Sprechstimmlage und bei Störungen der Gesangsstimme im Bereich des gesamten Stimmumfangs erfolgen.“⁶⁵

Im übrigen liegt bei der Sängerstimme die Frequenz des Schwingungsablaufes der Stimmlippen bei Männern etwa zwischen 65 Hz und 500 Hz, bei Frauen zwischen 130 Hz und 1000 Hz Schwingungen pro Sekunde.

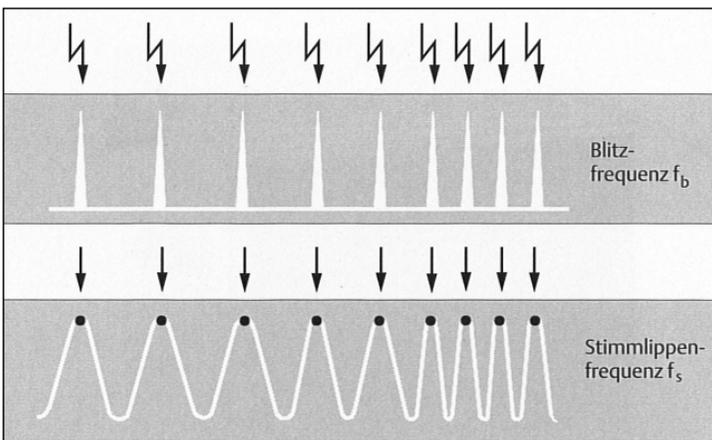


Abb. 17: Stroboskopisches Prinzip, stehendes Bild. Gleichheit von Blitzfrequenz der Lampe und Stimmlippenfrequenz, auch bei Frequenzänderung (nach Schönhärl, 1960)

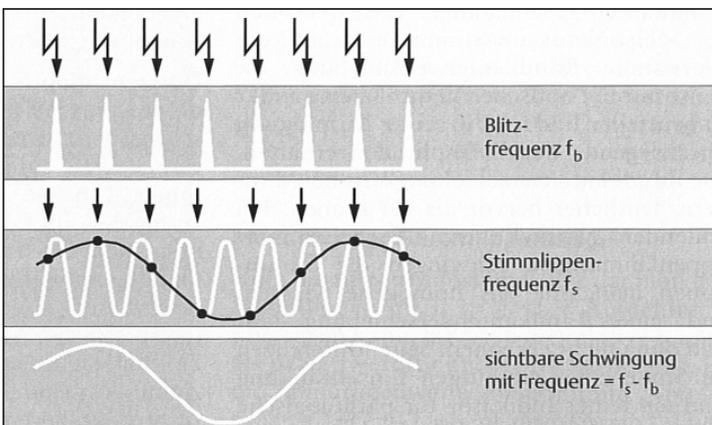


Abb. 18: Stroboskopisches Prinzip, bewegtes Bild. Blitzfrequenz der Lampe geringer als Stimmlippenfrequenz, scheinbar langsamer Schwingungsablauf (nach Schönhärl, 1960)

Funktionelle Störungen der Gesangsstimme (*Dysodie*) wirken sich bevorzugt im Bereich der Registerübergänge oder im Schwelltonvermögen aus, die im Hinblick stimmlicher Leistungsfähigkeit stroboskopisch der Beobachtung zugänglich gemacht werden. „Die Stimme spricht nicht leicht genug an, der weiche Stimmeinsatz bereitet Mühe oder gelingt nicht, es kommt zwangsläufig zu pathologischen Einsätzen. Das Pianosingen ist gestört, die Töne brechen sogar ab, vorwiegend bei geringer Stimmintensität. Die Beherrschung des Stimmsitzes läßt

nach, wodurch die Modulationsfähigkeit der Stimme beeinträchtigt und der Vokalausgleich gestört ist. Es kann sogar zu Stimmklangveränderungen bis zur belegten oder behauchten Stimme kommen, unter Umständen ist die Tonhaltedauer verkürzt. Der Schwellton gelingt nicht kontinuierlich, vor allem nicht während des Abschwellens, und es ergeben sich Schwierigkeiten bei Registerwechseln. Die Intonation verliert ihre gewohnte Sicherheit, es kommt zum Detonieren oder Distonieren. Der Tonhöhenumfang wird eingengt, besonders in der Tiefe, und das Vibrato verliert seine Weichheit und Elastizität. Die Höhe und das Forte werden nur durch gesteigerten Kraftaufwand erreicht. Im Hals entstehen die oben genannten Mißempfindungen. Die Stimme ermüdet rasch, das Singen strengt an und bereitet Unlust.⁶⁶ Eine zu tiefe Intonation (Detonieren) wird auf Seite 208 diskutiert.

Durch Praktizierung unökonomischen Stimmgebrauchs, zum Beispiel bei falscher Gesangstechnik, kann es zur Ausbildung von Phonationsverdickungen (Sänger-, Schrei- oder Brüllknötchen) am Übergang vom vorderen zum mittleren Stimmlippendrittel kommen, wie Abb. 19 bei Respirationsstellung der Stimmlippen zeigt. Dabei „wirkt sich die Beschaffenheit der Randkantenschleimhaut erheblich auf den Stimmklang aus. Schon sehr geringfügige Veränderungen, zum Beispiel Entzündungen, Trockenheit oder kleine Knötchen, können das Abrollen der Schleimhaut beeinträchtigen und zu Heiserkeit führen. Für eine klare, leise und weich einsetzende und modulationsfähige Stimme ist vorauszusetzen, daß die Randkantenverschiebung der Schleimhaut normal und vor allem seitengleich abläuft.“⁶⁷

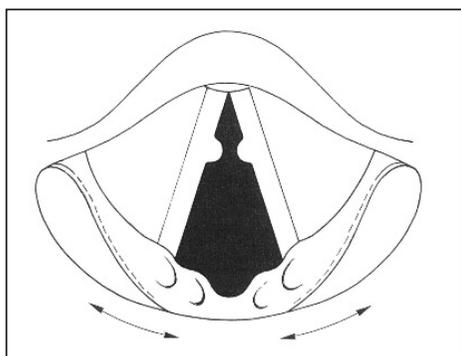


Abb. 19: Stimmlippenknötchen am Übergang vom vorderen zum mittleren Stimmlippendrittel bei Respirationsstellung der Stimmlippen (nach Wirth, 41995)

Mit Hilfe der *Elektromyographie* (EMG) werden elektrische Potentiale beziehungsweise Impulse, die bei der Kontraktion eines Muskels entstehen, erfaßt und aufgezeichnet. „Die Untersuchung der äußeren Kehlkopfmuskeln (M. cricothyreoideus) erfolgt durch Einstich von außen (transkutan). Bei der Untersuchung der inneren Kehlkopfmuskeln (M. vocalis, M. cricoarytaenoideus dorsalis) werden die Elektroden nach Oberflächenanästhesie der Schleimhaut luppenendoskopisch oral in den zu untersuchenden Muskel eingeführt oder transkutan durch das Lig. cricothyreoideum (Abb. 60).

Die Elektromyographie gibt unter anderem Aufschluß über das Zusammenspiel der Muskeln bei der Phonation, beim Singen, bei der Atmung und bei Stimmstörungen.⁶⁸

Unter der *Röntgenkinematographie* versteht man das Filmen von Durchleuchtungsbildern zur Aufzeichnung und Dokumentation des physiologischen Sing- bzw. Stimmaktes (verschiedene organspezifische Spannungszustände der Stimmlippen durch funktionale Stimmtechniken innerhalb der Stimmregister der Sängerstimme) sowie des physiologischen Sprechaktes, auch im pathologischen.

Der *Hochgeschwindigkeitsfilm* erlaubt eine exakt wissenschaftliche Analyse feinerer Schwingungsvorgänge der Stimmlippen, der 5000 bis 10 000 Bilder pro Sekunde gestattet, die man später in Zeitlupe ablaufen lassen kann. „Nach mehreren Generationen der Geräteentwicklung ist es heute möglich, eine Hochgeschwindigkeitsvideokamera mit einem Lupenendoskop oder Mikroskop zu verbinden, um die Stimmlippenschwingungen damit aufzunehmen und mittels eines Rechners auszuwerten (Hochgeschwindigkeitsglottographie). Das Verfahren steht auf der Schwelle zum klinischen Einsatz und dürfte auf lange Sicht die Stroboskopie ablösen.“⁶⁹

Auf weitere wissenschaftliche Untersuchungsmethoden (Laryngoskopie mit flexiblen Endoskop (Fiberskop), Palpation des Kehlkopfes, Larynxphotographie, Glottiskymographie, Röntgenuntersuchungen (Übersichtsaufnahmen, Computertomographie, Laryngographie), Stimmlippenmessung, Neuromyographie (NMG), Reflexmyographie (RMG), Sonographie (Echolar yngographie u. a.) soll hier nicht näher eingegangen werden.

Hingegen soll auf die zur Verfügung, durch entscheidende Impulse kommunikativer Möglichkeiten des 21. Jahrhunderts, stehenden Methoden der *Elektroglottographie* und *akustischen Glottographie* (Inversfilterung) im V. Kapitel (Abb. 35 u. 38) näher eingegangen werden, da durch diese Verfahren ein unmittelbarer Bezug zu Schallereignissen, die die Tonqualität betreffen, besteht

Die bereits erwähnten, mit dem 19. Jahrhundert einsetzenden, Beobachtungen durch Instrumente, Apparate, durch Messungs- und Registriervorrichtungen ergänzt, sollten sich im 20. Jahrhundert durch die fortschreitende technische Entwicklung, insbesondere die der Elektroakustik, für die *gesangswissenschaftliche Forschung* mit weiteren Untersuchungsmethoden positiv auswirken.

Durch entscheidende Impulse kommunikativer Möglichkeiten haben sich neben den subjektiven Methoden der Stimmbeurteilung folgende zur Verfügung stehende objektive, das heißt akustische und elektroakustische Untersuchungsverfahren bewährt: Schallspeicherung und -wiedergabe, Messung der Stimmstärke (SPL), Messung der Tonhöhe, Messung von Sing- und Sprechstimmprofilen, Klanganalysen (Regularitätsanalysen, Spektralanalysen, Langzeit-Mittelwertspektrographie [LTAS], Sonographie), Oszillographie.

Sie gehen „vom Produkt des Stimmapparats aus, vom fertigen Schall, um die gesunde Stimme zu erforschen und Schäden zu diagnostizieren.“⁷⁰

Die *Sonographie*, die Schwerpunkt dieser Dissertation sein soll, „liefert ein besonders anschauliches Bild von der Stimmfunktion. Waagerecht ist der zeitliche Verlauf abgebildet, senkrecht kommen die Frequenzbereiche zur Darstellung, und aus dem Schwärzungsgrad oder aus farbigen Abstufungen läßt sich die Intensität in einem bestimmten Frequenzbereich

erkennen.“⁷¹ Auf Seite 44-46 wird hierauf näher eingegangen.

Auch „für die *gesangspädagogische Forschung* eröffnet sich die Einbeziehung des Computers mit der Chance, verschiedene Methoden und Gesangsarten objektiv zu erfassen, zu beschreiben und klar zu argumentieren. In der 32. Deutsch-Österreichisch-Schweizerischen (D-A-CH)-Studientagung, die vom 27. bis 29. April 2000 an der Universität für Musik und Darstellende Kunst in Graz stattgefunden hat, wurde in einer Vortragsreihe unter dem Generalthema „Digitale Bildungsmedien als Katalysatoren für eigenaktives und selbstorganisiertes Musiklernen, neue Strategien für Musikstudium und Unterrichtspraxis“ auf die Darstellung des Computers als wertvolles Hilfsmittel in der Stimmbildung und im Gesangsunterricht hingewiesen. Unter Verwendung von Mikrophon und Softwareprogrammen (Voce-Vista, Dr. Speech und andere) erschließen sich für den Gesangspädagogen über das Elektroglossogramm verschiedene Möglichkeiten, Stimmdateien (Stimmumfang, Dynamikspielraum, Stimmschlussverhalten) zu erfassen, zu visualisieren und zu speichern.“⁷²

„Im klaren Bewußtsein der vielfachen Wechselbeziehungen zur Akustik, Phonetik, Philologie und zu anderen Disziplinen der Geisteswissenschaften, entwickelten die klassischen Pioniere der phoniatischen Forschung eine innige Zusammenarbeit mit den Vertretern der verwandten Gebiete.“⁷³

Da ist besonders die *Phonetik* (Lautlehre, Stimmbildungslehre), „eine exakte Naturwissenschaft, in der das Suchen um den Begriff φωνη (Phone) kreist, der ehemals alles umfaßte, was durch die Tätigkeit von Phonationsorganismen hervorgebracht wird: Schall, Klang, Stimme, Ruf, Schrei, Laut, Wort, Äußerung, Rede, Mundart, Sprache.“⁷⁴

Die für den Sänger maßgebenden Fertigkeiten wie Stimmbildung und Stimmpflege, singende und redende Künste, stehen der zugehörigen Phonetik am nächsten.

„Wie nahe sich Phonetik und Stimmbildung sind, braucht in vollem Umfange nur der Stimmbildner zu erkennen. Er aber muß phonetisches Wissen unbedingt sein eigen nennen: in viel höherem Grade als der Sänger selbst. Ein sinnvolles Gesangstudium dient von Beginn an der Klarstellung, Reinigung, Enthemmung jedes einzelnen Lautes - also jedes Vokals und jedes Konsonanten.“⁷⁵ Da die gegenseitige Beeinflußbarkeit der Laute, die sich freundlich oder feindlich gegenüberstehen, ein phonetisches Grundgesetz ist, „erschließt der Gesangspädagoge auf Grund der Annäherungsmöglichkeit der Laute untereinander für den Schüler die Wege zu ihrer Verbesserung. Durch das Erkennen der Naturgesetze (also der phonetischen Grundtatsachen) ist der praktische Weg zur Kehlfreiheit mit Hilfe der einwandfreien Artikulation, des Vokalausgleichs, der Resonanzverbesserung unfehlbar gegeben. Stimmbildung ist wie die Phonetik selbst ein Gebiet der Naturwissenschaft.“⁷⁶

„Zwar ist die Phonetik eine junge Wissenschaft, deren Forschungsgegenstand aber klar umgrenzt ist. Er umschließt, nach dem deutschen Phonetiker Hans-Heinrich Wängler (1921-2001), das Sprechen, das Singen, die gestaltende und wirkende, die lebendige Tätigkeit als „energeia“ im Gegensatz zur Sprache, zum Gesang, als geschichtlich gewachsenes Kulturprodukt, als „ergon“ (Wilhelm Freiherr von Humboldt (1767-1835), deutscher Philosoph, Sprachforscher und preußischer Staatsmann)⁷⁷ (Dahlhaus, ³1976).

Die allgemeine Phonetik hat die Aufgabe, so Panconcelli-Calzia (1924), „sich in der Gegenwart vollziehende, vom Orte unabhängige Phonationsvorgänge im normalen (hinzuzufügen: wie im anomalen und pathologischen, Vf.) Organismus festzustellen, zu zergliedern, zu ordnen und zu erklären.“⁷⁸ In der angewandten Phonetik „kommt die Erklärung sprachlicher und sprachgeschichtlicher Vorgänge, die Erforschung musikalischer, akustischer und sprechpsychologischer Probleme, die Darstellung der gewonnenen Erkenntnisse für die Gesangs- und Sprechpraxis, für fremdsprachliche und heilpädagogische Unterrichtszwecke hinzu.“⁷⁹

„Daß sich aber die Aufgabe der Phonetik nicht in der Erforschung der Lautbildungen und ihrer akustischen Ergebnisse erschöpft, hat der französische Phonetiker Abbé Pierre-Jean Rousselot (1846-1924) sehr klar gesehen. Atmung und Stimme, Lautbildung und Lautbeeinflussung, Wortgestaltung, Rede und Gesang, Hörvorgang und Gehörauffassung gehören zu ihrem Forschungsbereich. Sie hat die an diesen Vorgängen beteiligten Organe zu untersuchen und zu beschreiben, ihre Tätigkeit zu studieren, die Gesetzmäßigkeiten ihres Wirkens und Zusammenwirkens aufzufinden, der Perzeption und Apperzeption des Gesprochenen und Gesungenen, den Abbildungs- und Gestaltungsprozessen nachzuspüren, die akustisch-physikalischen Erscheinungen der Sprech- und Singbewegung zu erforschen und darzustellen sowie die Anwendung ihrer Forschungsergebnisse auf die verschiedenen Wissenschaften und Fertigkeiten aufzuzeigen.“⁸⁰

„So hat also die Phonetik eine physikalische, eine physiologische, eine psychologische und auch eine medizinische Seite, die aber stets nur als Betrachtungsweisen desselben Gegebenen, des Sprechenden und Singenden Einzelmenschen aufgefaßt werden.“⁸¹

Ausgang einer gekennzeichneten Haltung der traditionellen Stimm- und Gesangspädagogik, die einer überwiegenden Ablehnung der stimmphysiologischen Analyse und akustischem Wissen gegenüberstand, bevorzugte an ihre Stelle die Synthese, die Betonung einer unabweisbaren Notwendigkeit einer psycho-physischen Einheit als unbedingte *Ganzheitlichkeit* in die Mitte des Gesangstudiums zu stellen.

„Das gilt auch für die Gesangspädagogin Franziska Martienssen, wenn sie 1922 „Das bewußte Singen“ als Forderung aufstellt, aber auch die Einseitigkeit des rein physiologischen Wissens, und die daraus resultierenden Gesangsmethoden beklagt“⁸², wobei die menschliche Stimme rein gefühlsmäßig in ihrer leibseelischen Einheit, ja von der Seele geführt wird („beseelter“ Gesang), die sich durch die daraus entstehende vollkommene Harmonie auf die Stimm Lippen überträgt.

So schreibt in neuester Zeit der Gesangspädagoge und Sänger H.-J. Kasper (*1954) dazu: „Mit Hilfe der *Stimmpsychologie* ist der fortgeschrittene Sänger in der Lage, komplizierte stimmphysiologische Bewegungsabläufe gedanklich und vorstellungsmäßig so zu steuern, daß er frei, ungezwungen und natürlich singt. Dies geschieht ohne Zuhilfenahme falscher Muskelgruppen, speziell derer im Halsbereich. Die Stimmpsychologie läßt die gesangsphysiologischen Funktionsmechanismen aus Ideen lebendig und natürlich entstehen, idealer Gesang wäre das Resultat.“⁸³ Und Kasper führt weiter dazu aus, „daß der Schüler

die vom Gesangspädagogen beschriebenen Funktionen so lange getrennt zu üben hat, bis diese sich weitgehend verselbständigen. Erst dann kann er beginnen, die erlernten Funktionen durch Gefühle und Vorstellungen zu ersetzen, was die Funktionen selbst und somit den Stimmklang optimiert.“⁸⁴

Einige Stimmforscher haben Anfang des 20. Jahrhunderts mit herausragenden Leistungen entscheidende Impulse für die Gesangswissenschaft gesetzt. Namen wie Th. S. Flatau, H. Gutzmann sen., E. Barth und A. Musehold gehören in diesen Kreis. Einer speziellen Erwähnung gebührt dem in Berlin an der HNO-Klinik der Charité und an der Hochschule für Musik wirkenden Phoniater und Musikologen Theodor Simon Flatau (1860-1937). Er setzte sich vor allem mit zahlreichen Fragen der gestörten Sängerstimme auseinander und eröffnete neue Wege für ihre Behandlung. Auch war er unter anderen Herausgeber der Zeitschrift „Die Stimme“ (Centralblatt für Stimm- und Tonbildung, Gesangunterricht und Stimmhygiene). Ihm zu Ehren finden seit 1987 gesangswissenschaftliche Tagungen im Hörsaal der Univ.-HNO-Klinik der Charité (Humboldt-Universität) statt, was der Initiative der Phoniater Wolfram Seidner und Jürgen Wendler zu verdanken ist.

Aufgrund ausgedehnter empirischer „Untersuchungen über den Kunstgesang“⁸⁵ aus stimmärztlicher Sicht, in einer von 1923 herausgegebenen umfassenden Arbeit des Schweizer Max Nadoleczny (1874-1941), über die Atem- und Kehlkopfbewegungen und zahlreichen gesangstechnischen Fragen, die von seiten der experimentellen Phonetik vielleicht eine Klärung erfahren sollte, berief der Stimmarzt, Spracharzt und Sänger der Wiener Universität Hugo Stern (1875-1941) Zusammenkünfte zwischen Stimmwissenschaftlern und Gesangspraktikern und forderte 1928 mit seinem Aufsatz: „Die Notwendigkeit einer einheitlichen Nomenklatur für die Physiologie, Pathologie und Pädagogik der Stimme.“⁸⁶ Als Geburtsstätte der Bemühungen um eine einheitliche Begriffsbestimmung, eine grundlegende wissenschaftliche Auseinandersetzung mit allen wichtigen Erscheinungen der Gesangstechnik und der Gesangspraxis, könnte Wien gelten. Abgesehen von internationalen stimmphysiologischen Forschungen in der Folgezeit, des letzten internationalen Kongresses Singen und Sprechen in Frankfurt am Main 1938⁸⁷ und der ersten in jüngster Zeit interdisziplinären Deutsch-Österreichisch-Schweizerischen (D-A-CH) Studententagung 1974 in Bigorio/Svizzera über Gesangsausbildung und Sprecherziehung⁸⁸, folgten weitere interdisziplinäre Zusammenkünfte und veranstaltete gesangswissenschaftliche Tagungen, Symposien und Kongresse (1. Internationaler Kongreß der Gesangslehrer 1987 in Straßburg) zwischen Künstlern, Pädagogen und Wissenschaftlern mit dem Gedanken, viele noch offene Stimmrätsel zu lösen.

Durch umfangreiche Kenntnisse des wissenden und weiterforschenden Gesangspädagogen lassen sich, ohne die Kompetenz der Stimpmpädagogik in Frage zu stellen, die Risiken eines Gesangstudiums vermindern. Die Grundlage der Gesangkunst ist die *Gesangswissenschaft* (Hennig 1900; Forchhammer 1921; Fischer-Klotz 1978; Fischer 1993; Seidner u. Wendler ³1997, ⁴2004; Sundberg 1997 und andere), welche sich, um die Vorgänge beim Singen und Sprechen von Grund auf erklären zu können, auf eine Reihe verschiedenartigster

Wissenschaften, wie folgt stützt:

- 1) die Phoniatrie, die Anatomie, die Physiologie, die Hygiene (Medizin)
- 2) die Phonetik (Sprachwissenschaft)
- 3) die Stimmphysiologie, die Gehörphysiologie, die Hörpsychologie (systematische Musikwissenschaft)
- 4) die Akustik (Physik), die Raumakustik
- 5) die Psychologie, die Stimmpsychologie

So läßt sich die menschliche Stimme, die beim Singen und Sprechen zukunftsweisend hinreichende Berücksichtigung finden sollte, in Anlehnung an P.-M. Fischer (1993) in drei wesentliche, objektive Bereiche wie folgt gliedern:

- a) anatomisch-organisch
- b) phoniatisch-phonetisch-psychologisch
- c) physikalisch-akustisch

Durch eine weitere objektive Erforschung, besonders der gesunden und leistungsfähigen Sängerstimme (Singstimme) und deren Stimmfunktionen, würde die Stimm- und Gesangspädagogik auf gesicherten Boden, auf eine breitere, fundierte, teilweise neue Basis gestellt werden. Auch die darüber hinaus in unserer Zeit in erschreckendem Maße vorkommenden pathologischen Krankheitsbilder haben besonders durch falschen Gebrauch und negativ wirkender Lebensweise zugenommen, so daß es dringend erforderlich ist, der menschlichen Stimme und ihrer Forschung die gleiche Bedeutung zukommen zu lassen wie das bei der Sportforschung und Sportwissenschaft der Fall ist. Die mangelnde Kenntnis der menschlichen Stimme über Ursache und Wirkung, besonders beim Sprechen und auch Singen, bereits im Elternhaus, „im Kindergarten und in der Schule wie auch der negative Einfluß der Massenmedien (Schlagersingen, Popmusik usw.) - solche stimmlichen Vorbilder verleiten häufig zu registerisoliertem Singen“⁸⁹ - führen oft zu irreparablen Stimmschäden und damit zum stimmlichen Verfall.

II Zielsetzung

1. Vorwort

In dieser meiner vorliegenden Dissertation handelt es sich um Fakten und Ergebnisse der gesungenen Stimme, die in ihrer akustischen Struktur objektiviert, gedeutet und verifiziert wird. Es muß jedoch betont werden, daß hier vorrangig von der Sängerstimme des professionellen, im klassischen Gesang ausgebildeten Sängers die Rede sein soll.

Durch Gewinnung von Gesangstudenten und anerkannten Sängern konnte ein Überblick gesangswissenschaftlicher Untersuchungen mit normativen Werten aus physikalisch-akustisch-phonetisch-physiologischer Sicht entstehen, indem die Gesangkunst mit naturwissenschaftlichen Analysen, Materialien und Daten verknüpft wurde. Durch die dadurch entstandenen Resultate, die eine Orientierungshilfe darstellen, sollen entscheidende Impulse für die gesangspädagogische-, stimmbildnerische-, gesangstherapeutische-, sprecherzieherische-, logopädische-, phonetische-, phoniatische und stimmtherapeutische Praxis gesetzt werden. Die Resultate sollen, auch in der Absicht, weiterhin die Kluft zwischen Theorie und Praxis, zwischen wissenschaftlicher Forschung an phoniatischen Abteilungen für Stimm- und Sprachstörungen, HNO-Kliniken und phonetischen Instituten einerseits und praktischer Lehrerfahrung der Gesangspädagogik in freiberuflichen Praxen, an Universitäten und Hochschulen, Konservatorien und Musikschulen andererseits überwinden helfen. Desweiteren wendet sich diese Arbeit an, die im Opern-, Lied-, Konzert und Oratoriumfach tätigen Sänger, Stimmphysiologen/Stimmwissenschaftler, Musikwissenschaftler, Intendanten, Dirigenten, Opern- und Theaterregisseure im Musik- und Sprechtheaterbereich, Bühnenbildner, Chorleiter, Korrepetitoren und Liedbegleiter, Komponisten, Kritiker, Agenten, Beauftragte der Kulturwirtschaft, Kulturbeauftragte der Verwaltung und den beflissenen, suchenden Gesangstudierenden. Dem Akustiker kann diese Arbeit als Unterstützung dienen, da die naturwissenschaftlichen Gegebenheiten bei der Stimmgebung aus der Sicht der Sängerstimme beleuchtet werden.

Anatomische und physiologische Erkenntnisse nebst Erfahrungen sollen im VI. Kapitel und in unmittelbaren Bezug zur Sängerstimme im 1. Abschnitt und deren sängerische Einstellung im 5. Abschnitt des VII. Kapitels gipfelnd zur Darstellung kommen, als sie zum Verständnis zwischen Gesangswissenschaft und Gesangspädagogik und der somit in dieser Dissertation untersuchten Funktion und Leistung für den Singvorgang beitragen.

Die sonographischen Untersuchungen sollen sich im wesentlichen über Eigenschaften der „großen“ Stimme erstrecken, die sich durch Messungen der Intensität der sogenannten Sängerformanten aber auch der zur Charakterisierung und Erkennung einer Vokalqualität betreffenden Sprachformanten als Stimmqualitätskriterium durch resonanzgesicherte Ereignisse von Singstimmenschall und Tragfähigkeit objektiv bewerten lassen.

Bereits dürfte von Helmholtz der erste Wissenschaftler gewesen sein, der auf den Sängerformanten im 19. Jahrhundert (1863), im Zuge seiner begründeten Obertontheorie, auf-

merksam gemacht hatte (71968). Der schwedische Stimmphysiologe J. Sundberg „erkennt in der Tonbildung ausgebildeter Sänger fünf Formanten, von denen mehrere den Sängersformanten bilden (1970, 1973, 1974, 1977)“¹, durch die dann das Konzept der Gesangsformanten entstand. Damit wird in einer früheren Untersuchung der italienischen Stimmediziner G. Belussi und A. Visendaz, welche „die Probleme der Stimmregister auf Grund der Tomographie behandelten“² und gefunden haben, bestätigt (1949), daß „neben einer Verdünnung der Stimmlippen beim gedeckten Gesangston, *eine Erweiterung der Morganischen Ventrikel und die deutliche Vergrößerung des supraglottischen Raumes* zum Ausdruck kommt.“³

Sundberg und mehrere Stimmwissenschaftler bestätigen die Bedeutung des Sing- (Sänger- bzw. Hoch-) Formanten um 3000 Hz für die Sängerstimme, auf den bereits 1953 der deutsche Nachrichtentechniker, Physiker und Diplom-Ingenieur F. Winkel (1907-2000) aufmerksam gemacht hatte.

Auch der deutsche Komponist und Dirigent Richard Strauss (1864-1949), „der zugleich ein großer Stimmkenner war, wußte, wie aus seinem Geleitwort zur Oper *Capriccio* hervorgeht, um diese Zusammenhänge. Mit modernsten Geräten hat man nur bestätigt, was schon in den von Johann Friedrich Bellermann (deutscher Musikpädagoge 1795-1874) 1841 herausgegebenen Schriften des antiken Anonymus, die Tonqualität betreffend, erkannt wurde.“⁴

2. Sonographische Registrierung und Versuchspersonen

Die Voraussetzung für das tägliche Ringen um den „guten Stimmsitz“ in der gesangspädagogischen und stimmbildnerischen Praxis ist die optimal akustische Koppelung von pharyngo-oralem Ansatzrohr und Glottisgenerator. Der in der Gesangspädagogik postulierte Stimmsitz und die damit verbundene gute Stimmführung ist mit Hilfe des Spektrographen (Sonographen) - benutzt wurde das Modell 7029A der Firma Kay Elemetrics - durch eine elektroakustische Analyse physikalisch meßbar. Sängers-energetische Stimmklänge können somit qualitativ im Schmalbandspektrogramm (Schmalbandsonagramm) und Breitbandspektrogramm (Breitbandsonagramm) zur Ausprägung kommen. Es handelt sich hierbei um eine besondere Verstärkung (Intensität) der Frequenzen im Bereich zwischen 400 und 4500 Hz der sogenannten Sängersformanten, die den Stimmen, stützend auf eine Reihe phonischer Besonderheiten (s. S. 67), ihre *Brillanz, Tragfähigkeit und Durchschlagskraft* verdanken und demzufolge den gesungenen Ton eines Sängers je nach Ausbildungsgrad sozusagen als Obertöne (harmonische Teilschwingungen) veredeln. Die Intensität als spektrale Energieschwerpunkte beziehungsweise Sängersformanten läßt sich in Dezibel (dB), also in ihrer Lautstärkeintensität messen, deren relativer Maßstab auf einer logarithmischen Teilung basiert.

Der Sonograph besitzt zwei Arten von Analysefiltern, mit denen die komplexe Schallwelle in ihre Komponenten ermittelt und zerlegt wird: ein Schmalband- und ein Breitbandfilter (Abb. 20).

„Die Analyse mit dem Schmalbandfilter zeigt wegen dessen schlechterer zeitlicher Auflösung die vertikalen Periodenmarkierungen nicht. Dafür ist es hier wegen der besseren Frequenzauflösung möglich, die einzelnen harmonischen Teilschwingungen des Stimmklanges abzubilden.“⁵

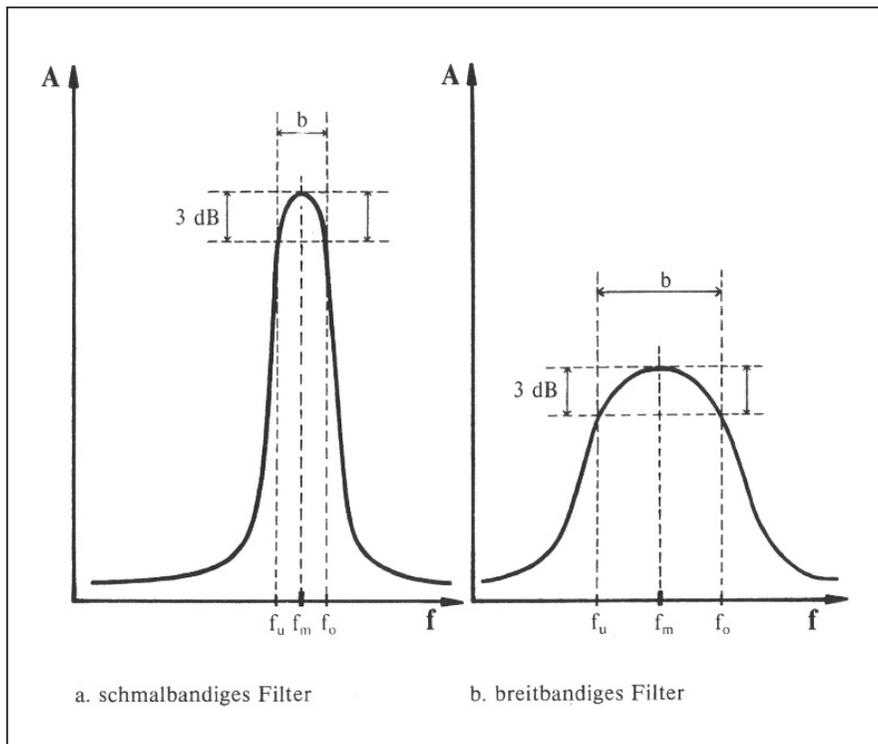


Abb. 20: Durchlaßkurven von Resonatoren in der Funktion von Schallfiltern
 b = Filterbandbreite
 f_m = Mittenfrequenz
 f_u, f_o = untere, obere Grenzfrequenz
 (nach Pétursson und Neppert, 1991)

„Die Bandbreite des Schmalbandfilters beträgt 45 Hz, die des Breitbandfilters 300 Hz. Da die Zeitauflösung des Signals von der Bandbreite des Filters abhängig ist, registriert das Breitbandspektrum mehr Einzelheiten im zeitlichen Verlauf.“⁶

Auf einem dazu benötigten Spezialpapier erscheint die Aufzeichnung der Schallstruktur. Dessen Bereiche lassen sich durch ihren Schwärzungsgrad differenzieren. Wenn ein, von stärkerer Schwärze, ausgeprägter Bereich durch einen größeren Schallpegel (Amplitude) des betreffenden Schalles oder der betreffenden Schallkomponente hervorgerufen wird, kann man Schallstrukturen und deren Erscheinungsbild, welche in einer Länge von 2,4 Sekunden registriert und in einem von unten nach oben verlaufenden Aufbau gefertigt werden, im Spektrogramm (Sonagramm) ablesen. Dessen vertikale y-Achse entlang der Ordinate gibt die

Spektralintensität (Lautheit der einzelnen Frequenzanteile) der Amplitudenweiten in einem Frequenzbereich von 80 Hz bis 8000 Hz wieder, weil die Form der komplexen Schallwelle durch die relative Stärke der Teiltöne determiniert ist. Auf der horizontalen x-Achse (Abszisse) wird die zeitliche Dimension, das heißt der Zeitpunkt des jeweils analysierten Zeitsegmentes aufgetragen.

Somit können Schallereignisse wie Sprachformanten (Vokalformanten) und Singformanten durch Breitbandsonagramme der gesungenen und gesprochenen Sprache als Phänomene der Phonetik (Lautbildung, Koartikulation), durch organspezifische Spannungszustände der Stimmlippen, das heißt durch funktionale Stimmtechniken innerhalb der Stimmregister der Sing- und Sängerstimme, der Sprecherstimme eines ausgebildeten Schauspielers und der normalen Sprechstimme, insbesondere bezüglich ihrer stimmpädagogischen Begriffe und ihrer spektralen Verhältnisse registriert und untersucht werden.

Im Rahmen der hier vorrangig gesangswissenschaftlichen Untersuchungen wurden isolierte Vokale - die durch Vorgabe einzelner Noten in bestimmter Tonlänge a capella (ital., Vokalmusik ohne Begleitung von Instrumenten) gesungen wurden, aber in ihrer Dauer, durch den Stimmtypus und seiner Merkmale innerhalb der Stimmgattung bestimmt wurde - und ganze Silben sowie Wörter aus Phrasen ausgewählter Musikwerke verschiedener Stilepochen in einem geeigneten Tonstudio, mit Einschränkung der technischen Aufnahmemöglichkeit, durch konventionelle Tonbandaufnahmen von Gesang und Sprache überspielt. Die Distanz des Mikrophons von der Mundöffnung des Sängers betrug 1,0 m.

Andererseits hat auch „eine Tonbandaufnahme in der Phoniatrie eine genauso große Bedeutung wie die Krankengeschichte in anderen medizinischen Disziplinen. Sie stellt ein Dokument von klinischem, edukativen und phorensischen Wert dar. Eine besondere Bedeutung gewinnt sie bei den Berufssängern in der Beurteilung deren Stimme. Eine Tonbandaufnahme dient uns aber auch zur Ausführung sonographischer Stimmanalysen und zur Fassung notwendiger Schlußfolgerungen.“⁷

Dankenswerterweise waren einige Sänger und Gesangsstudenten bereit, sich als Versuchspersonen zur Verfügung zu stellen, und so konnten Aufnahmen mit Stimmgattungen der tiefen und mittleren Lagen - Baß, Bariton, Alt-Mezzostimmen des sogenannten kleinen Fachs - gemacht werden.

Da mit dem aus der Opernliteratur entnommenen 11. und 12. Untersuchungsbeispiel im 13. und 14. Abschnitt (Kapitel VII) gemäß vorliegendem Klavierauszug nach der im gleichen Verlag erscheinenden Partitur und Textbuchausgabe eine interpretatorische Authentizität verknüpft ist, haben wir hinsichtlich zusätzlicher Gewinnung eines solistisch erfahrenen Opersängers (Bariton, dritte Vp.) Schmal- und Breitbandsonagramme in einer Länge von etwa 2,4 Sekunden mit dem digitalen Sonographen Modell CSL 4300 der Firma Kay Eleme-trics gefertigt, weil wir durch Heranziehung jener Spektrogramme sehen wollen, wie sich die geforderten Stimmleistungen vergleichsweise zu den beiden ersten baritonale Vpn. auswirken. Letzteres trifft auch auf das aus der Liedliteratur entnommene 13. Untersuchungsbeispiel im 15. Abschnitt zu.

Aus dem, was wir im Kapitel V (S. 69, 77 u. Abb. 35) und VIII (S. 269 u. 297) ausführen, haben wir den hohen qualitativen Stimmklang der trainierten Vpn. einer besonderen neueren gesangswissenschaftlichen Untersuchung von Schutte und Miller (1988) zugeordnet, weil hingegen der klassischen myoelastisch-aerodynamischen Theorie „eine der wichtigsten Feststellungen der Tatsache entspricht, daß der subglottale Druck in der Schließungsphase ansteigt, zu Beginn der Schlußphase am größten ist und während der Periode des Glottisschlusses dann rasch abfällt.“⁸

3. Datenanalyse nach Versuchspersonen

1. Baß

Bei dieser Vp. handelt es sich um einen Opernsänger (Kammersänger), der auch im Konzert- und Liedfach über eine langjährige solistische Erfahrung verfügt.

2. Baß

Die zweite Vp. verfügt sowohl über eine langjährige Erfahrung als Berufschorsänger als auch solistisch im Konzertfach.

3. Baß

Es handelt sich um einen Gesangsstudenten im mittleren Ausbildungsabschnitt.

1. Alt (Lyrischer Mezzosopran)

Diese Vp. verfügt über eine mehrjährige solistische Erfahrung als Oratorien- und Konzertsängerin.

2. Alt (Lyrischer Mezzosopran)

Die zweite Vp. stand kurz vor Ende des Studiums und wurde bereits mit solistischen Aufgaben als Oratorien- und Konzertsängerin verpflichtet.

3. Alt (Lyrischer Mezzosopran)

Es handelt sich um eine Gesangsstudentin im mittleren Ausbildungsabschnitt.

1. Bariton

Die erste Vp. stand kurz vor Ende des Studiums und wurde bereits mit solistischen Aufgaben als Oratorien- und Konzertsänger verpflichtet.

2. Bariton

Es handelt sich um einen Gesangsstudenten im letzten Ausbildungsabschnitt.

3. Bariton

Bei dieser Vp. handelt es sich um einen Opersänger (Kammersänger), der auch im Oratorien- und Konzertfach über eine langjährige solistische Erfahrung verfügt.

III Akustische Grundlagen der musikalischen Wahrnehmung

Zu den Beobachtungen und Deutungen akustischer Erscheinungen in der Antike durch Pythagoras - griechischer Philosoph in der zweiten Hälfte des 6. Jahrhunderts v. Chr. - (Theorie der Zahlenverhältnisse als Grundlage der Musik), Aristoteles - griechischer Philosoph um 384-322 v. Chr. - (Verhältnisse von Schwingungszahlen zu Saitenlängen und Saitenspannung), Eukleides - griechischer Mathematiker um 300 v. Chr. - (Monochord), behandelten noch zahlreiche Theoretiker ihrer Zeit unter anderem die Probleme der Harmonik, der Intervallproportionen, der Rhythmen und der Notenschrift.

Die damaligen Monochordexperimente in der Antike enthielten bereits die Grundgesetze der Akustik und zum frühen Mittelalter bediente man sich der legendären pythagoreischen arithmetischen Tetraktys, der Vierzahl, unter denen man Intervallproportionen wie die der Oktave mit 1:2, die der Quinte mit 2:3 und die der Quarte mit 3:4, verstand. Durch Verbindung eines Divisionspunktes bilden die beiden ersten und nachfolgenden Partial- oder Teiltöne (einschließlich des Grundtones) die Intervalle und werden so zum Proportionsverhältnis.

„Bei der Betrachtung des Intervallsystems fällt das Fehlen der Terz auf. Die Oktavquinte beherrscht das Weltall als Grundlage unserer gesamten Musik, in der Tat trat die Terz als Konsonanz erst später in den Anschauungskreis der Menschheit als typisch „menschliches“ Produkt.“¹

In Anlehnung an die Terzenberechnung des Didymos von Alexandria (um 30 v. Chr.) wurden durch die führenden Musiktheoretiker, des Spaniers Ramos de Pareja (um 1440 bis nach 1491) und des Italieners Gioseffo Zarlino (1517-1590), die Tetraktys zum „Senario“, der Sechszahl und mit der Festlegung der großen und der kleinen Terz (4:5 und 5:6) [Dur- und Moll-Akkord] unter Einbeziehung der großen Sext (3:5) im „Istitutioni harmoniche“² durch Zarlino (1558, 1573), als imperfekte Konsonanzen erweitert (Roth und Staehelin, 1985).

Mit der Entdeckung der dualen Natur der *Harmonie* (lat., *harmonía* von altgriech. »*harmonia*«, Eintracht, Einklang, Übereinstimmung), als selbständige und gleichberechtigte Erscheinung neben, ja vor dem klassischen Kontrapunkt (lat., *punctus contra punctum*, Note gegen Note) und die Überwindung des komplizierten Systems der mittelalterlichen Kirchentonarten, löst der Willaert'schüler Zarlino „den universalen Zusammenhang zwischen Musik und Theologie und festigt die Stellung der weltlichen Musik; die endgültige Wendung zur klingenden Kunst ist vollzogen. Die Musik ist *scienza* und *arte*, als eine nobile *scienza* ist sie wissenschaftlich zu begründen und in Gesetze und Regeln zu bringen; die mathematische Akustik und das Experiment sind der Prüfstein.“³ Auf seine Harmonielehre fußt die Madrigalkunst.

Durch die Erweiterung kannte man zwar die Zahl der als konsonant angesehenen Intervalle, aber nicht die Berechnung der Schwingungszahl zueinander.

Mit Beginn der Neuzeit durch Untersuchungen des italienischen Mathematikers, Philosophen, Physikers und Astronomen Galileo Gallilei (1564-1642) und erst aus der von Marin Mersenne (französischer Mathematiker und Musiktheoretiker 1588-1648) 1636 entdeckten

und von Joseph Sauveur (französischer Physiker 1653-1716) 1701 präzise formulierten Tatsache heraus schwingt eine Saite, bezogen auf den *elastischen Stimmkörper* nicht nur als Ganzes in ein und derselben Schwingungszahl, was dem Grundton beziehungsweise der Grundfrequenz ohne Obertöne im Frequenzspektrum entspricht (Abb. 21), sondern auch in ihren aliquoten Teilen ($1/2, 1/3, 1/4, 1/5, 1/6$, usw.).

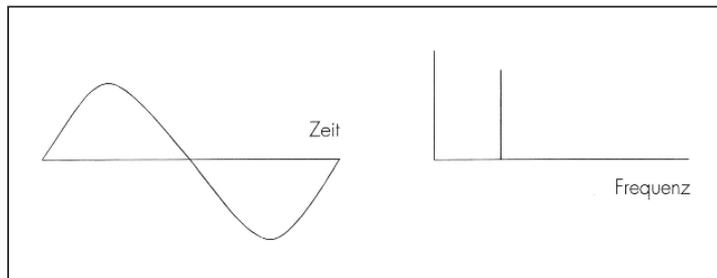


Abb. 21: Wellenform und Frequenzspektrum einer Sinusschwingung (nach Mathelitsch und Friedrich, 11995 [modifiziert])

Die in einer Obertonreihe aus dem Verhältnis wachsende Schwingungszahl von Oberton zu Oberton bildet von nun an eine Intervallreihe, die nicht mehr eine Proportionsfolge, sondern das Vielfache der Grundeinheit darstellt.

Wenngleich die Obertöne zum *Grundton* in ganzzahligen Frequenzverhältnissen stehen, so schließt die Obertonreihe als Naturphänomen den Grundton aus und bildet mit dem ersten Oberton den zweiten harmonischen Partial- oder Teilton ($c = 128$ Hz, Abb. 22). Somit ist jeder einzelne Partial- oder Teilton, obwohl der Obertonreihe angehörig, harmonisch in den Gesamtklang integriert. Das bedeutet, daß Partialton n die n -fache Frequenz des tiefsten Partialtons, also des Grundtons, hat. Die Abbildung 36 trägt zu diesem Sachverhalt bei.

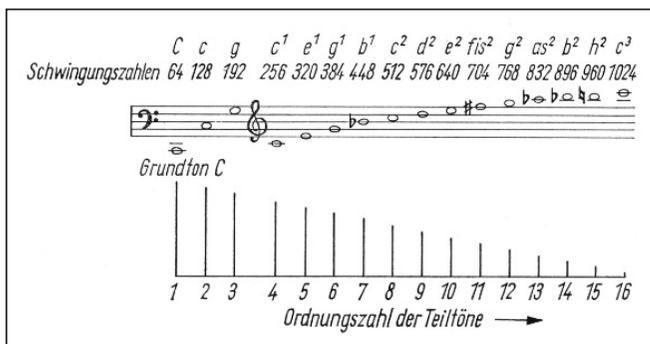


Abb. 22: Obertonzusammensetzung eines Klanges bis zum 16. Teilton. Oben: Partialtöne (Teiltöne) in Notenschrift (Naturtonreihe) mit Angabe der Schwingungszahl, die höher liegt als angegeben. Grundton $C = 65$ Hz. Der 13. Teilton $as^2 = 832$ Hz entspricht $a^2 = 880$ Hz. Unten: Theoretisches Teiltonspektrum (nach Winckel, 1960 aus Pfau, 1973 [modifiziert])

Die Harmonielehre schließt die Beziehungen zwischen Konsonanz und Dissonanz mit ein. Eine besonders hohe Anzahl von Obertönen gilt als negatives Kriterium, weil die physikalisch „harmonisch“ genannte Teiltonfolge bei diatonischer Betrachtung auch dissonante Anteile aufweist. Bereits der siebente und neunte Teilton gelten nach der klassischen Musiklehre als Dissonanzen. Nach Winckel ist man aber bestrebt, diese beiden

Teiltöne, wenn sie nicht eine zu große Intensität haben, als Beimischung gelten zu lassen. Vom elften Teilton an beginnen die dissonanten Teiltöne immer mehr zu überwiegen, und schließlich drängen sich im höheren Teiltonbereich lauter Dissonanzen zusammen (Abb. 22). Die Qualität eines Tones ist weitgehend abhängig von der Zahl der neben dem Grundton auftretenden Teiltöne und der Größe ihrer Amplitude, was auf den Gesangston projiziert hieße: Je weniger Teiltöne, desto ärmer, matter und weicher ist der Klang. Je mehr Teiltöne, desto reicher, glänzender und härter ist der Klang. Starke tiefe Teiltöne machen den Klang sonor und rund, hohe dagegen machen ihn hell, spitz, schrill bzw. rau und scharf und wirken als auftretende Dissonanzen störend. Überwiegen als Teiltöne besonders Oktave und Quinten, so wirkt der Klang leer. Eine Qualitätsstimme zeichnet sich dadurch aus, daß nicht die Vergrößerung der Teiltonzahl, sondern ihre Beschränkung auf das richtige Maß zu den Charakteristika der guten Singstimme gehört (nach Seidner und Wendler, ³1997 - Pfau, 1973 - P.-M. Fischer, 1993 - Schultz-Coulon und Wenn, 1986 [modifiziert]).

Die Ausschließung des Grundtones erklärt sich dadurch, daß die tiefsten Töne der *Subcontra* - Oktave ($C_2 - C_1$) „wohl nie an sich hörbar sind, und ihre musikalische Wirkung scheint einschließlich an die sie begleitenden Obertöne gebunden zu sein, welche durch ihre Zusammensetzung den Eindruck einer ungeheuren Tiefe hervorbringen. Wir haben also hier eigentümlicherweise mit Tönen zu tun, die nur durch ihre Obertöne hörbar werden, während der Grundton selber unhörbar ist.“⁴

Hingegen schließt die Partialtonreihe als musikalischer Begriff den vorherrschenden Grundton der Reihe ein und bildet den ersten harmonischen Partial- oder Teilton.

Versucht man nun, die Tonhöhe mit dem physikalischen Vorgang in Beziehung zu setzen, so ergibt sich, daß die tiefste Teilschwingung (Grundton) die *Frequenz* des (natürlichen) Tones bestimmt und subjektiv, das heißt hörpsychologisch als Tonhöhe des produzierten Klanges empfunden wird. So wird beispielsweise der Ton A von 110 Hz als tiefer Ton empfunden, der Ton a^2 mit einer Frequenz von 880 Hz wird hingegen als hoher Ton wahrgenommen. Zudem ergibt sich die Maßeinheit der Frequenz - ihr Symbol ist f - aus einer Schwingung pro Sekunde ($1/s = 1 \text{ Hz}$). Dabei ist Hz eine Abkürzung des Namens Hertz (Heinrich Rudolf Hertz, deutscher Physiker 1857-1894).

Indessen muß betont werden, daß der in der Musikwissenschaft verwendete Terminus Grundton hier als Bezug einer jeweiligen *Tonart* verstanden werden soll. Er ist im Generalbaß (ital., basso continuo, abgek. b. c.) (s. S. 16) „teils auch in der Harmonielehre der Ton, auf dem sich bei terzweisem Aufbau der Akkord erhebt, wobei der Grundton mit dem Baßton identisch ist. Letzterer ändert sich bei Umkehrung des Akkordes, während der Grundton immer derselbe bleibt.“⁵

Ist der Grundton durch Forderung exakter Erkennbarkeit tonaler Intervalle in der Musik unmittelbar miteinander verknüpft, so orientierte sich die ältere Akustik und leider auch gelegentlich die neuere Fachliteratur an die gleiche Begriffsbestimmung unter Vermischung akustischer und auditiver Ebenen und so wurde der Begriff Grundton undifferenziert für die Grundfrequenz und gleichermaßen für die darauf beruhende Tonhöhenwahrnehmung gebraucht. Da die 1. harmonische Teilschwingung früher auch *Grundschwingung* genannt wurde, ist für ihre Periodenfrequenz (Phonationsfrequenz), die mit ihr identisch ist, noch heute der Begriff *Grundfrequenz* (f_0) im Gebrauch.

„Streng genommen dürfte man nach der heutigen akustisch üblichen Begriffsführung nur dann von einem Grundton sprechen, wenn aus einem Klangspektrum die 1. harmonische Teilschwingung herausgefiltert worden und diese über einen Schallwandler als Sinuston tatsächlich hörbar gemacht worden ist. Man kann letzten Endes nur sagen: An einem Klang ist eine Tonhöhe wahrnehmbar, die mit beiden numerisch identischen Periodenfrequenzen korrespondiert. Den Begriff Grundton bezogen auf die Wahrnehmung eines Klanges lehnen wir ab. Den traditionellen Begriff Grundfrequenz verwenden wir zwar, jedoch möglichst nur bei der Betrachtung der spektralen Darstellung.“⁶

Ist die *Tonhöhe* durch die Frequenz, die Zahl der Schwingungen pro Zeiteinheit, bestimmt, so ist die *Tonstärke* (Lautstärke) von der Amplitude, die Größe des Schwingungsausschlags und die *Klangfarbe* (Stimmtimbre) von der Form der Schwingung abhängig.

Stärke und Anzahl der Teiltöne (Teilschwingungen) beeinflussen die Gestalt der Schwingungswelle (Sinuskurve); vom Gehörorgan pflegen sie meist nicht, wie bereits erwähnt, als selbständige Einzeltöne, sondern mit der 1. harmonischen Teilschwingung (Grundton) „verschmelzend“ subjektiv als Klangfarbe bzw. als einheitliches Klanggebilde wahrgenommen zu werden. Wenn wir das Tonsystem als naturgegeben erklären, dann kommen, anders gesagt, bei jedem normal erzeugten Einzelton, als eine im physikalischen Sinne hörbare Schwingung, naturgesetzlich weitere, sehr leise mitschwingende Töne hinzu, die man als Partial- oder Teiltöne bezeichnet und beim Erklingen eines Tones zu einem einheitlichen Klanggebilde verschmelzen. Daher besteht jeder gesungene Ton und jeder gesprochene Laut, der als *Primärschall* - er wird durch andere Autoren auch als Primärklang oder als Primärresonanz bezeichnet - mittels einer Modulation des Luftstroms durch die schwingenden Stimmlippen generiert wird, nie aus einer Schalldruckschwankung entsprechend einer Linie im Frequenzspektrum, d. h. es ist keine einfache Sinusschwingung, sondern eine periodische Schwingung, die sich aus vielfrequenten Überlagerungen von Oberschwingungen zusammensetzt. Abb. 23 veranschaulicht Kurvenverlaufsformen einer komplexen Schallwelle (Komponenten einer Rechteckschwingung), deren Frequenzen sich aus einer Grundfrequenz durch Multiplikation in einem harmonischen Schwingungsverhältnis mit den natürlichen Zahlen 2:3:4:5:6 im dazugehörigen Spektrum ergeben, wobei auf der Abszisse die Frequenz der Teilschwingungen (Teilwellen) und auf der Ordinate deren Amplitude eingetragen wird.

Unterwirft man also komplizierte periodische Schwingungsverläufe einer Frequenzanalyse, so ergibt sich, daß ein Klang aus vielen *harmonischen Teilschwingungen* zusammengesetzt ist und durch dessen Überlagerung wieder der ursprüngliche Schwingungsverlauf entstehen würde.

Nach einer Theorie des französischen Mathematikers und Physikers Jean-Baptiste Fourier (1768-1830) kann man sich jedoch jede komplizierte Kurve, auch die eines Schalles, wenn sie sich periodisch wiederholt, als eine Zusammensetzung von einer bestimmten Anzahl von Sinusschwingungen (harmonische Teilschwingungen) verschiedener Frequenz und Amplitude in Form eines Spektrums vorstellen. Sie wird auch heute oft noch als *Fourier-Analyse* bezeichnet.

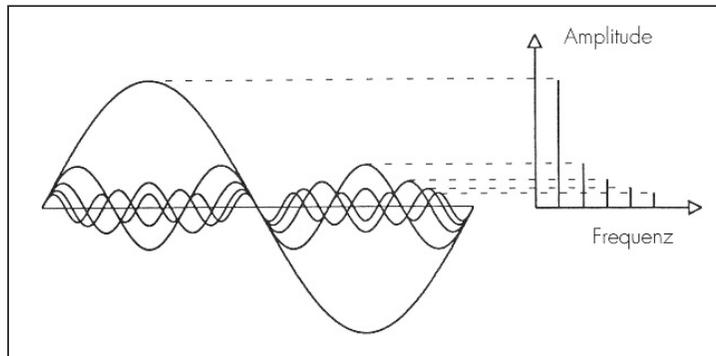


Abb. 23: Komponenten einer Rechteckschwingung und dazugehöriges Frequenzspektrum (nach Mathelitsch und Friedrich, 1995)

Für den Fall, daß die oszillographische Aufzeichnung - eine ausführliche Beschreibung der Verlaufsformen einer oszillographischen Aufzeichnung befindet sich bei Neppert und Pétursson, in: *Elemente einer akustischen Phonetik*, 1986 - aller Teilschwingungen im Rahmen einer Frequenzanalyse bei einer größer werdenden Anzahl an ihre Grenzen stößt, lassen sich nach dem Analyseverfahren durch die Darstellung eines Schallspektrums die Teilschwingungen (Spektralanalyse, Fourieranalyse) ermitteln, indem die Periodenfrequenz- und Pegelwerte jeder Teilschwingung eines Schalles in ein Pegel-Frequenz-Diagramm beziehungsweise *Linienspektrum* eingezeichnet werden.

Abb. 24 zeigt das Beispiel eines Linienspektrums, indem elf Teiltöne (Vokalspektren) einer hochwertigen Sopranstimme als harmonische Schwingungen mit ihren Amplituden eingezeichnet sind. Gesungen wurde der Vokal [a] 325 Hz (musikalisch e¹) in mezzoforte, wobei jedem dieser Teiltöne eine Sinuskurve entspricht.

Setzt man nun akustische Größen zu auditiven Dimensionen in Beziehung, so weisen periodische regelmäßige Schwingungen komplizierter Struktur, wenn man deren Anzahl im

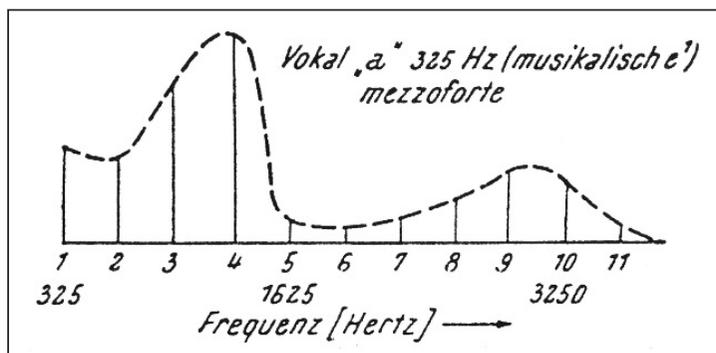


Abb. 24: Linienspektrum einer Sopranstimme, Vokal [a] gesungen auf e¹ = 325 Hz, 11 Teiltöne (nach Winckel, 1953 aus Luchsinger, 1970)

Zeitlichen darstellt, glottale Vorgänge des gesamten Schwingungsverlaufes auf, die man als *Periodenfrequenz* - in der *systematischen* Gesangswissenschaft (Stimmwissenschaft) auch als *Phonationsfrequenz* - bezeichnet. Sie entspricht der Schwingungsfrequenz der Stimmlippen eines stimmhaften Lautes und „stellt das physikalische Korrelat zur Höhe des gesungenen Tones dar.“⁷

Wir konstatieren, indem wir es bei der menschlichen Stimme also mit komplizierten Schwingungen durch Luftdruck zu tun haben, wodurch der einzelne Gesangston in der spektralen Darstellung durch eine Summe von sinusförmigen Teiltönen als harmonische Übereinanderlagerung im Stimmgenerator entsteht. Abb. 25 verdeutlicht vier sinusförmige Teiltöne ($P_1 - P_4$), deren Frequenzen im Verhältnis 1:2:3:4 stehen, wobei φ die Schwingungsphase darstellt.

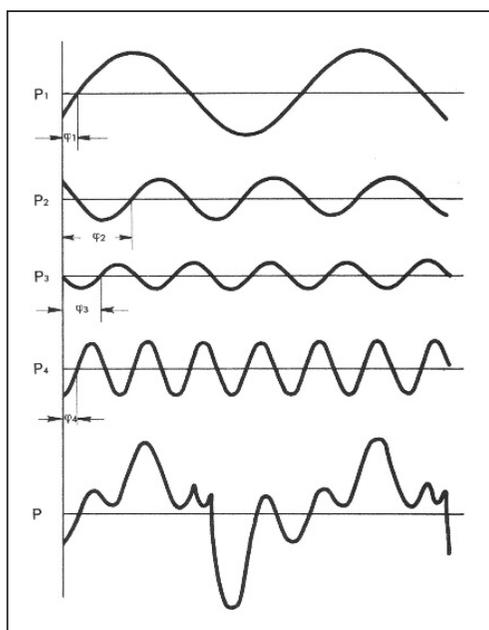


Abb. 25: Aufbau einer zusammengesetzten Schwingung des Luftdrucks, entstanden durch Überlagerung von vier Sinuswellen P_1 - P_4 , deren Frequenzen im Verhältnis 1:2:3:4 stehen (Teiltöne 1-4): φ = Schwingungsphase (nach F. Trendelenburg, ³1961 aus Habermann, ³2001)

Im Ablauf dieser schwingungsähnlichen Bewegungszyklen, hervorgerufen durch stetes Öffnen und Schließen der Stimmlippen, entstehen in der Glottis und unmittelbar über der Glottis Folgen von impulsartigen quasi-periodischen Luftstößen nach strömungsdynamischen Gesetzen, die aerodynamisch nach dem Bernoulli-Effekt zu erklären sind. Hierdurch ist ein Schallwellenvorgang entstanden, der primär als *Druckschwankung* also als *Schallwechsel- druck* generiert wird und einen hohen Schallpegel erklärt. Der durch den Luftstrom aus den Lungen bestimmende und im Kehlkopfgenerator, durch die Respirationsmuskulatur entstandene, durch Impulse als quasi-periodische auftretende Knälle und ihrer Folgefrequenzen, erzeugte Primärschall wird als Stimmklang wahrgenommen. Seine Energie ist ausschlaggebend für das Wachrufen der vielen Raumklänge im Ansatzrohr. Der Luftdruck in den Lungen und die mechanischen Eigenschaften der Stimmlippen bestimmen die Folgefrequenz,

die wiederum durch die komplizierte Larynxmuskulatur kontrolliert wird. Aufgrund starker Druckschwankungen in relativ kurzen Öffnungszeiten konstatiert die akustische Phonetik, daß die aus Öffnungs- und Verschlussvorgängen bestehenden Zyklen in der Glottis keine sinusförmigen Luftdruckänderungen, also keine Sinusschwingung, sondern quasi-periodische Folgen von impulsartigen Druckänderungen erzeugen (Abb. 26).

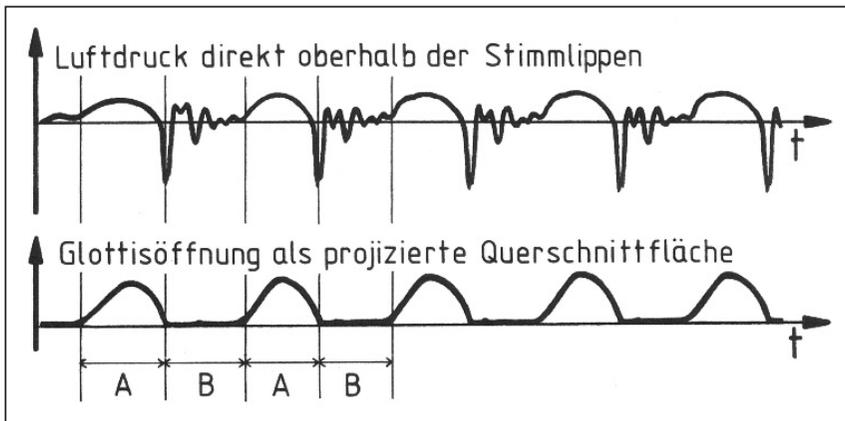


Abb. 26: Schematische Darstellung des Öffnungs- und Schließungszyklus der Glottis (Glottogramm) sowie der dadurch erzeugten Druckschwankungen in der Luft unmittelbar über der Glottis (primärer Schallwechseldruck) (nach Titze, 1981 aus Neppert und Pétursson, 21986)

A = Öffnungsphase

B = Verschlussphase

Eine quasi-periodische Folge von impulsartigen Druckänderungen stellt einen Klang dar, der, in der akustischen Phonetik, als quasi-periodischer Schall, als eine von vier Grundschallformen, im menschlichen Stimmorgan erzeugt wird.

„Die Vibration der Stimmlippen erzeugt den Stimmklang, welcher die einzige Schallgrundlage für die Vokale, Nasale und vokalartigen Konsonanten ist und der neben einem Frikationsrauschen und/oder einem Explosionsschall die zusätzliche Schallgrundlage der stimmhaften Konsonanten ist. Dieses *quasi-periodische Quellensignal* (Primärsignal d. Verf.) ist allerdings in seiner ursprünglichen Form nie zu hören. Theoretisch könnte man es nur dann wahrnehmbar machen, wenn man das Ansatzrohr über der Glottis entfernte.“⁸ Was wir am lebenden Sänger und Sprecher hören, ist immer ein vokalartig gefärbter Stimmklang.

Stimpfpädagogisch ist es „das Gebiet der subtilsten Stimmarbeit, die Arbeit an Farbe und Timbre. In den wechselnden Phasen der Stimmentwicklung ist zu beobachten, wie die Stimmfarbe mit der Eigenfarbe der Vokale zusammenklingt.“⁹

Stimmphysiologisch ist es die Fähigkeit der *Randstimmfunktion*, die als passiver organspezifischer Spannungszustand die Randkantenzone der Stimmlippenmuskulatur in Schwingung versetzt und über den gesamten Stimmumfang hochgradig an der Klanggebung beteiligt ist.

Aufgrund der nicht sinusförmig schwingenden Glottis schwingt dann der elastische Stimmkörper in seinen ebenmäßigen Teilen, welche bei Zerlegung mittels einer *Frequenzanalyse* eines gesungenen Tones oder gesprochenen Lautes entsprechend einer Klangkurve periodisch-harmonischen Aufbaus Partial- und Obertöne ergeben. Sie werden deshalb auch *Harmonische* genannt und bestimmen die Art der Klangerscheinung. Der Koloraturbefund des 3. Alt auf Seite 133 verdeutlicht das.

Jede Linie kennzeichnet durch ihre Lage und Länge Frequenz und Stärke des betreffenden Teiltones. Trägt man nach oben die Amplitude der jeweiligen Schwingung, die sich über der Frequenzachse als Spitzen darstellen, ab, so erhält man durch Verbindung der Linien in gleichen Abständen (harmonische Teilschwingungen eines Klanges) die sogenannte *Hüllkurve* (frz., Enveloppe) des Spektrums. Sie gibt, anders gesagt, als *Umhüllende* in übersichtlicher Form die Amplituden-Verteilung über der Frequenzachse wieder, die gleichermaßen graphisch die Zusammensetzung des gesungenen Tones darstellt (Abb. 24 u. 28).

Zusammenfassend läßt sich sagen, daß durch Überlagerung harmonischer Teilschwingungen ein periodischer mehr oder weniger komplizierter Schwingungsverlauf entsteht, dessen Periodenfrequenz in ganzzahligen Frequenzverhältnissen wie 1:2:3:4:5:6,, n stehen, welche man als ein physikalisches Phänomen im musikalischen als Töne und im physikalischen als Klänge bezeichnet.

Da wiederum „die Vokale, die bestimmten Räumen des Körpers zugeordnet sind, in der Entsprechung mit der Obertonreihe stehen, liegt es nahe, daß auch die Körperproportionen der damit verbundenen inneren Zentren den Zahlenverhältnissen der Naturtonreihe analog sind“¹⁰ (Abb. 22).

Der elastische Stimmkörper schwingt dann aufgrund physikalischer Eigenschaften in seinen ebenmäßigen Teilen (Halben, Dritteln, Vierteln, Fünfteln, Sechsteln usw.) und damit gleichzeitig in vielen Frequenzen.

Die Periodenfrequenz (Phonationsfrequenz) ist bei jedem Klang die Anzahl der im Oszillogramm erkennbaren Grundperioden pro Sekunde, so daß deren Dauer identisch mit der Periodendauer der 1. harmonischen Teilschwingung ist, was wiederum bedeutet, daß auch die Periodenfrequenzen des Klanges und der in ihm enthaltenen 1. harmonischen Teilschwingung (Grundschiwingung) identisch sind.

IV Eigenschwingung und Resonanz

Wenn im Bereich des Teiltontonspektrums Partial- bzw. Teiltongruppen oder gewisse Obertonbereiche durch erzeugerbedingte Resonanzverstärkung als spektrale Energieschwerpunkte in ihrer unterschiedlichen Stärke (Intensität) und Anzahl (Ordnung) zur Ausprägung kommen, die für einen gegebenen Klang des elastischen Stimmkörpers energiereich und charakteristisch sind (Abb. 27 c), die also diesen Klang in vokalspezifischer Weise „formt“, spricht man von *Formanten* (Abb. 28). Wenn, anders gesagt, „ein Sänger eine Tonleiter auf einen bestimmten Vokal singt, so bleiben trotz der sich ändernden Tonhöhe die Bereiche der stärksten Intensität in ihrer Frequenzlage bestehen. Gerade dadurch erhalten alle Töne die gleiche (oder zumindest sehr ähnliche) Klangfarbe. Diese Amplituden-Maxima innerhalb des Spektrums, die ihre Frequenz nicht nur mit der gesungenen Tonhöhe verändern, bezeichnet man als Formanten.“¹

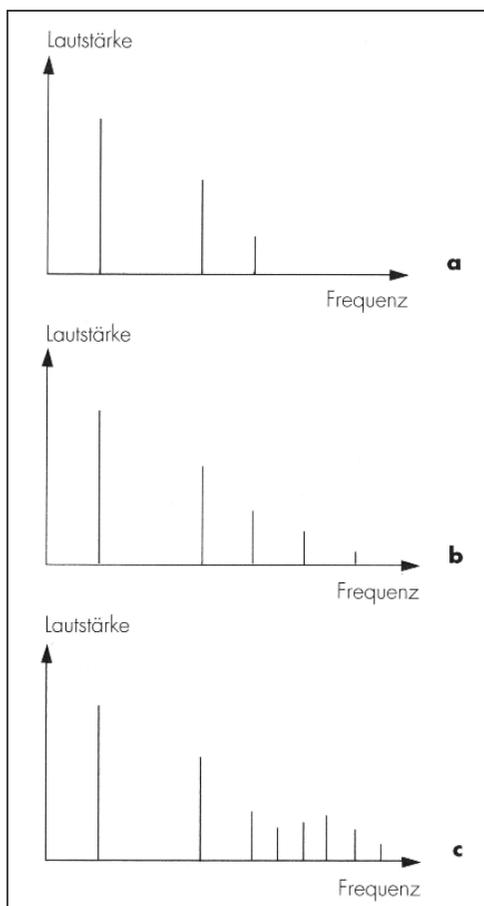


Abb. 27: Graphische Darstellung eines Vergleichs unterschiedlicher Intensitäten von Teilschwingungen in ihrer Anzahl und Stärke im Teiltontonspektrum durch Demonstration eines Stimmausbildungseffektes bei **a** einer untrainierten Singstimme, bei **b** sechsmonatigem Gesangstraining, bei **c** einer ausgebildeten Sängerstimme (nach Mathelitsch und Friedrich, 1995)

Als ausgeprägte spektrale Energieschwerpunkte lassen sie sich in der Form einer Hüllkurve des Spektrums mit ihrer relativen Maxima und Minima ausdrücken (Abb. 28).

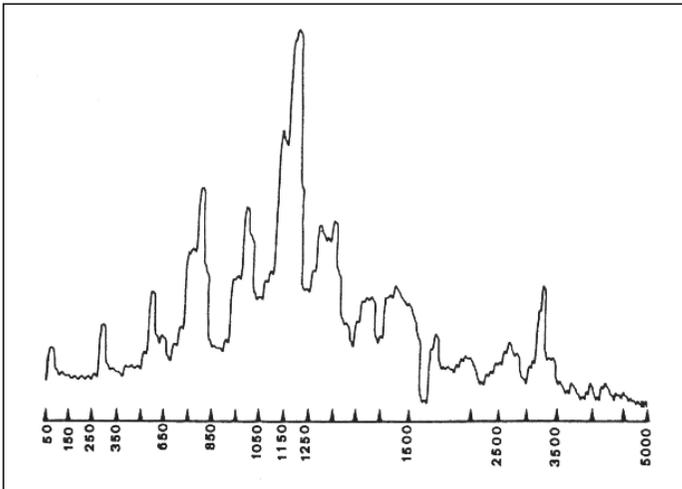


Abb. 28: Frequenzspektrum eines von einer Männerstimme gesungenen Vokals [ɑ:] mit einer deutlichen Intensitätssteigerung im 3000-Hz-Bereich, dem sogenannten Sängersängerformanten (nach V. Barth aus Haefliger, 42000)

Diese typischen Frequenzbereiche (Frequenzanteile) im spektralen Aufbau der einzelnen Laute bestimmen als Hauptmerkmal den Höreindruck der Klangfarbe beziehungsweise Stimmtimbre. Sie werden bei der menschlichen Stimme in ihrer *Eigenfrequenz* f_p (*Eigenresonanz*) als periodisch schwingender *Primärschwinger* durch das Mitschwingen der im Gesangsorgan eingeschlossenen Luftmasse durch Artikulation der unterschiedlich formbaren - in den Räumen in der oberhalb gelegenen (Ansatzrohr) und der unterhalb der Glottis befindlichen - Luftsäule (Sekundärschwinger) als Resonanzerscheinungen mit Übertragung der Vibrationen auf die Knochenwandungen des Schädels und des Brustkorbes hervorgerufen.

Schwingungsfähige Körper werden bei der Stimm- und Klangerzeugung neben den aerodynamischen Parametern von den Masse, Elastizität- und Federkräften bestimmt. Beispielsweise läßt sich ein Federpendel als ein sehr einfach aufgebauter Schwinger, dessen erkennbare Masse, Elastizität und Härte durch die *Federkonstante* (Steifigkeit der elastischen Aufhängung) bestimmt wird, von außen zu Schwingungen von einer bestimmten Frequenz anregen. „Die Feder hat demnach eine „Eigenschwingung“, die nur von deren Masse und Elastizität abhängig ist. Ein schwingender Körper hat eine Eigenschwingung von der Frequenz f_0 - womit die Frequenz des tiefsten erreichbaren Tones (phonisch Null) gemeint ist, d. Verf. -, die man nach der grundlegenden Formel ausrechnen kann. M ist die Masse. D eine für die Elastizität maßgebende Kennzahl (Federkonstante, d. Verf.).

$$f_0 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{D}{M}}$$

Diese Formel läßt sich für die Eigenschwingung eines in einem geöffneten Hohlraum eingeschlossenen Luftvolumen wie folgt spezifizieren:⁴²

$$f_o = \frac{c}{2\pi} \sqrt{\frac{2r}{V}}$$

Darin bedeutet V das Volumen des Hohlraumes in cm³, c die Schallgeschwindigkeit, r den Radius einer *kreisförmigen* Öffnung in cm. Diese Formel läßt sich für das Ansatzrohr - für die sängerische Mundform zumindest annähernd anwenden.

„Wesentlich ist für den Sänger der Zählerbegriff 2 r des *Radikanden* (von lat., »Radikand«, mathematische Größe oder Zahl, deren Wurzel gezogen werden soll). Wir ersehen aus ihm, daß bei *gleichbleibender innerer Einstellung* des Ansatzrohres (V) schon allein durch *Vergrößern der Mundöffnung* der Resonanzraum an den erhöhten Ton angepaßt werden kann. Es wird also die gleiche Wirkung erzielt, als wenn bei gleichgehaltener kleiner Mundöffnung der Resonanzraum für die höheren Töne verkleinert würde, was bei einer großräumigen Ausgangsstellung zwangsläufig in erster Linie die sich in den Raum hineinziehende Zungenwurzel auszuführen hätte.

Der *größte Innenraum* zur unbeeinflussten Klangentwicklung und -formung ist dann vorhanden, wenn jeweils die *unteren Töne innerhalb* der *Funktionseinstellungen* des Stimmlippenmuskels zur tiefen, mittleren und hohen Lage mit *kleiner* Mundform gebildet werden und die weitere Anpassung des Resonanzraumes für die höheren Töne durch die vergrößerte Mundöffnung erfolgt.“³

Zu den auf Seite 58 erläuterten Darlegungen muß ergänzt werden, daß bei vorliegender Resonanz der Primärschwinger (Stimmklang als Primärschall) durch Anregung, das heißt indifferent durch Ansetzen (Stimmansatz) oder Anschlagen, Anzupfen, Anblasen, Knallerzeugung usw., in seiner Eigenfrequenz auf den *Sekundärschwinger* (durch Luftmoleküle versetzte *erzwungene Mitschwingungen* in der, im Ansatzrohr befindlichen, Luftsäule) einwirkt. Beim Sekundärschwinger ist dann auch eine Eigenfrequenz f_s vorhanden, die gleich der des Primärschwingers f_p ist und nach dessen Ende der Einwirkung in seiner Eigenfrequenz in einem relativ langen gedämpften Verlauf ausschwingt. Man sagt auch, beide Schwinger seien in *Resonanz* (von lat., »resonare«, widerhallen). Die Folge ist seine, durch Verursachung starker Energieanreicherung im Sekundärschwinger, von Periode zu Periode immer größer werdende Amplitude, die durch ihr Ansteigen hier am Beispiel von Flöteninstrumenten konstatiert werden soll. „Die Amplituden aller Resonanzfrequenzen der Flötenluftsäule haben sich nach dem Ende der Einschwingphase zu derart hohen Werten aufgeschaukelt, daß sie erheblich größer sind als die des Primärschalles, des sehr leisen, aber stets hörbaren Anblaserausens. Die Luftsäule als Sekundärschwinger verursacht also aufgrund der Schärfe ihrer Eigenresonanzen einzelne kräftige Sinusschwingungen, die in Superposition den Hauptanteil des Flötenschalles, nämlich den Flötenklang darstellen.“⁴

Zudem werden in Abb. 29 verschiedene Resonanzkurven und Amplitudenverhältnisse in Abhängigkeit vom Dämpfungsgrad dargestellt.

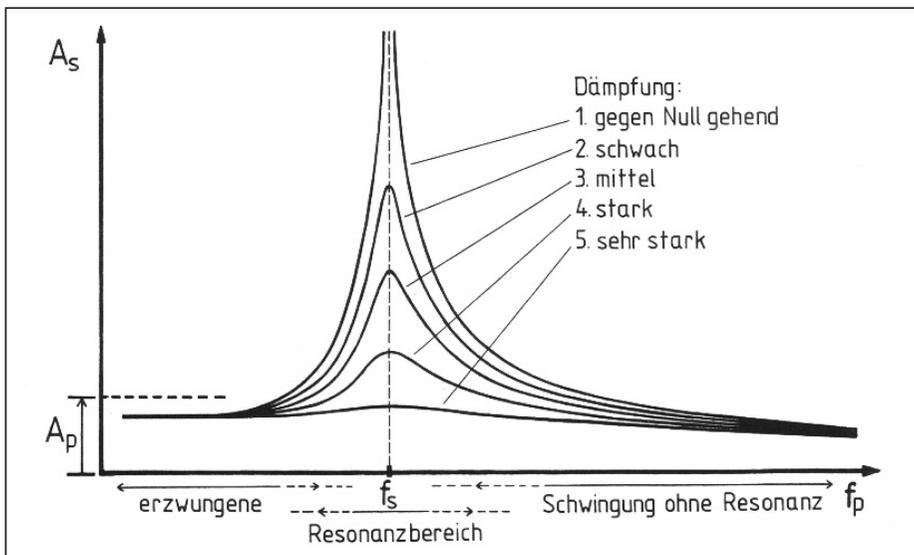


Abb. 29: Resonanzkurven für verschiedene Dämpfungsgrade.
 f_p = unabhängig variable Frequenz des Primärschwingers (Verstimmung)
 f_s = festliegende Eigenfrequenz des Sekundärschwingers
 (als Repräsentant für weitere mögliche Eigenfrequenzen)
 A_p = konstante Amplitude des Primärschwingers
 A_s = abhängig variable Amplitude des Sekundärschwingers
 (nach Neppert und Pétursson, ²1986)

Daraus läßt sich folgern, daß für derartig zusammengekoppelte Schwinger der Sekundärschwinger wegen seiner großen Amplitude auf den Primärschwinger stark zurück wirkt und den Mundlippen seine Eigenfrequenz als Grundton aufgrund weniger Dämpfung aufzwingt, dessen Schwingungsverlauf so durch Rückkoppelung beeinflusst wird. Der also in Schwingungen versetzte Atem, der sich sogleich auf die im Schallrohr befindliche Luft überträgt, „schwingt nun in der Tonhöhe, das heißt mit der Schwingungszahl, die dem Schallrohr auf Grund seiner Länge und Weite nach den Gesetzen der Akustik entspricht. Diese Schwingungen aber übertragen sich rückläufig auf die Lippen des Bläusers, welche somit stets dieselbe Schwingungszahl aufweisen wie der betreffende Ton.“⁵

Bei der menschlichen Stimme ist es umgekehrt. Daher muß der ideale Gesangston auf die Weise entstehen, „daß die von den Stimmbändern erzeugten Schallwellen sich vermöge ihrer Kraft den Mund-Rachen-Raum zu einem den akustischen Gesetzen entsprechenden Schallrohr formen, dessen Eigenklang mit dem der Stimmbänder übereinstimmt.“⁶ Das heißt, daß die Eigenfrequenz eines Tones an die von einem Vokal-Klangbild (Formantfrequenz) gebotene Form des stark gedämpften Vokaltrakts den glottalen Vorgang der Phonationsfrequenz und die in ihr enthaltene 1. harmonische Teilschwingung aufweist.

Es sei noch einmal mit Nachdruck gesagt, daß „der ideale Gesangston nur dann verbürgt ist, wenn sich die Schwingungen der Stimmlippen mit den Eigenschwingungen der in den Resonanzräumen befindlichen Luftsäule völlig decken.“⁷

Wenn dieses nicht der Fall ist, „können sich die von den Stimmbändern erzeugten Schallwellen in dem ihnen nicht gemäßen Schallrohr nur unvollkommen entwickeln. Vielmehr versucht die in Schwingungen versetzte Luft innerhalb des Mund-Rachen-Raums mit der diesem Raume entsprechenden Schwingungszahl zu schwingen und - wie (beispielsweise) bei der Posaune - diese Schwingungszahl auch den Stimmbändern aufzuzwingen. Diese wehren sich dagegen, indem sie sich versteifen oder verhärten, was sich natürlich im Laufe der Zeit in einer völligen Schädigung der Stimmbänder auswirken muß - der Sänger ist dann „abgesungen“.“⁸

Betreffs Vokalspektren führt der schwedische Stimmwissenschaftler J. Sundberg in seinem Werk „Die Wissenschaft von der Singstimme“ (1997) hierzu weiter aus: „Will man zwei Spektren miteinander vergleichen, die sich beispielsweise in bezug auf ihre Grundton-Amplitude unterscheiden, so müssen immer die Formantfrequenzen und die Tonhöhe berücksichtigt werden. Unterschiede zwischen zwei Vokalspektren können nur dann auf das Primärschallspektrum zurückgeführt werden, wenn Formantfrequenzen und Tonhöhe in beiden Spektren identisch sind. Interessanterweise unterscheiden Stimmexperten sehr präzise zwischen Eigenschaften des Primärschalls und des Ansatzrohres beziehungsweise zwischen Phonation und Artikulation. Offenbar wissen Gesangslehrer und Therapeuten recht genau, ob Artikulation oder Phonation korrekturbedürftig sind. Noch bemerkenswerter ist, daß einige Stimmforscher bei der Untersuchung von Spektrumdifferenzen zwischen verschiedenen Phonationstypen es *versäumt* haben, zwischen Artikulation und Phonation klar zu unterscheiden.“⁹

Der eingangs angestellte Vergleich schall- und gesangswissenschaftlicher Vorgänge und Verknüpfungen zwischen Blasinstrumenten und Stimmgeschehen betreffs Dämpfungsgrad sei hier noch einmal aufgenommen. Je geringer die Dämpfung - und das ist hier bei festen und widerstandsfähigen Wandungen der Holz- und Blechblasinstrumente der Fall - desto stärker oder schärfer ist daher die Resonanz ausgeprägt, desto länger dauern aber auch die Zeiten, in denen die Amplitude zu ihrem Maximalwert ansteigt und nach Ende der Anregung von dort wieder abfällt. Da aber ganz im Gegensatz zu hartwandigen Hohlräumen und Rohren die Luftsäule und das menschliche Ansatzrohr mit Bindegewebe (aus dem Mesenchym entstandenes Stütz- und Füllgewebe, das die Gewebe, Organe und Organsysteme untereinander und mit dem Körper verbindet), Schleim und auch Muskulatur ausgekleidet ist und daher durch dessen Weichwandigkeit „als ein solcher „Wasserresonator“, begrenzt von wässrigen Schleimhautwänden“¹⁰ der Cavitas oris, zu verstehen ist, zeigen die Resonanzkurven infolge einer im Vokaltrakt sehr starken Dämpfungswirkung daher flachere Verlaufsformen, das heißt die Eigenresonanzen sind von geringerer Schärfe (Abb. 37).

Deshalb „sind die Amplitudenunterschiede zwischen Resonanzbereich und den Bereichen lediglich erzwungener Schwingungen erheblich kleiner und der Resonanzbereich hebt hier nicht nur eine Sinusschwingung hervor, sondern es liegt normalerweise eine größere Zahl von Teilschwingungen des Stimmklanges, des Flüster- oder Frikativrauschens in den verhältnismäßig breiten Resonanzbereichen.“¹¹ Daher erzeugt in diesem Fall nicht der Se-

kundärschwinger den Hauptanteil des Sing- und Sprechstimmeschalles, wobei zu berücksichtigen ist, daß nicht alle Sprechstimmeschallereignisse auch Stimmklangformen sind (s. S. 85). Hier muß der jeweilige von den vibrierenden Stimmlippen abgegebene Primärschall von vorn herein mit großer Amplitude vorliegen, damit nach Dämpfung im Sekundärschwinger diejenigen Teilschwingungen, die dort Resonanz finden, zumindest stark bleiben.

Trotz starker Dämpfung der Luftsäule im Schlund-, Mund- und Nasenrachenraum bewirkt der Stimmklang, der primär als Druckschwankung, also als Schallwechseldruck generiert wird, einen hohen Schallpegel, weil dieser unten im Ansatzrohr sehr viel größer ist als vor der abstrahlenden Mund- und Nasenöffnung. Deshalb muß betont werden, „daß die Amplitude des Primärschall-Grundtones nicht gleich der Grundton-Amplitude des vom Mund abgestrahlten Spektrums ist. Wenn ein Ton konstanter Amplitude, dessen Frequenz sich von tief nach hoch kontinuierlich ändert, in die Glottisebene eingespeist wird, so ändert sich die an der Mundöffnung gemessene Amplitude als Funktion der Frequenz.“¹² Und der Schallpegel, der naturgemäß von der Stärke der Schallquelle im Glottisbereich abhängt, bewirkt so wiederum trotz der in der Wirklichkeit vorhandenen Dämpfung zusätzliche Mitschwingungen des umliegenden Gewebes, d. h. des umliegenden Frequenzbereiches, die durch ihre Intensitätsverteilung bei der Sängerstimme Vibrationen und subjektive Schwingungsempfindungen am Schädel (Stimbereich über den Augenbrauen, oberer und hinterer Kopfbereich), am Oberkieferbereich mit den Schneidezähnen, an der Nasenwurzel, am Hals, im Brustbereich, vor allem am Brustbein sowie am Nacken und Rücken spürbar werden läßt.

Abb. 30 zeigt nach einer Untersuchung von Kirikae et al. (1964) die Verteilung der Körpervibrationen, die nach spektraler Energieverteilung des Tones vom Sänger durch subjektive Empfindungen wahrgenommen werden. Auffallend ist, daß „die linke Brustseite gegenüber der rechten Seite weniger vibriert als Folge der Dämpfung durch das Herz und zwei anstelle von drei Lungenlappen.“¹³

Zusammenfassend läßt sich sagen, daß „bei dem vom Mund abgestrahlten Klang die einzelnen Teiltöne eine andere relative Stärke aufweisen als in dem primären Stimmklang unmittelbar über den Stimmlippen. Jedem Vokal entspricht eine ganz bestimmte Einstellung des Mund-Rachenraumes, eine bestimmte „Mundstellung“, und damit ein zugehöriger, ganz bestimmter besonders stark auftretender Resonanzbereich, der als „Formantbereich“ bezeichnet wird. Unabhängig von Höhe und Klang der Stimme, werden also bei bestimmten Sprachlauten jeweils in ihrer absoluten Höhe festliegende Frequenzbereiche besonders stark abgestrahlt“¹⁴, was auf Veränderungen der Klangübertragungseigenschaften des Ansatzrohres mittels Formantfrequenzen beschrieben werden kann. Die Formanten „überlagern das ursprüngliche Spektrum aus Partialtönen. Je näher ein Partialton unter einem Formanten zu liegen kommt, desto größer ist seine Amplitude und desto lauter kommt er aus den geöffneten Lippen. Genau diese Störung des ursprünglich gleichförmigen Frequenzspektrums ist die Ursache verständlicher Sprachlaute. Bestimmte Formanten prägen dem Frequenzspektrum einen typischen Amplitudenverlauf auf, der für bestimmte Laute charakteristisch ist.“¹⁵

„Bezeichnungen wie „Vordersitz der Stimme“ und „vorne singen“ geben dabei sowohl

den Höreindruck als die subjektiven Vibrationsempfindungen wieder, wenn die optimale Einstellung gefunden ist.“¹⁶

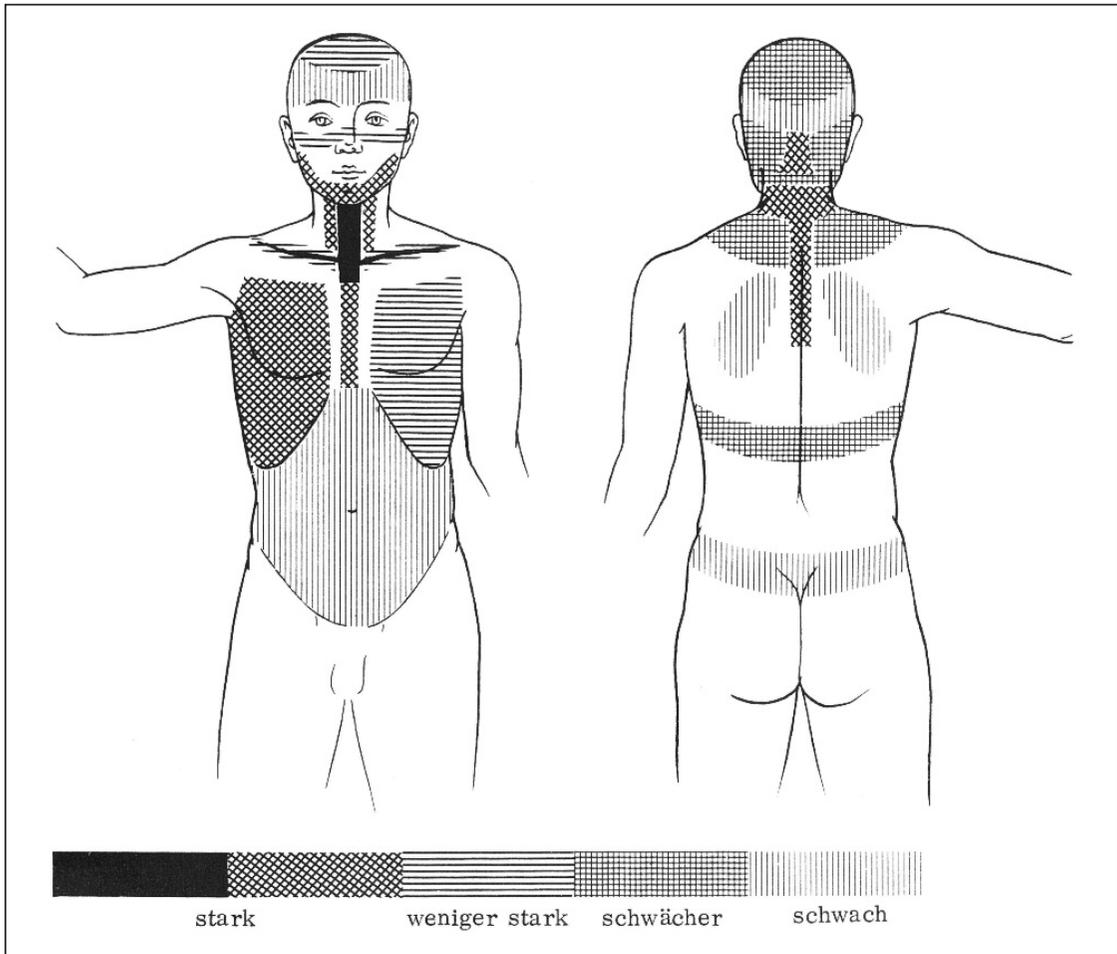


Abb. 30: Verteilung der Körpervibration nach ihrer Stärke bei einer Frequenz von 125 Hz auf den Vokal [i:] (nach Kirikae et al., 1964 aus Goldhan, 32001)

Durch Artikulation und Vokalbildung und der dadurch nach der Mensur (Ansatzrohr) bestimmenden formvariablen Einstellung, das heißt durch Ankoppelung des pharyngo-oralen Vokaltrakts an den Nasopharynx bei entsprechender Stellung des Velums einerseits und an den Stimmgenerator „Glottis“ andererseits, die durch das Vibrato erfolgt, wird der primäre Stimmschall als ungefilterter Klang (primärer Glottisschall beziehungsweise primärer Kehlkopftön) beim Sing- und Sprechvorgang klangfarbend modifiziert und durch Resonanz- und Auslöschungsvorgänge entsprechend der Schallübertragungsfunktion, die die Teilschwingungen betreffen, in hörbarem für diese Einstellung charakteristischen Stimmklang (*kom-*

plexer Stimm-schall des abgestrahlten Spektrums) umgewandelt (Abb. 31). Näher analysiert, fungiert das Ansatzrohr (Vokaltrakt) entsprechend geometrischer Hohlraumform und im Rahmen seiner Übertragungsfunktion als variables Filter beziehungsweise Resonator, dessen Luftsäule Resonanzen und in bestimmten Fällen auch Luftkörperresonanzen hervorrufen. Je nach Größe der Pharynges mit Wirkung auf das Spektrum der Glottiswelle werden Frequenzen innerhalb der Resonanzbereiche (Formanten) einer jeweiligen Lautqualität (Klangfarbe) von der Mundöffnung abgestrahlt, die als diejenigen Teilschwingungen mit relativ großer Amplitude - das ist die größte Entfernung aus der Ruhelage - schwingen.

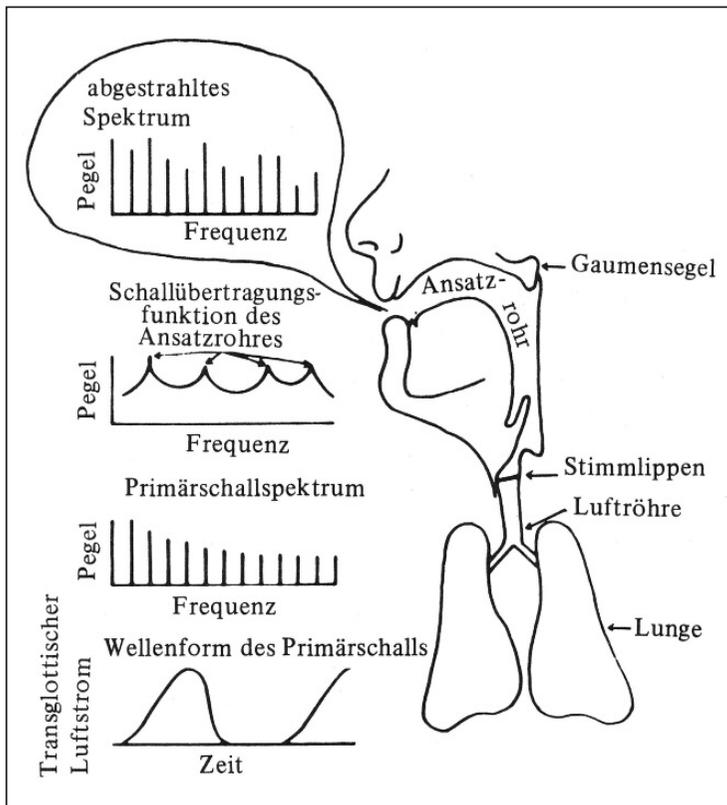


Abb. 31: Schematische Darstellung der Erzeugung von Stimm-schall. Die Stimmlippenschwingung erzeugt eine Folge von Luftpulsen (links unten), welche eine Reihe harmonischer Obertöne hervorrufen, deren Amplituden mit steigender Frequenz monoton fallen (zweites Diagramm von unten). Dieses Spektrum wird entsprechend den Schallübertragungseigenschaften des Ansatzrohres mit seinen Gipfeln (den Formanten) und den dazwischenliegenden Tälern gefiltert. In dem vom Mund abgestrahlten Spektrum sind die Formanten als Gipfel dargestellt, da die einer Formantfrequenz am nächsten liegenden Teiltöne höhere Amplituden erreichen als die weiter entfernt liegenden (nach Sundberg, 1997)

Die dadurch entstehenden *Resonanzfrequenzen (Formantfrequenzen)* als *lokale Resonanz-überhöhungen* werden durch den *Querschnittsverlauf* und nicht durch die Teilvolumina des Ansatzrohres bestimmt, dessen Fläche sich entlang seiner Längsachse, das heißt in Relation zum jeweiligen Abstand von der Glottis darstellt (Abb. 44).

Zu den auf Seite 62 und in Abbildung 31 erläuterten Darlegungen muß mit anderen Worten ergänzt werden, daß die Eigen- beziehungsweise Resonanzfrequenzen des Ansatzrohres (Partial- oder Teiltöne der Eigenfrequenz) aus diesem Schall herausgefiltert und somit ungedämpft verstärkt durchgelassen werden. Hingegen werden Teilschwingungen, deren Frequenzen nicht in einem Resonanzbereich fallen, das heißt deren Schwingungen zwischen

diesen sogenannten Formantbereichen liegen und aufgrund abnehmender Schwingungsweite nicht diese Resonanzfrequenzen aufweisen, stärker abgeschwächt und gedämpft beziehungsweise mehr oder weniger gegenseitig ausgelöscht. Wenn, anders gesagt, Partialschwingungen des primären Glottisspektrums in der Nähe der Eigenfrequenz liegen und das akustische Filter ohne wesentlichen Energieverlust durchlaufen, werden Teilschwingungen, deren Frequenzen nicht in einem Resonanzbereich fallen, das heißt deren Schwingungen zwischen diesen sogenannten Formantbereichen liegen oder in Lücken der Obertonreihen fallen und aufgrund abnehmender Schwingungsweite nicht diese Resonanzfrequenzen aufweisen, stärker abgeschwächt und gedämpft beziehungsweise mehr oder weniger gegenseitig ausgelöscht (Abb. 32). Weitere in diesem Kontext stehende Aspekte sind auf Seite 76 dargelegt.

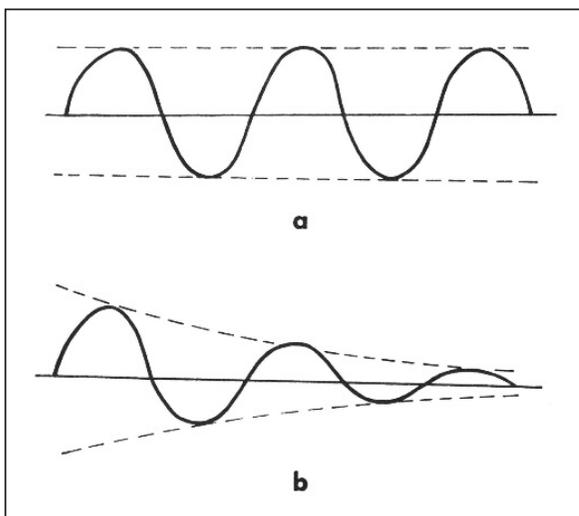


Abb. 32: Abbildung harmonischer Schwingungen: **a)** ungedämpft, **b)** gedämpft (nach Wängler, 41983)

Diese also verstärkten Frequenzbereiche ergeben aufgrund von Qualitätsmerkmalen bei Gesangsstimmen dann das typische Vokalspektrum, „wobei die einzelnen Maxima des Schemas die Frequenzgebiete der stärksten Amplituden für die eingetragenen Laute kennzeichnen (Abb. 33). Dazwischen sind Übergangsfarben anzunehmen, die sich durch Buchstaben nicht mehr eindeutig beschreiben lassen. Sie sind etwa mit dem Klang „derselben Vokale“ in verschiedenen Dialekten zu vergleichen. Im allgemeinen treten bei den Sprachklängen zwei bis drei mehr oder weniger starke Formanten auf, von denen der Übersichtlichkeit halber nur die wichtigsten wiedergegeben sind. Danach werden die dunklen Vokale (u, o, a und å) ([u:], [o:], [a] und [ε], d. Verf.) nur durch jeweils ein, die hellen durch jeweils zwei Maxima charakterisiert. Zur Verdeutlichung der Frequenzwerte sind die Scheitelpunkte der Kurven außerdem als Noten eingetragen.“¹⁷

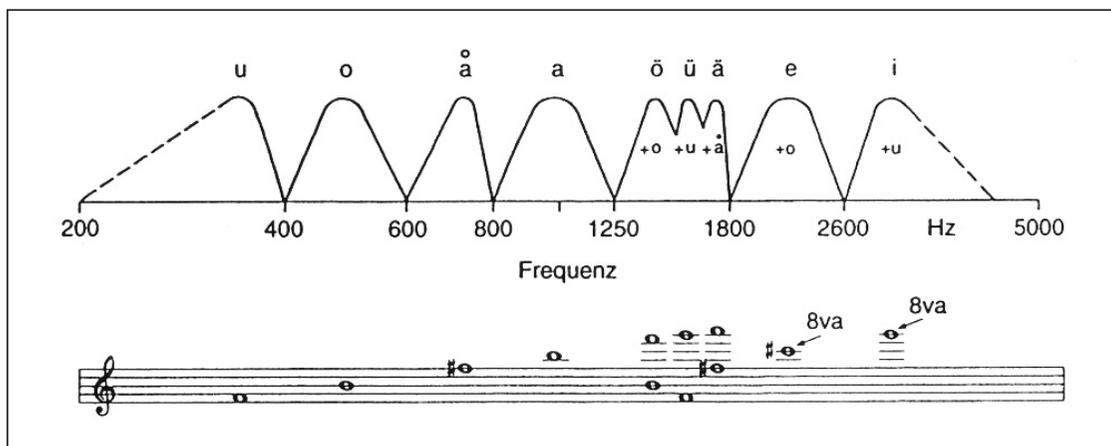


Abb. 33: Frequenzlage der Formanten für die Vokale der deutschen Sprache (nach Thienhaus, 1934; Winkel, 1960 und F. Trendelenburg, ³1961 aus Meyer, ³1995 [modifiziert]).

Die Abbildung zeigt für die Vokale [u:], [o:], [ɔ], [a] die Frequenzen des ersten Vokalformanten und für die Vokale [e:] und [i:] die Frequenzen des zweiten Vokalformanten. Die Frequenzlagen des ersten Vokalformanten für die Vokale sind: [e:] = 400 Hz, [i:] = 250 Hz. Die Abbildung zeigt für die Vokale [ø:], [y:], [ɛ] die Frequenzen des zweiten Vokalformanten. Die Frequenzlagen des ersten Vokalformanten für die Vokale sind: [ø:] = 375 Hz, [y:] = 250 Hz, [ɛ] = 500 Hz. Um den Vokal und dessen Qualität zu erkennen, ist unter den ersten beiden Vokalformanten der F₂ von größerer Bedeutung als der F₁. Die Frequenzlagen des zweiten Vokalformanten für die Vokale sind: [u:] = 700 Hz, [o:] = 750 Hz, [ɔ] = 800 Hz, [a] = 1200 Hz [modifiziert]

V Zur Entstehung der Sprachformanten (Vokalformanten) und der Sängerformanten (Gesangsformanten)

So wollen wir aus dem vorhergesagten weitere funktionelle Vorgänge am Beispiel stimmhafter gesungener Vokale beschreiben, die für die *Vokalartikulation* und *Entstehung der vokalischen Klangfarbe* (F_1 , F_2 , teilweise F_3), der *akustischen Wirkung des Nasaltrakts* (F_2), des *Stimmtimbres* (teilweise F_3 , F_4 , F_5) sowie der *Wärme, Weichheit, Fülle* und *Rundung des Vokals* (F_1), von Bedeutung sind.

Zyklische Prozesse eines zunächst aerodynamischen Beitrags der phonatorischen Glottisfunktion aufgrund entscheidender stimmbildender Parameter (subglottischer Druck, Strömungsgeschwindigkeit und Glottiswiderstand) kennzeichnen die Glottis in ihrer stimmklangerzeugenden Funktion als „Knallgenerator“. Bei einem vorliegenden Stimmklang als Primärschall entstehen, aufgrund ablaufender schwingungsahnlicher Bewegungszyklen, hervorgerufen durch stete Öffnungs- und Schlieungsvorgange, Folgen impulsartiger quasi-periodischer Luftstöße durch Übertragung von Schwingungsenergien, die als Druckänderungen der Strömungs- und damit auch der Teilchengeschwindigkeiten erzeugt werden. Hierbei „hängt die Form der Glottiswelle, d. h. die Anregungsfunktion (Volumengeschwindigkeitsfunktion) von dem Ablauf der Öffnungs- und Schlieungsbewegung der Stimmlippen, d. h. von der Öffnungsfunktion der Glottis ab und bestimmt somit das Teiltonspektrum.“¹

Erfolgt nun eine, durch Aktivität der Ausatemungsmuskulatur bedingte Komprimierung der unterhalb der geschlossenen Glottis befindlichen Luft, so werden die Stimmlippenränder in dem Augenblick, da der subglottale Luftdruck, das heißt der *subglottale statische Luftdruck* gegenüber der Elastizität der Stimmlippen zu stark wird, aus der Adduktionslage auseinandergetrieben. Die Luft strömt somit in der dann zwischen den Stimmlippen gebildeten Düse sehr schnell nach oben und durch das Ansatzrohr nach außen. Aufgrund einer Druckentlastung im Larynxinnern kommt es funktionell zu einem deutlichen Absinken durch Bildung eines *statischen Unterdrucks* nach strömungsdynamischen Gesetzen, wie sie in der Bernoulli’schen Strömungsgleichung (Daniel Bernoulli, schweizer Mathematiker 1700-1782) beschrieben sind. „Der durch die Luftröhre fließende Luftstrom erfährt im „Conus elasticus“, jenem sich trichterförmig verengenden Raum unterhalb der Stimmlippen - eben durch diese Verengung-, eine Steigerung seiner Geschwindigkeit und dadurch eine Senkung des Druckes, den er seitlich gegen die Stimmlippenränder ausut.“² „Während die mittlere Schicht des Luftstroms den Schlitz ohne Hinderung passiert, werden dagegen die seitlichen Schichten von den Stimmlippen abgelenkt und müssen somit einen längeren Weg zururcklegen.“³ Durch deren nachfolgenden „Sogkrafte“, welche das Gewebe der Stimmlippen in Richtung Glottis-Mittellinie mit Bernoulli’schem Effekt zu ziehen versucht, - eine schematische Illustration dazu wird in Abb. 34 gegeben - gelangen die Stimmlippen durch Eigenelastizität der aus den gespannten Muskeln herrührenden *Rückstellkräfte* von Lungen und Thorax wieder in die Schlieungsphase mit subglottischen Druckanstieg, das heißt die *myoelastischen (musculo-elastischen) aerodynamischen Kräfte* überwiegen.

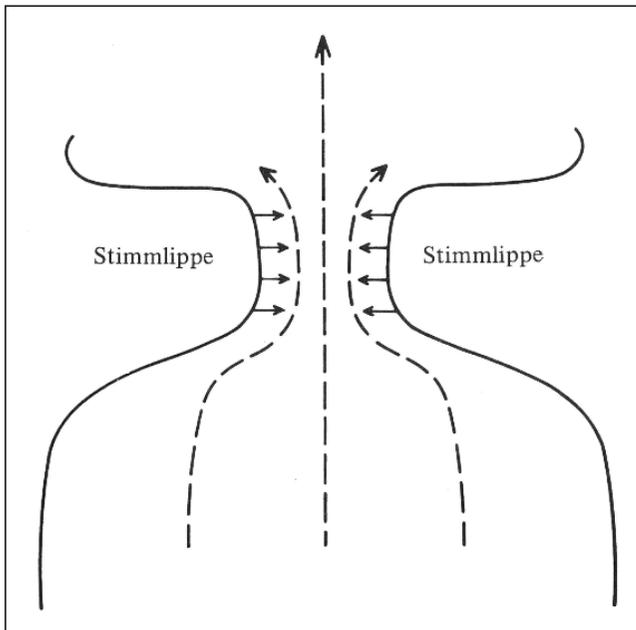


Abb. 34: Schematische Darstellung des Bernoulli-Effektes. Die Luftströmungsschicht in der Mitte zwischen beiden Stimmlippen legt einen kürzeren Weg als die seitlich angrenzenden Strömungsschichten zurück, da diese zu einem zusätzlichen Weg um die Stimmlippen herum gezwungen sind. Die Streckendifferenz bewirkt die Ausbildung eines Unterdruckes bzw. einer Sogkraft, die durch die kleinen Pfeile angedeutet wird. Dieser Sog versucht die Glottis zu schließen, sobald ein Luftstrom hindurchgeht (nach Sundberg, 1997)

„Analog dazu könnte man sagen: Sobald ein *transglottischer Luftstrom* - das ist die Wellenform des Luftstroms durch die Glottis, welcher erste Informationen über den Primärschall liefert - fließt, strebt die Bernoulli-Kraft den Glottisschluß an“⁴, was bedeutet, daß gemäß den aerodynamischen Gesetzen die Stimmlippen, durch den Abfall des statischen Unterdruckes in der düsenartig verbliebenen Glottis durch Ansteigen der Luftgeschwindigkeit, angesaugt werden, wobei die schwingende Masse der Stimmlippen im Moment des Rückschwungs diese Bewegung unterstützt, so daß sie sich wieder in die Phonationsstellung schließen können. Diese Bewegung wiederholt sich periodisch für alle stimmhaften Laute in schneller Folge in der Frequenz eines Klanges (Phonations- bzw. Periodenfrequenz) und der in ihr enthaltenen 1. harmonischen Teilschwingung (Grundschwingung): „Die primäre Ursache sowohl für das Öffnen als auch für das Verschließen der Glottis ist damit der von den Ausatemungskräften erzeugte *subglottale Überdruck*.“⁵

Auf die Strömungsgesetze der Phase an der Glottis hat zuerst der Leipziger Laryngologe W. Tonndorf (1887-1957) aufmerksam gemacht und sah die aerodynamischen Vorgänge während der Stimmgebung differenzierter. Durch Veröffentlichung seiner Arbeiten unter dem Titel „Die Mechanik bei der Stimmlippenschwingung und beim Schnarchen“ (1925) und „Zur Physiologie des menschlichen Stimmorgans“ (1929) wies er nach, „daß es sich bei der Erregung der Stimmlippenschwingungen um einen Vorgang handelt, „der letzten Endes nicht auf Muskelwirkung beruht, sondern im wesentlichen nach mechanischen Gesetzen vonstatten geht.“ Er hat die in der Physik der strömenden Gase und Flüssigkeiten geltende Bernoulli'sche Gleichung als das Gesetz erkannt, dem dieser Vorgang unterliegt.“⁶

Wenn auch die klassische myoelastisch-aerodynamische Theorie davon ausgeht, daß

die Glottis durch einen erhöheten subglottalen Druck geöffnet wird, so zeigen dargestellte Ergebnisse einer Untersuchung mittels Katheter mit zwei Miniaturdruckwandler durch den niederländischen Phoniater H. K. Schutte und dem amerikanischen Sänger und Stimmforscher D. G. Miller (1988) anhand eines ausgehaltenen Gesangstones (Vokal [o:]) hoher Klangqualität im mezzoforte veränderte Druckwerte unter- und oberhalb der Glottis. „Eine der wichtigsten Feststellungen ist die Tatsache, daß der subglottale Druck

1. im Moment der Schlieungsphase ansteigt und eine starke und plötzliche akustische Anregung des Ansatzrohres auslöst, die aus dem Phonogramm und der Schallpegelkurve abzuleiten ist,
2. zu Beginn der Schlußphase am größten ist
3. und während der Periode des Glottisschlusses ein supraglottisches Druckminimum aufweist.

Da die zeitlichen Verhältnisse zwischen Schluß- und Offenphase der Glottis und die auftretenden Druckverläufe sehr bedeutungsvoll sind, hilft uns die Elektroglottographiekurve diese zwischen den Druckwerten unter- und oberhalb der Glottis zu bestimmen. Der Zeitpunkt des Glottisschlusses wird durch das Ende des Kurvenanstieges markiert, der Moment der Glottisöffnung durch Kurvenanderungen an der rechten Flanke des Elektroglottogramms. Die drei genannten Besonderheiten in den Kurvenverläufen waren in diesem Fall gleichzeitig zu beobachten (Abb. 35). Das ist nicht immer so, aber doch typisch für einen gut produzierten Ton.“⁷

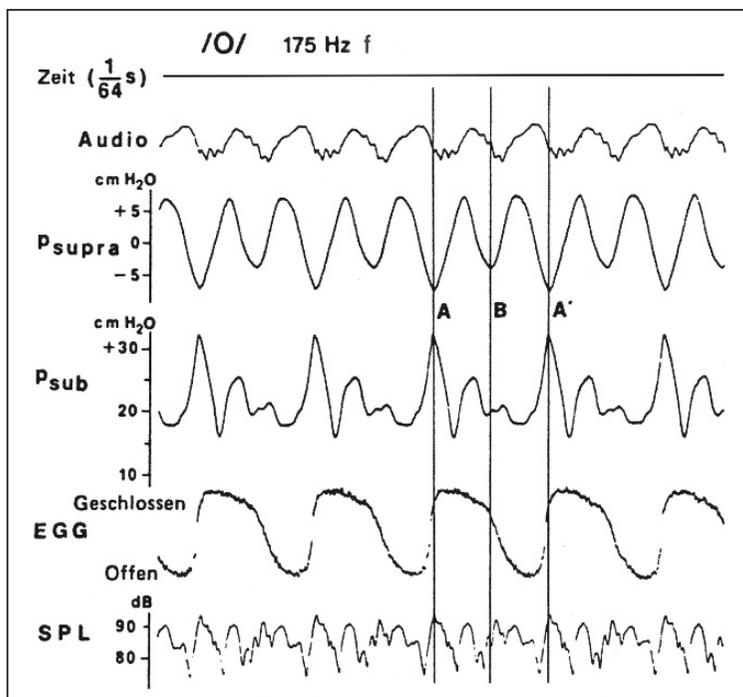


Abb. 35: Fuf glottale Perioden einer Phonation, Vokal [o:], Frequenz 175 Hz. (Tonhöhe f). Das Phonogramm (Audio) und die Schalldruckkurve (SPL) sind zur Kompensierung der Zeit, die für den Lauttransport von der Glottis bis zum Mikrofon benötigt wird, um 1,5 ms verschoben worden. Die vertikalen Linien A und A' markieren den Glottisschluss, die Linie B zeigt den Moment der Glottisöffnung an (EGG = Elektroglottogramm): gleichzeitiges Auftreten von Minimum P_{supra} (supraglottischer Druck), Maximum P_{sub} (subglottischer Druck), Glottisschlieung und akustischer Exzitation der Ansatzräume (nach Schutte und D.G. Miller, 1988 [modifiziert])

„Um das „Aufschaukeln“ der Luft im Windkessel zu erleichtern, muß der Widerstreit zwischen Ein- und Ausatmung den Thorax in einen erhöhten Spannungszustand bringen, der ihn schwingungsfähiger macht. Gleichzeitig wird hier der Kehlkopf tief gestellt und der Kehlschallraum erweitert.“⁸ Mit der unmittelbar hierdurch, „nach Öffnung der Glottis und der dann akustisch miteinander gekoppelten sub- und supraglottalen Räume“⁹ verbesserten Fähigkeit des Ansatzrohres, Schall von der Glottis bis zur Mundöffnung (*Schallübertragungsfunktion*) bei voller Resonanzausnutzung beziehungsweise *richtigem Vordersitz* zu übertragen, nehmen, da es zu einer *Verstärkung der Randstimmfunktion* (häufig auch mit „voix mixte“ oder „Vollton der Kopfstimme“ bezeichnet) gekommen ist, die Schallpegel der Teilschwingungen zu. Durch die Fähigkeit des Ansatzrohres, das stark frequenzabhängig ist, entsteht „ein Maximum bei den Formantfrequenzen und wird auch durch deren Dichte beeinflusst. Wenn das Frequenzintervall zwischen zwei benachbarten Formanten halbiert wird, so verbessert sich die Schallübertragungsfähigkeit um 6 dB an diesen Formantfrequenzen und um 12 dB im Tal zwischen ihnen.“¹⁰ Das bedeutet dann nicht nur eine Schalldruckerhöhung, sondern zugleich auch eine Verschiebung des spektralen Energieschwerpunktes zu den höheren Frequenzen. Die Hüllkurve fällt in diesem Fall nach rechts etwas flacher ab als in der Abb. 37. Die Dämpfung entlang der Frequenzachse ist dann geringer als 12 dB pro Oktave.

Beschreibt man die Timbrecharakteristika eines fiktiven Normalstimmklanges als Primär- oder Quellensignal, so läßt sich in einer theoretischen Näherung im idealisierten Primärschallspektrum beweisen, daß die Schallpegel der Teiltonkomponenten um etwa 12 dB pro Oktave abfallen. „Das heißt, daß jeder Teilton um etwa 12 dB schwächer als der um eine Oktave tiefere ist.“¹¹ Abb. 36 und 37 verdeutlichen das.

Demgegenüber betragen die Schallpegel des Singstimmeschalles im tatsächlichen Spektrum „in einer über alle stimmhaften Lautbildungen gemittelten Wertung etwa 6 dB pro Oktave.“¹² Dies hängt damit zusammen, daß das Ansatzrohr die Teilschwingungen mit tieferen Frequenzen stärker dämpft als die Teilschwingungen mit den Frequenzen, die in den Bereich der Vokal- und der drei ersten Gesangsformanten fallen.

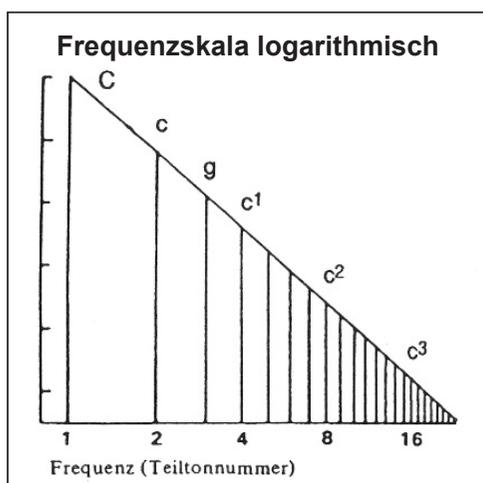


Abb. 36: Idealisiertes Spektrum des Primärschalls in logarithmischer Darstellung der Frequenzskala. Bei logarithmischer Darstellung wird ein konstantes Frequenzverhältnis, das einem musikalischen Intervall von zum Beispiel einer Oktave entspricht, durch einen konstanten Abstand dargestellt (siehe hierzu auch Abb. 22). In diesem Fall stellt sich die typische Steigung der Hüllkurve des Primärschallspektrums von -12 dB pro Oktave als Gerade dar (nach Sundberg, 1997 [modifiziert])

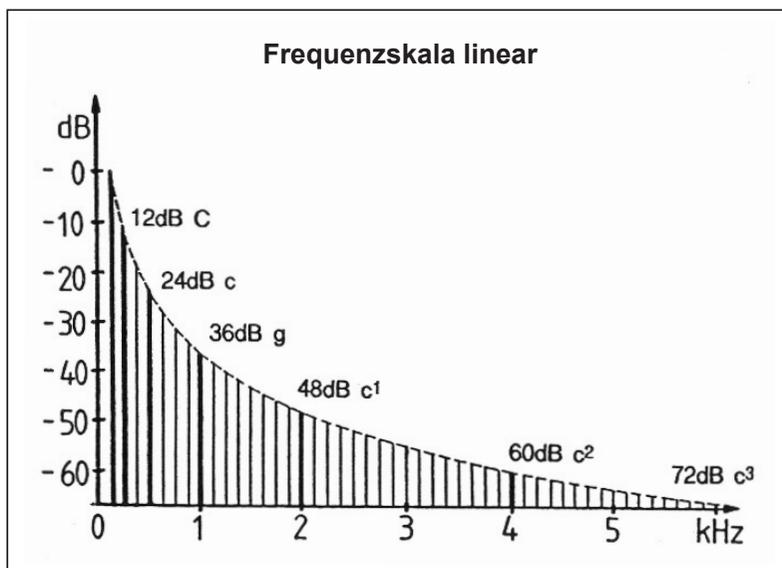


Abb. 37: Idealisiertes Spektrum des Primärschalls in linearer Darstellung der Frequenzskala. Bei linearer Frequenzskala wird eine konstante Anzahl von Hz (z. B. dem Frequenzabstand zwischen benachbarten Teiltönen entsprechend) durch einen konstanten Abstand dargestellt. Dadurch erscheint die Steigung von -12 dB pro Oktave als Kurve. Die dB-Skala ist also hier nicht die definierte Schallpegelskala, sondern eine für das Dämpfungsmaß fiktive Näherung, wobei die Grundfrequenz F_0 auf 125 Hz festgelegt ist. Bezugswert ist die in diesem Fall in der Grundschwingung vorhandene höchste Schallintensität (aus Sundberg, 1997 - Neppert und Pétursson, 21986 [modifiziert])

Mit der Energieausbreitung in der uns umgebenden Luft bzw. in dem uns umgebenden Luft- raum (oder auch in der Luftsäule als anderes Medium) ist ein Schallvorgang entstanden, dessen ausgebildete Schallwellen einer konstanten *Schallgeschwindigkeit* unterliegen, deren Fortpflanzungsgeschwindigkeit sich mit der darin bestimmten enthaltenen Druckzustande entlang ihrer Ausbreitungsrichtung im schwingenden Medium fortbewegen.

So ist sie also auch maßgeblich für die Verzögerung, mit der ein vom Schallsender (zum Beispiel Sänger) ausgehender Schallvorgang am Ohr des Rezipienten eintrifft und dann im Gehörgang die Membran des *Trommelfells* (*Membrana tympani*) in Schwingungen versetzt, nachdem der Vorgang in einiger Entfernung ausgelöst wurde. Durch das entstandene Horeignis wird der Rezipient in die Lage versetzt, Tonhöhe, Lautstärke und Klang- farbe (Stimmtimbre) als subjektive Wahrnehmungsqualitäten zu unterscheiden.

„Durch die Möglichkeit die Übertragungsfunktion zu modellieren, ergibt sich eine Chance zur näheren Bestimmung des Primärschalls. Ein Weg dazu ist der folgende: Ein elektrisches Signal, das einen idealisierten Primärschall darstellt (mit einem Spektrum, das exakt um 12 dB pro Oktave abfällt und mit einer Grundfrequenz, die der des zu analysierenden Vokals entspricht), wird dem *Formantsynthesizer* zugeführt. Der wandelt das Signal in einen syn- thetisierten Vokal um. Das Spektrum dieses Vokals wird dem Spektrum des realen Vokals

nur dann exakt gleichen, wenn das Input-Spektrum des Synthesizers mit dem Spektrum des Primärschalls des realen Vokals identisch ist. Das bedeutet, daß die Unterschiede zwischen dem synthetisierten und dem realen Spektrum ausschließlich auf die Unterschiede zwischen den Spektren des idealisierten und des realen Primärschalls zurückgeführt werden können. Damit kann man das Primärschallspektrum eines gegebenen Vokals bestimmen.“¹³

Eine Variante der gleichen Idee wird bei der sogenannten *Inversfilterung* (engl., inverse filtering) genutzt. Durch diese klassische Methode kann man die Wellenform des Primärschalls ermitteln. Dabei werden die Veränderungen des glottalen Spektrums durch Zuführung eines elektrischen Schaltkreises bzw. eines Inversfilters eliminiert, so daß die ursprüngliche Wellenform des Stimmklangs erscheint (Rothenberg, 1973) oder, anders gesagt, daß „das Verfahren der *akustischen Glottographie* die Veränderungen des glottalen Spektrums, die in den Ansatzraumen durch Resonanz und Dämpfung geschehen, wieder rückgängig macht.“¹⁴ „Die inverse Filterung hat ergeben, daß die Wellenform des Primarklangs eine plötzliche Änderung (Diskontinuität) im Moment des Glottisschlusses aufweist, und zwar umso stärker, je größer die Brillanz einer Stimme ist (Rosenberg, 1971). Die Diskontinuität im Moment des Schlusses kommt durch die Steilheit des Kurvenabfalls zum Ausdruck, im Zusammenhang mit einer Rechtsneigung der ganzen Wellenform („skewing“) (Abb. 38). Das Auftreten nur einer einzigen Diskontinuität hat den Vorteil, daß die höhere Spektralenergie gleichmäßig über das Spektrum verteilt ist, es kommt zu einem geringeren, gleichmäßigen Abfall.“¹⁵

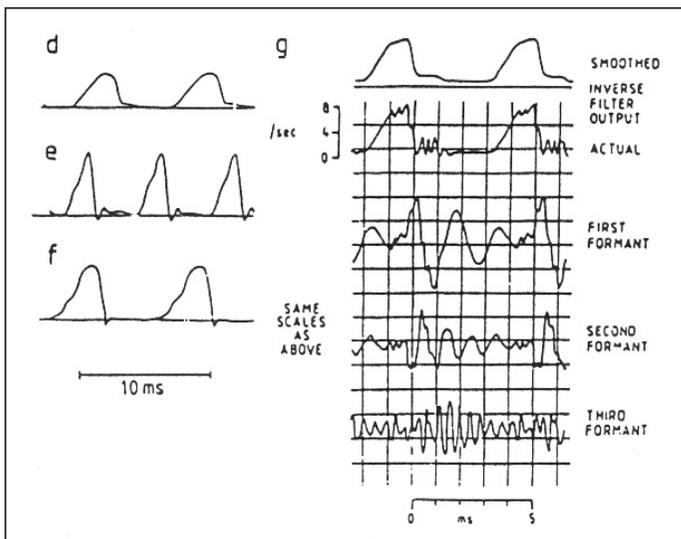


Abb. 38: Glottogramme von Singstimmen: d, e und f zeigen verschiedene Diskontinuitäten im Schluß (Vokal [a] oder [ε]), g mit besonders starker Brillanz. Bei g sind außerdem die durch die inverse Filterung entfernten Wellenformen der Formanten 1 bis 3 angegebenen Vokal [a] (nach Rothenberg, 1981 aus W. Rohmert, ⁵1989 [modifiziert])

Durch Übertragung von Schwingungsenergien, die durch Berührung eines Schwingers mit seiner dem Schall abstrahlenden Fläche die ihm umgebenden Luft und deren Luftpartikel zur Mitschwingung anregt, entstehen durch abwechselnde Bewegungen *uberdrucke* (*Kompressionen*) entsprechend als Luftverdichtungen und *unterdrucke* (*Dekompressionen*) entsprechend als Luftverdunnungen. „Hier ist es vor allem die Atemluft, die im Rachen- und

Mundraum in der Skalafrequenz der Glottisimpulse mit (longitudinalen) Verdichtungs- und Verdünnungswellen schwingt, „dicht“ in der offnungsphase und „licht“ (verdünnt) in der Schliephase. Der Resonator „Atemluft“ liefert eine erhebliche Schallenergie.“¹⁶ Auf die Glottis projiziert hieße das, daß laminare Luftstromungsverhaltnisse in der Glottisenge, aufgrund steter Öffnungs- und Schlieungsvorgange, beträchtliche Geschwindigkeiten aufweisen. „Eine wichtige Eigenschaft der Luftströmung wird durch den Gegensatz *laminar* oder *turbulent* beschrieben. Bei einer laminaren, regelmäßigen Strömung behalten die Luftmoleküle ihre Nachbarschaftsbeziehungen, und es bildet sich ein regelmäßiges Strömungsprofil entlang der Querschnittsfläche aus. Bei einer turbulenten Strömung treten dagegen irreguläre Wirbel auf (rauschformiges, aperiodisches Strömungsgeräusch an einer Konstriktion des Vokaltraktes), die die Nachbarschaftsbeziehungen zwischen den beteiligten Luftmolekülen zerstören und zu einem nicht berechenbaren Strömungsprofil führen (Abb. 39).“¹⁷

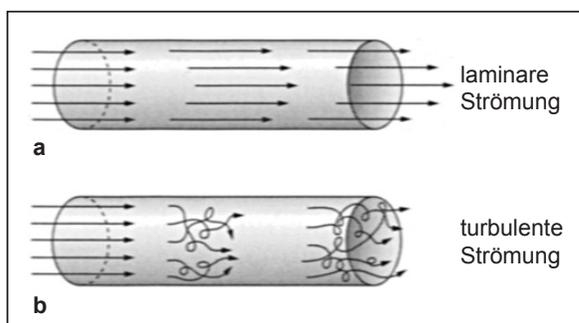


Abb. 39: Schematisches Strömungsprofil bei einer laminaren Strömung (a) und einer turbulenten Strömung (b). Bei der turbulenten Strömung treten Wirbel auf und der Strömungswiderstand des durchströmten Rohres steigt stark an (nach Wendler et al., ³1996)

Stete Öffnungs- und Schlieungsvorgange, die eine periodische Strömung durch laminare Luftstromungsverhaltnisse bei normaler Atmung und bei der Phonation von Vokalen aufweisen, verursachen im Zuge dessen durch ein periodisches Ausströmen nach oben gegen die dort in einem relativ schwachen Bewegungszustand befindlichen Luftpartikel und durch die strömungsdynamische Unterdruckbildung in der Glottisenge in demselben periodischen Ablauf über- und Unterdrucke, die wiederum weitere Hin- und Herbewegungen der umliegenden, insbesondere der über der Glottis befindlichen Luftpartikel erzeugen. Die daraus ergebende Geschwindigkeit, mit der sich die, aus ihrer thermischen Grundbewegung gebrachten und damit angestoßenen, einzelnen Partikel schwingend dabei um ihre potentielle Ruhelage bewegen, bezeichnet man, gemessen in ihrer Amplitude, als *Schallwechselschnelle* (*Schallschnelle*). Durch die damit als Schallwellenvorgang entstandene kugelförmig-gradlinige Ausbreitung der Luftmoleküle entsteht ein primärer Schallwechseldruck (s. Kapitel III u. Abb. 26), dessen Druckwerte sich als über- und Unterdrucke um den gerade herrschenden atmosphärischen Luftdruck bewegen. Zudem zeigt Abb. 41 b eine gezeichnete Schallwechseldruckkurve, die in der Form einer idealisierten Sinuskurve die Druckverteilung während eines Schallwellenverlaufes darstellt, dessen Ausbreitungsradius durch die *Wellenlänge* (λ) bestimmt ist.

Je nachdem, ob sich die elementaren Luftpartikel durch wirkende Druckkräfte aus Richtung der positiven und negativen Druckmaxima (Verdichtung und Verdünnung der Luft) dem Ruhepunkt aufeinander zu- oder voneinander wegbewegen (Abb. 40) und diese rechts und links von ihnen liegenden Partikel durch Energie, allerdings wegen deren Massenträgheit mit jeweiliger Verzögerung, in Bewegung bringen, entstehen an diesem Ruhepunkt abwechselnde Luftverdichtungen und Luftverdunnungen, die somit neue Druckänderungen bewirken.

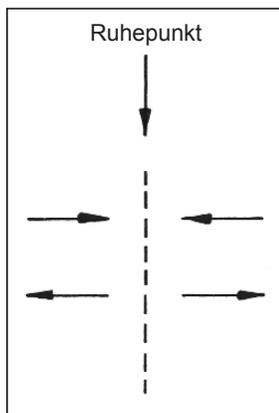


Abb. 40: Schwingungen der Luftteilchen in einem Luftraumresonator (nach Stauder, 1990)

In den Ruhepunkten selbst auf der Grenze zwischen Verdichtung und Verdünnung finden keine Bewegung der Luftpartikel statt. Bei jeder sich erhöhenden Dichte steigt der Luftdruck; wird die Dichte diminuiert, so fällt der Druck. Jede die von uns als Schall wahrgenommene neue Luftdruckveranderung erzeugt also Bewegung, und jede Bewegung erzeugt wegen der Trägheit der elementaren Luftpartikel neue Über- und Unterdruckzonen. In der Abb. 41 a kommen aus einem solchen Vorgang nur einzelne Phasen aufeinanderfolgender Zeitpunkte je eines Viertels der Periodendauer zur Darstellung, die allerdings real in einer kontinuierlichen molekularen Ausbreitung als Druckänderungen und Partikelbewegungen stattfinden. Luftraumresonatorische Schwingungsvorgänge sind dadurch gekennzeichnet, daß sich die Luftpartikel nicht fortschreitend in der Wellenausbreitungsrichtung bewegen, sondern gegenläufig zu beiden Seiten eines Ruhepunktes, das heißt nur um eine potentielle Gleichgewichtslage schwingen (Abb. 40). Lediglich die Druck- und Bewegungszustände werden dabei weitergegeben und transportieren auf diese Weise in Ausbreitungsrichtung *Longitudinalschwingungen (Longitudinal-Wellen)* als Energie durch das Medium. Hier schwingen die einzelnen Luftpartikel *in der Längsrichtung* der Luftsäule. Da sich bei Erzeugung einer Schallschwingung während jeder Periodendauer eine Wellenlänge aufbaut, wiederholen sich entlang der Schallausbreitungsrichtung dann solche Druckverteilungseinheiten, die sich als komplexe Schallwellen definieren. Damit ist ein Klang beziehungsweise sind Klänge entstanden.

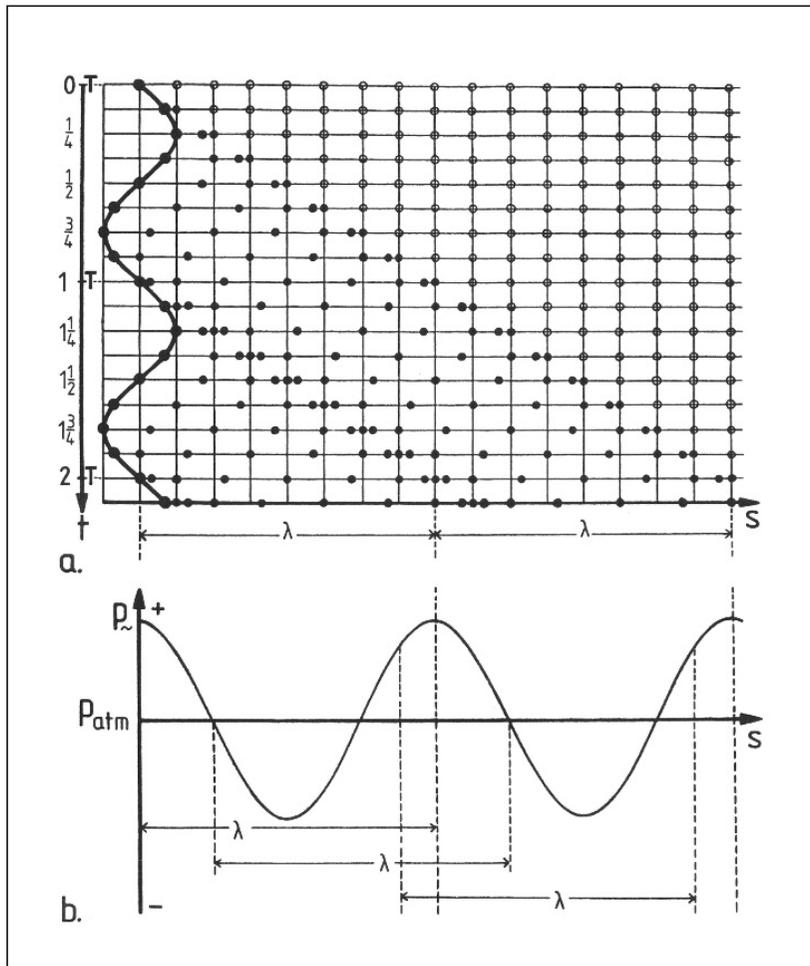


Abb. 41: Schematische Darstellung der Schallwellenentstehung und -ausbreitung am Modell einer in Ausbreitungsrichtung befindlichen Luftteilchenkette.

- a. Einzelne Phasen bis zur Zeit $2\frac{1}{4} T$
- b. Druckverteilung im Schallwellenverlauf entlang des Ausbreitungsweges zur Zeit $2 T$

t = Zeitlicher Verlauf
 T = Periodendauer
 s = Weg in Ausbreitungsrichtung
 p = Schallwechseldruck
 λ = Schallwellenlänge
 p_{atm} = atmospherischer Druck als Bezugsdruck

(nach Neppert und Pétursson, 21986)

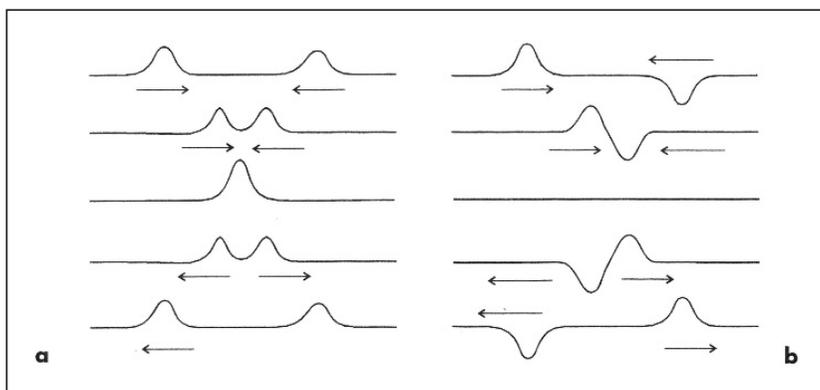


Abb. 42: Überlagerung **a** von zwei Wellenbergen, **b** von einem Wellenberg und einem Wellental (nach Mathelitsch und Friedrich, 1995)

Diese Schallwellen, die sich aufgrund eines Impulses durch Resonanzen als räumlich und zeitlich ausbreitende Energie hin- und herreflektierend in der Luftsäule des menschlichen Ansatzrohres beziehungsweise in den Hohlräumen des Vokaltrakts ausbilden, wobei je nach Geometrie dessen Luftsäule für gewisse Frequenzbereiche bevorzugt mitschwingt, bezeichnet man als *stehende Wellen*. Sie entstehen durch eine *Interferenz*, die als Erscheinung infolge Reflexionen, das heißt zwischen parallelen Wänden (Grenzflächen) hinlaufende Schallwellen (direkter Schall) mit den von der Wand zurückgeworfenen Wellen (reflektierter Schall) phasenverschoben zusammentreffen. Sie schwingen nicht kohärent und überlagern sich bei geringer Abschwächung in Interferenz (Abb. 42).

Während es bei Schallwellen gleicher Frequenz und gleicher oder fast gleicher Amplitude zu einer Schwächung oder gar zu einer Auslöschung kommt, das heißt, daß sich bei bestimmten Frequenzen nicht reflektierte Schallanteile gegenseitig teilweise aufheben, so daß eine Abschwächung dieser Frequenzen beim Durchlaufen des Vokaltrakts entsteht, deren Teilschwingungen keine Eigen- beziehungsweise Resonanzfrequenzen aufweisen, kann es im entgegengesetzten Fall zu einer Verstärkung der Schallwelle kommen, wobei die zusammengesetzte (komplexe) Welle dann eine größere Amplitude als jede der beiden Teilwellen hat, deren Teilschwingungen einer jeweiligen Lautqualität sich als *Resonanzüberhöhung* (Formantbereiche) im Sonagramm erkennbar zeigt. Einige in diesem Kontext stehende Aspekte wurden auf Seite 64 und in Abbildung 31 und 32 diskutiert.

In dieser dynamischen Eigenschaft begegnen die Schallwellen sozusagen ihrem eigenen Spiegelbild und verlieren ganz ihren fortschreitenden Charakter. Sie bleiben gewissermaßen auf der Stelle stehen (stehende Wellen) und wechseln ständig zwischen zwei Extremzuständen. Durch deren Erhaltung werden größte Druckunterschiede mit maximaler Geschwindigkeit beziehungsweise Schwingungsweite der Luftpartikel in den Wellenbergen („Schwingungsbäuchen“) und geringster Druckunterschiede in den ruheherrschenden Wellentälern („Schwingungsknoten“) aneinander hervorgerufen. Der sich daraus ergebene

räumliche Wellenlängenabstand beträgt von „Schwingungsknoten“ zu „Schwingungsknoten“, dessen Dichte und Druck dort am stärksten wechseln, eine halbe Wellenlänge (Abb. 41 b u. modifizierte Abb. 43).

Während sich mangels voller Resonanzausnutzung, die normalerweise mit einer einwandfreien *Atemdosierung* in Beziehung steht und sich im höchsten Maße auf die Randstimmfunktion auswirkt, „beim ungestützten Ton - wie es wahrscheinlich ist - neben schwachen Grundschwingungen zahlreiche Oberschwingungen einstellen, die im aufblasenden Gleichstrom die Stimmlippen treffen, erreicht der vorwiegend in Stimmlippenfrequenz schwingende Luftstrom beim gestützten Ton die Stimmlippen im Moment der geringsten Belastung, das heißt im Wellental.“¹⁸ Hier herrschen geringste Druckunterschiede, die mit zunehmender Tonhöhe und damit Spannung der Stimmlippen die Möglichkeit einer Lautstärkesteigerung (*crescendo*, *forte*, *fortissimo*) bei konstanter Stimmlippenfrequenz vergrößert. „Weil also die Stimmlippen in diesem Fall nur einmal, nämlich im Moment des Stimmritzenschlusses getroffen werden, so ist das Singen leicht und volltönend (ohne „wilde Luft“).“¹⁹

„Dadurch wird die ausströmende Luft nicht nur behindert, sondern es entsteht auch im Zusammenhang mit der kinetischen Energie der bewegenden Luftsäule eine starke Zunahme des dynamischen transglottalen Druckes. Das schnelle Schließen der Glottis und das abrupte Abschließen des Luftstromes verursacht eine starke Anregung des Ansatzrohres mit einem obertonreichen Frequenzspektrum.“²⁰

„Da die Schallgeschwindigkeit in ein und demselben Medium konstant und von solchen Schwingungsgrößen wie Frequenz und Amplitude unabhängig ist, bedeutet eine Erhöhung der Frequenz des Schallsenders wegen der davon reziprok abhängenden Verringerung der Periodendauer eine Verkürzung der Wellenlänge, und zwar nach der Formel:

$$\text{Wellenlänge} = \frac{\text{Schallgeschwindigkeit}}{\text{Frequenz}}$$

$$\text{oder } \lambda = \frac{c}{f}$$

Die Schallgeschwindigkeit in der uns umgebenden Luft beträgt in Vereinfachung durchschnittlich 340 m/s. Die Schallgeschwindigkeit variiert geringfügig in Abhängigkeit von Temperatur und Luftfeuchte.“²¹

Die stehenden Schallwellen stehen mit deren Wellenlängen in einem rationalen Verhältnis zur Luftsäulenlänge, wobei die Wellenlänge nun entscheidend ist, wenn wir das Verhalten der stehenden Wellen und ihrer zugeordneten Frequenzen als Eigenresonanzen in der, im menschlichen Ansatzrohr (Vokaltrakt) befindlichen, Luftsäule erklären wollen. Durch Skizzierung der Verhältnisse eines schematischen Modells der Luftsäule, das als einseitig geschlossenes, einseitig offenes Rohr in ganzer Länge dieselbe Querschnittsfläche aufweist, verteilen sich die Druckverhältnisse für eine Wellenlänge einer stehenden Welle,

die Resonanz finden kann, in der Weise, daß ein Schalldruckmaximum (Druckschwankungsmaximum, starker Bewegungszustand der Luftpartikel, daher Druckschwankungen mit maximaler Amplitude) und ein Schallschnelleminimum am geschlossenen Ende (welches beim menschlichen Ansatzrohr der Glottis entspricht) sowie ein Schalldruckminimum (schwacher Bewegungszustand der Luftpartikel, daher ein Gleichdruck mit nahezu verschwindender Amplitude) und ein Schallschnellemaximum (Bewegungsschwankungsmaximum) am offenen Ende (welches den Mundlippen entspricht) vorhanden ist. „Dies bedeutet, daß das Ansatzrohr als am glottalen Ende schallhart, am labialen Ende schallweich abgeschlossen angesehen wird.“²² So werden aufgrund eines Resonanzeffektes die Luftmoleküle infolge einer Interferenzerscheinung durch ankommende und reflektierte Wellen an den Wänden am verschlossenen Ende total reflektiert, so daß dort ein maximaler Schalldruckwechsel entsteht. Das erklärt, daß jene Teile des Spektrums, die nahe bei der Resonanzfrequenz liegen, lauter klingen und die anderen um so schwächer, je weiter sie von der Resonanz entfernt liegen. Am offenen Ende hingegen stellt sich kein Reflexionswiderstand entgegen. Hier herrscht immer ein gleichbleibender Druck, der als atmosphärischer Luftdruck in der modifizierten Abb. 43 als Bezugsdruck mit 0 gekennzeichnet ist. „Wo der Druck ständig bei 0 liegt, ist das Maximum der Teilchenbewegung (Schallschnellemaximum), wo der Druck sich maximal ändert (Schalldruckmaximum), hat die Schallschnelle ständig den Wert 0.“²³

„Wird nun der Querschnitt des Vokaltrakts an der Stelle eines Druckminimums durch Einengungen verringert, das heißt, daß mit minimaler Druckänderung der stehenden Welle „Druckknoten“ (Schwingungsknoten) hervorgerufen werden oder durch Erweiterungen vergrößert, wird die Frequenz des entsprechenden Formanten erniedrigt beziehungsweise erhöht. Eine entsprechende Querschnittsänderung bei einem Druckmaximum, das aufgrund größter Dichte bzw. stark wechselnder Verdichtungen und Verdünnungen „Druckbäuche“ (Schwingungsbäuche) entstehen läßt, hat den gegenteiligen Effekt.“²⁴ So hängt also eine fallende oder steigende Resonanzfrequenz (Formantfrequenz) davon ab, wo die Änderung des Resonanzquerschnittes stattfindet. Durch diese Eigenschaften lassen sich luftraumresonatorische Verhältnisse stehender Wellen als Ursache für Eigenresonanzen in Luftsäulen, in einseitig geschlossenen, einseitig offenen Röhren, erklären, indem man die Druck- und Bewegungsverläufe in der modifizierten Abb. 43 in diesen Punkten nachvollziehen kann.

So gilt es als ermittelt, daß in einem derartigen Rohr die erste beziehungsweise niedrigste (tiefste) *Eigenresonanzfrequenz* durch diejenige Gesamtwellenlange bestimmt ist, von der $\frac{1}{4} \lambda$ in die Rohrlänge pat. Dementsprechend ist eine *Viertelwelle* die Entfernung zwischen einem „Druckknoten“ (Wellental) und dem nächstliegenden „Druckbauch“ (Wellenberg), wobei ersterer sich im Bereich der Zähne beziehungsweise Mundlippen und zweiter sich im Bereich der Stimmlippen befindet. Diejenige Frequenz, deren zugehörige Wellenlänge mit $\frac{3}{4} \lambda$ in die Rohrlänge pat, ist die zweite *Resonanzfrequenz*, diejenige mit $\frac{5}{4} \lambda$ ist die dritte und diejenige mit $\frac{7}{4} \lambda$ ist die vierte Resonanzfrequenz eines vollen Schwingungszyklusses, deren Folge im Verhältnis zu ungeraden natürlichen Zahlen, also im Frequenzverhältnis von 1:3:5:7 stehen (modifizierte Abb. 43).

Hierzu sind einige phonetisch-akustische Betrachtungen ergänzend von Bedeutung. Durch Vervollkommnung konnte der schwedische Akustiker G. Fant 1958 und 1960 seine, zurückgreifend auf begonnene Forschungen von H. K. Dunn (1950) T. Chiba und M. Kajiyama (1941, 1959) fuend, weitaus umfangreichste und bedeutenste Arbeit über die Theorie der Sprachlautartikulation beenden.

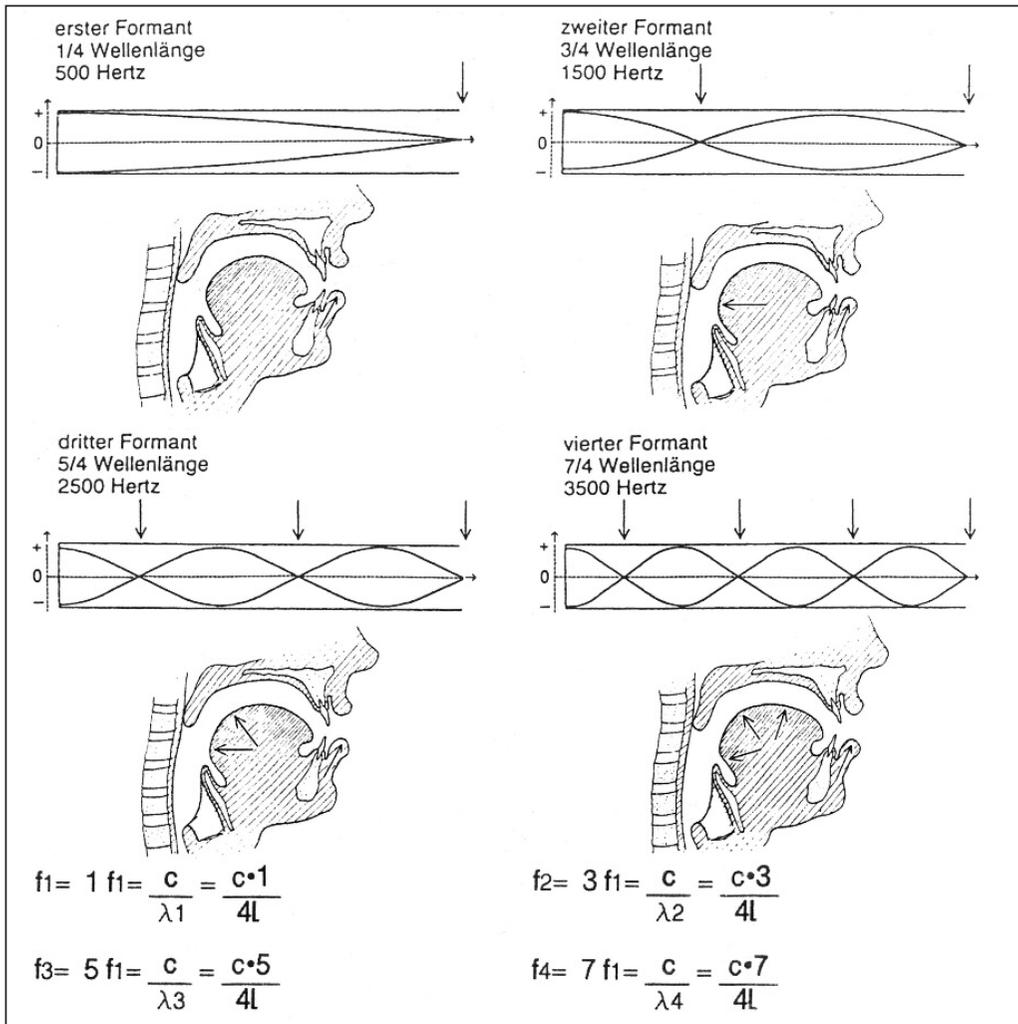


Abb. 43: Den Formanten entsprechen stehende Wellen, statische Muster von Druckschwankungen als Ursache für Eigenresonanzen in Luftsulen in einseitig geschlossenen, einseitig offenen Rhren. Modell zur Erzeugung der Formanten des idealen Neutralvokals [] (aus Neppert und Pétursson, 21986). Die ersten vier Formanten (F1-F4) sind als stehende Wellen in zylindrische Rhren gezeichnet und stellen ein schematisches Modell der anatomischen Länge des Ansatzrohrquerschnittes dar. Die Sinuskurven stehen für die Amplitude von Druckschwankungen, die an den Mundlippen immer minimal, an den Stimmlippen dagegen maximal sind. Bei Einengungen oder Erweiterungen des Ansatzrohrquerschnittes an den Stellen von Amplitudenminima (Pfeile) wird die Resonanzfrequenz entsprechend gesenkt bzw. erhöht. Verändert sich dagegen der Querschnitt und tritt auf an den Stellen von Amplitudenmaxima, so verschieben sich die Resonanzfrequenzen genau in die entgegengesetzte Richtung (in Anlehnung an Chiba und Kajiyama, 11941 aus Sundberg, 21998 [modifiziert])

„Während Fant die wesentlichen Betrachtungen an äquivalenten elektrischen Schaltungen durchführt - ein Vorgehen das durchaus üblich und theoretisch schon lange begründet ist -, wird in Ungeheuers Abhandlung der akustische Bereich der Artikulationsvorgänge nie verlassen; bei Fant werden die akustischen Prozesse der Vokalartikulation dadurch einer mathematischen Beschreibung zugänglich gemacht, daß die komplizierten Formen des resonierenden Ansatzrohres zwischen Kehlkopf und Mundlippen durch aneinandergereihte Rohrstücke einfacher Gestalt approximiert werden.“²⁵ Hingegen versucht der deutsche Akustiker und Ingenieur G. Ungeheuer (1930-1982) in seinem Werk „Elemente einer akustischen Theorie der Vokalartikulation“ (1962) „das Ansatzrohr in seiner ganzen gegebenen Gestalt und Ausdehnung - wenn auch mit Vereinfachungen, die jedoch anderer Art sind als bei Fant - in die Betrachtung von Anfang an miteinzubeziehen. Dementsprechend liegt der Kern in den Ausführungen Ungeheuers in der akustischen Interpretation einer Differentialgleichung der sogenannten Webster'schen Hornleichung, während bei Fant der in der Theorie der elektrischen Vierpole ausgebildete Kalkül zum Zuge kommt.“²⁶

Um einer noch fundierteren phonetisch-akustischen Einsicht in die Phänomene der Vokalartikulation zu kommen, stellte Ungeheuer teleologische Ergebnisse heraus, indem „*die Gesamtheit der Formanten eines Vokals, und seien es auch noch so viele, ihren Ursprung im Resonanzmechanismus des Ansatzrohres als Ganzes, genauer formuliert, im Resonanzmechanismus der ganzen vom Ansatzrohr umschlossenen Luftsäule hat.*“²⁷

Wenn auch die Vokalformanten und die beiden ersten Gesangsformanten und teilweise der dritte Sängerformant für die Vokalartikulation und Entstehung der vokalischen Klangfarbe von Bedeutung sind, so trifft dies weder auf den vierten noch auf den fünften und höhere Gesangsformanten zu. Vielmehr hängen die Frequenzen des vierten, fünften und höhere Sängerformanten, die „in hohem Maße für das *Stimmtimbre* von Bedeutung beziehungsweise von großem Einfluß auf die individuelle Komponente des Stimmklangs sind, in besonderer Weise von der Ausprägung der inneren Kehlkopfweite ab.“²⁸

Da die hohen Sängerformanten (F_3 , F_4 , F_5) und ihre Entstehung wesentlich durch den sogenannten *stimmtechnisch-künstlerischen Deckvorgang* der Töne beeinflusst werden, kennzeichnend zum „extravokalischen Timbre“²⁹ beitragen und in allen Stimmschallereignissen vorhanden sind, müssen sie „vergleichsweise unempfindlich gegenüber der Vokalartikulation sein. Der Kehlkopffinnenraum ist der Abschnitt des Ansatzrohres, welcher am geringsten von der Vokalartikulation beeinflusst wird.“³⁰

Trotz großer Fortschritte, die das Fant'sche Werk gebracht hat, wurde es zur Behandlung der Problematik verschiedenartiger Ansatzpunkte und Methoden in ihren Ergebnissen und Resultaten durch Ungeheuer ergänzt, indem er die in seinem Buche vorgetragene Theorie in folgenden Sätzen zusammengefaßt hat:

1. Die schwingende Luftsäule des Ansatzrohres muß als ganzes, einheitliches Gebilde analysiert werden.

2. Zu jeder Resonanzfrequenz der ganzen Luftsäule, das heißt des Ansatzrohres - es gibt deren „beliebig“ viele - gehört eine Eigenfunktion, die dem für diese Schwingung geltenden örtlichen Schalldruckverlauf entspricht.
3. Die Resonanzfrequenzen werden durch den Querschnittsverlauf und nicht durch die Teilvolumina des Ansatzrohres bestimmt. Zur Berechnung können allerdings näherungsweise Teilvolumina herangezogen werden.
4. Jede Resonanzfrequenz des ganzen Ansatzrohres erzeugt einen Formantbereich im Vokalspektrum.“³¹

Mit zunehmender Verkürzung des Rohres steigen also die Resonanzfrequenzen, da sie von der Länge der Luftsäule abhängig sind. Je kürzer die Wellenlänge ist, desto näher liegen die „Druckknoten“ und „Druckbäuche“ zusammen. Durch Berechnung lassen sich die Resonanzfrequenzen aus der Rohrlänge über die Frequenz-Wellenlängen-Schallgeschwindigkeitsbeziehung ermitteln. In der modifizierten Abb. 43 finden sich dazu die allgemeinen Formeln.

Die Lage der Formantfrequenzen hängen von der Form des Resonanzraumes ab. Da der Ansatzrohrquerschnitt des Resonanzraumes in ziemlich komplizierter Weise durch Vorgänge der Artikulatoren (Mundlippen, Unterkiefer, Zungenkörper (Form), Velum und Larynx) verengt oder erweitert werden kann, verschieben sich die Formantfrequenzen von ihrer neutralen Lage aus auf der Frequenzskala nach oben oder nach unten.

Schon wenn sich der Querschnitt des Vokaltrakts in seiner Form und Größe aufgrund artikulatorischer Beweglichkeit durch Stellungen des Unterkiefers, des Zungenrückens und der Zungenspitze seitlich verändert, verschieben sich die Formantfrequenzen ganz unterschiedlich, so daß die akustische Filterung des Glottissignals die Artikulationsstellung widerspiegelt.

Entsprechend einer lautspezifischen Hohlraumgestaltung des Ansatzrohres bewirken so unsere Artikulationsorgane bei gesungenen und gesprochenen Vokalen Querschnittsänderungen, die für die Klang- und Vokalfarbänderungen verantwortlich sind. „Als Länge wird der Abstand zwischen Glottis und Mundöffnung definiert. Er wird auch als *Ansatzrohrlänge* bezeichnet (Abb. 44). Entlang seiner Längsachse ist die Form des Ansatzrohres normalerweise veränderlich. Anders ausgedrückt, verändert sich die Querschnittsfläche mit dem Abstand von der Glottis. Damit können wir die Form des Ansatzrohres durch eine Kurve beschreiben, deren horizontale Achse den Abstand zur Glottis und deren vertikale Achse die Querschnittsfläche repräsentiert. Diese Form der Beschreibung des Ansatzrohres nennt man *Querschnittsfunktion*.“³² Einige Beispiele dafür sind in Abbildung 44 dargestellt.

„Die Bewegung irgendeines Artikulators beeinflußt im allgemeinen die Frequenzen aller Formanten. Als Faustregel kann gelten, daß nahezu alle Formanten sowohl durch eine Verengung der Lippenöffnung als auch durch eine Verlängerung des Ansatzrohres in ihrer Frequenz vermindert werden.“³³

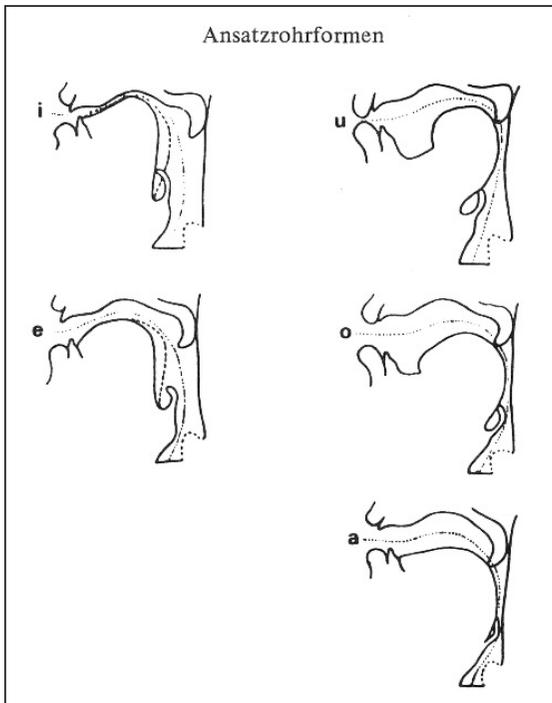
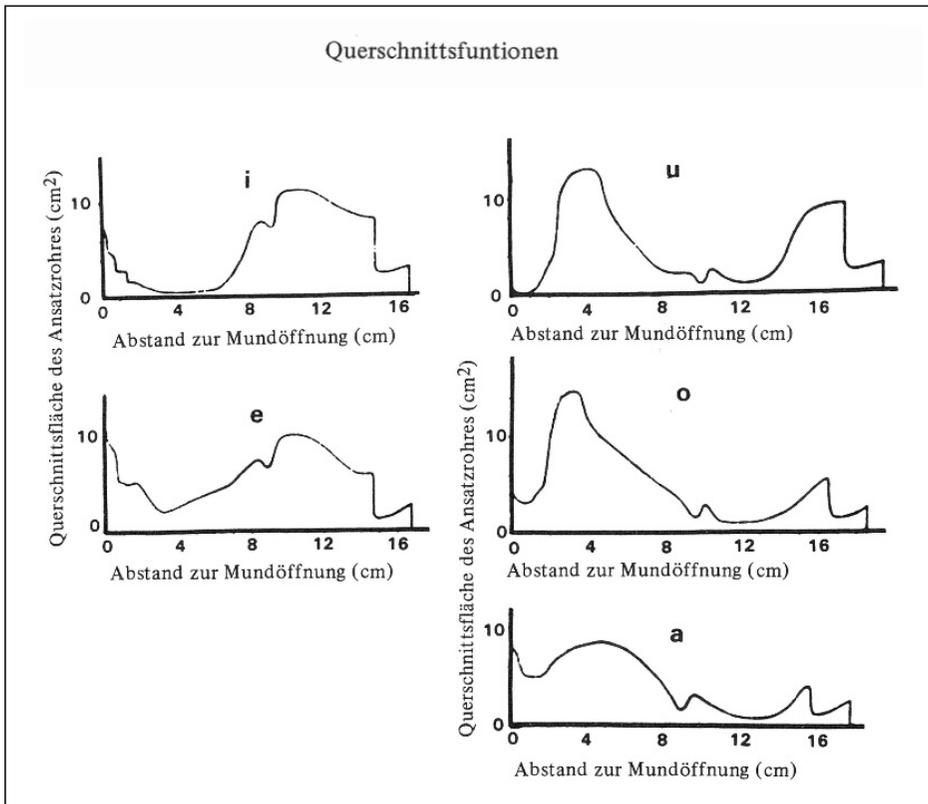


Abb. 44: Diagramme: Querschnittsfunktionen für einige Vokale, die die Form des Ansatzrohres mittels seiner Querschnittsflächen in Abhängigkeit vom Abstand zur Mundöffnung beschreiben. Die Form des Ansatzrohres wird, wie in den unteren Ansatzrohrenschnittzeichnungen gezeigt, durch die jeweilige Position der Artikulatoren bestimmt: durch Lippen und Kieferöffnung, Zungenform, Gaumensegel und Kehlkopf. Die Sagittalschnittzeichnungen des Ansatzrohres wurden auf der Grundlage von seitlichen Röntgenaufnahmen angefertigt (nach Fant, 1960 aus Sundberg, 1997 [modifiziert])

Hierzu zeigt das Untersuchungsbeispiel des isoliert gesungenen u-Vokals ein représentatives Ergebnis und beweist, daß eine fundierte gesunde Singweise bei optimaler u - Einstellung, wie dies bei der ersten Vp. der Gruppe von Bastimmen der Fall ist, zur deutlichen Verminderung des tiefen Sängerformanten F₁ um 400 Hz, dem lediglich ein angedeuteter zweiter Formant folgt, beiträgt (s. S. 90).

So „wird die Klangfarbe der Stimme dunkler, wenn die Vokale mit einer Einstellung des Ansatzrohres erzeugt werden, welche sich der Form des Ansatzrohres beim Vokal [u:] nähert, das heißt wenn durch Tiefertreten des Kehlkopfes das Ansatzrohr verlängert, wenn ferner die Mundöffnung verkleinert wird. Beide Modifikationen tragen zur Unterdrückung hoher Obertöne bei - die dunkle Stimme klingt daher dumpfer, das heißt obertonarmer. Das sogenannte Decken des Tones - eine in der gesangspädagogischen Sprache gebräuchliche Bezeichnung - bedeutet die Dunkelfärbung der Vokale nach diesen Grundsätzen.“³⁴ Eine Anzahl gesangswissenschaftlicher Parameter wird hierzu auf Seite 292-295, 299-301 und in Abbildung 128 und 129 diskutiert.

Die für die Singstimme - gemeint ist hier eine Stimme, die nicht die optimale oder gar maximale Leistung des Stimmorgans darstellt - als auch Sprechstimme gleichermaßen wesentliche Klangfarbencharakteristik wirkt sich auf den *ersten Vokalformanten* F₁ aus, der beim erwachsenen Mann eine Frequenzintensitat zwischen etwa 200 Hz³⁵ und 800 Hz hat, wenn die *Unterkieferaktivitat* (Kieferöffnungsweite) den Vokaltrakt im vordersten Bereich der Lippen erweitert und den Hypopharynx nahe der Glottis verengt. Abb. 45 veranschaulicht zudem Formantfrequenzen der drei ersten Graphen für die Vokale [i:], [u:] und [a:] - der vierte Graph bezieht sich auf eine neutrale Zungenkorperform - bei unterschiedlicher Kieferöffnung.

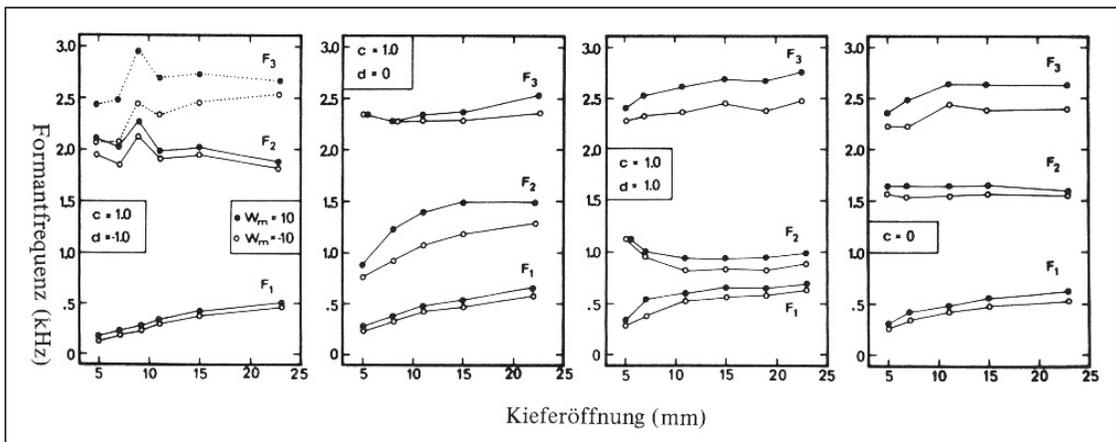


Abb. 45: Einfluß der Mundöffnung auf die drei tiefsten Formantfrequenzen entsprechend dem Artikulationsmodell von Lindblom und Sundberg. Die Graphen representieren verschiedene Zungenformen, die anhand der Parameter Ausmaß (c) und Richtung (d) der Zungenwolbung charakterisiert sind: c=1, d=-1: [i:]; c=1, d=0: [u:]; c=1, d=1: [a:]; c=0, d=0: neutrale Zungenform. Punkte und Kreise beziehen sich auf gespreizten bzw. gerundeten Lippenring. Mit wachsender Kieferöffnung steigt stets die Frequenz des ersten Formanten (nach Lindblom und Sundberg, 1971)

Man beachte, daß sich bei geringer Vergrößerung des Kieferwinkels lediglich der erste Formant durchweg in nur eine Richtung verändert, wobei die zwei ersten Graphen für die Vokale [i:] und [u:] oder auch für Vokale wie [e:] und [y:] mit ebenfalls kleinem Kieferwinkel einen relativ niedrigen F₁ aufweisen. Hingegen zeigt der dritte Graph für den Vokal [a:], der bei fast halboffener Mundstellung phoniert wird, einen vergleichsweise höheren ersten Formanten. Eine weitere Vergrößerung des Kieferwinkels beziehungsweise Abstandes zwischen den oberen und unteren Schneidezähnen bei offenerer Mundöffnung und *schwerelosem Unterkieferhang* würde eine deutliche Erhöhung der Formantfrequenz zur Folge haben, die zutreffend auf den Kunstgesang bei etwa 1000 Hz und darüber führen kann.

Dieser Frequenzbereich wird als *mittlerer Sängerformant* oder auch als *mittlerer Gesangsformant* (F₂) bezeichnet. Die Klangfarbe wird heller und es kommt zur „Anwesenheit zahlreicher Obertöne, wie sie besonders den Vokalen [a:] und [e:] eigentümlich sind. Das Ansatzrohr ist hier kürzer wie beim [u:], der Kehlkopf steht höher, der Mund ist weiter geöffnet, die Mundwinkel mehr zurückgezogen.“³⁶

Daraus läßt sich folgern, „daß eine Änderung der Phonationsfrequenz mit einer entsprechenden Änderung der Mundöffnung einhergeht. Mit dem Anpassen der Kieferöffnung an die gewünschte Phonationsfrequenz gelingt es den Sängern offensichtlich, die Frequenz des ersten Formanten im Bereich der Phonationsfrequenz einzustellen, was der häufigen Verwendung des Vokales [a] bei Stimmübungen erklärt, der über eine hohe Frequenz des ersten Formanten verfügt.“³⁷ Da sich beim gewöhnlichen Sprechen für diesen Vokal die Formantfrequenz des F₁ höchstens um 800 Hz bewegt, sei an dieser Stelle erwähnt, daß es sich um den von Morosow (1977) im Frequenzbereich um 1000 Hz ermittelten mittleren Sängerformanten F₂ handelt, der sich zum Teil mit dem ersten Vokalformanten überlagert.

Wenngleich bei der Bildung eines gesprochenen Vokals entsprechend vielgestaltiger Artikulation der Zungenkörper immer andere Formungen der Mundhöhle herzustellen hat - im Kunstgesang „darf die Zunge der Kehle keinerlei Hilfe leisten, sie ist lediglich Mitformer bei der Bildung der Sprachlaute“³⁸ - ,so muß in diesem Zusammenhang betont werden, daß „sich die Form der Mundhöhle beim Intonieren der einzelnen Vokale im Gesang nicht so sehr ändert wie beim Sprechen. Die sogenannte runde Vokalform (die dem guten *Stimmstz*, das heißt dem Vordersitz der Stimme zu statten kommt, d. Verf.) wird beim Singen beibehalten und die einzelnen Vokale werden mehr durch die Lippenstellung als durch Veränderungen in der Mundhöhle geprägt. So ist es möglich, den Gesangston vorwiegend durch Bewegungen der mimischen Muskulatur zu verändern. Auf diese Weise kann dem *echten* Kunstton gewissermaßen jeder Text synchronisiert werden, ohne daß er sich wesentlich dabei verändert. Ja selbst in einer fremden Sprache kann auf diese Weise gesungen werden, ohne daß Tonschwierigkeiten auftreten. Der Vokal sitzt dabei nicht, wie beim Sprechen, in der Mundhöhle oder im Rachen“³⁹, sondern hat seinen durch Vibration empfundenen klangsitzen Platz in der „Rachenkuppel“ oberhalb des Velums (M. constrictor pharyngis superior, S. 152 u. 155).

Dabei ist es für uns sehr wichtig zu wissen, daß vergleichsweise der normale Sprecher

mit seiner dazu benutzten *alltäglichen Gewohnheitsartikulation* sich einem bewußten Klangideal entzieht, während der Sänger immer „die Nasenräume als entscheidenden klangverbessernden Faktor bei oraler Lautung hervorhebt, welcher besonders in der *Gesangspädagogik* eine lange Tradition hat und dann von dem sich entwickelndem Fachgebiet der *Sprecherziehung* übernommen wurde.“⁴⁰

Wiederholt konstatieren wir, daß somit „nicht alle Sprechstimmereignisse auch Stimmklangformen sind“⁴¹ und das gesangsphysiologisch einer *runden Vokalform* bzw. oralen α -Position bei schwerlosem Unterkieferhang, welche für die akustische Wirkung nicht nur eine mit der vertikalen Larynxposition verbundene Erweiterung der *Ventriculi Morgagni* verlangt, Rechnung getragen wird, sondern auch der für den Luftstrom klangbeeinflussenden Passage des pharyngo-nasalen Traktes freigegeben wird, damit ein hochfrequenter Formantklang entstehen kann (Abb. 85 u. 131). Einige in diesem Kontext stehende Aspekte werden auch im 5. Abschnitt des VII. Kapitels und auf Seite 297 diskutiert.

Der deutsche Sänger und Gesangspädagoge B. Weikl (1996) schreibt „zu den fünf Mundstellungen beim Sprechen der Vokale [a], [e], [i], [o], [u], daß für den Gesang die Mundstellungen mit Ausnahme der A-Position ungeeignet sind (Abb. 46).

Der Profi nimmt bei allen Vokalen einen *Vokalausgleich* hin zu einer A-Position vor“⁴², die einer runden Vokalform beziehungsweise eines stimmtechnisch-künstlerischen Deckvorganges entspricht und „am effektivsten durch die rückwirkende Formung mäßiger Vorstülpung des Lippenringes und leichter Anhebung der Wangenmuskulatur (angelächelte Mundstellung, mimischer Ausdruck des Erstaunens, leichte Gähneinstellung) erreicht wird, während die leichte Breit-Hochspannung des Gaumensegels - neuere Gesangsforschungen erbrachten differenziertere Ergebnisse (S. 288) - mit Auswirkung auf die gesamte Rachenmuskulatur und somit auch auf die Kehlfunktion erhalten bleiben muß.“⁴³ Unter Voraussetzung jener gesangspädagogischen Forderung nach *Vokalausgleich*, der eine Durchmischung von genügend obertonangereicherten Stimmklängen erreichen soll, ergeben sich zwei Amplitudenmaxima, wobei das erste Formantmaximum sehr breit ist und das zweite mit seinen höheren Bestandteilen um 2000 Hz bis 5000 Hz zur Tragfähigkeit und Durchschlagskraft beiträgt. Es kommt zur Ausbildung „einer *komplexen Farbe*, die mehr oder weniger alle Bestandteile der Vokalfarben enthält, mit besonderer Betonung des gerade gewünschten Farbbestandteils“⁴⁴ (Abb. 24).

Unter *Vokalausgleich* verstehen wir also das Bemühen den *Vokaldualismus* zwischen hellen ([e:], [i:]) und dunklen Vokalen ([o:], [u:]) beim Singen zu überwinden und eine Vokalform entsprechend einer α -Position für alle Vokale anzustreben, die klanglich eine Verbindung zwischen beiden Vokalgruppen herstellt.

„Dort, wo sich Obertöne bündeln, entsteht ein für unsere Zwecke günstiger Formant. Hier wird die Stimme „fokussiert“. Der Vokal [a] hat die günstigste Anzahl/Hz (Frequenz), um immer gut hörbar zu sein. Durch eine tiefe Kehlkopfposition für die Vokale [e], [i] oder [u] u.s.w. erreichen wir für die Annäherung an den physikalisch-akustischen Vorteil des Vokals [a] eine bessere Tragfähigkeit auch für diese Vokale.“⁴⁵ Allerdings muß jeder Vokal in seiner

charakteristischen Struktur erkennbar bleiben; es darf nicht zu einer „Neutralisierung“ (Verfremdung) der Vokale kommen. „Der Hauptformant von A mit 1000 Hz ist für uns der Idealfall und Orientierung für die Vokalisation beim richtigen Singen.“⁴⁶

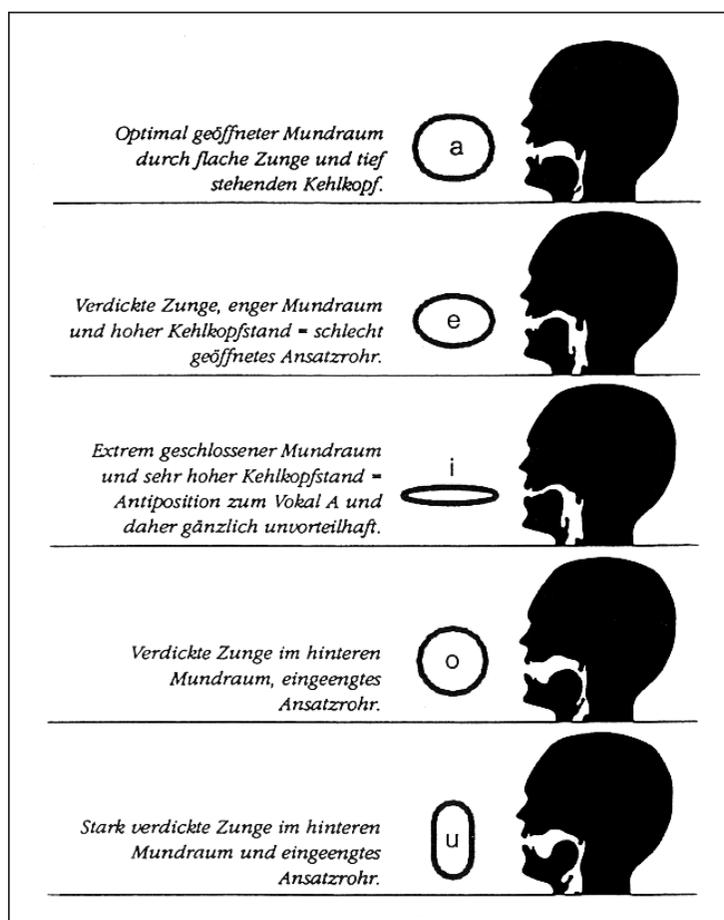


Abb. 46: Die fünf Mundstellungen beim Sprechen der Vokale [a], [e], [i], [o], [u]: für den Gesang sind diese Mundstellungen - mit Ausnahme der Position für [a] ungeeignet. Der Profi nimmt bei allen Vokalen einen „Vokalausgleich“ hin zu einer a-Position vor (nach Weikl, 1996 [modifiziert])

Diese also bewährte Grundeinstellung widerspiegelt das Untersuchungsergebnis eines von einer Alt-Mezzostimme (dritte Vp.) isoliert gesungenen α -Vokals auf der Tonhöhe b^2 (939 Hz) (S. 146). Der Befund der F₂-Sängerformantfrequenz im spektrographischen Bild um 1100 Hz bis 1375 Hz bestätigt eine Untersuchung des russischen Stimmforschers W. P. Morosow (1977), daß „außer dem tiefen und hohen Gesangsformanten ein dritter, mittlerer Gesangsformant ermittelt wurde. Dieser soll dann auftreten, wenn im besonderen die Nasenhöhle bei der Stimmbildung verstärkt mit einbezogen wird.“⁴⁷ Einige Befunde im 8., 9., 13. und 14.

Abschnitt (3. Bariton) des VII. Kapitels bestätigen das.

Der *zweite Vokalformant* F_2 reagiert besonders auf die *formbare Zunge* (Zungenkorperstellung), die durch ihre Aktivität, bedingt durch die Größe des vorderen Resonanzraumes zwischen Mundlippen und Zungenrücken, eine Intensität zwischen 600 Hz und 2500 Hz hervorruft. Im VII. Kapitel (S. 131) und VIII. Kapitel (S. 301) wird hierauf eingegangen.

Abb. 47 repräsentiert den hohen Frequenzwert um 2500 Hz für den Vokal [a:] nicht, welcher unmittelbar mit dem gesangstechnischen Terminus „Vordersitz“ im Kontext steht. Durch Veränderung des aktiven formbaren Zungenkörpers wird also stets eine Variierung der Frequenz des zweiten Formanten hervorgerufen (Abb. 47 u. 48), die hier entsprechend eines mäßig labialisierten Flachzungenvokals bei elastisch tiefer Larynxposition mit dem obengenannten Wert durch eine leistungsfähige Sängerstimme zur Repräsentation gelangen würde. Wird beispielsweise bei palataler Vokalartikulation das vordere Ansatzrohr durch den Zungenkörper verengt, so wird die Frequenz des zweiten Formanten, wie der erste Graph der Abb. 47 für den Vokal [i:] zeigt, maximal erhöht, was eine beträchtliche Verschiebung auf der Frequenzskala nach oben zur Folge hat.

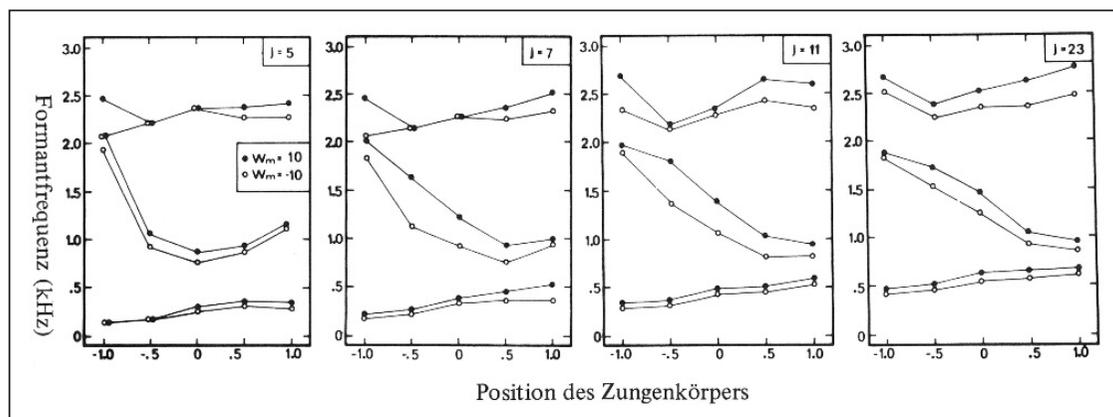


Abb. 47: Einfluß der Zungenform auf die drei tiefsten Formantfrequenzen bei vorgegebenen Kieferoffnungen (j) entsprechend dem Artikulationsmodell von Lindblom und Sundberg. Punkte und Kreise beziehen sich auf gespreizten bzw. gerundeten Lippenring. Mit Veränderung der Zungenform geht stets eine beträchtliche Verschiebung der Frequenz des zweiten Formanten einher (nach Lindblom und Sundberg, 1971)

„Verengt die Zunge das Ansatzrohr dagegen in der Region des Gaumensegels, so ist die Frequenz des zweiten Formanten niedrig. Diese Erniedrigung fällt geringer aus, wenn die Zunge die Pharynxweite reduziert. Seinen tiefsten Wert erreicht der zweite Formant, wenn die Zunge den Bereich des Gaumensegels verengt und die Lippen vorgestülpt sind wie zum Beispiel beim Vokal [u:] (im deutschen Wort *Buch*) (Abb. 47 u. 48).

Folglich kann die Zungenkorperform gerade zur Veränderung des zweiten Formanten als sehr leistungsfähiges Mittel angesehen werden. Dabei spielt keine Rolle, welcher der beiden Parameter in Ausmaß und Richtung verändert wird.“⁴⁸

Der dritte Formant F_3 - der als *hoher Sängerformant* oder auch als *oberer Gesangsformant* bezeichnet wird, wird im supraglottischen Raum gebildet. Er ist das Ergebnis der *Zungenspitze* (Zungenspitzenstellung), die mit einer hohlraumteilenden Bewegung aktiv interaktiv zwischen vorderem und hinterem Resonanzraum dazu beiträgt, daß Frequenzwerte zwischen 1700 Hz und 3500 Hz erreicht werden. Je höher dieser Formant liegt, desto näher sind sich „Druckknoten“ und „Druckbäuche“, wobei die höchste Stelle der Zunge etwa gleich weit von beiden entfernt ist. „Ist der Raum hinter den Schneidezähnen groß, so sinkt die Frequenz des dritten Formanten.“⁴⁹ Verantwortlich hierfür ist eine spezielle „Loffelform“ beziehungsweise „Löffelhaltung“ des Zungenkörpers. Auf Seite 263 und 300 wird hierauf eingegangen.

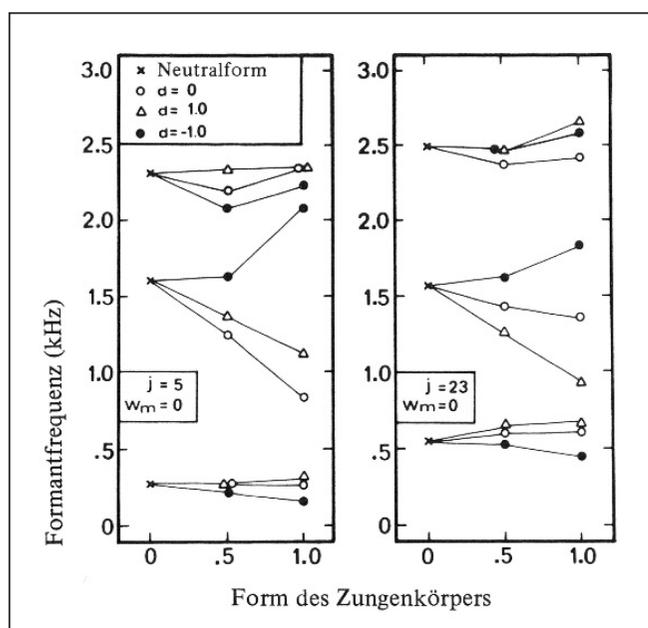


Abb. 48: Einfluß des Grades der Zungenwolbung (d) auf die drei tiefsten Formantfrequenzen für drei Zungenformen bei zwei definierten Kieferoffnungen (j) entsprechend dem Artikulationsmodell von Lindblom und Sundberg. Die linksseitigen Werte in beiden Diagrammen beziehen sich auf eine neutrale Zungenform, während die rechtsseitigen Werte eine maximal gewölbte Zungenform charakterisieren (normale Artikulation ausgehaltener Vokale). Mit Veränderung der Zungenform geht stets eine beträchtliche Verschiebung der Frequenz des zweiten Formanten einher (nach Lindblom und Sundberg, 1971)

Wenn ein Extraformant im „Ventilsystem“ Ansatzrohr gebildet wird - „nach Gibian (1972) bezeichnen einige Gesangslehrer dieses Phänomen als „Kopfresonanz“ oder „Singen in die Maske“⁵⁰ - ist die Schallübertragungsfähigkeit des Ansatzrohres in der Näher dieses Formanten stark verbessert. Dieser in Abb. 37 und auf Seite 70 dargestellte Effekt wurde zuvor durch erläuterte Prinzipien dargestellt. Aus Abb. 49 „wird ersichtlich, daß dieser Extraformant die Schallübertragungsfähigkeit des Ansatzrohres um nicht weniger als 20 dB verbessert, wenn seine Frequenz ganz in der Näher der Frequenz des dritten Formanten eingestellt wird, was der im Diagramm abgebildete Fall verdeutlicht. Ein derartiger Extraformant würde in seinem Frequenzbereich zu einem Gipfel in der spektralen Hüllkurve führen.

Ein Gipfel in der spektralen Hüllkurve findet sich auch beim realen Singen, was die beiden Spektren in Abb. 50 veranschaulichen. Sie zeigen die von einem professionellen männlichen Opernsänger gesprochene und gesungene Version des Vokales [u:]. In der gesprochenen

Variante finden wir im Bereich 2-3 kHz zwei Gipfel, die dem dritten und vierten Formanten entsprechen. In der gesungenen Variante sind die beiden Gipfel zu einem Komplex verschmolzen, dessen Schalldruckpegel ca. 20 dB höher liegt als bei den beiden Gipfel der gesprochenen Version.“⁵¹

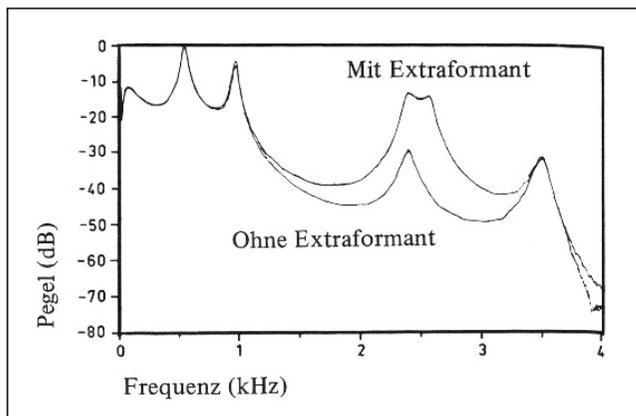


Abb. 49: Der Effekt auf die spektrale Hüllkurve des Vokals [a] beim Einstellen der Frequenz eines höheren Formanten in die Nähe der Frequenz des dritten Formanten. Durch bloße Resonanz kann der Spektrumpegel um einige dB steigen (nach Sundberg, 1978a)

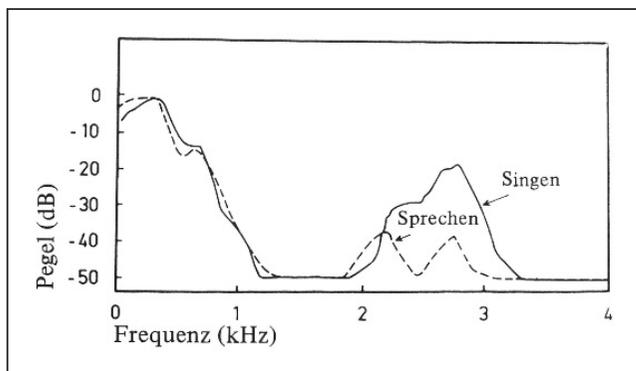


Abb. 50: Spektrale Hüllkurven des Vokals [u:], gesungen und gesprochen von einem professionellen männlichen Opernsänger. Der Gipfel der spektralen Hüllkurve nahe 3 kHz ist typisch für die Singstimme mit Ausnahme von Sopranistinnen und wird Sängerformant genannt (nach Sundberg, 1974)

Im folgenden Diagramm der Abb. 51 werden idealisierte *Langzeit-Mittelwertspektren* (engl., long-time-average-spectra, LTAS) im Klang eines Sinfonieorchesters ohne - und mit Sängerstimme - eines Tenors - sowie normales Sprechen dargestellt. Die Tenorkurve wurde mit dem schwedischen Sänger Jussi Björling (1911-1960) aufgenommen.

Akustische Untersuchungen ergaben, „daß die lautesten Partialtöne des Orchesterklangs vorzugsweise im Bereich von 450 Hz auftraten. Somit liegen die kräftigsten Partialtöne der menschlichen Sprechstimme im selben Frequenzbereich, was Abb. 51 anhand von im Zeitraum von mehreren Minuten aufgezeichneten Langzeit-Mittelwertspektren für Orchestermusik und normales Sprechen darstellt. Wenn man für einen Augenblick die beträchtlichen Unterschiede im Schalldruckpegel außer acht läßt, ähneln sich die beiden Kurvenzüge des Diagramms. Wir können zudem vermerken, daß jene Partialtöne des Orchesterklangs, die in den Frequenzbereich des Sängerformanten fallen (in diesem Falle bei knapp 3 kHz),

wesentlich schwächer als die Partialtöne bei 450 Hz sind. Daraus folgt, daß einem Sänger, welcher mit lauten Partialtönen im 3 kHz-Bereich singt, die geringen Komponenten der Orchesterbegleitung in diesem Frequenzbereich nur wenig entgegenzusetzen haben. Hier ist sozusagen der Sänger „Herr im Hause“; die Singstimme ist auch bei lautem Orchesterklang gut zu hören.⁵²

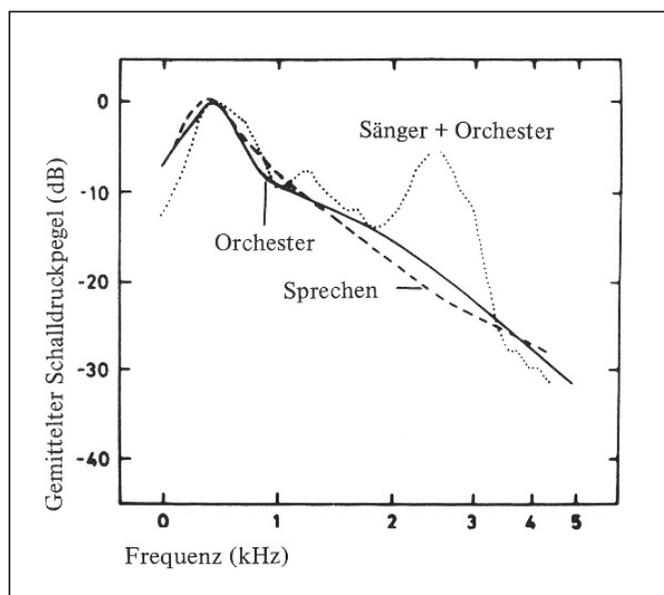


Abb. 51: Langzeit-Mittelwertspektren (long-time-average-spectra, LTAS) vom Klang eines Sinfonieorchesters mit und ohne Gesangssolist (gepunktete bzw. durchgehende Linie) sowie für normales Sprechen (gestrichelte Linie). Der Sängerformant stellt den Hauptunterschied zwischen Orchesterklang mit und ohne Gesangssolisten dar (aus Sundberg, 1972)

Neben den hohen (F_3 , F_4 , F_5) und den bereits erläuterten mittleren Sängerformanten (F_2) wurden von Morosow (1977) auch ein tiefer Sängerformant (F_1) ermittelt, welche „sich zum Teil mit den Vokalformanten überlagern.“⁵³ Der *tiefe Sängerformant* F_1 , - auch als *unterer Gesangsformant* bezeichnet - „welcher sich im oberen Teil der Trachea bildet“⁵⁴, liegt, wie unsere Untersuchungen zeigen, möglicherweise tiefer als 500 Hz, im tieferen Bereich um 400 Hz beziehungsweise 400 Hz - 450 Hz. Er gibt der Stimme *Wärme, Weichheit, Fülle* und *eine abgerundete Form* oder mit anderen Worten: *Schönheit*. Die Befunde des 1. Basses im 6. und 7. Abschnitt des VII. Kapitels verdeutlichen das.

Abb. 52 zeigt hierzu einen Sängerton durch Markierung eines durchgezogenen Kurvenverlaufs als spektrale Umhüllende. Die Lautstärke der hier abgebildeten 20 einzelnen Teiltöne (Spektrallinien) ist schematisch in gleichen Abständen als vertikale Linien eingezeichnet. Klar erkennbar wird die Erhöhung der Lautstärke im Bereich um 500 Hz und 2800 Hz, den Bereich des tiefen und der hohen Sängerformanten.

Eine weitere Spektraldarstellung veranschaulicht Abb. 53. Hier handelt es sich um den Vokal [a] für verschiedene Tonhöhen, wobei sich der tiefe Sängerformant um 500 Hz und die hohen Sängerformanten zwischen 2400 Hz und 2800 Hz deutlich aus den Spektren heraus erkennen lassen.

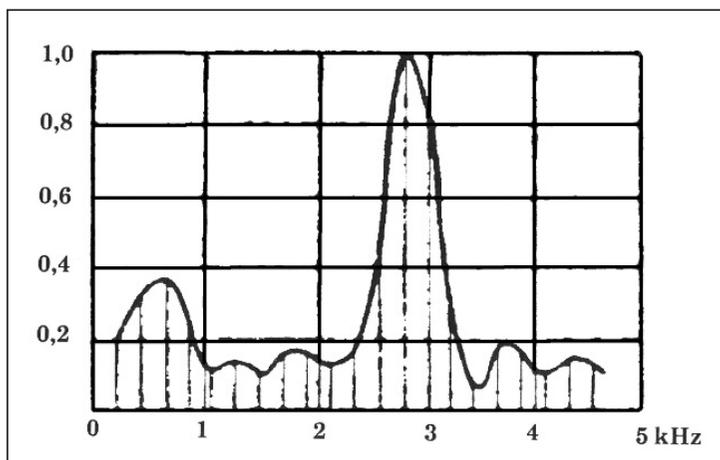


Abb. 52: Spektraldarstellung des Vokales [a]. (Vertikale: Intensität bzw. Lautstärke; Horizontale: Frequenz bzw. Tonhöhe der Partialtöne) Sänger: Baß D.; Tonhöhe: a¹ (217 Hz); Lautstärke: forte. (Mikrophonabstand: 2 m vom Sänger). [Nach S. N. Rzhevkin, Certain Results of the Analysis of a Singer's Voice, in J. Large (Hrsg.), Contributions of Voice Research to Singing, Houston (USA) 1980, S. 335 - Nachdruck aus Soviet Physics Acoustics II, 1956, S. 215-220] (aus P.-M. Fischer, 1993)

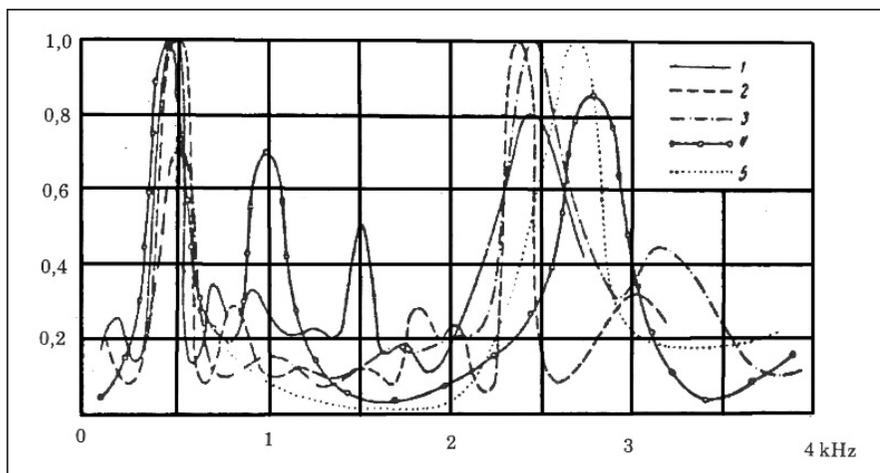


Abb. 53: Spektraldarstellung des Vokales [a] für verschiedene Tonhöhen: (Vertikale: Intensität bzw. Lautstärke; Horizontale: Frequenz bzw. Teiltonhohe) Sänger: Baß D.; Lautstärke: forte; (Mikrophonabstand: 2 m vom Sänger); Tonhöhen: 1= G (94 Hz); 2= c (129 Hz); 3= f (169 Hz); 4= c¹ (259 Hz); 5= d¹ (288 Hz). [Nach Rzhevkin, Certain Results....., S. 336] (aus P.-M. Fischer, 1993)

Die folgenden Frequenzbereiche verdeutlichen „die Lage der zum Teil mit den Vokalformanten sich überlagerten Sängerformanten, die weitgehend das typische Timbre verschiedener Stimmgattungen charakterisieren, zum Beispiel

	F ₁	F ₂	F ₃ (Hz)
Baß	380-540	760-1100	2100-2500
Bariton	450-540	1100	2500
Tenor	540-640	1300	2500-3000

Je höher die Stimmgattung, desto höher F_2 und F_3 , je tiefer die Stimmgattung, desto tiefer F_1 . Bei Frauen sind die Grundtonhöhe F_0 und der Formant F_1 praktisch identisch. F_2 tritt deutlicher hervor, und die hohen Formanten bei 3000-4000 Hz sind schwächer ausgeprägt.⁵⁵

„Spektrographisch lassen sich die Formanten F_1 und F_2 (Bereich stimmgattungs- und vokalabhängig, etwa 0,3-2 kHz) der Vokalartikulation zuordnen und die Formanten F_3 und F_4 , manchmal F_5 (Bereich stimmgattungs-, vokal- und tonhöhenabhängig, etwa 2-5 kHz) der Durchdringungsfähigkeit.“⁵⁶

„Aus der Phonetik (Fant 1958; Dmitriev und Kiselev 1979) wissen wir, daß die Formantfrequenzen von der Länge des Vokaltraktes abhängen: Je kürzer der Resonanzraum, desto höher die Formantposition: bei Kindern liegen die Formanten etwas höher als bei Frauen und bei diesen wiederum höher als bei Männern (Peterson und Barney 1952).“⁵⁷

Die Lage der hohen Sängerformanten steigt also „von den tieferen zu den höheren Stimmgattungen an und entspricht bei Baß und Bariton 2100-3000 Hz, beim Tenor 3000-3500 Hz, bei Alt, Mezzosopran und Sopran 2500-4500 Hz und bei Kindern 3500-4000 Hz. Während sich bei Altistinnen der Sängerformant in den meisten Fällen nachweisen läßt, ist er bei Sopranen deutlich weniger ausgeprägt und vokalabhängig über einen größeren Frequenzbereich verteilt (Seidner und Mitarb., 1983).“⁵⁸

In Form angereicherter Teiltöne verleihen die hohen Sängerformanten der Stimme als zusätzliche Energiespitze (zweites Formantmaximum) Tragfähigkeit und Durchschlagskraft, welche als Qualitätskriterium guttrainierter Sängerstimmen bei *voller Resonanzausnutzung* gleichermaßen für die Durchdringungskraft (Tonintensität) von fundamentaler Bedeutung sind. Aufgrund der hohen Sängerformanten bekommt die Stimme auch „Helle“, „Glanz“, „Präsenz“, „Metall“ und „Brillanz“. „Dabei wird allen Vokalen das i-Timbre überlagert. Am vibrierenden Oberkiefer kann der Sänger die Tragfähigkeit seiner Stimme förmlich spüren.“⁵⁹

In diesem Frequenzbereich ist die Sängerstimme laut genug, und erklärt die Überstrahlung des vollen Orchesterklangs, was Winckels Vorstellungen (Luchsinger, 1970) vom Durchdringungsvermögen in größeren Räumen (Opernhaus, Konzertsaal) entspricht. „Dies wird physiologisch dadurch begründbar, daß nach den Untersuchungen von Helmholtz die Eigenfrequenz des Gehörganges und damit seine größte Empfindlichkeit bei ca. 3000 Hz liegt, und ein Ton daher umso tragfähiger erscheint, je stärker die bei dieser Frequenz erzeugten Teiltöne in Erscheinung treten.“⁶⁰ „Es zeigt sich immer, daß Riesenstimmen, die nicht richtig entwickelte Formanten besitzen, selbst an Fortestellen weit weniger ein Orchester zu übertönen vermögen als viel kleinere Stimmen bei richtigen Formanten.“⁶¹

Der *vierte Sängerformant* F_4 „ist in hohem Maße für das Stimmtimbre von Bedeutung oder, anders ausgedrückt, von großem Einfluß auf die individuelle Komponente des Stimmklangs. Zwei Faktoren sind von besonderer Bedeutung für die Frequenz dieses Formanten: zum einen die Länge des Ansatzrohres und zum anderen die Weite des *Kehlkopfinnenraumes* (*Cavitas laryngis*) (d. Verf.) und des untersten Abschnittes des Ansatzrohres. Dabei hängt es vom Querschnitt im unteren Pharynxbereich ab, ob einer beziehungsweise beide

Faktoren für eine gegebene Querschnittsfunktion relevant sind. Wenn der pharyngeale Querschnitt beträchtlich größer (das heißt mehr als das Sechsfache) als der Querschnitt der Kehlkopfeingangsebene ist, wird die Frequenz des vierten Formanten nahezu ausschließlich von der Querschnittsfunktion des Kehlkopffinnenraumes bestimmt, wobei besondere Bedeutung dem Larynxventrikel, also dem Raum zwischen Simmlippen und Taschenfalten, zukommt. Ist der Larynxventrikel ausreichend weit, verringert sich die Frequenz des vierten Formanten. Ist andererseits der Kehlkopfeingang nicht wesentlich enger als der Pharynx, hängt die Frequenz des vierten Formanten von beiden Faktoren, also von der Länge des Ansatzrohres und der Konfiguration des Kehlkopffinnenraumes ab (Sundberg, 1974).⁶²

„Der Hauptbeitrag zur Bildung des Sängerformanten rührt aus akustischer Sicht von der Clusterung des dritten, vierten und fünften Formanten her (Sundberg, 1974).⁶³ Mit anderen Worten ist bei gesungenen Vokalen der Frequenzabstand zwischen diesen Formanten durch Einstellung infolge Stimmtraining jener akustisch miteinander gekoppelten sub- und supraglottalen Räume geringer, was durch einen breitbandigen Formantbereich im Sonagramm charakterisiert ist. Dabei trägt der *fünfte Sängerformant* F₅ signifikant zum Stimmtimbre bei. „Im Ergebnis dessen erhöht sich die Schallübertragungsfähigkeit des Ansatzrohres in diesem Frequenzbereich, so daß dort ein Gipfel in der spektralen Hüllkurve entsteht, der alle anderen Abschnitte der Kurve jedoch nicht verändert. Die Amplitude des Gipfels der Übertragungsfunktion hängt von dem Frequenzabstand zwischen drittem, viertem und fünftem Formant ab.“⁶⁴

Demgegenüber konnte spektrographisch festgestellt werden, daß die nötige Clusterbildung der höheren Formantfrequenzen in artikulatorischen Kontexten nicht immer gelingt, da jene auch vom vorangestellten Konsonanten abhängig sind. Im VIII. Kapitel auf Seite 289 und 290 wird hierauf eingegangen.

Zur Charakterisierung und Erkennung einer *Vokalqualität* sowohl für die Sing- und Sängerstimme als auch für die Sprech- und Sprecherstimme sind allerdings die beiden ersten Formanten die wichtigsten, welche die größte Intensität besitzen und in Form einer sogenannten Formantkarte - hier für einige gesprochene schwedische Vokale - in der Abb. 54 dargestellt sind.

Auf der horizontalen x-Achse ist die Frequenz des ersten, auf der vertikalen y-Achse die Frequenz des zweiten Formanten aufgetragen. Die „Inseln“ im Diagramm sollen verdeutlichen, welche Frequenzen die ersten bzw. zweiten Vokalformanten besitzen müssen, damit der Stimmklang als spezieller Vokal erkannt wird. Liegt der erste Formant etwa zwischen 600 Hz und 800 Hz und der zweite zwischen 900 Hz und etwa 1200 Hz, so hören wir einen velaren, langen (dunklen) α-Laut (wie im deutschen Wort *Abend*). Wenn beispielsweise der erste Formant zwischen 350 Hz und 500 Hz liegt und der zweite zwischen 600 Hz und 800 Hz, so wandern beide Formanten zu tieferen Frequenzen und ergeben den charakteristischen Stimmklang des Vokals [o:]. Beachtenswert ist, daß sich die Vokale auf eine trapezförmige Kontur projizieren, deren vier Eckpunkte die Vokale [i:], [u:], [a] und [ɑ:] bilden. Der Vokal [ə] wie in *Morden* befindet sich im Zentrum des Vokaltrapezes (Abb. 55).

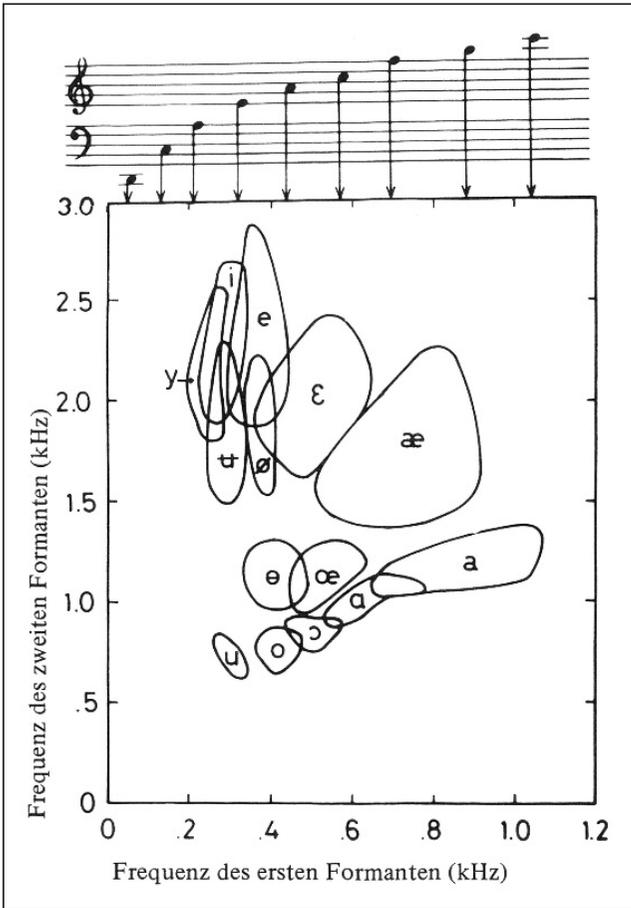
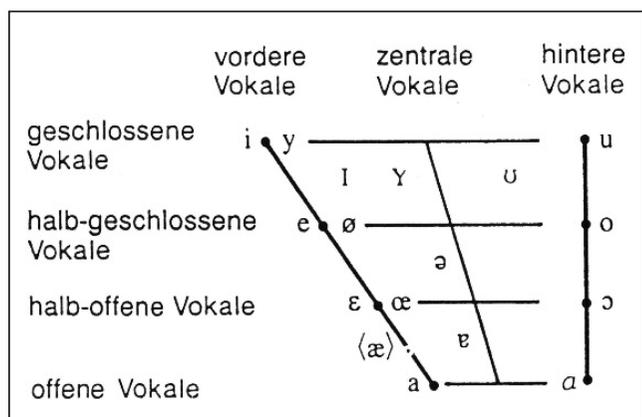


Abb. 54: Die zwei tiefsten Formantfrequenzen einiger langer schwedischer Vokale. Oberhalb des Diagramms ist die Frequenz des jeweiligen ersten Formanten zusätzlich in musikalischer Notation dargestellt (nach Sundberg, 1997)

Abb. 55: Vokaltrapez. Beim Singen entsprechen alle Vokale bei mäßiger Vorstülpung des Lippenringes einer runden Vokalform. Die einzelnen Vokale werden mehr durch die Lippenstellung als durch Veränderungen im Mundhohlraum geprägt. Beim Sprechen sind die Vokale [i] [ɪ] [e] [ɛ] [æ] [a] [ə] [ɐ] und [ɑ] ungerundet (mit gespreizten Lippen), die Vokale [y] [ʏ] [ø] [œ] [u] [ʊ] [o] und [ɔ] sind gerundet (mit vorgestülpten Lippen). Laute in spitzen Klammern <> kommen nur in Dialekten oder regionalen Umgangssprachen des Deutschen vor (zur Hochsprache s. Siebs 1969) (nach Schaner-Wolles aus Biesalski und Frank, 21994 [modifiziert])



Wenn man sich das Ansatzrohr vereinfacht als gerades kreiszylindrisches Rohr vorstellt, das an der Glottis geschlossen und an den Lippen offen ist, dann läßt sich dieser 17,5 cm lange Lautgang als durchschnittliche Ansatzrohrlänge für einen männlichen Sänger oder Sprecher

anwenden (Abb. 56). „Setzt man für die Schallgeschwindigkeit c den bei Körpertemperatur für Luft geltenden Wert von etwa 350 m/s ein und nimmt man für die Rohrlänge L die mittlere Ansatzrohrlänge des erwachsenen Mannes von $17,5 \text{ cm} = 0,175 \text{ m}$ ⁶⁵, so liegen die ersten vier Resonanzbereiche der Luftsäule in einem in seiner ganzen Länge des Querschnittverlaufs aufweisenden Rohr, aus denen sich die Mittenfrequenzen nahe 500 Hz, 1500 Hz, 2500 Hz und 3500 Hz (Schwingungen pro Sekunde) ergeben. Die Resonanzen mit diesen Mittenfrequenzen sind die vier ersten Formanten F_1 , F_2 , F_3 und F_4 des idealen *Neutralvokals* [ə] (Zentralvokal, Indifferenzvokal, Murmelvokal, Schwa-Laut), der genau im *Zentrum des Vokalbereichs* liegt (Abb. 55).

Hierzu läßt das Ergebnis der Stimmanalyse des im Auslaut gesungenen Wortes „Morden“ für den Neutralvokal einer Baritonstimme (erste Vp.) jene obengenannten Mittenfrequenzen erkennen, welche die neutrale Einstellung des Vokaltraktes erklärt (s. Kap. VII, 13. Abschnitt). Die dabei im Frequenzverhältnis von 1:3:5:7 auftretenden Eigenresonanzen der Luftsäule sind die Formanten des [ə]. Obwohl der vierte Formant vergleichsweise unempfindlich gegenüber der Vokalartikulation ist, stellt er, da von einer neutralen Einstellung des Ansatzrohres ausgegangen wird, in diesem Falle auch das Vielfache der Grundfrequenz dar.

Über die bereits, für den Neutralvokal einer Männerstimme, angegebenen Mittenfrequenzen der Ansatzrohrresonanzen, lassen sich diese auch für die geschlechtlichen Gruppen der Frauen- und Kinderstimme berechnen. Da das Ansatzrohr der Frauenstimme im Durchschnitt etwa 15% kürzer ist als das der Männerstimme, kann man für den neutralen Vokal der Frauenstimme die Mittenfrequenz der Männerstimme mit dem Faktor 1,2 multiplizieren, um die Durchschnittswerte der Formanten des [ə] für die Frauenstimme zu erhalten. Durch ihre, im Gegensatz zur Männerstimme, geringfügig variierte Ansatzrohrlänge ergeben sich daher folgende Formantpositionen:

$$\begin{array}{ll} F_1 = 500 \times 1,2 = 600 \text{ Hz}; & F_2 = 1500 \times 1,2 = 1800 \text{ Hz}; \\ F_3 = 2500 \times 1,2 = 3000 \text{ Hz}; & F_4 = 3500 \times 1,2 = 4200 \text{ Hz}. \end{array}$$

Da das Ansatzrohr des kleinen Kindes etwa die Hälfte der Länge des Ansatzrohres der erwachsenen Männerstimme mißt, sind die Formantfrequenzen der Kinderstimme doppelt so hoch wie die der Männerstimme:

$$\begin{array}{ll} F_1 = 500 \times 2,0 = 1000 \text{ Hz}; & F_2 = 1500 \times 2,0 = 3000 \text{ Hz}; \\ F_3 = 2500 \times 2,0 = 5000 \text{ Hz}; & F_4 = 3500 \times 2,0 = 7000 \text{ Hz}. \end{array}$$

Für den Fall kann dann von einer *neutralen* Einstellung des Ansatzrohres ausgegangen werden, wenn keine spezifischen Einengungen durch artikulierende Organe erzeugt und umgekehrt keine übermäßigen Erweiterungen vorgenommen worden sind. Es läßt sich somit die neutrale Einstellung durch eine gewisse Annäherung an die Verhältnisse im Modell skizzieren, wenn es darum geht, das Verhalten der Luftsäulenresonanzen in Röhren wie auch

im menschlichen Ansatzrohr zu erklären. Allerdings ist eine völlige Gleichheit der Querschnittsfläche über die Rohrlänge wegen der anatomischen Verhältnisse natürlich nicht gegeben.

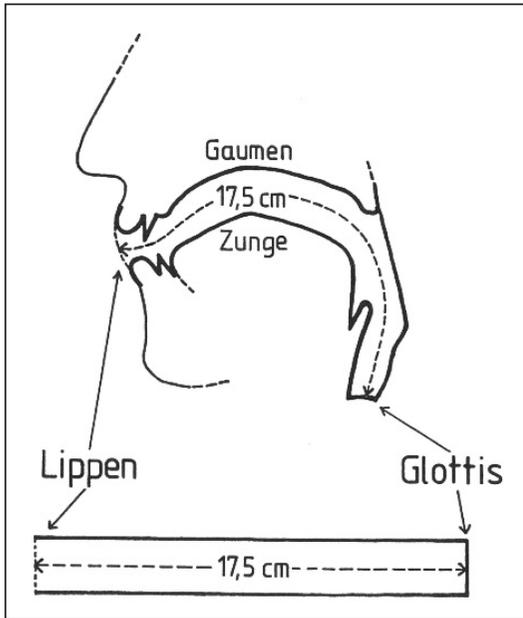


Abb. 56: Vergleich des Ansatzrohres im Sagittalschnitt bei der Bildung des Neutralvokals [a] mit dem einseitig geschlossenen Rohr von 17,5 cm Länge (nach Neppert und Pétursson, 21986)

VI Das Stimmorgan

Der Mensch besitzt im eigentlichen Sinne von der Natur her kein „Stimm- Gesangs- und Sprechorgan“. Zum Vergleich sei hier als Beispiel das Auge genannt, das ein Sehorgan und im allgemeinen bekannt ist als „Sinnesorgan“. Da aber die menschliche Stimme durch ein kompliziertes und komplexes Zusammenwirken verschiedener Organtätigkeiten (Glottis als Vibrator, Vokaltrakt als Resonator und Artikulator), insbesondere durch einen konstruktiven Aufbau des Atemapparates als Energielieferant und -regler (Aktivator), entsteht, kann im übertragenen Sinne, des, für die Lauterzeugung, dafür beanspruchten Kehlkopfes, von einem Organ beziehungsweise Organsystem gesprochen werden (Abb. 57) auf das bereits, durch seinen Terminus seit der frühesten Form mittelalterlicher Mehrstimmigkeit, als Instrument (*Organum*), (s. Kap. I, 1, S. 14 u. Anhang S. 317) zurückzuführen ist. „Wie dieses Wort zum Namen der frühen Mehrstimmigkeit wurde, ist noch ungeklärt. Möglicherweise liegt in ihm beschlossen, daß der „Klang“, auch in gesungener Darstellung, nach Herkunft und Wesen „instrumental“ ist gegenüber dem wesenhaft „Vokalen“ des einstimmigen Cantus“¹ (lat.; ital., canto, Gesang, Melodie).

Der *Kehlkopf (Larynx)* als stimmgebendes Organ, oder wie die Phonetik ihn auch als *Phonationsorgan* bezeichnet, dient primär der *Atmung*. Er wurde durch seine Tertiärfunktion - die Sekundärfunktion des Kehlkopfes ist jedoch als *Schutzverschluß* (Sphinkterfunktion) für die Luftwege vor eindringenden Fremdkörpern, Sekreten oder fehlgeschluckten Nahrungsbestandteilen anzusehen - im Rahmen einer langen phylogenetischen Entwicklung zum komplizierten endgültigen gelenkreichen, aus Knorpelmasse gebildeten, Stützsystem und für die Lautgebung, das Singen und das Sprechen, durch feinste Abstufungen der Öffnungs- und Schließungsbewegungen zur *Stimmbildung* fähig.

1. Grundsätzliche Gegebenheiten im menschlichen Stimmorgan anhand anatomisch-topographischer Beschreibungen

Um den Mechanismus des Kehlkopfes als eigentlichen Stimmerzeuger, der unter allen am Stimmablauf beteiligten Organen - Lungen, Bronchien, Trachea (Windkessel), Larynx mit Stimmlippen, Mund- Rachen- und Nasenhöhlen (Ansatzrohr) - eine zentrale Bedeutung einnimmt, zu verstehen, sollen anatomisch-topographische Beschreibungen zur Darstellung kommen, als sie zum Verständnis der in dieser Arbeit untersuchten Funktion und Leistung für den Singvorgang beitragen.

Das aus zwei aufeinander sitzende und ineinander gefügte, durch bewegende Muskulzüge, Gelenke, Knorpel, sehnige Bänder und Membranen, verbundene Stützgerüst des Kehlkopfes besteht aus dem *Ringknorpel (Cartilago cricoidea)*, dem *Schildknorpel (Cartilago thyreoidea)* und den paarig angelegten *Stellknorpeln (Aryknorpeln, Cartilagine arytaeno-*

dea). Dazu kommen je zwei, den Aryknorpeln als Gewebestützen aufgelagerten Nebenknochen (*Cartilagine corniculatae Santorini*); (*Cartilagine cuneiformes Wrisbergi*) und der Knorpel des Kehlkopfs (*Cartilago epiglottica*).

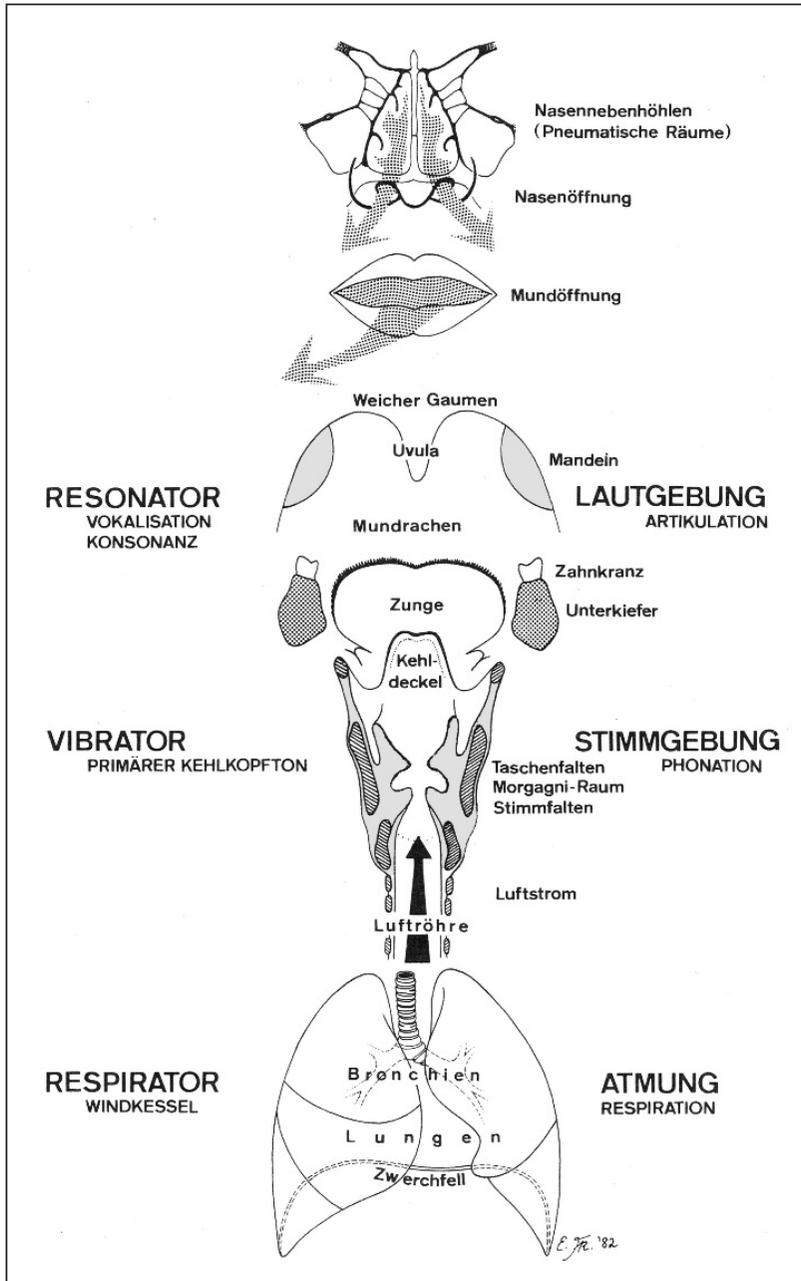


Abb. 57: Überblick über den Stimmapparat (nach Gundermann, 21989)

Als Fundament des gesamten Knorpelgerüsts sitzt der, mit einem Siegelring vergleichbar, geformte hyaline Ringknorpel mit vorderem schmalen Bogen (*Arcus*) und hinterer hoher Platte (*Lamina*) als oberster Knorpelring mit dem Siegel (Platte) nach hinten oben der Trachea auf (Abb. 58 u. 63).

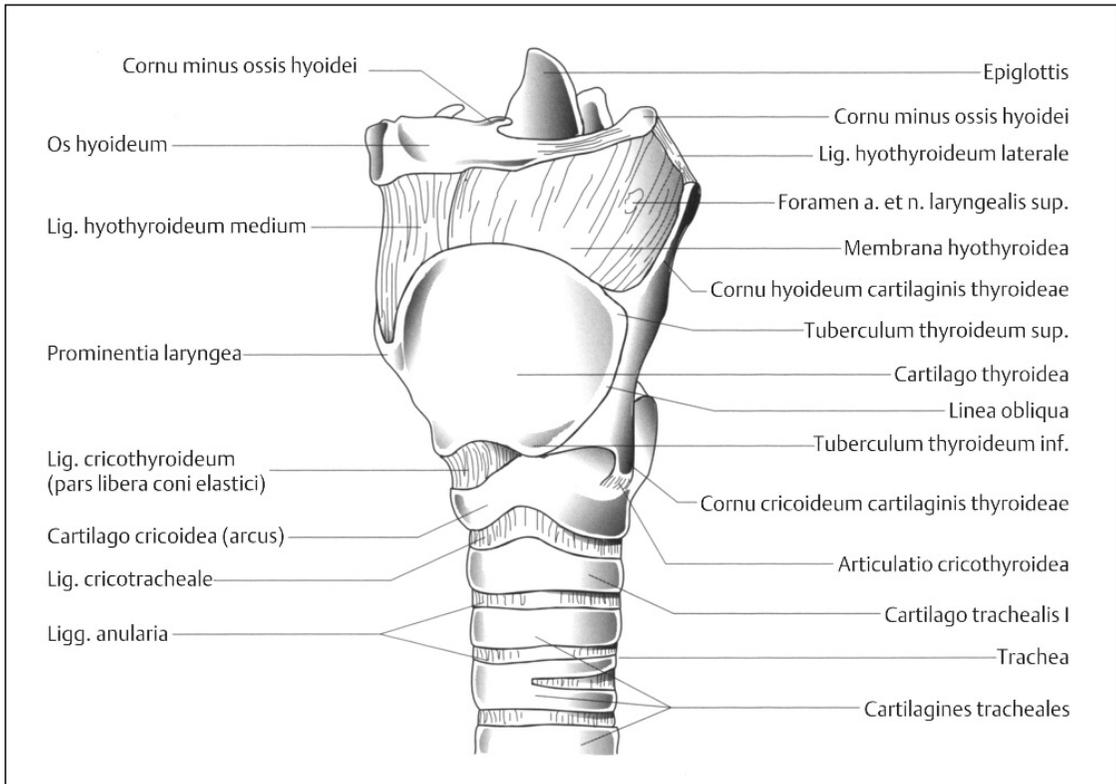


Abb. 58: Stützgerüst und Bänder des Kehlkopfs. Ansicht von lateral (nach Wendler et al., ³1996)

Auf ihm liegt beiderseits der hyaline Schildknorpel, der größte Knorpel des Kehlkopfes, der die Stimmlippen nach vorn wie ein Schutzschild schützt. Er besteht aus zwei symmetrischen „Seitenplatten“, deren rückwärtige hornartig-zylindrischen Fortsätze (*Cornu hyoideum [superius]*), die nach oben als Zungenbeinhörner auslaufen, sich mit dem Zungenbein, dem einzigen Knochen des Organs, vereinigen und nach unten als Ringknorpelhörner (*Cornu cricoideum [inferius]*) gelenkig an den Seitenflächen mit dem unterhalb des Schildknorpels liegenden Ringknorpel verbinden (Abb. 59, 62 u. 65).

Das *Zungenbein* (*Os hyoideum*) (Abb. 58, 59 u. 77) ist im Gegensatz zum knorpeligen Kehlkopfgerüst in seiner Gestalt ein horizontalliegender u-förmiger fester Knochen mit einem zentralen Körper und zwei Paaren von hornförmigen Fortsätzen, den *großen* und den *kleinen Zungenbeinhörnern* (*Cornu majus* und *Cornu minus*) (Abb. 58, 59, 62 u. 77). Sie umschließen die Epiglottis (Abb. 77). Obwohl das Zungenbein nicht zum eigentlichen Stützsystem gehört

und daher keine direkte Verbindung zu irgendeinen Knochen oder Knorpel unseres Körpers aufweist, steht es, zwischen Unterkiefer und Schildknorpel gelegen, nur insofern mit dem Kehlkopf in Verbindung, indem dieser gleichsam am Zungenbein aufgehängt ist. Zahlreiche Muskeln des Halses und des Mundbodens sind am Zungenbein befestigt, dessen äußere Enden der großen Zungenbeinhörner beweglich durch eine dünne vierseitige Muskelplatte (M. hyoglossus) (Abb. 105) mit der *Zunge (Lingua)* verbunden sind. Letztere erfüllt gesangsartikulatorisch eine außerordentlich wichtige Funktion, die mit einer dreifach unterteilten partiellen Aktivität - wiederholt wird auf Seite 168 und 285 auf diesen Sachverhalt eingegangen - nur dann zum freien Ton beiträgt, wenn deren Artikulationsbewegung sich nicht auf den Kehlkopf und somit negativ auf die Stimmklappen auswirkt.

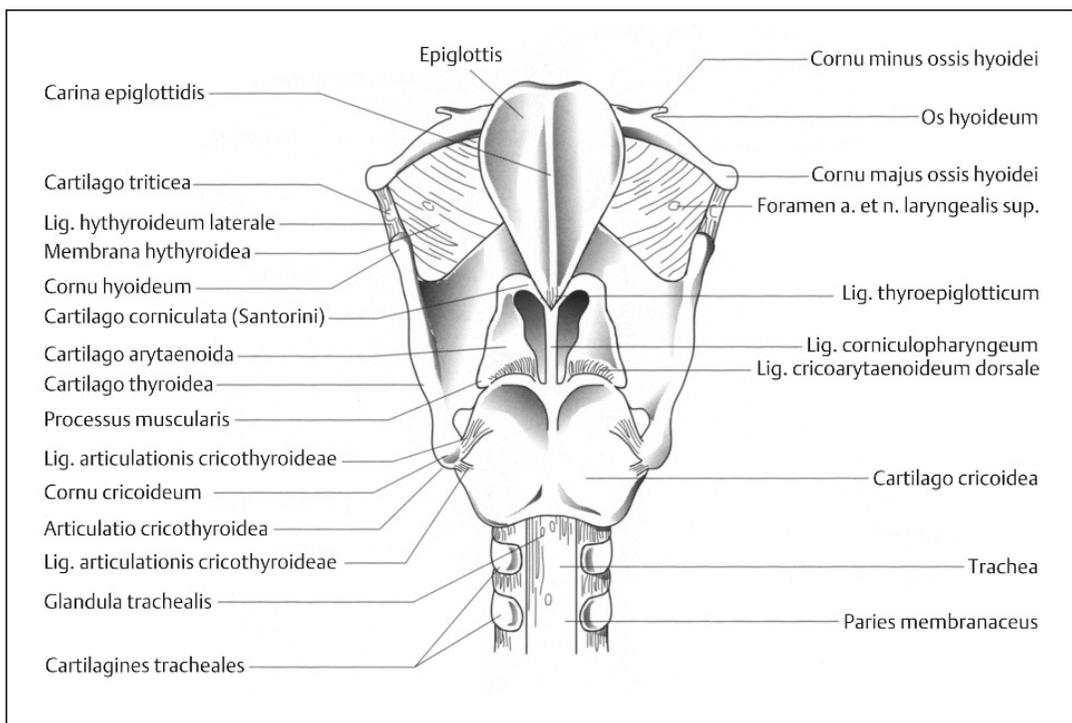


Abb. 59: Stützgerüst und Bänder des Kehlkopfs, Ansicht von dorsal (nach Wendler et. al.,³1996)

„Die seitlichen Gelenkflächen des Ringknorpels bilden mit den unteren Hörnern des Schildknorpels Gelenke, die vor allem eine drehende Scharnierbewegung um eine frontale Achse ermöglichen (Cricothyroidgelenke). Aufgrund dieser Bauweise kann bei Kontraktion der Mm. cricothyroidei der Ringknorpelbogen gegen den Schildknorpel bewegt werden.“² Durch die zwangsläufig folgende Rückverlagerung der Aryknorpel, die mit ihren vielseitigen kombinierten Bewegungsvorgängen als *Stellknorpel* - auch so genannt, „weil sie durch ihre Stellung die verschiedene Stellung der Stimmklappen und die Form des zwischen den Stimmklappen gelegenen Spaltes, der *Stimmritze* (Glottis beziehungsweise *Rima glottidis*) (Abb. 61) be-

wirken⁴³ - der Glottis zum Öffnen und Schließen verhelfen, spannen sich die Stimmlippen (Abb. 60 u. 62). Deren in Richtung des Schildknorpels gerichteter Fortsatz *Processus vocalis* (Abb. 9, 60 u. 62) dient als Ansatz für das Stimmband (Lig. vocale) und Stimmlippenmuskel (M. vocalis), der nach der Seite gerichtete Muskelfortsatz *Processus muscularis* (Abb. 59 u. 62) als Ansatz für den M. cricoarytaenoideus lateralis und den M. cricoarytaenoideus posterior oder dorsalis (Abb. 77 u. Tabelle 2).

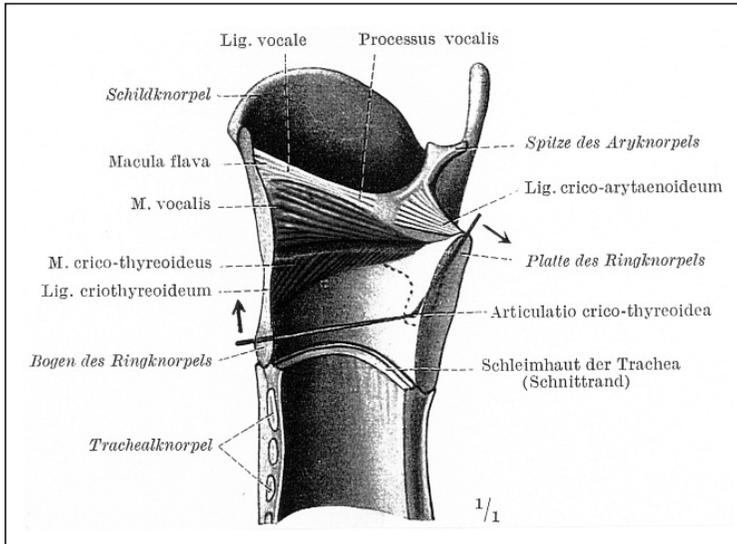


Abb. 60: Spannapparat des Kehlkopfes. Eine Änderung der Spannung der Stimmlippen erfolgt passiv durch Kippung des Schildknorpels (M. cricothyreoideus) und aktiv durch Kontraktion des M. vocalis. Die Bewegung des Ringknorpels gegenüber dem Schildknorpel im Cricothyroidgelenk ist durch Winkelhebel und Pfeile veranschaulicht (nach Braus, 1934 aus Lullies, 1953 [modifiziert]). Die farbliche Gestaltung dieser Abbildung ist auf Seite 311 zu sehen.

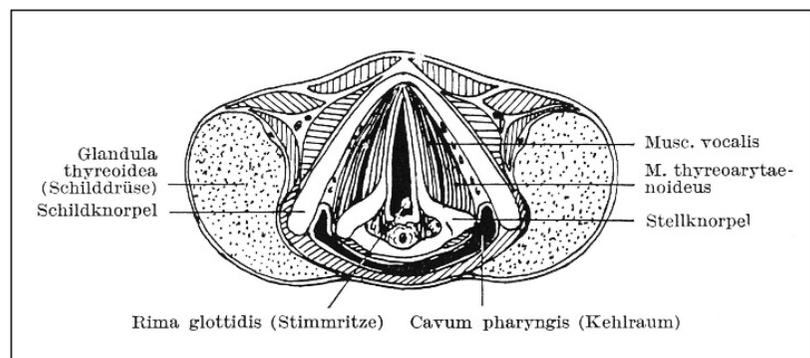


Abb. 61: Querschnitt durch den Kehlkopf (nach Luchsinger, 1951)

Die Gelenke zwischen Aryknorpel und Ringknorpelplatte (*Lamina cartilaginosa cricoideae*) (Abb. [60] u. 62), an deren hinterer walzenförmiger Oberkante zum *Ringknorpelbogen* (*Arcus cartilaginosa cricoideae*) (Abb. 9 u. 58) sich Gelenkflächen für die symmetrisch angelegten, dreieckig-pyramidenförmigen Aryknorpel befinden, „sind so gestaltet, daß nicht, wie oft angenommen wird, während der Phonation allein eine Drehbewegung erfolgt und die *Processus vocales* in einer horizontalen Ebene zur Mitte schwenken beziehungsweise während der Respiration wieder zur Seite, sondern es findet eine Kipp-Gleit-Bewegung statt (Abb. 63).

Zur Phonationsstellung bewegen sich die Aryknorpel nach vorn unten und zur Mitte, zur Respiration erfolgt die rückläufige Bewegung (Cricoaerytaenoidgelenke).

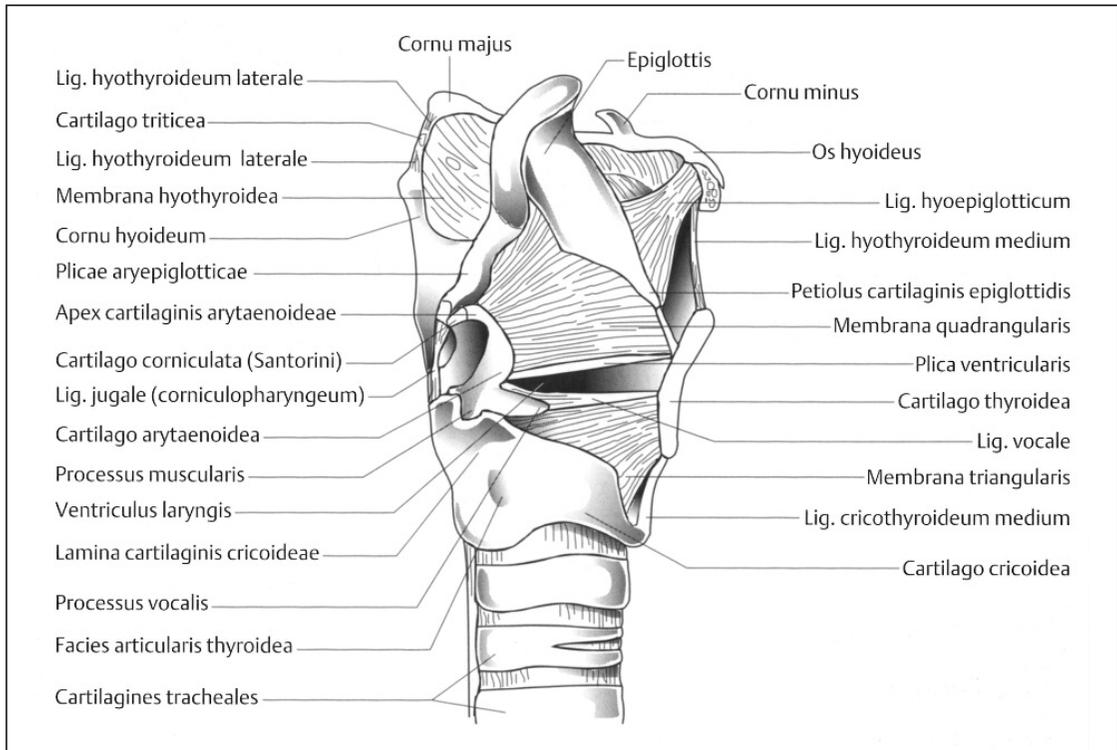


Abb. 62: Membranen Falten und Bänder des Kehlkopfs (nach Wendler et al., 31996)

Die beiden Gelenke, die sich vor der höchsten Erhebung der Ringknorpelplatte befinden, sind wie Zylinderjelenke aufgebaut. Den konvexen Gelenkkörper bildet die *Facies articularis (Articulatio cricoarytaenoidea, d. Verf.)* (Abb. 63) des oberen, etwas gekrümmten Ringknorpelrandes, den konkaven die Basis des Aryknorpels, wobei die Gelenkachsen von medial-kranial-dorsal nach lateral-kaudal-ventral verlaufen.“⁴

Während durch die zwangsläufige Rückverlagerung der Aryknorpel die elastischen Stimmlippen gespannt werden, üben zudem die unelastischen und kräftigen *Ligamenta cricoarytaenoidea* eine Halte- und Bremsfunktion aus, indem sie die dünnwandige, schlaffe *Gelenkkapsel (Capsula articularis cricoarytaenoidea)*⁵ - auf Abb. 60 nicht zu sehen -, die den Stell- und Ringknorpel miteinander verbindet - die Kapsel gestattet lediglich eine geringe Translation in Richtung der Achse -, verstärkt und von der Ringknorpelplatte hinten an den medialen Teil der Stellknorpel ziehen, so daß die Stellknorpel genötigt sind, die Bewegung der Ringknorpelplatte mitzumachen (Abb. 60). Dabei werden die elastischen Stimmlippen nachgeben und ihre Länge und Spannung ändern. „Die Folge dieser durch das Cricothyroeidgelenk vermittelten Bewegung ist eine Vergrößerung des Abstandes zwischen Schild-

knorpelwinkel und Stimmfortsatz (processus vocalis) des Stellknorpels und damit eine Vermehrung der Spannung der zwischen diesen Punkten befestigten Stimmlippen.“⁶

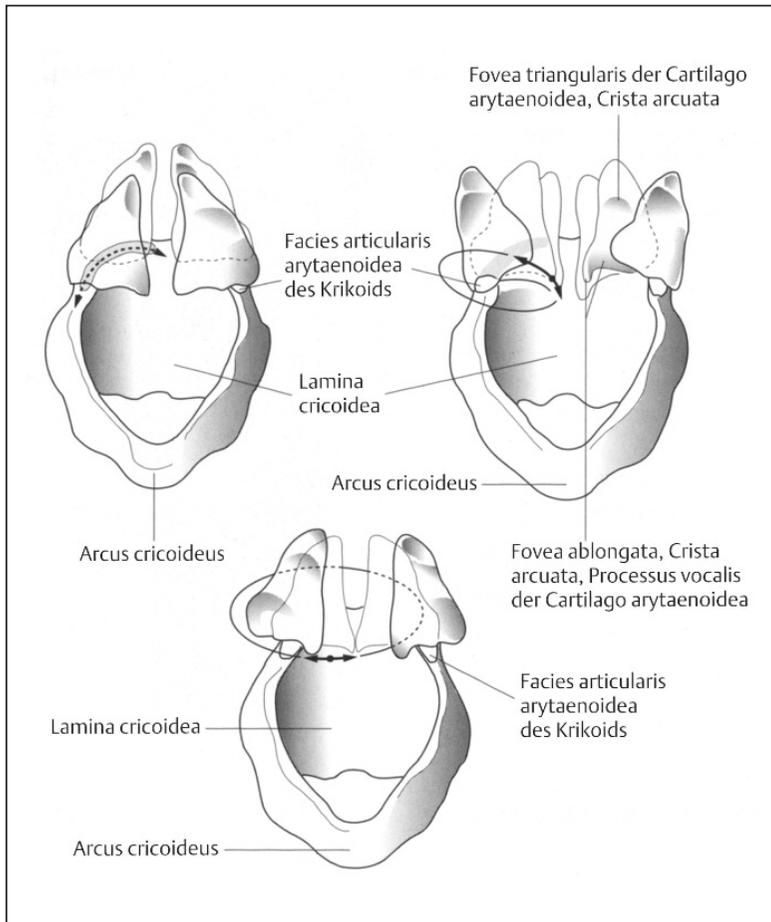


Abb. 63: Bewegungsmöglichkeiten der Aryknorpel (nach Pernkopf, 1952 aus Wendler et al., 31996)

Zusammenfassend kann zum Mechanismus des Öffnungs- und Schließvorganges gesagt werden, „daß

1. die Form und Weite der Stimmritze von maximaler Öffnung bis zu völligem Verschluss und
2. die Länge und Spannung der Stimmlippen, aber auch ihre innere elastische Beschaffenheit verändert werden.

Die *Weite* der Stimmritze wird vorwiegend durch die Muskulatur zwischen Ring- und Stellknorpeln, die *Spannung* der Stimmlippen durch die Muskeln der Ring-Schild-Stellknorpel-Verbindung, den „Spannapparat“, bewirkt. In der Regel werden beide Veränderungen, sowie auch Änderungen der *Länge* der Stimmlippen und eine gewisse Verlagerung der Stimmritze

in ihrer Höhenlage gleichzeitig erfolgen.“⁷

Von entscheidender Bedeutung sind somit vier prinzipielle Funktionen der inneren und äußeren Muskeln des Bewegungsapparates des Kehlkopfes in ihrer Wirkungsweise zu konstatieren: die Stimmlippen zu öffnen, zu schließen, zu spannen und zu entspannen.

„Oberhalb der Stimmlippen bildet die Schleimhaut die *Taschenfalten (Plicae vestibulares [ventriculares])*, wodurch zwischen den beiden Faltenpaaren die *Kehlkopfventrikel (Ventriculi laryngis, Sinus Morgagni)* gebildet werden“⁸ (Abb. 9, 62 u. 64). Ihre seitlich ausbuchtenden Taschen (benannt nach dem italienischen Mediziner Giovanni Battista Morgagni (1682-1771), Begründer der pathologischen Anatomie) gehören zu jenem Bereich der Hals-Kopf-Anatomie der stärker veränderbaren supraglottalen Ansatzräume des lufthaltigen Hohlraumsystems. Durch ihre mit der elastischen Larynxsenkung verbundene Erweiterung (Abb. 98) wird ein wesentlicher Einfluß auf die Klangfarbe des Tones beim sogenannten stimmtechnisch-künstlerischen Deckvorgang ausgeübt.

„Der Eingang zum Kehlkopf (*Aditus laryngis*) stellt eine ovale Öffnung in der Vorderwand des Hypopharynx dar, seine Weite ist durch Muskeln in den *aryepiglottischen Falten (Mm. aryepiglottici und Mm. thyreoepiglottici)* verstellbar, die gemeinsam mit der freien Lippe des Kehldeckels den Aditus laryngis begrenzen“⁹ (Abb. 62, 64 u. 77).

„Es entstehen somit drei übereinandergelagerte Räume: der subglottische Raum (nach oben begrenzt durch die *Plicae vocales*), der *Ventriculus laryngis* (nach oben begrenzt durch die Taschenfalten) und das *Vestibulum laryngis* (nach oben begrenzt durch die aryepiglottischen Falten und den Kehldeckel)“¹⁰ (Abb. 62, 64 u. 77).

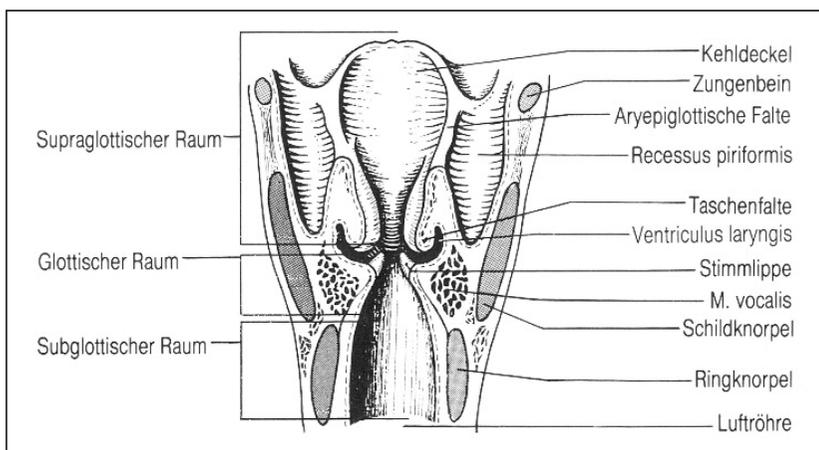


Abb. 64: Kehlkopfinneres (nach Wirth, 41995)

„Von mehrschichtigem unverhorntem Plattenepithel bedeckt“¹¹ verlaufen die *Stimmlippen (Labia vocalis, sing. Labium vocale)* von den Processus vocales der Aryknorpel leicht schräg median in die Spitze des Winkels der Schildknorpelplatten (*Incisura thyreoidea superior*) (Abb. 65), wo sie gemeinsam inserieren.

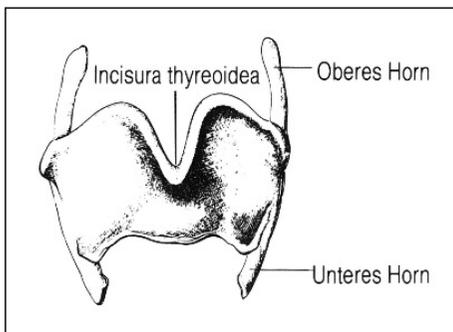


Abb. 65: Schildknorpel in der Ansicht von vorn
(nach Wirth, 41995)

Das obere Ende des vorderen winkelbildenden, durch den Schildknorpel bewirkten, Vorsprung der *Prominentia laryngea* tritt bei vielen Menschen, insbesondere bei Männern, als „Adamsapfel“ hervor (Abb. 58). Die Ränder der Stimmlippen - das sind die oberen Längszüge jener elastischen Membran sowie die Auskleidung des obersten Teils der *Luftröhre (Trachea)* (Abb. 9, 57-59, 64 u. 85) - werden als *Conus elasticus* bezeichnet. „Er koordiniert die Bewegungsnotwendigkeiten der Luftröhre als Windkessel mit denen des Kehlkopfs als ein Bindeglied im Grenzbereich dieser beiden Teile des Atemwegs in Form einer elastischen Membran.“¹² Der Aufbau der Stimmlippe als Schwingkörper für die Glottisfunktion besteht aus dem *Stimmband (Ligamentum vocale, Plur. Ligamenta vocalia)* (Abb. 60 u. 62) und dem darunter liegenden *Stimmlippenmuskel (Musculus vocalis)* (Abb. 60, 61, 64, 66, 77 u. Tabelle 2), welche aus bindegewebigen Faserzügen, Nerven, Gefäßen und verschieblicher umhüllender Schleimhaut als wesentlicher Bestandteil des Stimmorgans eine komplexe Einheit bilden. Die Steuerung der Bewegungen erfolgt über den muskulären Teil der Stimmlippen. Oft wird die ganze Region ungenau als „Stimmband“ bezeichnet, das den freien sehnigen Rand der Stimmlippe bildet. Korrekt ist die Benennung Stimmlippe oder *Stimmfalte (Plica vocalis, Plur. Plicae vocales)* (Abb. 107).

In ihrer umhüllenden Flexibilität ist die Schleimhaut „an den Stimmlippen mit der oberen Schicht des Stimmbandes auf dessen mittlerer Schicht beweglich. Schleimhaut und obere Stimmbandschicht werden als Deckschicht bezeichnet. Die *mittlere* und die *untere Schicht* des Stimmbandes sind mit dem darunter liegenden Stimmlippenkörper (*Musculus vocalis*) durch Muskelfaserverflechtung verbunden (Abb. 66). Dieser Aufbau ermöglicht es der verhältnismäßig lockeren und flexiblen Deckschicht während der Stimmgebung von dem Stimmlippenkörper unabhängige Schwingungsbewegungen auszuführen („Body-Cover-Theorie“ von Hirano 1972, 1974, 1975). Beobachtungen des Beginns der Stimmlippen-schwingung haben ergeben, daß die Schwingung in der Deckschicht anfängt und über das Stimmband schließlich den Stimmlippenkörper erfaßt (Matsushita, 1975). Das legt nahe, die Schleimhaut als *Energieüberträger* zwischen Luft und Stimmlippenkörper aufzufassen. Die Erfahrungen der Phoniatrie und von Sängern sprechen dafür, daß gut angefeuchtete und tonisierte Stimmlippenschleimhäute für eine Stimmleistung unentbehrlich sind“¹³ (Sonninen et al., 1975).

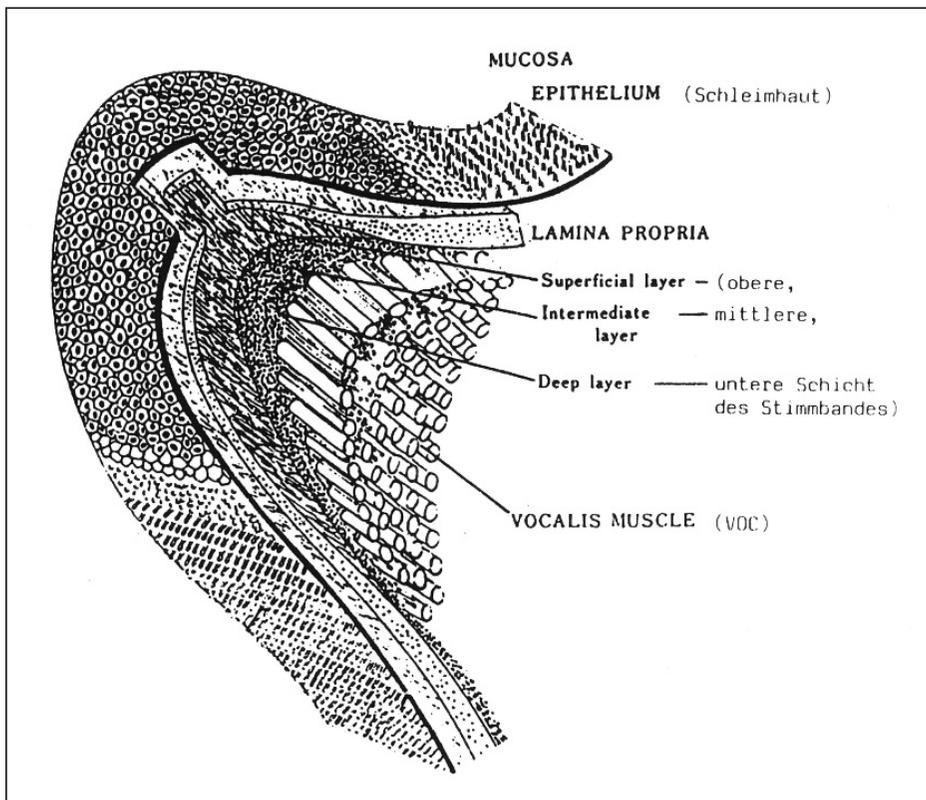


Abb. 66: Aufbau der Stimmlippe (nach Hirano, 1975 aus W. Rohmert, 1989)

„So geschieht beim Kunstgesang speziell aus diesem selektierten schmalen Teilbereich die Regelung der optimalen Klangqualität in der Weise, daß der seitliche Druck der Stimmlippen gegeneinander stets so ausgeübt wird, daß die Fähigkeit der Schleimhaut, als „cover“ unabhängig vom „body“ des Ligament-Muskel-Systems (Hirano, 1981) zu schwingen, ständig aufrechterhalten wird: „Randfunktion“, „Falsett“, „Kopfstimme“, Brillanz“¹⁴ (Husler und Rodd-Marling, 1965; Vennard, 1967).

G. Rohmert bemerkt (21992), „daß rechtes und linkes Stimmband in die Asymmetrie des Körpers eingebunden sind und als Hypothese äußerst selten angesprochen worden ist.“¹⁵ Sie zitiert die schwedische Sängerin und Gesangspädagogin V. Werbeck-Svärdström (1984) mit dem Leitgedanken, daß „das rechte Stimmband etwas dicker ist als das linke“¹⁶ (s. S. 284). Sicher ist, daß Luchsinger (1953) „mittels Röntgentomograph vor allem die stärkere Kontraktion der rechten Stimmlippe beobachte.“¹⁷

„Daß neben einigen asymmetrischen Körperteilen der Kehlkopf des Sängers noch in das Rechtslinks-Verhältnis des ganzen Körpers eingehängt ist und überwunden werden soll, hat schon G. B. Lamperti (1957) erkannt.“¹⁸ Im VIII. Kapitel auf Seite 300 wird hierauf eingegangen.

VII Gesangswissenschaftliche Untersuchungen und Auswertungen anhand des empirischen Materials

1. Zur Systematik komplizierter Prozesse eines gesangsphysiologischen Ablaufs im stimmgesunden Organ

Bevor nun ein Überblick von gesungenen Untersuchungsergebnissen auf der Grundlage von Sonagrammen zur Objektivierung von gesangswissenschaftlichen Kategorien zur Disposition vorgelegt wird, soll im Rahmen dieses Kapitels ein Einblick in die Systematik komplizierter Prozesse eines gesangs- und stimmphysiologischen Ablaufs im stimmerzeugenden Phonationsorgan, das heißt der Gesamtbewegungen des Kehlkopfes und des Schwingungsverlaufs der Stimmlippen während eines Phonationsvorganges, beschrieben werden.

Die Prälateralstellung beziehungsweise die Atmungsstellung der *Cavitas pharyngis* [*Cavum pharyngis*] (Abb. 61), die sich bei ruhiger Atmung durch jene Öffnung der Glottis nach *Adduktion* einstellt, dessen Spalt von beiden Stimmlippen umgrenzt wird, durch die der durchstreichende Atemluftstrom von der Energiequelle (Lungen) unter geringem subglottischen Druck durch die Trachea nach oben steigt, bildet die Form eines spitzwinkligen, gleichschenkligen offenen Dreiecks wenn nicht phoniert wird. So sind die Aryknorpel mit den Stimmlippen in ihrer Ruhestellung (respiratorische Glottis von mittlerer Weite) mittelweit voneinander entfernt (Abb. 67) und die zur Bewegung dienenden Muskeln schlaff und untätig.

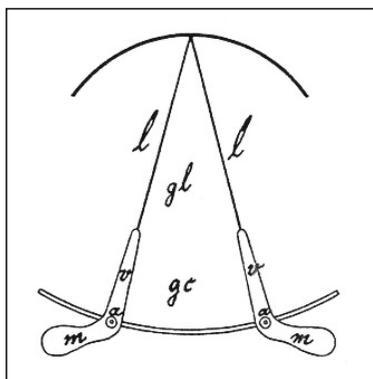


Abb. 67: Darstellung der (respiratorischen) Glottis von mittlerer Weite in gleichschenkliger-dreieckiger Form. *ll* sind die Stimmlippen (ligamentöser Teil), *vv* die Processus vocales (knorpeliger Teil der Stimmlippen), *mm* die Processus musculares, *aa* die Gelenkfläche der Aryknorpel, *gl* die Glottis ligamentosa (Pars intermembranacea), *gc* die Glottis cartilaginea (Pars intercartilaginea) (nach E. Barth, 1911 [modifiziert])

„Nach Adduktion der Stimmlippen übt der subglottische Druck eine nach der Seite und oben gerichtete Kraft auf die subglottische Fläche der Stimmlippen aus. Daher müssen zuerst die unteren Stimmlippenhälften nach der Seite ausweichen. Gleichzeitig werden damit die medialen Stimmlippenränder schmaler und etwas nach oben geschoben. Die oberen Hälften der Stimmlippen folgen den unteren seitwärts gedrängten Hälften rasch nach, die Glottis ist geöffnet. Beim Blick von oben auf die Stimmlippen wird zunächst eine kleine Öffnung entweder im vorderen Drittel der Stimmlippen oder im vorderen und hinteren Drittel gleichzeitig sichtbar“¹ (Beginn des Einschwingvorganges).

Im Zuge unseres Singvorganges ist das Atembedürfnis größer, so daß sich die Glottis bei maximaler Inspiration (stimmlose Einatmung) über ihre Prälateralstellung, die sich bei gewöhnlicher ruhiger und oberflächlicher Atmung einstellt (Abduktion der Stimmlippen), zur Bereitstellung hinaus erweitert, „und zwar nach V. E. Negus (1929) proportional der Tiefe und der Schnelligkeit der Einatmung.“² Die Glottis bildet dann die Form eines weit offenen Fünfecks, wobei die Processus musculares der Aryknorpel noch weiter abduzierend lateralwärts gedreht werden (Abb. 68).

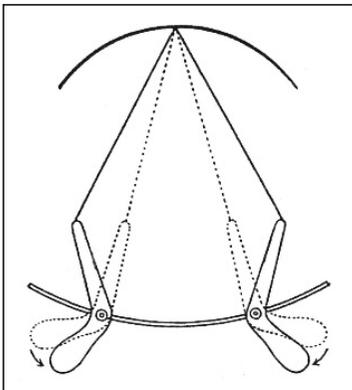


Abb. 68: Die Glottis wird weiter; aus dem Dreieck wird ein Fünfeck (nach E. Barth, 1911)

Hierbei werden die Stimmlippen mehr an die äußere Kehlkopf wand herangezogen. Dies bewirkt nach *Abduktion* der *einzig*e, als Antagonist gegenüber der Schließmuskelgruppe, paarige *Stimmritzenöffner* des Larynx, der *Ring-Stellknorpel-Muskel* (*M. cricoarytaenoideus posterior* oder *dorsalis*) (Abb. 69, 77, 95 u. Tabelle 2).

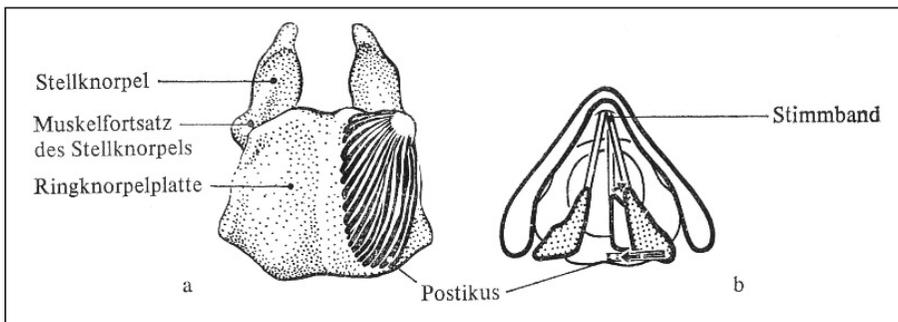


Abb. 69: Öffner der Stimmritze, Posticus (in Anlehnung an v. Lanz und Wachsmuth, 1955) a) Bau, b) Funktion (aus Seidner und Wendler, 1997 [modifiziert])

Dieses fächerartige Muskelpaar, häufig auch M. „Posticus“ genannt, entspringt an der hinteren Fläche der Ringknorpelplatte und setzt an dem seitlich liegenden Muskelfortsatz der Aryknorpel an. Da die Funktion des Posticus in der Erweiterung der Glottis liegt, bewirkt dieser bei Kontraktion durch Zug am Processus muscularis des Aryknorpels eine Verlagerung

nach dorsal und kaudalwärts. Dementsprechend wird der Stimmfortsatz (Processus vocalis) mit der Stimmlippe lateralwärts und etwas kranialwärts bewegt, die Glottis erweitert und das Lig. vocale etwas gespannt. Hierbei „wirkt die Basis des Stellknorpels als Winkelhebel, der in dem Ring-Stellknorpelgelenk seinen Stützpunkt hat. Wirkt auf diesen Hebel eine Kraft in entgegengesetzter Richtung, also nach vorn, so müssen begrifflicherweise die Stimmfortsätze einander genähert werden (Abb. 70). Diese Annäherung der Stimmfortsätze (Processus vocales) bewirkt jederseits der *seitliche Ring-Stellknorpel-Muskel* (*M. cricoarytaenoideus lateralis*), dessen Ansatzpunkte sich vorn an dem Muskelfortsatz des Stellknorpels einerseits und an dem oberen Rande (seitliche Anteile der Außenfläche, d. Verf.) des Bogens des Ringknorpels andererseits befinden“³ (Abb. 71, 77 und Tabelle 2).

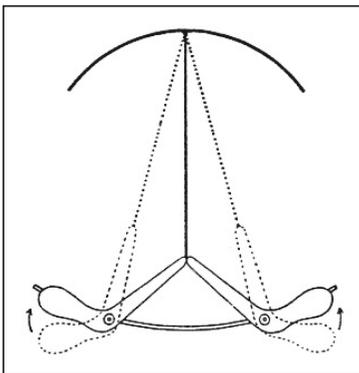


Abb. 70: Zugwirkung der Mm. cricoarytaenoidei laterales, die durch Kontraktion die Stimmlippen einander adduzieren (nach E. Barth, 1911)

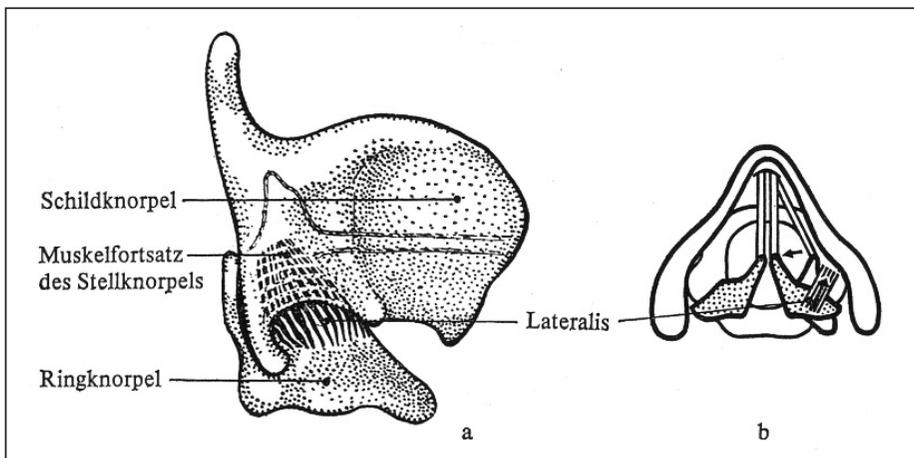


Abb. 71: Schließer der Stimmritze, Lateralis (in Anlehnung an v. Lanz und Wachsmuth, 1955) a) Bau, b) Funktion (aus Seidner und Wendler, ³1997 [modifiziert])

Hierbei zieht dieser *Stimmritzenschließer*, auch kurz Adduktor genannt, den Processus muscularis des Aryknorpels nach ventral und kaudalwärts, so daß der Processus vocalis medianwärts und wenig kaudalwärts rückt, das heißt, daß eine annähernde Schließung des

intermembranösen Teils der Glottis durch die vorderen frei schwingenden zwei Drittel (Pars intermembranacea) (Abb. 67) erreicht worden ist und das Lig. vocale etwas entspannt. „Aus der antagonistischen Funktion dieser beiden Muskeln ergibt sich ihre Aufgabe für Sprache und Gesang:

1. Sie bilden das Widerlager (die Verstrebung) für die Aryknorpel gegenüber der zur Schwingungsfähigkeit notwendigen Innenspannung (M. vocalis) der Stimmlippen.
2. Sie regeln die Modulation der Stimmverschlußdichte. Der Wechsel entspricht der Spannungs- und Entlastungsphase des Vibratos und erfolgt entweder im Rhythmus der Kippbewegung (6-7/Sekunde) oder als völlig selbständige Bewegung mit höherer Frequenz (8-9/Sekunde und mehr).“⁴

Da durch Kontraktion des M. cricoarytaenoideus lateralis der anteriore intermembranöse Anteil der Glottis verschlossen wird (Abb. 67), besteht lediglich noch eine Öffnung eines kleinen stumpfwinkligen Dreiecks zwischen den nach vorn konvergierenden, mit den Spitzen sich berührenden Processus vocales. Währenddessen ist die Epiglottis durch seine Muskeln herabgedrückt, das heißt, daß der posteriore nicht schwingende intercartilaginäre Teil der Glottis abduziert ist (Abb. 67), durch das der erhöhte Ausatmungsstrom aufgrund wesentlich höherer Druckunterschiede einen hohen Strömungswiderstand durch die starke Verengung des Vokaltrakts (Turbulenzbildung) erfährt, das jenes undifferenzierte Reibegeräusch, mit dem die Resonanzräume (Ansatzrohr) unvollkommen angeblasen werden, erzeugt und man mit *Flüstern* bezeichnet. Mit dem sogenannten zwischen den Arytaenoidknorpeln gebildeten *Flüsterdreieck* - „die Stimme ist „geräuschbesetzt“ -“⁵ „bleiben die muskulären Teile der Stimmlippen unter Anspannung durch die Wirkung der Mm. cricoarytaenoidei laterales bei einander, die *Knorpelglottis* aber, der zwischen den Aryknorpeln liegende Bezirk, tritt auseinander. Die Stimmlippen schwingen dabei nicht. Obwohl demnach beim Flüstern keine Stimme gebildet wird, bedeutet diese Sprechweise doch keine Entspannung für die Stimmlippen. Sie liegen sogar noch fester aneinander als bei der Voraussetzung zur Phonation und müssen es um so mehr, je weniger ein kleines Flüsterdreieck für Druckausgleich zwischen dem subglottalen und dem supraglottalen Raum sorgt.“⁶

Da es sich bei dieser Stellung um *Bühnenflüstern*, also um lautes Flüstern handelt, dessen Glottis dabei eine umgekehrte Y-Form als Charakteristikum zeigt (Abb. 72 a), unterscheiden andere Autoren zwischen dieser Art des Flüsterns von einer weiteren Flüsterstellung, des *leisen Flüsterns*, was dem Flüstern mit der „Kehle“ entspricht und unphysiologisch ist, weil das Reibegeräusch zwischen den Stimmlippen entsteht. Hierbei ist, wie Abb. 72 b veranschaulicht, „die Bänderglottis, das heißt der vordere, bis an die Stellknorpel heranreichende Teil der Stimmritze nur im hinteren Teil etwas geöffnet, so daß keine Vibration, sondern bloß ein leises Reibegeräusch entsteht.“⁷

Das Bühnenflüstern („Rachenflüstern“), das eine gewisse „Kopfresonanz“ aufweist und weithin hörbar ist, läßt sich vergleichsweise mit dem „Kehlfüstern“, das in der Glottis entsteht

und nicht annähernd die gleiche Reichweite besitzt, nicht nur in einem weniger verbrauchten Luftvolumen (Atemführung und Dosierung) wie beim klingenden Ton, sondern auch am „Flüsterklang“ leicht voneinander unterscheiden. Beim Bühnenflüstern wird der durch die geöffnete Knorpelglottis passierende kontinuierliche Luftstrom geräuschhaft oben im Rachen mit dem Mund artikulatorisch ausgeformt.

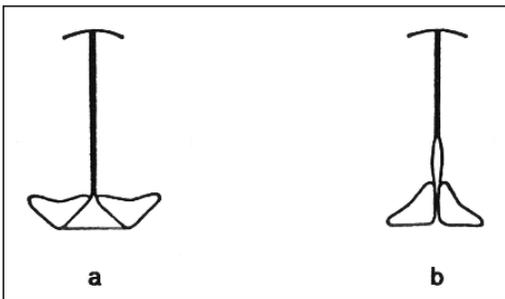


Abb. 72 a u. b: Stellungen der Stimmritze, a) Bühnenflüstern, b) leises Flüstern (nach Schubiger, 1977)

Demgegenüber lässt sich das Flüstern aufgrund ungünstiger Schwingungs- und Ausatemungsverhältnisse bei funktionellen Stimmstörungen im Rahmen einer Stimmtherapie (zum Beispiel bei Umstellung pathologischer Atemtypen auf die physiologische Kostoabdominale Atmung) und bei Entzündungen des Kehlkopfes mit Heiserkeit keinesfalls empfehlen, weil sich dessen unphysiologische Beanspruchung stimmschädigend auswirkt und daher nicht zur Schonung beiträgt.

Das hier für uns im Vordergrund stehende Bühnenflüstern wird bei der gesunden Stimme, insbesondere beim kunstmäßigen Singen und Sprechen durch „geflüsterte Worte oder Silben mit reichlichen Zischlauten für sprachlich Lahme und Schwerfällige“⁴⁸ und zum Wecken der Randstimmfunktion, die einen weiteren Bezug zur Tragfähigkeit aufweist, eingesetzt. Mit der damit gleichzeitig verbundenen Atemführung - die allerdings unkontrolliert im Falle einer athletischen Einstellung und großer Gesamtspannung des Atemapparates (Versteifung und Überstütztheit) das Reibegeräusch verstärken und sich daher stimmschädigend auswirken würde - lässt sich bei konsonantischer Artikulation der Luftverbrauch bremsen und unter minimalen Abströmen dosieren.

Da ein Reibelaut immer durch Turbulenzbildung infolge starker Verengung des Vokaltraktes ein Strömungsgeräusch aufweist, ergibt sich aufgrund ständiger Wellenänderung hinsichtlich ihrer Frequenz, Amplitude und Phasenlage ein aperiodisches und unregelmäßiges Wellenbild (Abb. 73). Eine Tonhöhenwahrnehmung ist an diesem Schalltyp nicht möglich. Wenn wir die akustischen Eigenschaften der innerhalb des oralen Raums gebildeten stimmlosen Frikative des Deutschen, wie zum Beispiel das alveolare [s], das alveopalatale [ʃ] und das palatale [ç], in ihrer spektralen Ausprägung im Breitbandsonagramm betrachten, so weisen diese Zischlaute, die beim, durch Luftverwirbelung erzeugten, Friktionsrauschen wesentlich von der Art und vor allem vom Grad der Engebildung bestimmt sind, keine Grundfrequenz mit Obertönen und ein, aufgrund ihrer unharmonischen

Teiltonfolge, ausdrückbar in Bruchportionen wie 1:1, 1:2, 2:1 usw., hohes Frequenzspektrum auf (Abb. 74 u. Tabelle 5).

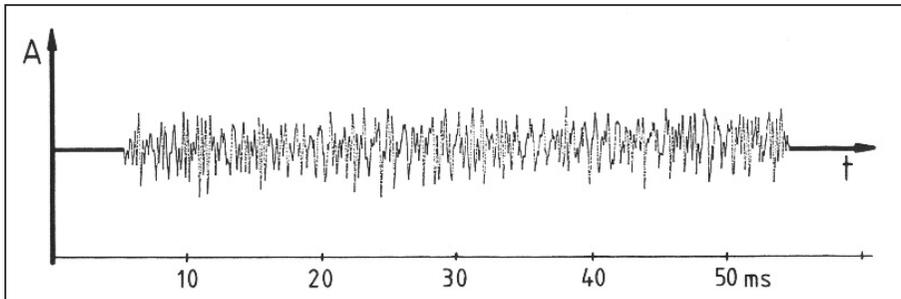


Abb. 73: Oszillogramm des Frikativrauschens eines als Einzellaute gehaltenes [ʃ]. Der Schwingungsverlauf ist wie bei jedem stimmlosen Konsonanten völlig aperiodisch (nach Neppert und Pétursson, 21986)

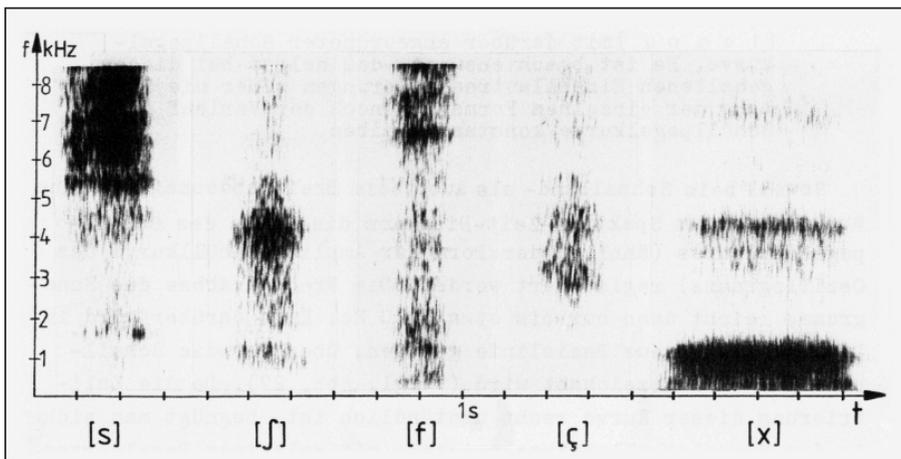


Abb. 74: Breitbandsonagramm der stimmlosen Frikative [s ʃ f ç x] (nach Neppert und Pétursson, 21986)

„So sehen wir einen Zusammenhang, wie er uns aus der akustischen Vokalartikulation bekannt ist: je länger das der Schallquelle vorgelagerte Ansatzrohr, desto tiefer liegt die unterste Frequenz im Spektrum des entsprechenden Schallsignals - so eben am höchsten bei [s] und am tiefsten beim velaren [x] beziehungsweise uvularen [χ].“⁴⁹ (Abb. 74 u. Tabelle 5)

Um einen, für die sängerische Stimmgebung, brauchbaren Ton zu erhalten, muß eine weitere Adduzierung der Glottis durch den Sphinktergürtel (primärer innerer Sphinkter) nach hinten erfolgen. Da lediglich noch eine Öffnung eines kleinen stumpfwinkligen Dreiecks besteht, das heißt, daß der posteriore intercartilaginäre Teil geöffnet ist, müssen durch Annäherung der inneren Flächen der Stellknorpel die Stimmlippen in Phonationsstellung gebracht werden, so daß sie ein Strömungshindernis für den Atem darstellen (Abb. 75).

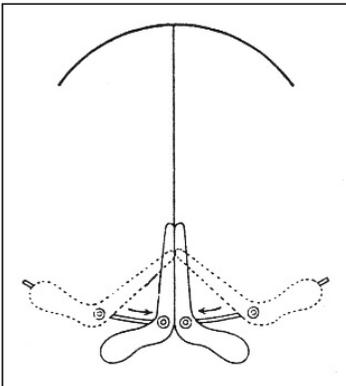


Abb. 75: Zugwirkung des *M. arytaenoideus transversus*, der durch Kontraktion die Aryknorpel einander adduziert (nach E. Barth, 1911)

„Diese Bewegung bewirkt der einfache *quere Stellknorpelmuskel (M. arytaenoideus transversus)*, welcher von dem hinteren äußeren Rand des einen Stellknorpels entspringt, quer über die hintere konkave Fläche beider Stellknorpel hinzieht und sich am äußeren Rand des anderen festsetzt“¹⁰ (Abb. 76, 77 u. Tabelle 2). Abb. 75 veranschaulicht anhand von Abb. 67, wie bei Kontraktion dieser Muskel die *Processus musculares* der Aryknorpel dorsal - und kranialwärts zieht, so daß die *Processus vocales* einander genähert und etwas gehoben werden, das heißt, daß der knorpelige Teil des hinteren Stimmritzendrittels (*Pars intercartilaginea*), das sogenannte „Flüsterdreieck“ geschlossen wird und die *Ligg. vocalia* etwas entspannt werden.

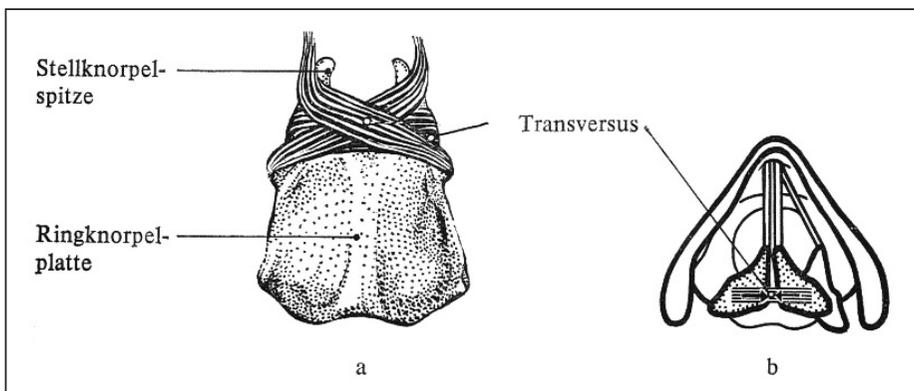


Abb. 76: Schließer der Stimmritze, *Transversus* (in Anlehnung an v. Lanz und Wachsmuth, 1955) a) Bau, b) Funktion (aus Seidner und Wendler, 31997 [modifiziert])

Die Tätigkeit dieses Muskels wird unterstützt durch die beiden *Stellknorpel-Kehldeckel-Muskeln (Mm. aryepiglotticus und arytaenoideus obliquus)* (Tab. 2), „die jederseits am hinteren Umfange des Muskelfortsatzes entspringen, sich kreuzend zur Spitze des anderen Stellknorpels heraufziehen und, um diese herum steil ansteigend, sich an dem seitlichen Rande des Kehldeckels ansetzen. Ihre wesentliche Funktion besteht jedoch darin, den Kehldeckel herabzuziehen und den Kehlkopfeingang zu verkleinern. Die entgegengesetzte Bewegung, die

Hebung des Kehldeckels mit Erweiterung des Kehlkopfeingangs, wird durch die beiden von der Innenfläche des Schildknorpels nach rückwärts und nach oben zum Kehldeckel hinziehenden *Schildknorpel-Kehldeckel-Muskeln (Mm. thyreoepiglottici)* bewirkt¹¹ (Abb. 77).

Werden nun die Stimmlippen mit Hilfe der entsprechenden Stellknorpel-Muskeln durch Annäherung aus der Form der maximal erweiterten respiratorischen Glottis (Glottisform eines weit offenen Fünfecks) in die Adduktionsstellung gebracht, so treten sie so nahe aneinander, daß sie nur einen minimalen linealen (spindelförmigen) Spalt zwischen sich lassen.

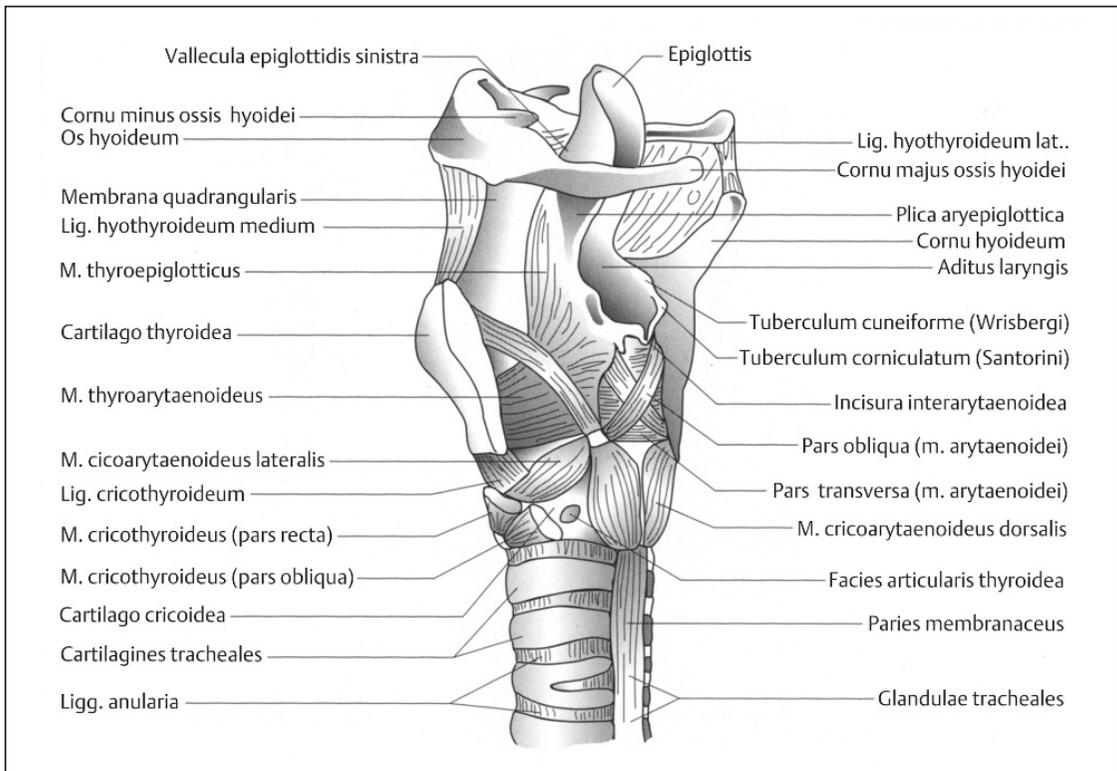


Abb. 77: Kehlkopfmuskeln (nach Wendler et al., ³1996)

Da somit für die Erzeugung eines Stimmklanges die Ränder der Stimmlippen nicht genügend gespannt sind, bedürfen sie, um sich dem subglottalen Druck der Ausatemungsluft mit einer angemessenen Elastizität entgegenzustellen, der Einstellung sowie nachfolgenden Anspannung und Streckung.

Da die subtilste sängerische Qualität eines Tones und ihrer Werte vom nötigen Spannungsgrad der Stimmlippen abhängt, „ist die einfachste Dehnung der Stimmlippen aber nicht imstande, die Spannung derselben in so feiner Abstimmung zu verändern, wie es die Tonleiter durch zwei Oktaven und darüber erfordert. Bei der Kürze der Stimmlippen und der geringen Veränderlichkeit ihrer Länge ist es notwendig, daß ihre Elastizität auch durch *innere Spannung* und den Wechsel ihrer Dicke verändert werden kann. Diesem Zweck dient der

jeder Stimmlippe eingelagerte innere *Schild-Stellknorpel-Muskel*¹² (*M. thyreoarytaenoideus*) (Abb. 77). „Der *M. thyreoarytaenoideus* setzt sich nach Tillmann und Wustrow (1982) zusammen aus einer *Pars externa*, die vorwiegend auf den Stellapparat wirkt, und einer *Pars interna*, die den Spannungsapparat beeinflusst.“¹³

Die *Pars externa* des *M. thyreoarytaenoideus* schließt die Stimmritze vorwiegend im vorderen Anteil. Die *Pars interna* des *M. thyreoarytaenoideus*, auch als *M. vocalis* bezeichnet, spannt die Stimmlippen (Feineinstellung). Die *Pars externa* erstreckt sich von der Innenfläche des Schildknorpels zum *Processus muscularis* und der lateralen Fläche des Aryknorpels. Die *Pars interna* verläuft vom inneren Winkel des Schildknorpels (*Incisura thyreoidea superior*) zum *Processus vocalis* des Aryknorpels (Abb. 9, 60, 62 u. Tabelle 2). „Der *M. vocalis* ist aus vielen kleinen Muskelfaserbündeln zusammengesetzt, die so angeordnet sind, daß bei Zusammenziehung des Muskels dessen äußerer Rand gerade bleibt und nicht zu einem Muskelbauch geformt wird.“¹⁴ „Die motorischen Einheiten des *M. vocalis* sind besonders klein, so daß durch fein abgestufte Kontraktionen von Fasergruppen Massenverlagerungen zustande kommen.“¹⁵ Mit dem inneren kompakten Muskelkörper der Stimmlippen und den Stimmbändern verwachsen, wirkt der *Vocalismuskel* in seiner komplexen Einheit nicht nur verengend auf die Glottis (Annäherung der Aryknorpel), sondern reguliert auch mit seinen zopfartig miteinander verflochtenen Muskelfasern, die nicht parallel zum Stimmlippenrand verlaufen, den inneren Spannungszustand der Stimmlippen, der sich fein abgestuft variieren läßt und die Präzision der Stimme zur Erzeugung verschiedener Tonhöhen ermöglicht. „Übereinstimmung besteht darin, daß sich der *M. vocalis* aus zwei Teilen zusammensetzt: *Portio thyreovocalis* mit Ansatz am *Processus vocalis*, *Portio thyreomuscularis* mit Ansatz am *Processus muscularis*.“¹⁶ Allerdings kann der Spannungszustand nur in Einvernehmen mit dem *Ring-Schildknorpel-Muskel* (*M. cricothyreoideus*) und dem *Lig. conicum* (Abb. 103/A u. 103/B) realisiert werden. Sie bewirken eine Längenänderung und passive Spannung der Stimmlippen, wirken also einer Verkürzung der Stimmlippen entgegen, was einer Phona-tionsfrequenzerhöhung gleichkommt (Abb. 79).

„Der *M. vocalis* und der *M. cricothyreoideus* sind Antagonisten, beide sind Spannmuskeln und beide sind *ausgesprochene Singmuskeln*“¹⁷, die durch ihre Wirkungsweise maßgeblich am stimmtechnisch - künstlerischen Deckvorgang und an der *Registerbildung* beteiligt sind.

Es ist bereits erläutert worden, daß der Schildknorpel mit dem Ringknorpel ligamentös als auch gelenkig verbunden ist. An seinen hornartigen, nach unten auslaufenden Fortsätzen ist der Schildknorpel mit seitlichen Gelenkflächen der Ringknorpelplatte durch je ein Gelenk verbunden. In diesem Ringknorpel-Schildknorpelgelenk (*Articulatio cricothyreoidea*), das Ringknorpelhorn des Schildknorpels und Ringknorpel bilden, liegt die Drehachse beziehungsweise der Drehpunkt für die Kippbewegung (Abb. 78).

Da zur Regulierung beziehungsweise Steigerung der Tonhöhe eine Zunahme der Stimmlippenspannung erforderlich ist, „strecken sich die Stimmlippen und spannen sich stärker an, wobei das *Sternothyreoideus-Cricothyreoideus-System* (Schilling, 1937) seine *Rahmenfunktion* für die Anspannung der Stimmlippen ausübt.“¹⁸

Muskel	Ursprung	Ansatz	Funktion
Öffner der Stimmritze			
M. cricoarytaenoideus dorsalis (Posticus)	Hinterfläche der Ringknorpelplatte	Processus muscularis des Aryknorpels	zieht den Processus muscularis nach hinten und unten, wodurch sich die Stimmritze öffnet. Alleiniger Öffner der Stimmritze
Schließer der Stimmritze			
M. cricoarytaenoideus lateralis (Lateralis)	Ringknorpelbogen oberer Rand der Außenfläche	Processus muscularis des Aryknorpels	zieht den Processus muscularis nach vorn und unten, so daß sich die Stimmritze im vorderen Anteil schließt. Gegenspieler des M. cricoarytaenoideus dorsalis
M. arytaenoideus: Pars transversa, Pars obliqua	in quorem und schrägem Verlauf zwischen den Aryknorpeln an deren Hinterfläche		nähert die Aryknorpel und schließt den hinteren Anteil der Stimmritze
M. thyreoarytaenoideus: Pars externa	Innenfläche des Schildknorpels	vordere Fläche des Aryknorpels lateral von der Pars interna	nähert die Aryknorpel und schließt die Stimmritze vorwiegend im vorderen Anteil
Spanner der Stimmlippe			
M. thyreoarytaenoideus Pars interna (M. vocalis)	innerer Winkel des Schildknorpels	Processus vocalis des Aryknorpels	spannt die Stimmlippen (Feineinstellung)
M. cricothyreoideus (Pars recta, Pars obliqua)	Unterrand und unteres Horn des Schildknorpels	vorderer Teil des Ringknorpelbogens	hebt den Ringknorpelbogen, kippt dadurch die Ringknorpelplatte mit den Aryknorpeln nach hinten unten und spannt die Stimmlippen (Tonhöhenregulierung, Rahmeneinstellung)
Entspanner der Stimmlippe			
M. cricopharyngeus	Seitenfläche des Ringknorpels	Mitte der Pharynxhinterwand	senkt den Ringknorpelbogen, kippt damit die Ringknorpelplatte mit den Aryknorpeln nach oben vorn und entspannt die Stimmlippen. Gegenspieler des M. cricothyreoideus

Tab. 2: Muskelsystem des Kehlkopfes (verändert nach Wendler u. Seidner, 21987 aus Spiecker-Henke, 1997)

Dazu verhilft in erster Linie der M. cricothyreoideus. „Er wirkt sowohl mit seiner *Pars recta* (Scharnierbewegung [Kippbewegung, d. Verf.]) als auch mit der *Pars obliqua* (Gleitbewegung) im Sinne einer Stimmlippenverlängerung“¹⁹, wodurch sich diese bei Verringerung der schwingenden Masseteile und gleichzeitiger Beschleunigung der Schwingbewegung zur Höhe passiv spannen und verschmälern. Bestehend aus Fasern seines mittleren und äußeren Teiles verlaufen erstere von der Außenfläche des Ringknorpelbogens fast senkrecht zum vorderen unteren Rand des Schildknorpels (*Pars recta*) und letztere vom seitlichen oberen Rand des Ringknorpelbogens sehr schräg nach hinten oben (*Pars obliqua*), fast horizontal zur rückwärtigen Unterkante und zum unteren Horn des Schildknorpels (Abb. 77, 78 u. Tabelle 2). „Die Aktivität des M. vocalis soll aber auch bei höheren Tönen erhalten bleiben, sonst klingt die Stimme dünn, kraftlos oder matt und hohl (voix mixte, Einregister).“²⁰ Phoniatische, röntgenologische und experimentelle Untersuchungen über die auf die Höhe der

Singstimme einwirkenden Faktoren mit besonderer Berücksichtigung des M. sternothyroideus ergaben, daß dieser Muskel nach Sonninen (1958) „eine dualistische Wirkung auf die Länge der Stimmlippen hat: Bei den tiefen Tönen kann er die Stimmlippen *verkürzen*, bei den hohen aber trägt er zur *Verlängerung* derselben bei.“²¹

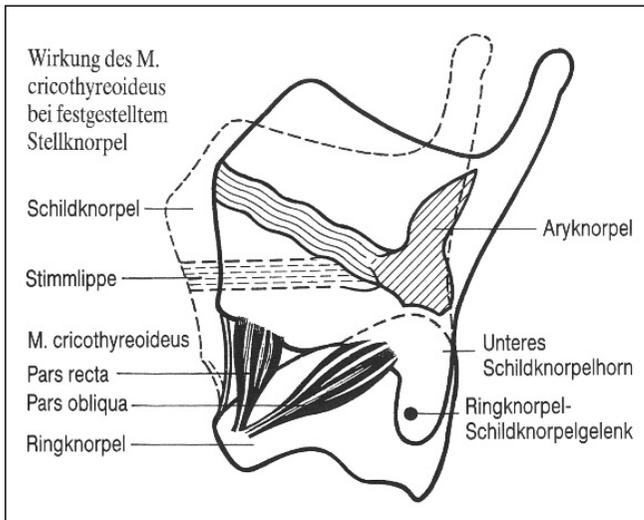


Abb. 78: Wirkung des M. cricothyroideus bei festgestelltem Stellknorpel (nach Wirth, 41995)

Obwohl W. Reinecke (1912) berichtet, daß durch das wichtige *Gähngefühl* (Abb. 127 a u. b) „und die Empfindung des lockeren wie gelähmt herabhängenden Unterkiefers, welcher mit der Schlundweite zusammenhängt und die von Natur schwächeren aber für den Sänger um so wichtigeren Herabzieher (M. sternothyroideus) das Übergewicht erhalten, um die am Zungenbein ansetzenden, den Kehlkopf hochziehenden Muskeln, die für den Idealsänger schädlich sind, weil sie die Resonanzhöhlen verkleinern, völlig auszuschalten vermögen“²², zogen einige Stimmforscher dessen Funktion immer wieder in Zweifel. Demgegenüber ziehen neuere Überlegungen von Sonninen (1965), obwohl bereits 1958 (1956) stimmphysiologisch untersucht, und Vennard et al. (1970) „allerdings seine Wirkung als bloßer Stimmlippenverkürzer in Zweifel. In Abhängigkeit von der Gesangstechnik und von der Position des Kopfes und Nackens vermag danach der Muskel als Verkürzer oder Verlängerer zu funktionieren, wobei die Aktivität der anderen Larynxmuskeln mit von Bedeutung ist. Seine den Larynx herabziehende Kraft beim Gähnen wird gesangstechnisch genützt.“²³

Bei Kontraktion des paarig angelegten M. cricothyroideus wird der gehobene Ringknorpelbogen mittels kurzen Hebelarm, dessen Drehachse an der Aufsetzstelle des Schildknorpels auf dem Ringknorpel liegt, an den Schildknorpel gekippt, „wodurch sich die Ringknorpelplatte nach dorsal und kaudal verlagert. Die aufsitzenden Aryknorpel werden mitgeführt, und es kommt zur Verlängerung und Anspannung der Stimmlippen und damit zu einer Steigerung der Tonhöhe (Grobspannung, d. Verf.). Die Feineinstellung erfolgt durch die Vocalismuskeln im Zusammenwirken mit der gesamten inneren Larynxmuskulatur. Ist der Kipp-

mechanismus erschöpft, verlängern sich die Stimmlippen nur noch unbedeutend. Ein weiteres Anheben der Tonhöhe macht dann eine verstärkte Aktivität der Mm. cricothyreoidei bei weitgehender Entspannung der Mm. vocales notwendig²⁴ (Abb. 60).

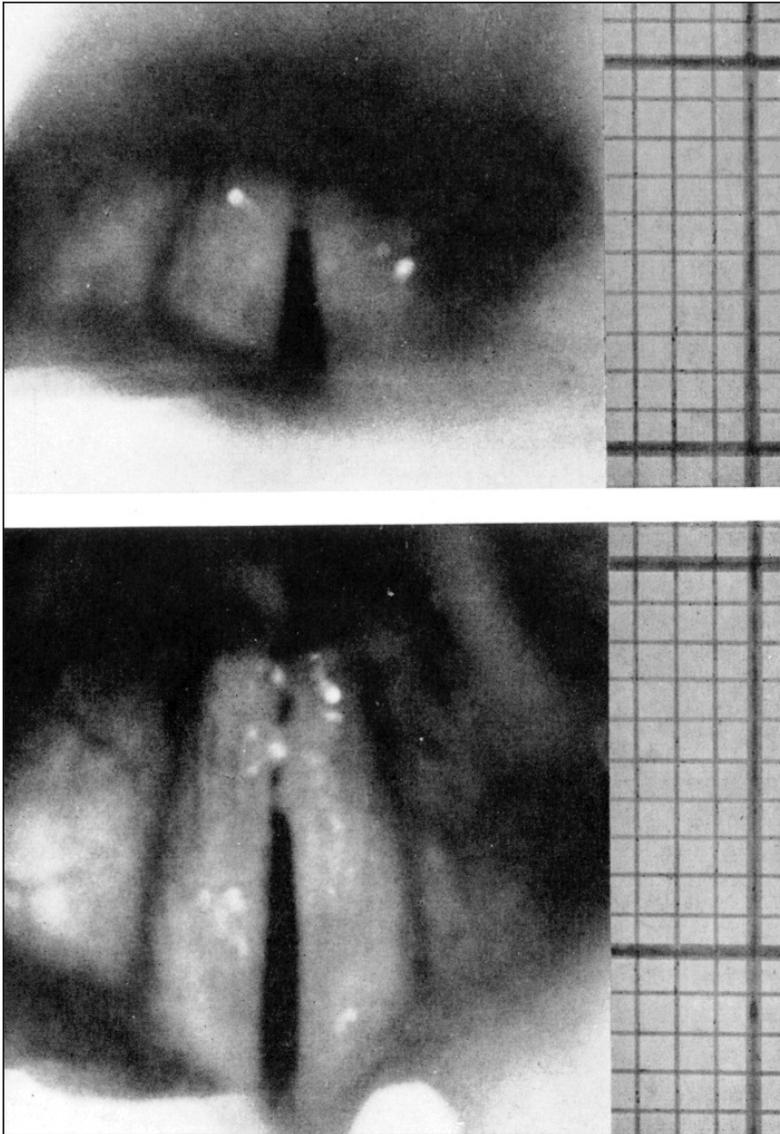


Abb. 79: Verlängerung der Stimmlippen mit steigender Tonhöhe (nach Wendler). Oben: Tonhöhe A₁ (116 Hz), unten: Tonhöhe h¹ (494 Hz); rechts im Bild: Millimeterraster (aus Seidner und Wendler, 31997 [modifiziert])

„Ist die Dreizahl der Register sowie der Oktavabstand ihrer Übergänge vorgegeben, dann erhebt sich die Frage, wie die Tonskala zustandekommt und welche Bedeutung die „Registerübergänge“ besitzen könnten. Legt man für die Stimmlippenschwingung die allgemein für ein elastisches System geltende Schwingungsgleichung zu Grunde, so errechnet sich die Resonanzfrequenz mit

$$f = c \sqrt{\frac{S}{M}}$$

(es bedeuten f die gesungene Tonhöhe, c eine Konstante, S die Spannung der Stimmlippen, M die Masse des vibrierenden Stimmlippenteiles, d. h. die Masse pro Längeneinheit).

Nach A. Sonninen (1958) setzt sich der Spannungsfaktor S zusammen aus $S = S_1 + S_2$. S_1 ist die passive innere Spannung, vermutlich abhängig in erster Linie von der Anzahl der elastischen Fasern im Stimmlippenmuskel; S_2 ist die aktive innere Spannung vom Kontraktionszustand des *M. vocalis*. Eine Erhöhung der Frequenz, das heißt das Singen eines höheren Skalentones, bedeutet eine Erhöhung des Verhältnisses $S : M$, besteht also in der Zunahme der Spannungsverhältnisse. Diese werden ausbalanciert durch die Rahmenmuskulatur und/oder durch eine Verringerung des schwingenden Masseanteiles der Stimmlippen (Verlängerung, Streckung der Stimmlippe)²⁵ (Abb. 79).

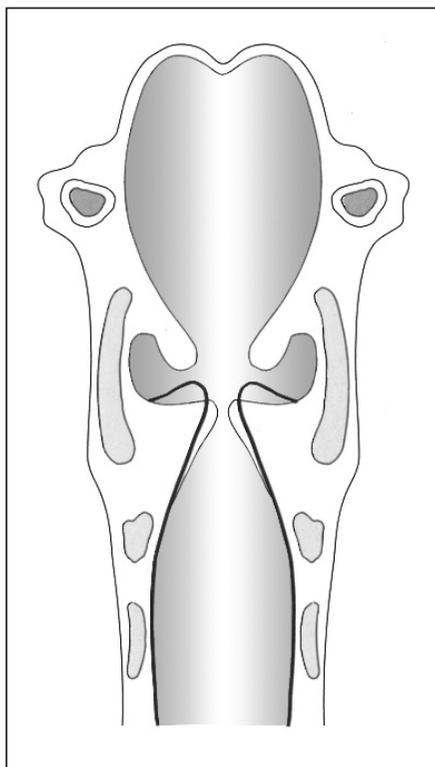


Abb. 80: Schwingungsablauf der Stimmlippen, Grundbewegung (nach Schönhärl, 1960)

Bei einer gesunden Sängerstimme ist der sich als „Grundbewegung“ manifestierende normale physiologische Schwingungsablauf - die schwingenden Stimmlippen bewegen sich nicht allein in Horizontalebene, sondern zugleich in vertikaler Richtung (Abb. 80 u. 81) - durch zusätzliche, weitgehend unabhängige beziehungsweise eigene gesetzmäßig ablaufende Formänderungen der gegenüber Muskelkörper und Stimmlippenrändern verschiebli-

chen Schleimhaut unterworfen, die sich durch den entstandenen Spannungszustand als „Randkantenverschiebung“ bezeichnet.

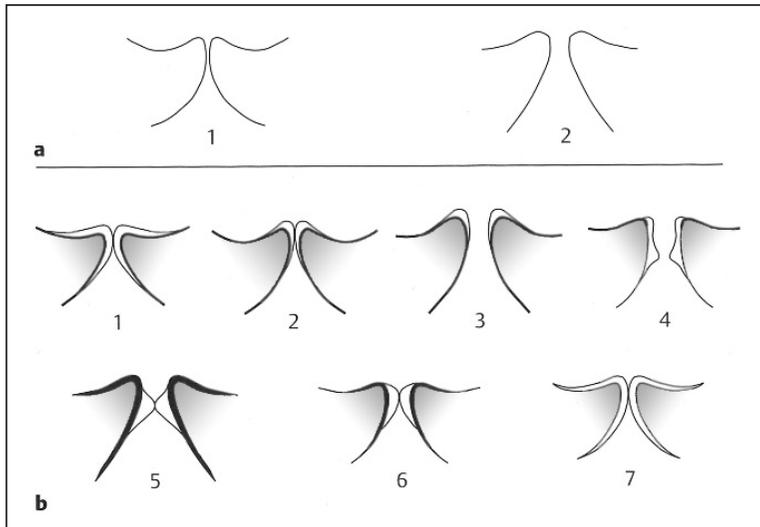


Abb. 81: Schwingungsablauf der Stimmlippen, Randkantenverschiebung, **a)** Grundbewegung **b)** Schleimhautbewegung (nach Schönhärl, 1960)

Mit dieser Verschiebung fungiert im Falle einer mechanischen Beanspruchung bei der Stimmbildung das besonders belastbare Stimmlippenepithel (Deckschicht) als Energieüberträger (Abb. 66), das sich in seiner den Stimmlippen umhüllenden Flexibilität der Stimmlippenmuskulatur von der vorderen bis zur hinteren Kommissur kantenförmig aufwirft und hinwegbewegt. „Dabei rollt die Schleimhaut ellipsenförmig ab und zeigt in bestimmten Schwingungsphasen auch entgegengesetzte Bewegungstendenzen. Während kraniale Anteile in der Öffnungsphase noch nicht vollständig auf der Stimmlippenoberfläche nach lateral verstrichen sind, beginnt subglottisch schon eine Medialverlagerung, die die Schlußphase einleitet (Abb. 82).

Hirano machte 1974 und 1982 darauf aufmerksam, daß sich die Gewebeschichten in Abhängigkeit vom Spannungszustand der Stimmlippen unterschiedlich am Schwingungsablauf beteiligen. Bei geringer Stimmlippenspannung werden Muskel und Schleimhaut gleichermaßen verformt, aber mit zunehmender Anspannung nimmt der Anteil muskulärer Wellenbewegungen ab. Bei stärkster Spannung von Muskel und Schleimhaut ergeben sich nur noch Schwingungen kleiner Amplitude ohne wellenförmige Bewegung.“²⁶

Die nun in unserer ersten Untersuchung sich von a (220 Hz) bis g² (784 Hz) erstreckende Tessitur (von ital. »tessitura«, Gewebe [Aufbau]) - hier im Sinne des geforderten tiefsten und höchsten Tones - der Koloratur muß entschlossen (ital., risoluto) im forte gesungen werden. Sie ist teils an die Voll-, Mittel- und Randstimmfunktion in direkter Verbindung mit dem Brust-, Mittel- und Kopfreister lagenmäßig gebunden, deren erfaßten Tonhöhenbereiche Funktions- und Spannungsveränderungen unterliegen. Diese bahnen sich innerhalb der Funktionsoktaven in einem Aufbauschema der Stimme nach Tetrachorden beziehungsweise

Quinten an („der M. vocalis muß sich offensichtlich im Quintabstand durch Spannungsänderung der neuen Lage anpassen“²⁷), um die registermäßigen Übergangsstellen, die in der Abb. 83 lediglich Mittelwerte darstellen, systematisch zu erfassen, so daß eine Funktionsoktave („Register“) physiologisch (und auch akustisch) aus zwei sich mehr oder weniger unterscheidenden Segmenten besteht. „Die Mischungsverhältnisse der Registerfunktionen existieren in den unterschiedlichsten Graduierungen, abhängig von den anatomischen Verhältnissen, beeinflussbar durch die Atem- und Ansatzrohrfunktion als Teilbereiche und durch die Gesamtsteuerung der sängerischen Disposition. Die Wirkweise der Registerfunktionen ergibt nicht nur die TonhöhenEinstellung, sondern auch charakteristische Klangerscheinungen. Die Funktion der tiefen Registerform bewirkt massive, voluminöse, satte und ähnliche Tongebung. Die Hochregisterfunktion mehr tragfähige, glänzende, helle und ähnliche, individuell graduiert durch vokalisches und extravokalisches Timbre.“²⁸

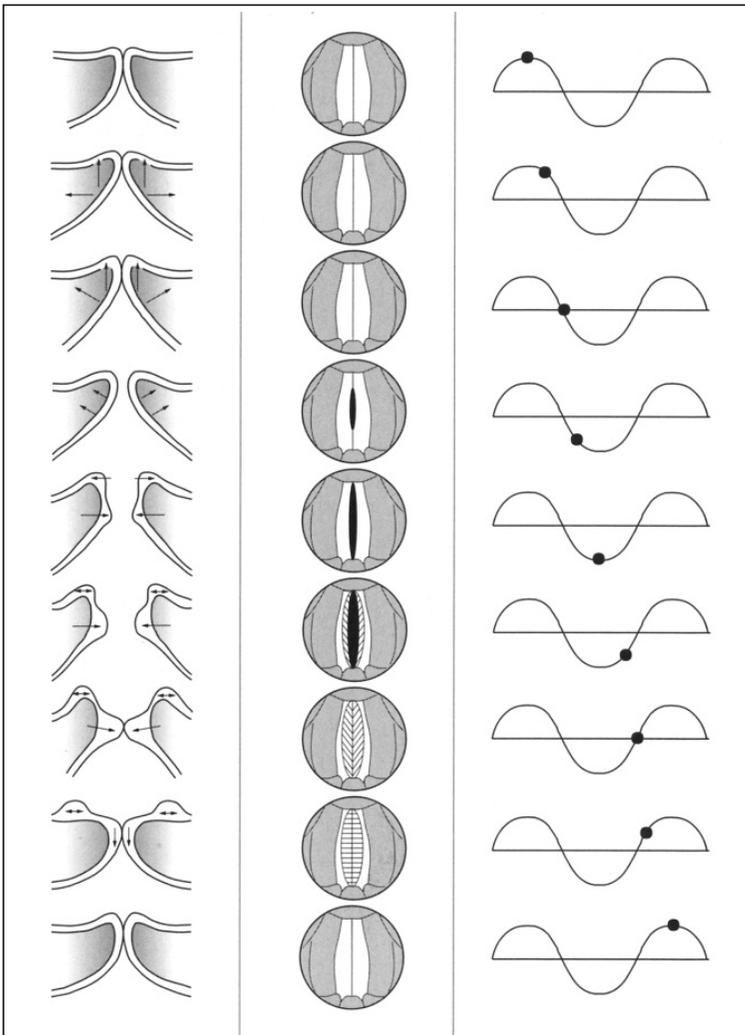


Abb. 82: Normaler Bewegungsablauf der Stimmlippen einschließlich der Randkantenverschiebung (nach Schönhärl, 1960)

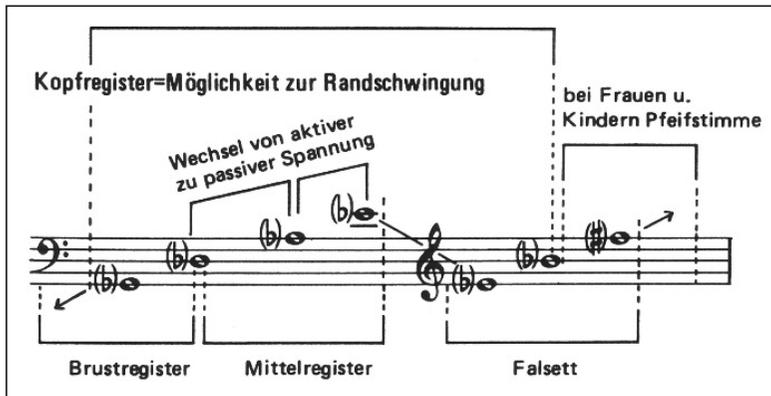


Abb. 83: Registereinteilungen und Registerübergänge („Quintübergänge“) in der Männerstimme (in der Frauenstimme eine Oktave höher), (in Anlehnung an Nehrlich, 21860 und E. Fischer, 1969 nach Göpfert, 21991)

2. Untersuchungen zur Kunstfertigkeit der Koloratur am Beispiel der Silbe „ja“ im Bereich der Tessitur a-g²

Es handelt sich um eine gesponnene Passage melismatischen Charakters, in der auf eine Silbe eine Tongruppe gesungen wird, die im Vergleich zur dramatisch-gehämmerten, das heißt im Martellato (von ital. »martellare«, hämmern) gesungenen Koloratur aus Ausdruck des Willens (G. F. Händel 1685-1759; J. S. Bach 1685-1750; W. A. Mozart 1756-1791) hingegen eher als Ausdruck des Gefühls gedeutet werden darf.

risoluto

f

ja, sie sei ver-eint!

F.F.

ja, sie sei ver-eint!

F.R.

sei ver-eint!

sei ver-eint!

Tromp.

Tutti.

p poco rall.

Notenbeispiel 2: O. Nicolai: „Die lustigen Weiber von Windsor“, Koloraturpart der Frau Reich, 1. Akt, 2. Szene, Berlin 1849

Das Beispiel zeigt den kadenziierten Abschluß eines Duetts zwischen „Frau Fluth“ (F. F.) und „Frau Reich“ (F. R.) (Erster Akt, zweite Szene) aus der komisch-phantastischen Oper „Die lustigen Weiber von Windsor“ von Otto Nicolai (1810-1849).

Sonographiert wurde die Stelle der darüber in kleineren Druck abweichenden Lesart, oft mit *ossia* (ital., oder, auch) bezeichnet. Mit dem Hinweis auf eine andere Fassung im Notentext gebend - sie bringt meist Erleichterungen oder Erschwerungen für die Sängerstimme - wurde die Silbe „ja“ der Partie der „Frau Reich“ (zweites Liniensystem von oben) durch drei unterschiedliche Vpn. einer Alt-Mezzostimme interpretiert. Hierzu werden sechs Untersuchungsergebnisse dargestellt:

1. Alt (Lyrischer Mezzosopran)

Schmalbandsonagramm 1: (S. 124)

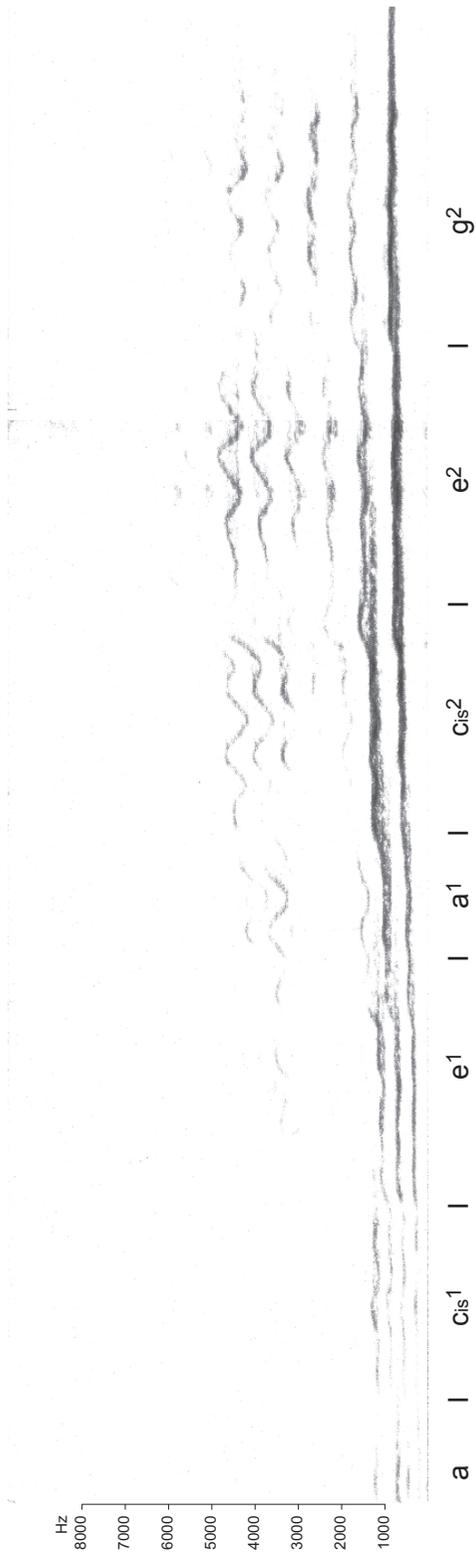
Die Teiltonzeichnung der Koloratur ist bei ungedecktem Singen insgesamt uneinheitlich, was auf ein Manko einiger gesangswissenschaftlich-expliziter Anforderungen schließen läßt (s. Kap. VII, 5. Abschnitt).

Breitbandsonagramm 1: (S. 124)

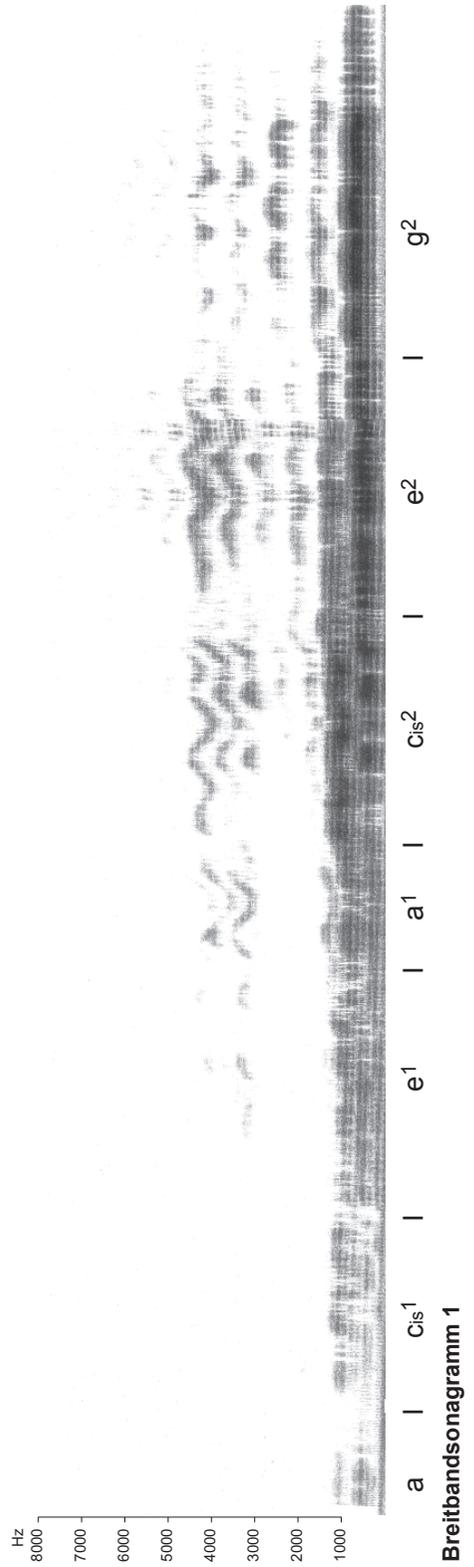
Eindeutig zeigt das Spektrogramm bei teilweiser Zurückweichung der Grundfrequenz eine Verstärkung des zweiten Obertons (dritter Partialton) im Tonhöhensegment a^1 (440 Hz) bis cis^2 (555 Hz). Dies steht damit in Zusammenhang, daß der im *Passaggio* (ital., Übergang, Durchgang) um e^1 (330 Hz) plötzliche Wechsel von Periodenfrequenz und Stimmtimbre eine plötzlich eintretende Veränderung des Schalldruckpegels nach sich zieht.

Gelangt die vokalausgleichende und registermischende diskrete Deckungsfunktion, die einen strahlenden obertonreichen Stimmklang charakterisiert, nicht zur Anwendung, so bleibt die Vokalqualität nicht erhalten. Wenn, anders gesagt, sich Phonationsfrequenz (s. S. 54) und Stimmtimbre ändern, so sind diese Merkmale auf die Nichterhaltung des Vokalcharakters zurückzuführen. Zweifelsfrei zieht dies bei verbreiteter Mundstellung eine Verkürzung der Pharynxlänge nach sich, was zu einem, mit geringer Klangfülle, entstehenden metallisch hellen, engen kleinen Stimmklang führt. Die Schallübertragungsfunktion des Ansatzrohres (Abb. 31) ist erheblich eingeschränkt.

Wird bekanntlich der Ansatz an der *Nasenzwurzel* (*Radix nasi*) und im Oberkieferbereich (Oberzahnreihe beziehungsweise harter Gaumen) - das sogenannte „Singen in die Maske“, welches die Italiener mit Vordersitz der Stimme bezeichnen - zu einseitig ohne Erschließung und Einbeziehung des „Kuppelklanges“ betrieben, so kann es, wie dieses Sonagramm repräsentiert, zu Fehleinstellungen kommen. Treten nicht lokalisierte Vibrationsempfindungen im Stirnbereich über den Augenbrauen und im oberen und hinteren Kopfbereich (Kuppelklang), die den Kontakt der tiefer gelegenen Resonanzbezirke (Körperklang) wahren müssen, hinzu (Abb. 30), „so kann eine bleibende Überbetonung, eine funktionelle Isolierung des inneren Stimmfaltemuskels eintreten. Die stimmfaltendehnenden Kräfte schalten sich



Schmalbandsonagramm 1



Breitbandsonagramm 1

langsam aus, der Aufhängemechanismus fällt zusammen, der Kehlräum ist verengt.²⁹ Es kommt hier nicht infolge eines durch den subglottischen Luftdruck hochgetriebenen Kehlkopfes bei demnach inkonstanter Impedanz zu einer speziellen Zungenstellung („Löffelhaltung“), welche einen tiefen Zungengrund erlaubt. Auf Seite 263 und 300 wird hierauf eingegangen, was zuvor kontextuell auf Seite 198 und 207 physiologisch expliziert wird.

Da die schmale, ovale Mundform die Aufgabe hat, den Luftstrom richtig zu steuern, „verliert bei verbreiteter Mundstellung der Luftstrom seine schmale Bahn und zerflattert schon ab dem Brustregister, so daß der Oberklang nicht mehr gut erreicht werden kann (Fehlen des hohen Stimmsitzes, d. Verf.). Die Kehle hebt zudem durch die Verbreiterung des Mundes an, und der Luftstrom wird dadurch nicht mehr in zwei Wege geteilt (Abb. 131). Der Unterschied zwischen schmalen und breitem Mund ist deshalb auch durch erhebliche Klangdifferenzen nachweisbar.“³⁰

Merkmal für eine ungedeckte Stimmformung ist auch die nur teilweise im Tonhöhensegment a^1 bis cis^2 und ab e^2 (659 Hz) erkennbare Durchzeichnung von Grundfrequenz, ersten Formanten und ersten Oberton (zweiter Partialton). Klanganalysen ergaben bereits 1912 durch Pielke, „daß bei den *offenen* Tönen durchweg der 2. *Partialton*, also die Oktave des Grundtones, auffallend stark hervortritt.“³¹ Zudem verläuft die Durchzeichnung des zweiten Obertons (zweite Teilfrequenz = Multiplikation der Grundfrequenz F_0 und zweiter Formant) nicht kontinuierlich und wird im Passaggio um e^1 (330 Hz) und im Tonhöhensegment a (220 Hz) bis cis^1 (278 Hz) unterbrochen beziehungsweise um g^2 (784 Hz) abgeschwächt.

Eindeutig verliert die Sängerin die resonatorische Basis des Körperklangs, also die Resonanzerscheinung des tiefen Unterklangs „(Brustresonanz, Sonorität, Tiefgriff)“³², der aus der Brustkraft, das heißt aus der empfundenen Weite des *Thorax (Brustkorb)* im Sinne der „forza naturale del petto“ (Mancini)³³ resultiert.

Die von dieser Stimme mit zu geringer Innervation und Intention bei fehlendem Legato gesungenen Koloratur läßt außerdem zwischen den einzelnen Tönen (a^1 und cis^2 , cis^2 und e^2 , e^2 und g^2) einen Hauchlaut [h] (Tabelle 5) hörbar werden, was auf einen mangelhaften Vordersitz und schlechte Atemdosierung hinweist (Abb. 84).

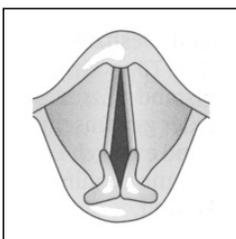


Abb. 84: Haucheinstellung: spindelförmige Öffnung der Glottis. Akustisch: überlüfteter Klang (nach Spiecker-Henke, 1997)

Dieser Alt-Mezzostimme fehlt der physiologische („durchgemischte“) Pianoton. Folglich haben wir aufgrund spektral festgestellter verminderter oder aufgehobener Randkantenverschiebungen in den hohen Stimmfunktionsbereichen beziehungsweise dieser Untersuchung

dem Befund des 3. Alt mit dazugehöriger Abbildung (Abb. 112) im 12. Abschnitt gegenübergestellt, weil vom *Stimmbandrand* her eingesetzt wird. Auf Seite 225 und 234 wird hierauf eingegangen, was zuvor kontextuell auf Seite 106 und 166 expliziert wird.

Entweicht, wie in diesem Falle, prozentual zuviel Luft durch den Mund, so wird das *Luft- und Klangmischungsverhältnis*, das normalerweise zwischen Epi- und Mesopharynx in zwei Wege geteilt wird (Abb. 85 u. 131), zu mundlastig, was sich erheblich auf die Formantfrequenzen auswirkt. „Das mittlere Register wird zu stark isoliert, Brust- und Oberklang werden durch den Verlust des Luftmischungsverhältnisses nicht genügend ausgenutzt.“³⁴ „Drängt zuviel „wilde“ Luft auf die Stimmlippen, können diese ihren elastischen Schwingvorgang nicht mehr differenziert ausführen, die Balance ist gestört. Entweder geben die Stimmlippen dem Luftdruck nach und die Luft entweicht als hauchiges Nebengeräusch bei der Tonproduktion,

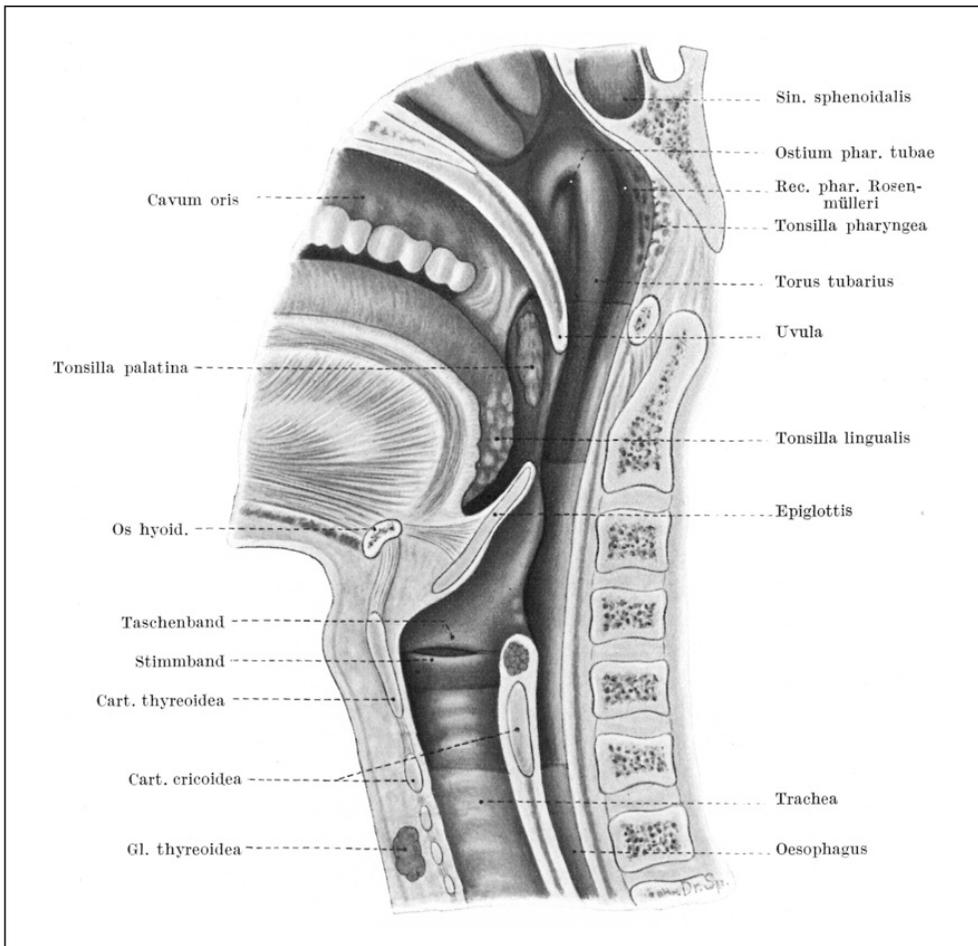


Abb. 85: Etagen des Pharynx und Larynx. Pharynx: Epipharynx (Nasopharynx) rot, Mesopharynx (Oropharynx) violett, Hypopharynx (Laryngopharynx) blau. Larynx: Vestibulum laryngis rot, Rima glottidis violett, subglottischer Raum blau (aus Falk, 1943 [modifiziert]). Die farbliche Gestaltung dieser Abbildung ist auf Seite 312 zu ersehen.

oder äußere Muskeln kommen den Stimmlippen zu Hilfe, um den Verschluss aufrecht zu erhalten, wobei die Resonanzräume sich krampfartig verengen, was zu einem geknödeltten oder gepreßten Ton führt.⁴³⁵ Hierdurch können die für rasches Öffnen und Schließen der Stimmritze zuständigen Larynxmuskeln *M. cricoarytaenoideus dorsalis*, *M. cricoarytaenoideus lateralis*, *M. arytaenoideus* (Pars transversa, Pars obliqua) und *M. thyreoarytaenoideus* (Pars externa) nur unzureichend ihre Aufgabe erfüllen, die Stimmlippen einander zu adduzieren, also die Glottis zu schließen (Tabelle 2). Und weil der dem transglottischen Luftstrom durch die Glottis entgegengesetzte Widerstand inkonstant bleibt und daher ein Verhältnis von größerer Öffnungszeit zum Gesamtzyklus zugrunde liegt, sieht die Druckverlaufskurve dann erheblich abgerundeter aus als in der Abb. 26. Fourieranalytisch drückt sich das in einem Spektrum aus, bei dem die Enveloppe steiler als in der Abb. 37 abfällt. Der Extremfall in dieser Richtung ist die unter Beimischung von Turbulenzrauschen verhauchte Stimme.

Resultat unerfüllter wesentlicher Einstellungsqualitäten ist bezüglich auditiver Analyse die bei zu straff gespanntem Velum mit Verspannungen in der Hals- und Nackenregion zur Höhe hin zunehmende Pharynxenge nebst Larynxhochstand. Als Ursache sei hier nur die Kontraktion des *M. thyreohyoideus* als Heber analysiert, was sogleich fortsetzenden Strängen des *M. sternothyreoides* mitgeteilt wird; eine Annäherung zwischen Schildknorpel und Hyoid wird bewirkt. Folglich wird das Ansatzrohr in seinem longitudinalen Durchmesser diminuiert. Die Aryknorpel sind nach vorne überkippt, die Taschenfalten nach medial vorgewölbt (Wirth, 41995). Auch das vor allem auffallende Verhalten der Epiglottis spielt eine wichtige Rolle. Denn jedesmal, wenn sie sich durch Beihilfe des *M. arytaenoideus obliquus* und des zur Epiglottis sich fortsetzenden *M. aryepiglotticus* nach hinten senkt und überdies durch diese Muskeln verkleinerten Aditus laryngis legt, wird die vordere Kommissur der Stimmlippen *verdeckt*. Dies findet synonymisch im Klangspektrum seinen Niederschlag, indem die höheren Frequenzen des F₃ und F₄ im Bereich um 4000 Hz in der Tonhöhenlage um e² (659 Hz) *verdeckt* werden, denen eine Abschwächung der spektralen höheren Teiltonbereiche des F₂, F₃ und F₄ in der Tonhöhenlage g² (784 Hz) folgt. Die Ausprägung der hohen Sängeformanten fehlt.

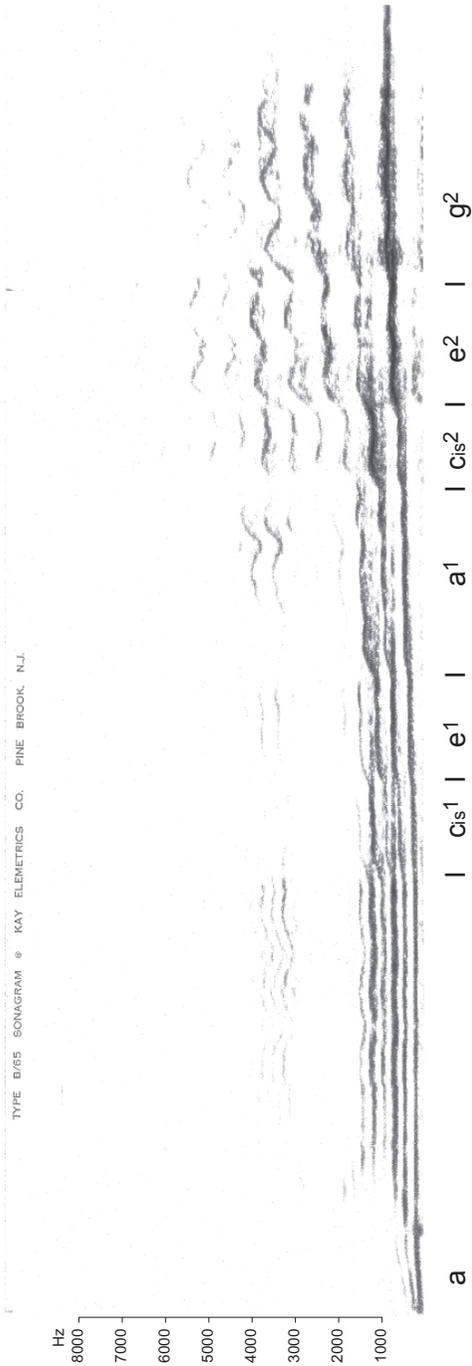
2. Alt (Lyrischer Mezzosopran)

Schmalbandsonagramm 2: (S. 128)

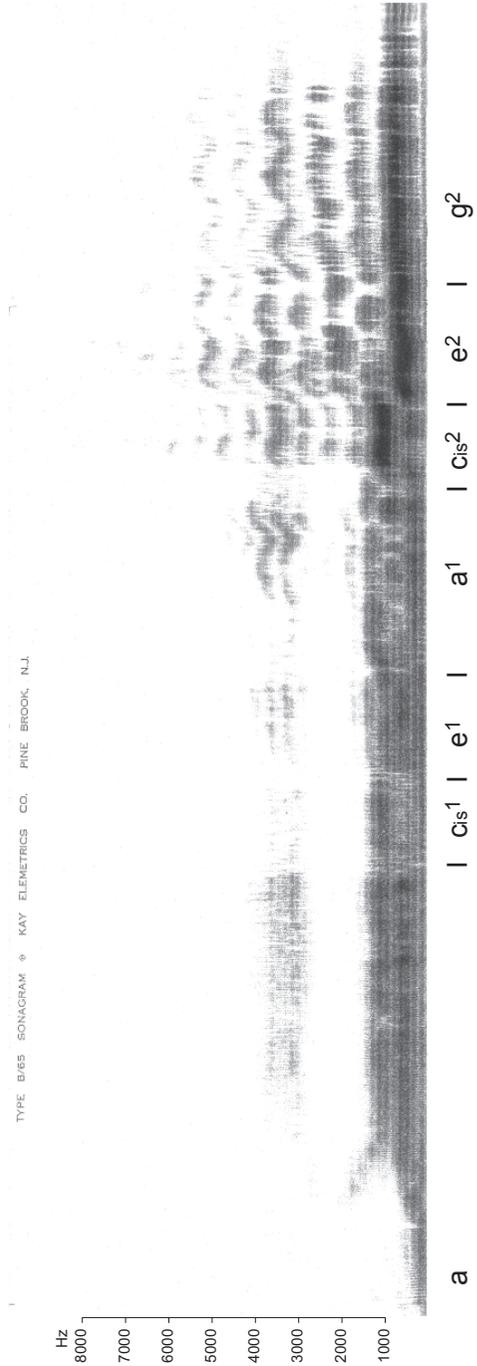
Die Teiltonzeichnung repräsentiert bei ungedeckter Stimmformung einen insgesamt uneinheitlichen Verlauf, was auf ein Manko einiger gesangswissenschaftlich-expliziter Anforderungen schließen läßt (s. Kap. VII, 5. Abschnitt).

Breitbandsonagramm 2: (S. 128)

Der Befund zeigt eine deutliche Durchzeichnung von Grundfrequenz, ersten Formanten und ersten Oberton, deren Intensität sich im Tonhöhensegment e² (659 Hz) bis g² (784 Hz) zwischen 500 Hz und 750 Hz bewegt.



Schmalbandsonogramm 2



Breitbandsonogramm 2

Hierzu zeigt Abb. 86 illustrativ einen Überblick der musikalischen Tonhöhenumfänge verschiedener Stimmgattungen bei Sängern und deren Frequenzbereiche.

Zuvor hat in der Tonhöhenlage cis^2 (555 Hz) eine auf der Frequenzskala nach oben erfolgte Änderung der Grundfrequenz stattgefunden, die sich mit dem ersten Formanten durch einen Sprung kennzeichnend als „Treppenformant“ um 1000 Hz verstärkt. Hier übernimmt der sich um 2000 Hz bewegendende F_2 eine Teilfrequenz des zweiten Obertons. Dies ist auf eine ungedeckte Stimmformung und demzufolge auf eine in der Tonhöhenlage e^1 (330 Hz) erfolgte Trennung von Grundfrequenz und ersten Formanten zurückzuführen, was zur Folge hat, daß im Passaggio um cis^1 (278 Hz) die registermäßige Disposition dieser Stimme mit dem Eintreten in die Mittelstimmfunktion divergiert und somit einer bruchlosen Durchmischung und ideal ausgeglichenen Klangform nicht entspricht. Tabelle 3 veranschaulicht zudem die auditive Beurteilung der Sing- und Sängerstimme.

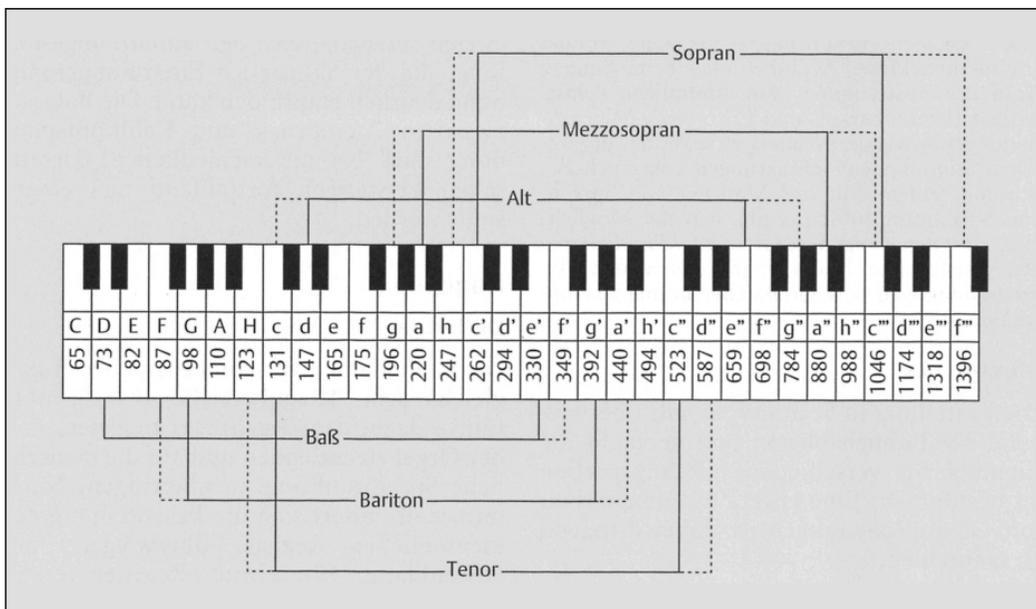


Abb. 86: Musikalische Tonhöhenumfänge verschiedener Stimmgattungen bei Sängern und deren Frequenzbereiche (nach Wendler et al., ³1996 [modifiziert])

Hinlänglich ist bekannt, daß sich für Altstimmen aufgrund ihres weit in den Vollstimmbereich hineinreichenden Stimmumfangs im unteren Bereich eine kritische Umstellphase ergibt welche ihnen oft besonders zu schaffen macht. „Ein glatter Übergang zählt hier zur Minderheit, wenn nicht zur Ausnahme. Durch angestregtes Singen in den Entwicklungsjahren, meist aber durch naturalistisches Höherführen der rohen Bruststimme hat sich ein mehr oder minder ausgeprägter Bruch (h-f^1) herausgebildet“³⁶ (s. S. 284).

In dieser Lage (cis^1) erklärt der mangelhafte Ausgleich die Unterbrechung der anfänglich schwachen Energie von Grundfrequenz und F_1 , was eine uneinheitliche geringe Teilschwin-

gungsdichte mit starker Vibratozeichnung auch für die nachfolgenden Tonhöhensegmente zur Folge hat.

Die durch die zuviel durch die Glottis strömende Atemluft - markant zwischen den Tönen cis^1 und e^1 , e^1 und a^1 , um a^1 sowie zwischen a^1 und cis^2 - und der demzufolge bei fehlendem Legato große Intensitätsverlust und fehlende Vordersitz, welche mit der Stimmführung im unmittelbaren Kontext steht und sich im Sinne des „appoggiarsi in petto e testa“ negativ auswirken muß, erklärt die Überbetonung der dunklen tieferen Resonanzen dieses Gesangskörpers, wodurch bei eingeschränkter Schallübertragungsfunktion die Schallpegel der Teilschwingungen zunehmen. Das Verhalten von Druckverlaufskurve (Glottogramm) und Enveloppe in Abbildung 26 und 37 entspricht der vorherigen Untersuchung auf Seite 127. Auch in diesem Spektrogramm sind keine eindeutigen gut ausgeprägten Sängerformanten zu erkennen. Dazu verweisen wir auf die teilweisen Funktionsausfälle und den sich hieraus durch wahre Kettenreaktionen ergebenden Fehlern, welche in den nachfolgenden Untersuchungen und im VIII. Kapitel noch ausführlich dargelegt werden.

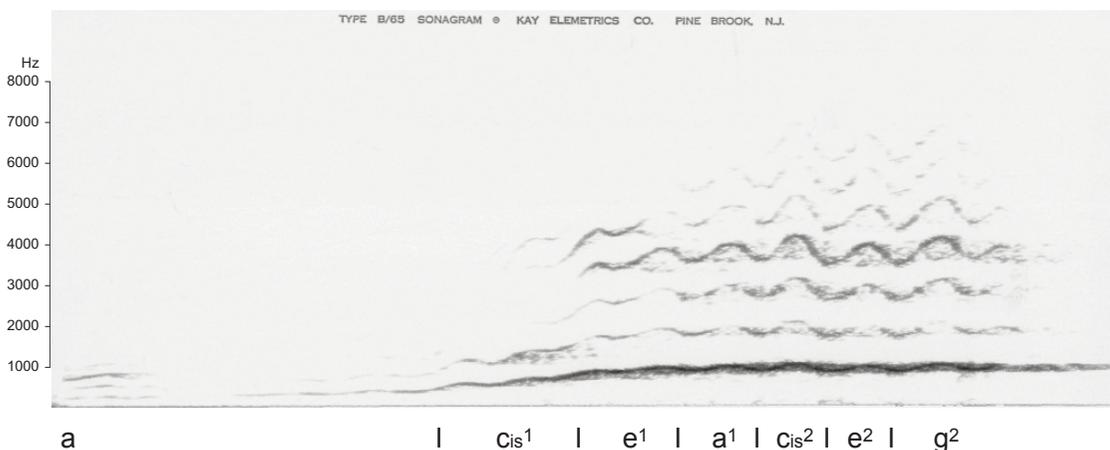
Stimmeinsatz	weich, fest, hart, gehaucht
Stimmklang (Kehlkopf)	R 0 1 2 3 knarrend, kippelnd, diplophon B 0 1 2 3
Stimmabsatz	weich, fest, hart, ächzend
Gesamtklang (einschließlich „Stimmsitz“)	klangvoll, unauffällig, klangarm nasal, nicht nasal, näselnd, kehlig, gaumig (knödelnd), scharf
Timbre	dunkel (wie Alt, Baß) mittel (wie Mezzosopran, Bariton) hell (wie Sopran, Tenor) natürlich, abgedunkelt, aufgehellt
Stimmstärke	laut, mittel, leise
Register	ausgeglichen, nicht ausgeglichen, divergierend
Vokalausgleich	beherrscht, teilweise beherrscht nicht beherrscht
Vibrato	ausgeprägt, angedeutet, fehlend gleichmäßig, ungleichmäßig zu schnell, „normal“, zu langsam
Intonation	rein, unrein, falsch
Schwellton	gleichmäßig, ungleichmäßig stark, mittel, schwach lang, mittellang, kurz
Gesangstechnik	Note 1 2 3 4 5 6

Tab. 3: Auditive Beurteilung der Sing- und Sängerstimme (nach Wendler et al., 31996)

3. Alt (Lyrischer Mezzosopran)

Schmalbandsonagramm 3:

Der Befund repräsentiert entsprechend eines physiologisch richtigen Tons eine ausgeprägte Teilton- und Vibratozeichnung (Tabelle 3), die bei gedeckter Stimmformung bis 4000 Hz reicht. Der Trägerfrequenzbereich des F₃ und F₄ ist zwischen 3000 Hz bis 4000 Hz intensiv durchgezeichnet. Über jenen Frequenzbereich hinaus läßt das Spektralbild noch die Durchzeichnung einer deutlichen Energiekonzentration der Formantfrequenz des F₅ bis 4800 Hz erkennen. Trägt diese signifikant zum Stimmtimbre bei, so charakterisieren die darüber gleichmäßig wellenförmig vergleichsweise zum Breitbandsonagramm deutlich schwächer auftretenden Harmonischen bis 6750 Hz den stimmtechnisch-künstlerischen Deckvorgang.



Schmalbandsonagramm 3

Breitbandsonagramm 3: (S.132)

Die spektrale Zeichnung der Koloratur zeigt einen klar verstärkt durchgezeichneten Verlauf von Grundfrequenz, ersten Formanten und ersten Oberton um 750 Hz, welche sich bei registermischer diskreter Deckungsfunktion mit steigender Tonhöhe über einen Tessiturbereich von cis¹ (278 Hz) bis g² (784 Hz) erstrecken.

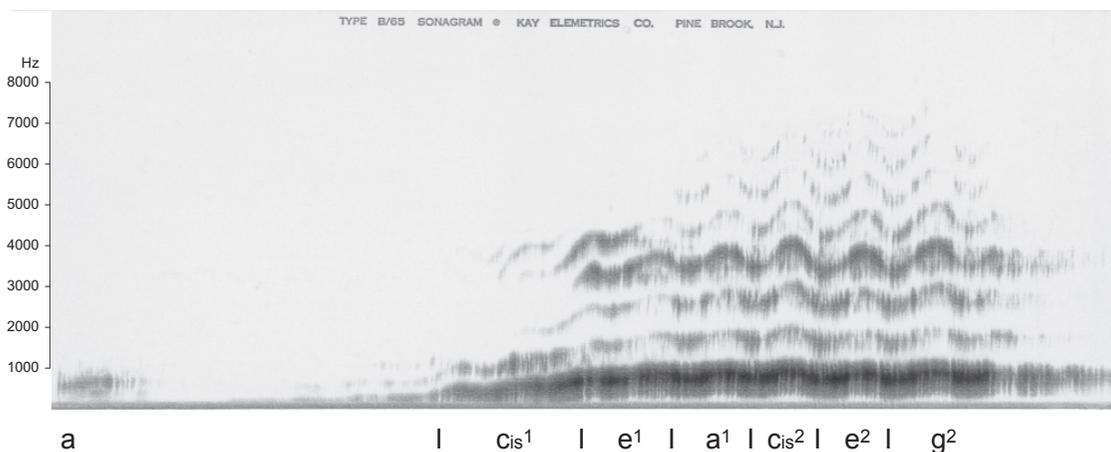
Klanganalysen ergaben bereits 1912 durch Pielke, „daß es bei den *gedeckten* Tönen der *Grundton* ist, der besonders kräftig vertreten ist.“³⁷ Die für die Klangfarbenerzeugung mit zunehmender Tonhöhenlage wachsende Bedeutung der Grundfrequenz in diesem Sonagramm ist deshalb hervorzuheben, weil „damit die Annahme unterstützt wird, daß ein starker Grundton vergleichsweise zur Männerstimme typisch für die weibliche Gesangsstimme ist.“³⁸ Auf Seite 295 wird hierauf eingegangen.

Der von größerer Bedeutung vokalbestimmende F₂ um 2500 Hz läßt für den gleichen Tessiturbereich deutliche Intensitäten erkennen, was nicht nur auf eine gute Vokalqualität sondern auch auf eine dominante Körperklangfunktion nebst guten Vordersitz der Studentin

hinweist. Hierzu bestätigt der repräsentierte Befund die Annahme der deutschen Gesangspädagogin und Stimmforscherin H. Fischer-Klotz (1978), daß „zwischen dem zweiten Formanten mit dem Resonanzmaximum in der vorderen Mundhöhle und dem gesangstechnischen Terminus „Vordersitz“ offensichtlich Zusammenhänge bestehen.“³⁹.

Die im Zwischenformantgebiet hervortretende Teiltonamplitude (zweiter Oberton) ist steigend über den Tessiturbereich cis¹ bis g² relativ betont durchgezeichnet.

Ein für das extravokalisches Timbre maßgeblicher kontinuierlich durch Clusterbildung ausgeprägter hoher Sängerformantbereich des F₃ und F₄ zwischen 3000 Hz bis 4000 Hz deutet bei insgesamt aller positiver gesangswissenschaftlicher Charakteristika (s. Kap. VII, 5) auf eine volle Resonanzausnutzung und daher auf intensive Energiekonzentrationen hin, die der Stimme klangcharakteristisch Brillanz, Durchschlagskraft und Tragfähigkeit verleiht.



Breitbandsonagramm 3

Eindeutig konnte die Gesangsstudentin „das Gefühl des spannungsvollen Weithaltens in Brustkorb und Taille nach der Einatmung mit in die Tonproduktion hinübernehmen.“⁴⁰ Diese Kraft, empfunden als Weite des Thorax im Sinne der „forza naturale del petto“ (Mancini)⁴¹ ergibt das Gefühl für den sonoren Körperklang, der wiederum für die Registerverschmelzung wesentlich ist.

Der sonographische Befund läßt auch deutlich erkennen, daß die Formantfrequenz des F₄, die in hohem Maße für das Stimmtimbre von Bedeutung ist und am geringsten von artikulatorischen Faktoren beeinflusst wird, in ihrem ausgeprägt wellenförmigen Vibratoverlauf (Tabelle 3) kontinuierlich wächst und an Größe zunimmt. Dies ist deshalb hervorzuheben, weil die Frequenz des vierten Formanten „in hohem Maße von den Dimensionen im Kehlkopffinnenraum beeinflusst wird, sobald die Kehlkopfeingangsebene beträchtlich enger als der Pharynx ist.“⁴²

Entsprechend dem spektrographischen Bild dieser qualitativen Alt-Mezzostimme ist der für die Schallwelle maßgebende Schallwechseldruck im Hypopharynx sehr stark und folglich die Dämpfung (Abb. 29), so daß mit dem F₅, der signifikant zum Stimmtimbre beiträgt, noch eine deutliche Energiekonzentration um 4000 Hz bis 4800 Hz zu erkennen ist.

„Beim Decken stellen sich die Harmonischen deutlich ausgeprägter und nach oben ausgedehnter dar. Häufig reichen bei gedeckter Stimme die Harmonischen über 11 kHz hinaus.“⁴³ Vergleicht man das Breitbandsonagramm mit der Abb. 87, so zeigen sich übereinstimmend schwächere, aber deutliche Harmonische um 4800 Hz bis 6750 Hz, deren Ausprägung einer optimalen Schallübertragungsfunktion bzw. -fähigkeit des Organs entsprechen (Abb. 31).

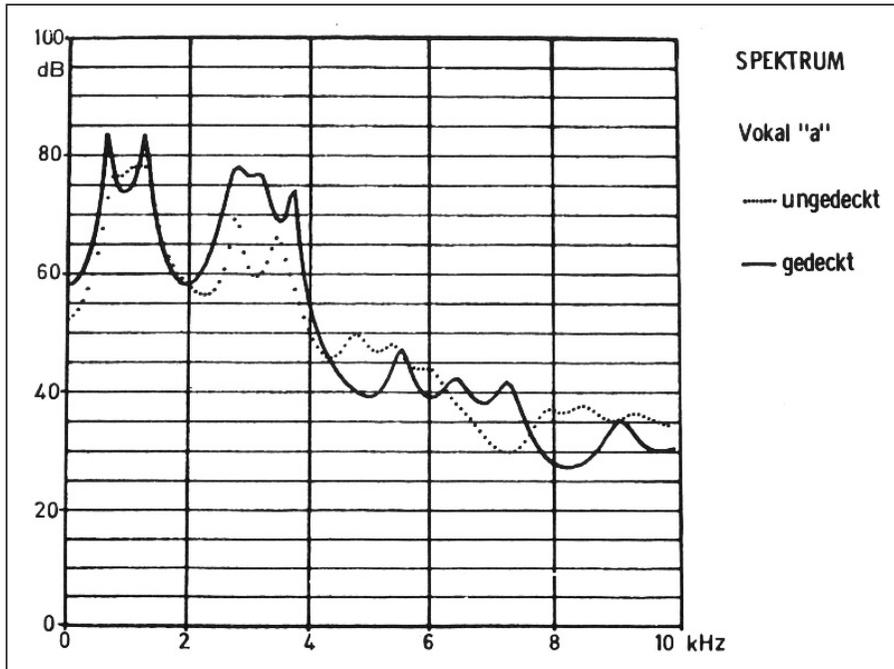


Abb. 87: Computerdarstellung des Stimmspektrums (Formantlagen) bei ungedeckter und gedeckter Stimmformung (nach Kittel, 1985 aus Probleme der Sängerausbildung [5. gesangspädagogisches Symposion], 1986)

3. Untersuchungen zur Kunstfertigkeit des Trillers

The image shows a musical score for the song 'Martha' by Friedrich von Flotow. It consists of a vocal line and a piano accompaniment. The vocal line is in the treble clef with a key signature of one flat (B-flat). The lyrics are: 'lau - ert schlaun, zielt ge - nau, bis das Wild ge - schos - sen. Kraft und Mut, Le - bens - glut, sind aufs neu ge - kom - men.' The piano accompaniment is in the grand staff (treble and bass clefs). There are markings for 'Fl.Ob.' (Flute Oboe) and 'Kl.' (Clarinete) in the piano part. The score includes various musical notations such as notes, rests, and ornaments.

Notenbeispiel 3: F.v. Flotow: „Martha“, Lied der Nancy Nr. 12, Wien 1847

1. Alt (Lyrischer Mezzosopran)

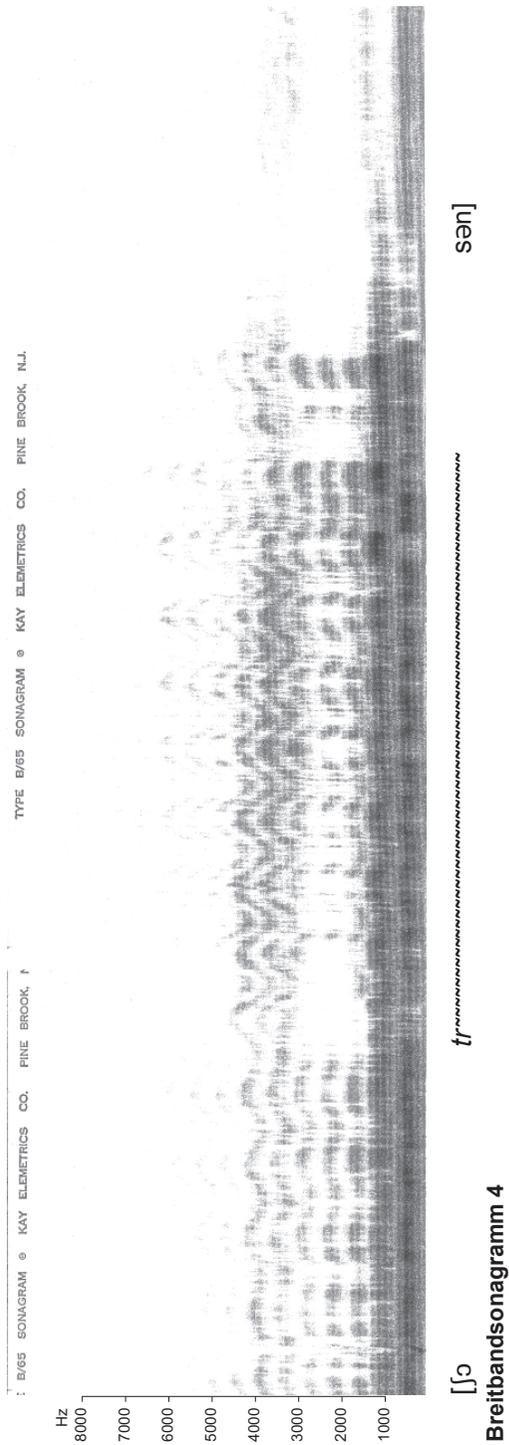
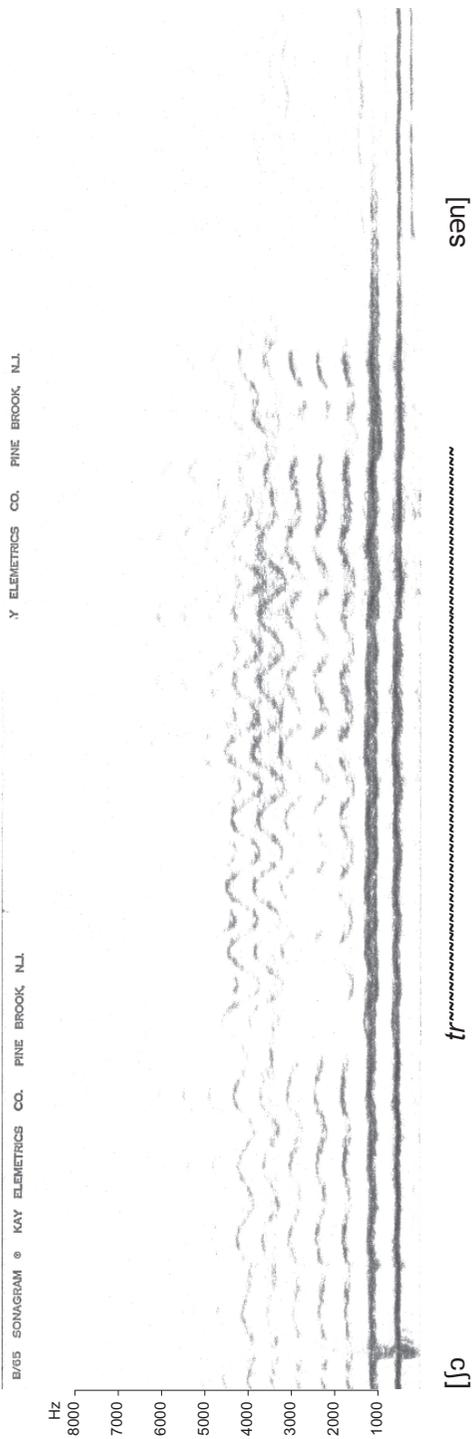
Schmalbandsonogramm 4: (S. 135)

Die Zeichnung des gesungenen Wortes „geschossen“ - es soll die zweite Silbe Gegenstand dieser Untersuchung sein - ist durch eine Verarmung des Teiltonspektrums charakterisiert (siehe hierzu die unter Abb. 22 ausgeführten Ergänzungen), was auf Störungen der muskulär koordinierten Zusammenarbeit zurückzuführen ist.

Breitbandsonogramm 4: (S. 135)

Der sonographische Befund ist durch eine „extrem gute Schallübertragungsfunktion“ im gesamten Frequenzbereich charakterisiert. Das spektrographische Bild der ersten Vp. zeigt bei einer hier im negativen Sinne gemeinten Schallübertragungsfunktion eine Verarmung des Teiltonspektrums, was auf eine Verspannung insgesamt, speziell im Hals- und Nackenbereich zurückzuführen ist. Dieses Sonogramm repräsentiert eindeutig, daß durch die einseitige Betonung der hohen Resonanzen eine „falsche Stimmstärke“ erzeugt wird, die jeder Dämpfung entbehrt. Es ist die deutliche Härte und Schärfe der Tongebung, so daß aufgrund des zu straff gespannten Velums infolge eines durch den subglottischen Luftdruck hochgetriebenen Kehlkopfes (Zuhochstellen des Kehlkopfes) und demzufolge mangelhaften Auffindens der Luftpassage zum Nasopharynx hin der erste Formant um 500 Hz und der zweite Formant um 1000 Hz bei nicht zusehender Grundfrequenz *überschattet* wird, was sich ebenso im hohen Frequenzbereich des F₃ und F₄ um 3000 Hz bis 4000 Hz fortsetzt. Klangprodukt ist nach auditiver Analysierung ein unmerklich „heller Knödel“. Jene zur symptomatischen Disposition stehende gaumige und scharfe Stimmgebung wird in Tabelle 3 diskutiert. Wie es zu Fehlinnervationen kommen kann und der gesangsartikulatorische Ablauf durch unphysiologische Opponenten gestört wird, wird im 5. Abschnitt des VII. Kapitels und auf der Seite 271 und 277 dargelegt.

Da „der Triller als *Resonanzmesser* eine möglichst kopfige Tonstruktur voraussetzt“⁴⁴, konnte hingegen bei Interpretation einseitiger Resonanzbetonung beziehungsweise vernachlässigter Randstimmfunktion (Kopfregeister) in Korrelation mit einer nicht optimalen Atemdosierung sowie Ausfall senkender und unterstützender Kräfte der Mm. omohyoideus, sternohyoideus und sternothyreoideus keine befriedigend sängerische Leistung erbracht werden.



2. Alt (Lyrischer Mezzosopran)

Schmalbandsonagramm 5: (S. 137)

Bezüglich der Zeichnung des Trillers kommen zwar Energiekonzentrationen zur Ausprägung, charakterisieren aber ebenso eine relative Verarmung des Teiltonspektrums, was auf eine muskulär unvollkommene Koordinierung zurückzuführen ist.

Breitbandsonagramm 5: (S. 137)

Insgesamt repräsentiert der Befund, daß hier Störungen der muskulär koordinierten Zusammenarbeit vorliegen, die sich in erheblichen Maße auf die Stimmführung auswirken.

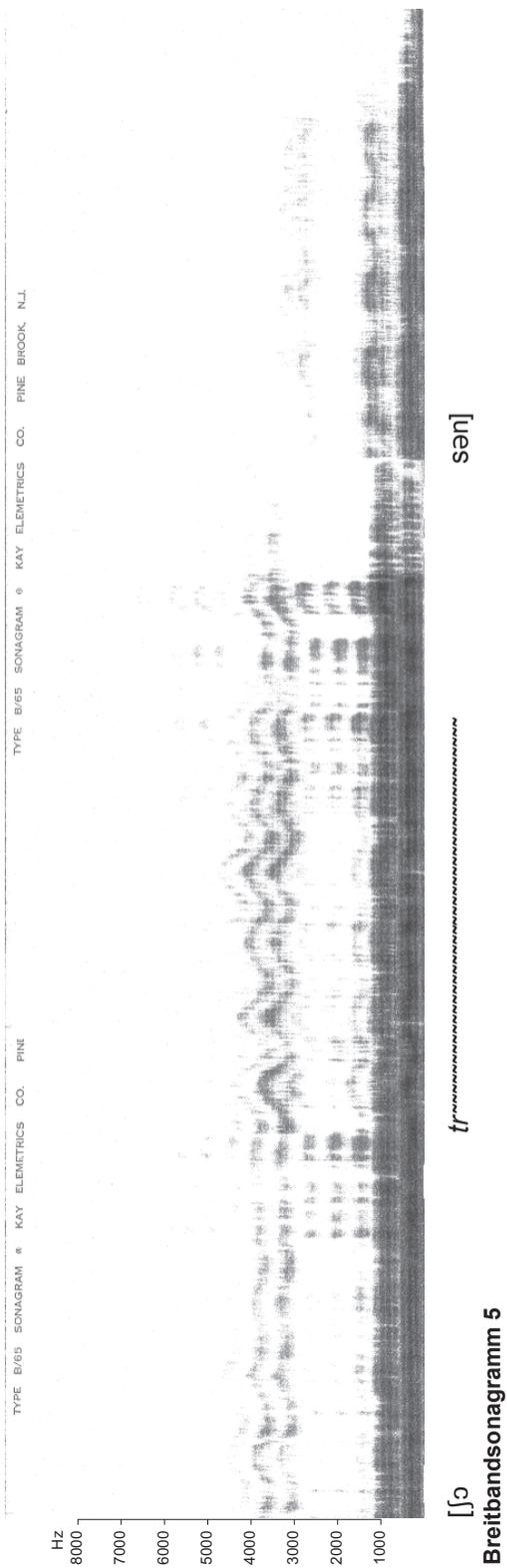
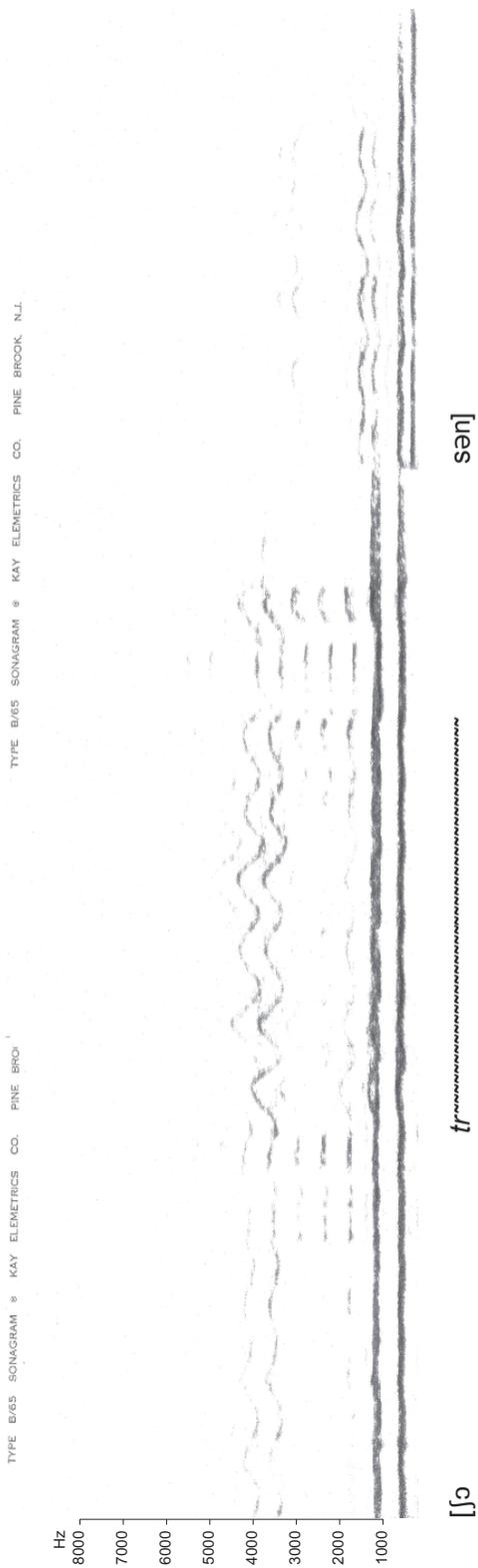
„Der Begriff „Stimmführung“ geht über das, was mit der Bezeichnung „Stimmsitz“ erfaßt wird, noch hinaus und bezieht auch die Vorgänge des „Stützens“ in die Beurteilung mit ein.“⁴⁵

Es kommt nicht dazu, dem Ton, der eine möglichst dominant geführte Kopfklangfunktion voraussetzt, gerecht zu werden, weil die Gesamtneigung zur Unterbetonung der körperlichen Spannung, die eine zu geringe Spannungsfähigkeit im Ansatzrohr und der damit assoziierten Velumschlaffheit (Zutiefstellen des Kehlkopfes mit Hilfe einer Zungengrundmanipulation) widerspiegelt, überwiegt. Klangprodukt ist nach auditiver Analysierung ein unmerklich „dunkler Knödel“.

Würde man die alltägliche Gewohnheitsartikulation mit der sängerischen Lautbildung, die sich durch einen durch subjektive Vibrationen „empfundenen Klangsitz in der „Rachenkuppel“ oberhalb des Gaumensegels auf der Höhe der Nasenwurzel (M. constrictor pharyngis superior) (d. Verf.) manifestiert“⁴⁶, vergleichen, so muß zitiert werden, daß beim Sprechen „das Velum den Nasenweg beim offenen (kurzen) o-Laut verlegt, aber nicht notwendigerweise total.“⁴⁷

Unter dieser Prämisse ergibt sich für die gesangstherapeutische Praxis, daß die für den Oberklang zusätzliche akustische Wirkung des Nasaltrakts genutzt werden kann und muß, um das in zwei Wege geteilte Luft- und Klangmischungsverhältnis zu optimieren. Und weil Stimme und Gehör aneinander gekoppelt sind und eine Einheit bilden, würde bei einer bestimmten Idealstimme durch Aktivität des M. tensor veli palatini das Velum in der Weise gespannt werden, um differenziert genannte gesangswissenschaftlich-explizite Anforderungen, welche im 5. Abschnitt erläutert werden, ins Positivum zu rücken, was funktionssystematisch fast immer auch eine Korrektur im Kehlkopfgebiet nach sich zieht.

Dies ist hier nicht der Fall. Das sonographische Bild zeigt zwar eine deutliche Hervorhebung der spektralen Anteile, die sich bei nicht zusehender Grundfrequenz in den Frequenzbereichen des F₁ um 500 Hz und F₂ um 1000 Hz sowie des F₃ und F₄ um 3000 Hz bis 4000 Hz bewegen, aber aufgrund einer zwischen diesen Werten gelegenen relativen Verminderung (Verarmung) der harmonischen Teiltonzahl (siehe hierzu die unter Abb. 22 ausgeführten Ergänzungen) ist eine optimale sängerische Leistung nicht erbracht worden.



3. Alt (Lyrischer Mezzosopran)

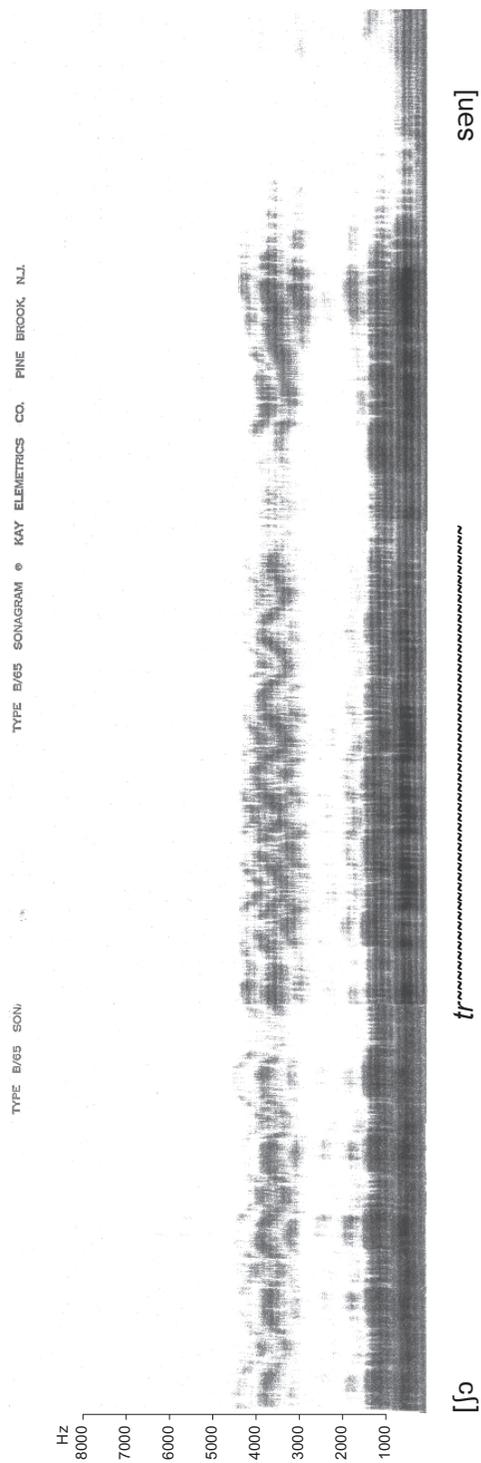
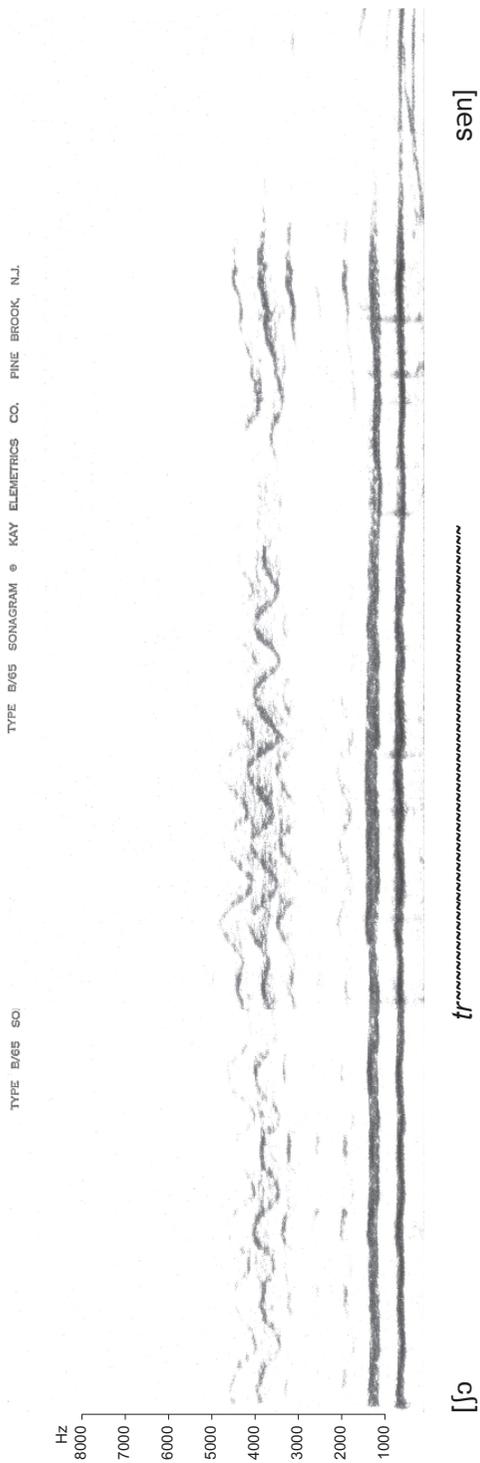
Schmalbandsonagramm 6: (S. 139)

Der Befund der Gesangsstudentin repräsentiert eine harmonische Teiltonzeichnung. Beträgt zu Beginn der zweiten Silbe des Wortes „geschossen“ die Tonhöenschwankung beim Vibrato durchschnittlich \pm einen Viertelton, so erhöht sich diese beim Triller durch ein Frequenzhub auf einen Halb- bis einen Ganzton. Der Trägerfrequenzbereich verdeutlicht das.

Breitbandsonagramm 6: (S. 139)

Insgesamt ist die Zeichnung des Trillers im Spektralbild durch die Ausprägung einer starken Dämpfung charakterisiert. Es ist daher anzunehmen, daß die optimale Schallübertragungsfunktion der Studentin auf eine in Korrelation zur Stimmführung richtige *Sängerhaltung* („come una statua“) zurückzuführen ist. Mit ziemlicher Sicherheit hat die dritte Vp. die Notwendigkeit innerer Körperweite und Öffnung rückwärtiger Resonanz- und Schallräume nebst gestreckter Wirbelsäule in die sängerische Haltung mit einbezogen. Das spektrale Bild verrät, daß nebst erfüllter wesentlicher Einstellungsqualitäten auch ein gewisser nasaler Anteil zur kopfigen Tonstruktur führte (s. S. 297-299), was für die hohen Formantfrequenzen von entscheidender Bedeutung ist. Erst durch die elastisch vertikale Larynxposition, welche die morphologische Voraussetzung für die Vokalbildung ist, „kann sich das Gaumensegel anheben, so daß der zweite Luftweg in den Nasenrachenraum zusätzlich optimal nutzbar ist. Dieser Weg muß gut geöffnet sein, denn erst so kann der Oberklang beim Randstimmeinsatz ansprechen.“⁴⁸

Insgesamt also vermag die Studentin ihren guten Vordersitz produktiv einzusetzen, wodurch ein klar verstärkt durchgezeichneter Verlauf des ersten Formanten um 500 Hz und zweiten Formanten um 1000 Hz bei nicht zusehender Grundfrequenz entstand, was zur Folge hat, daß sich die spektralen Anteile der hohen Sängerformanten F₃ und F₄ um 3000 Hz bis 4000 Hz durch Clusterung deutlich hervorheben. Die durch einen Frequenzhub vergrößerte Tonhöenschwankung verdeutlicht das. Erfahrungen der Phoniatrie und Gesangswissenschaft zeigen, daß der Triller beim Tonhöenwechsel, welcher dem Intensitätswechsel unterliegt, zwischen einer Hauptnote und ihrer oberen bis zu einem Ganzton entfernten Nebennote, auf rhythmische Kontraktionen und Erschlaffungen von Larynx und Epiglottis beruht. Das Schmal- und Breitbandsonagramm des 3. Alt verdeutlicht das.



4. Untersuchungen eines isoliert gesungenen α -Vokals im forte auf der Tonhöhe b^2

1. Alt (Lyrischer Mezzosopran)

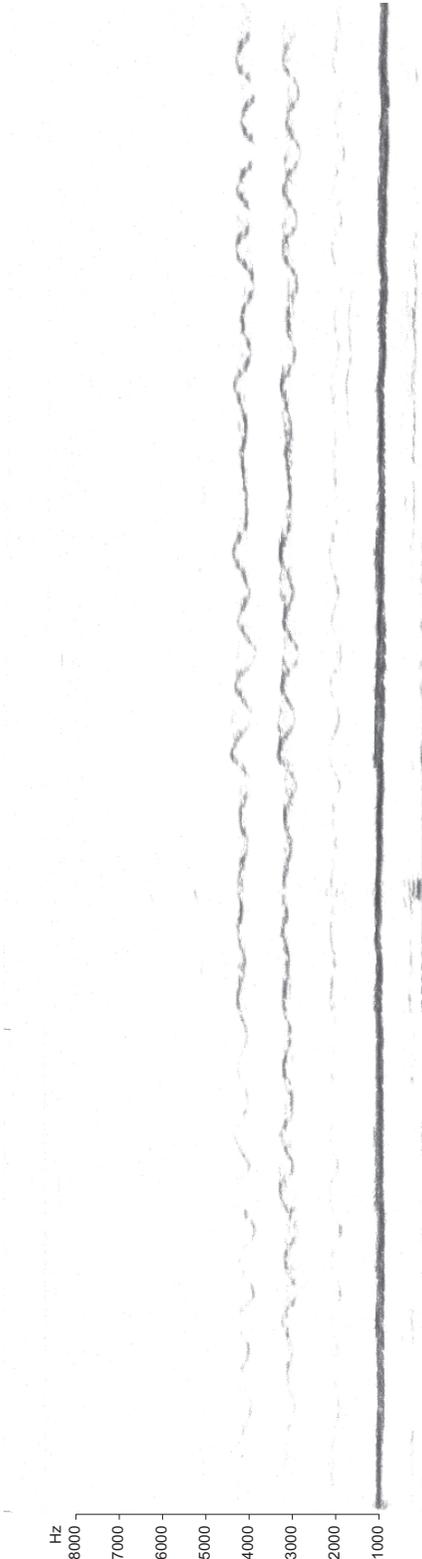
Schmalbandsonogramm 7: (S. 141)

Die Teiltonzeichnung ist ungedeckt durchgehend bei insgesamt unruhigem Verlauf. Wenngleich bei dieser Vp. eine nachgelassene Stützfunktion auf eine ungenügend dosierte Anpassung des Luftstromes an die Larynxfunktion während der Expirationsphase hinweist, so sind die hohen Sängerformanten F_3 und F_4 um 2750 Hz und 3750 Hz dennoch, aber schmalbandig durchgezeichnet.

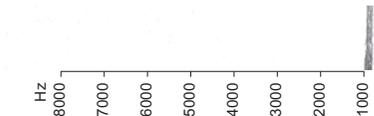
Breitbandsonogramm 7: (S. 142)

Die sonographische Analyse zeigt bei unruhiger Stimmführung einen nicht kontinuierlich verstärkt durchgezeichneten Verlauf des ersten Vokalformanten und des ihm zum Teil überlagerten mittleren Sängerformanten (F_2) zwischen 300 Hz bis 1200 Hz. Das spektrale Bild läßt auch markant erkennen, daß der, durch Vorgabe einer ganzen Note, ungedeckt gesungene Ton bei sowohl fehlender Intensität in der Linienführung als auch der Elastizität bei nachgelassener Stützfunktion fast nicht mehr gehalten werden konnte, was sich kurz vor Ende im Frequenzbereich des zweiten Vokalformanten um 1750 Hz deutlich zeigt. Hier konnte die Vokalqualität, die auf die schwache Intensität der Grundfrequenz zurückzuführen ist und kaum verstärkt wird, nicht durchgehend gehalten werden.

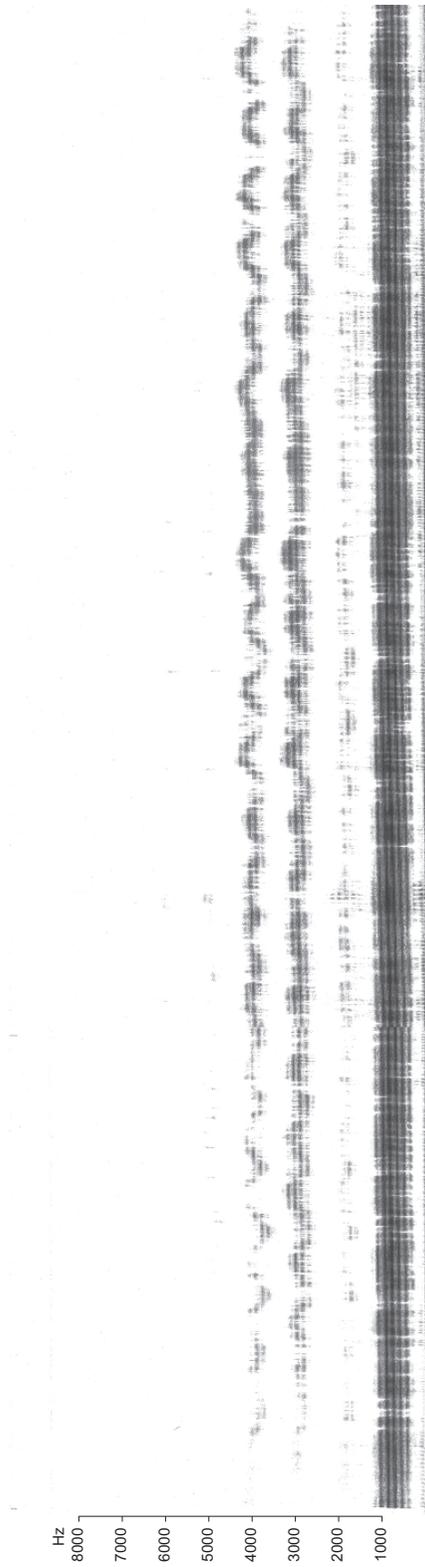
„Sollen bei Kehlkopfhochstand hohe Töne erzeugt werden, muß der *M. cricothyreoideus* die durch den vermehrten Trachealzug bedingte Hochstellung der Ringknorpelplatte rückgängig machen um durch Verlängerung der Stimmlippen die nötige Spannung für hohe Töne zu erreichen. Das bedeutet, daß der *M. cricothyreoideus* zusätzlich zur gewünschten Stimmlippenspannung den erhöhten Trachealzug überwinden muß, was oft nur mit großer Anstrengung möglich ist. Diese übermäßige Anspannung des *M. cricothyreoideus* überträgt sich auch auf die benachbarte Muskulatur. Sie ist die Ursache für die Einengung der Resonanzräume und damit einer Veränderung der Tonqualität. Deshalb ist insbesondere beim Singen hoher Töne ein nach unten tendierender Kehlkopfstand anzustreben, weil dadurch das Erreichen der gewünschten Tonhöhe leichter möglich ist und es durch Erweiterung der supraglottischen Räume zu günstigeren Resonanzverhältnissen kommt.“⁴⁹ Erklärbar wird damit - und dies konnte auditiv festgestellt werden - die deutliche Härte und Schärfe der Tongebung, so daß aufgrund des zu straff gespannten Velums nebst Ausfall einiger gesangswissenschaftlich-expliziter Dimensionen (s. Kap. VII, 5. Abschnitt) nur noch ein schmalbandiger hoher Sängerformantbereich des F_3 und F_4 um 2750 Hz und 3750 Hz bei ungleichmäßiger Vibratozeichnung (Tabelle 3) im spektrographischen Bild zu erkennen ist.



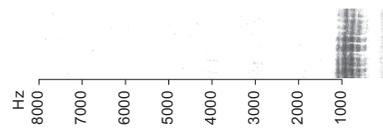
Schmalbandsonogramm 7



Schmalbandsonogramm 7



Breitbandsonagramm 7



Breitbandsonagramm 7

2. Alt (Lyrischer Mezzosopran)

Schmalbandsonagramm 8: (S. 144)

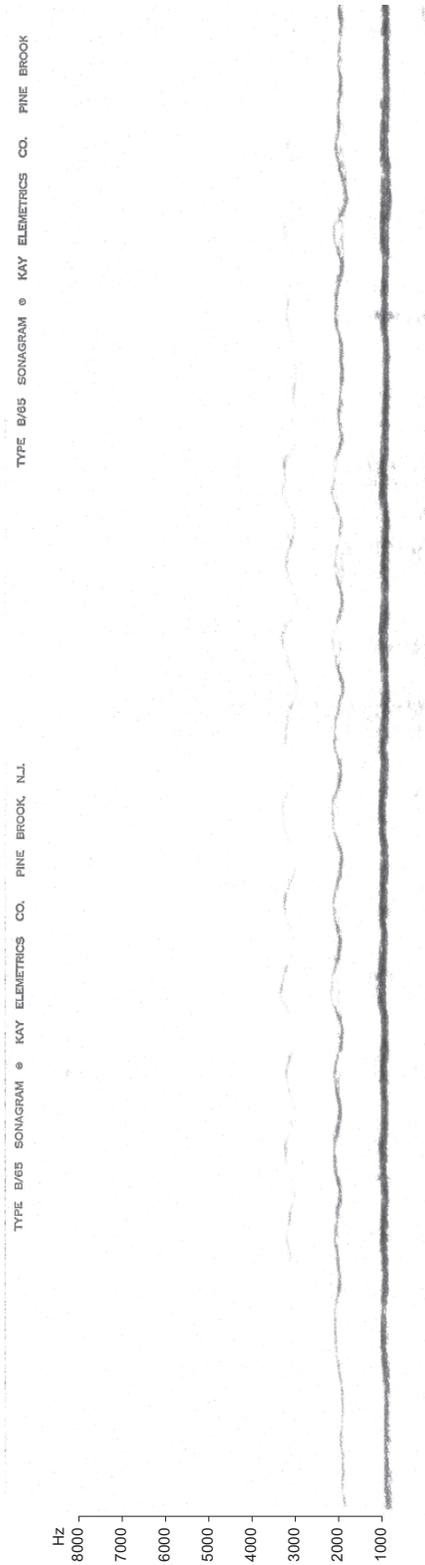
Die durch Interpretation einer Tonlänge lediglich entsprechend eines Wertes etwa einer halben Note sehr schwache Teiltonzeichnung reicht bei ungedeckter Stimmformung bis 3000 Hz.

Breitbandsonagramm 8: (S. 145)

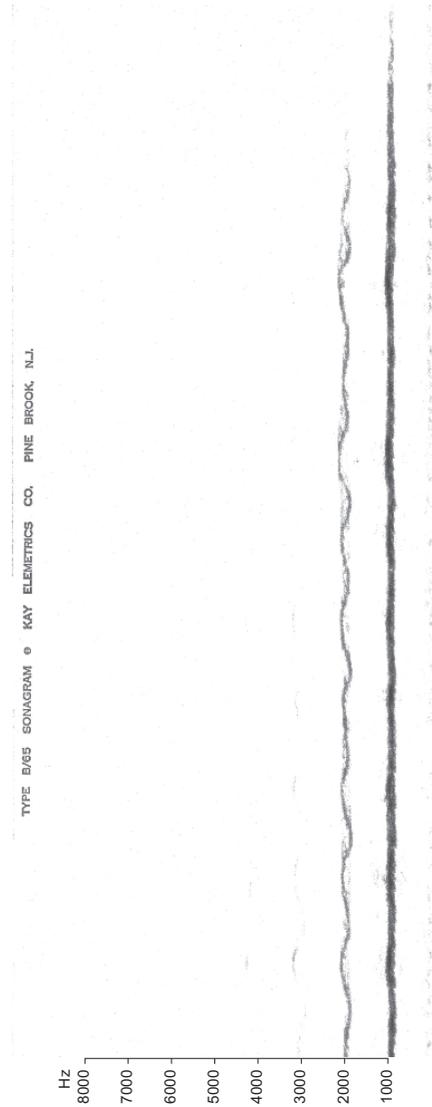
Zusammenfassend kann folgende Stimmanalyse gestellt werden: Der nicht kontinuierlich verstärkt durchgezeichnete Verlauf des ersten Vokalformanten und des ihm überlagerten mittleren Sängersformanten (F_2) zwischen 300 Hz und 1250 Hz ist auf eine unruhige Stimmführung zurückzuführen. Bei ungenügender Stützfunktion konnte der ungedeckt gesungene Ton, der zudem durch Ausfall einiger im 5. Abschnitt des VII. Kapitels erläuterten gesangswissenschaftlicher Parameter unzureichend gemischt wurde, durch Vorgabe einer ganzen Note fast nicht gehalten werden.

Aus der Betrachtung dieser Beurteilung, die die Vorgänge der 2. Untersuchung im 3. Abschnitt mit einbezieht, wird deutlich, daß das Vibrato, das nahezu fehlend auch im Schmalbandsonagramm erscheint (Tabelle 3), eine ausgeprägte Labilität aufweist. Es kommt hier nahezu nicht zu einer regelmäßigen Schwingung, die der Phonationsfrequenz entspricht beziehungsweise eine kontinuierliche Pulsation aufweist. In diesem Fall verliert die Energie des abgestrahlten Gesamtschalls deutlich an Stärke, weil durch die breite Mundöffnung der Stimmklang artikulatorisch aus seiner Resonanzlage, die in enger Beziehung zur Atemfrage steht, gezogen wird und somit die resonatorischen Möglichkeiten des Systems *nicht* optimal genutzt werden.

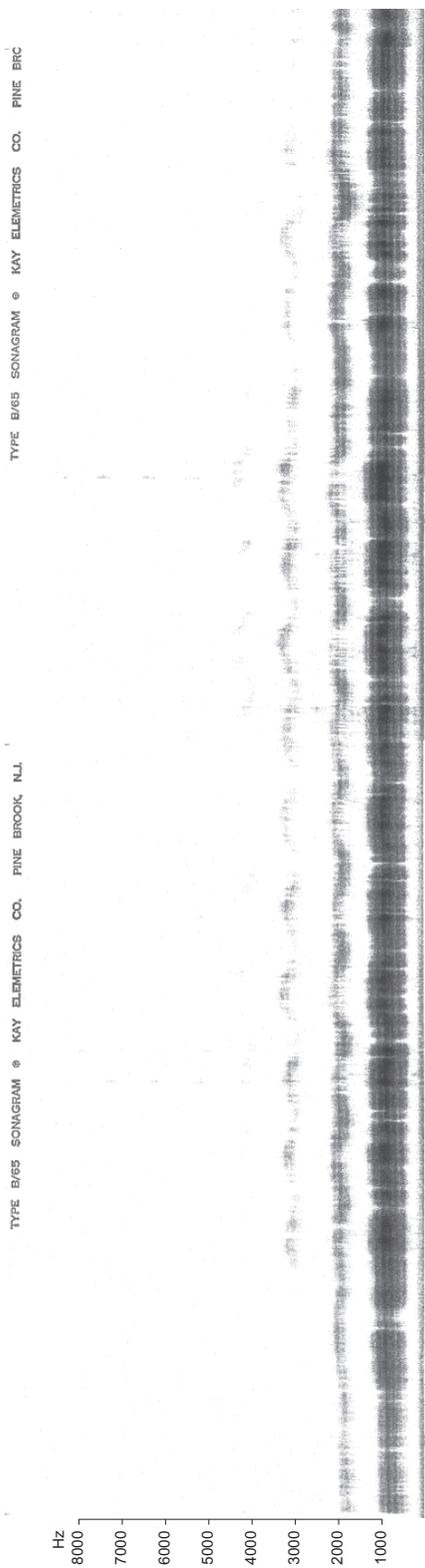
Der relativ deutlich durchgezeichnete zweite Vokalformant um 1750 Hz wird zwar durch die Grundfrequenz, die über dem ersten Vokalformanten und mittleren Sängersformanten hinausreicht, intensiver verstärkt, aber aufgrund verschiedener Fehlerursachen sowohl im vorherrschenden tieferen Resonanzgebiet durch Überbetonung der dunkleren tieferen Resonanzen als auch der für diesen Vokal mitbestimmenden Kopfklangfunktion infolge Ausfall senkender Kräfte der extralaryngealen Muskulatur der Mm. omohyoideus und sternohyoideus ist eine freischwingende Funktion der Höhe, die als Hochlage bezüglich vokalischer Arbeit ganz anders geartet ist als die der Mittellage und Tiefe, nicht gewährleistet. Folglich zeigt sich lediglich ein schwacher F_3 um 3000 Hz über eine Tonlänge etwa analog eines Wertes einer halben Note im Sonagramm. Die Ausprägung der hohen Sängersformanten fehlt. Das Verhalten von Druckverlaufskurve (Glottogramm) und Enveloppe in Abb. 26 und 37 entspricht der Untersuchung auf Seite 127.



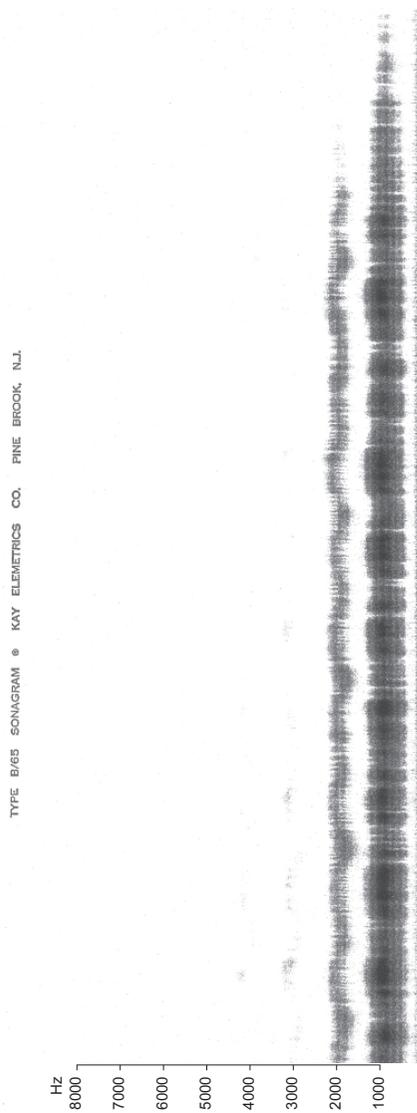
Schmalbandsonagramm 8



Schmalbandsonagramm 8



Breitbandsonagramm 8



Breitbandsonagramm 8

3. Alt (Lyrischer Mezzosopran)

Schmalbandsonogramm 9: (S. 147)

Das Spektrum repräsentiert eine durch Vorgabe einer ganzen Note ausgeprägte harmonische Teiltonzeichnung, die bei gedecktem Singen bis 4000 Hz reicht. Über jenen Frequenzbereich hinaus lassen sich vergleichsweise zum Spektralbild des Breitbandsonogramms nur sehr schwach auftretende Harmonische bis 6000 Hz erkennen.

Breitbandsonogramm 9: (S. 148)

Die sonographische Analyse zeigt bei guter Stimmführung einen klar kontinuierlich verstärkt durchgezeichneten Verlauf des ersten Vokalformanten und des ihm zum Teil überlagerten mittleren Sängerformanten (F_2) zwischen 300 Hz bis 1250 Hz. Hier hat die Gesangsstudentin mit ovaler Mundöffnung und Anpassung der mit Vokal und Tonhöhe korrelierenden Kieferöffnungsweite die resonatorischen Möglichkeiten des Systems optimal genutzt. In Analogie als physiologisch richtiger Ton wird mittels senkender Kräfte der direkten Einspannungsmuskeln (Mm. omohyoideus und sternohyoideus) zu einer vollen Resonanzausnutzung beigetragen. Mit ziemlicher Sicherheit kam es daher zur Weitung der Sinus piriformis nebst kommunikativer Zusammenschaltung gegenseitig differenzierter Öffnung von *Mittelohr* (*Auris media*), Tuba auditiva, Nasopharynx und Vokaltrakt. Die Schallübertragungsfunktion wurde optimiert. Deutlich erkennbar ist demzufolge der vokalbestimmende F_2 um 1750 Hz, der durch die Grundfrequenz, die über den ersten Vokalformanten hinausreicht, in seiner Intensität verstärkt wird, was differenziert auf eine dominante Körperklangfunktion mit gutem Vordersitz hinweist, aber auch auf die Stellung des Zungenkörpers. Eine Anzahl gesangswissenschaftlicher Parameter wird hierzu auf Seite 69, 155, 198, 200, 291 und in Abbildung 31 und 85 diskutiert.

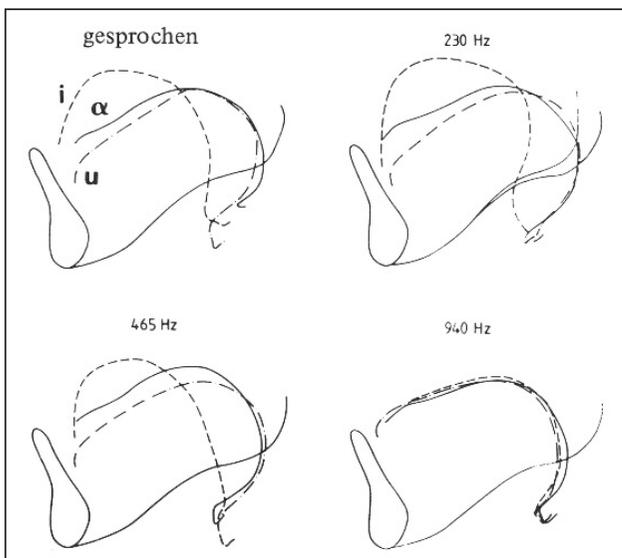
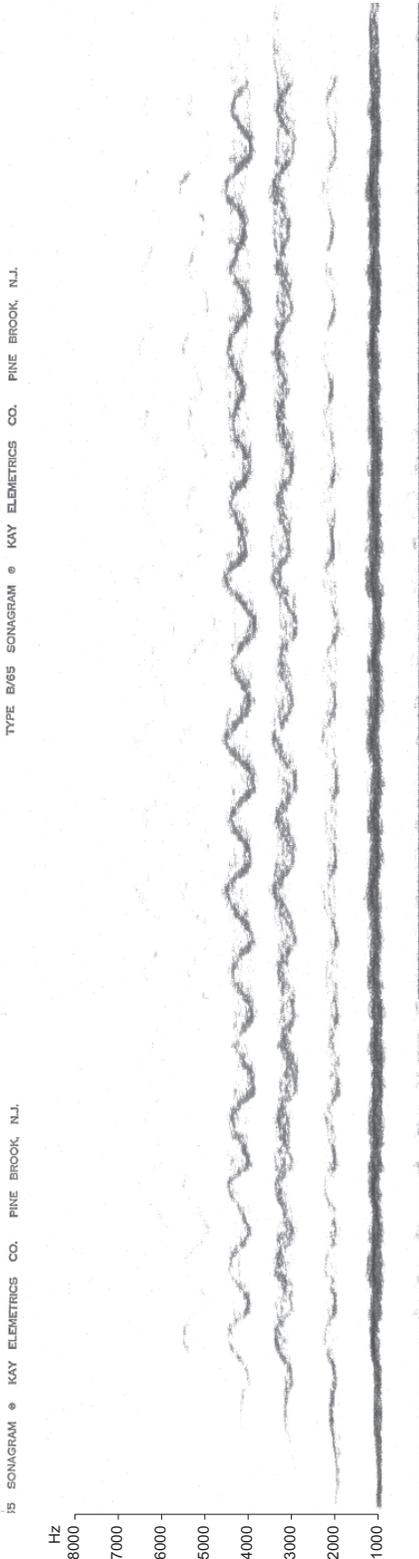
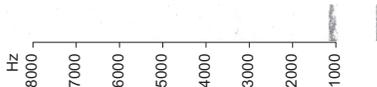


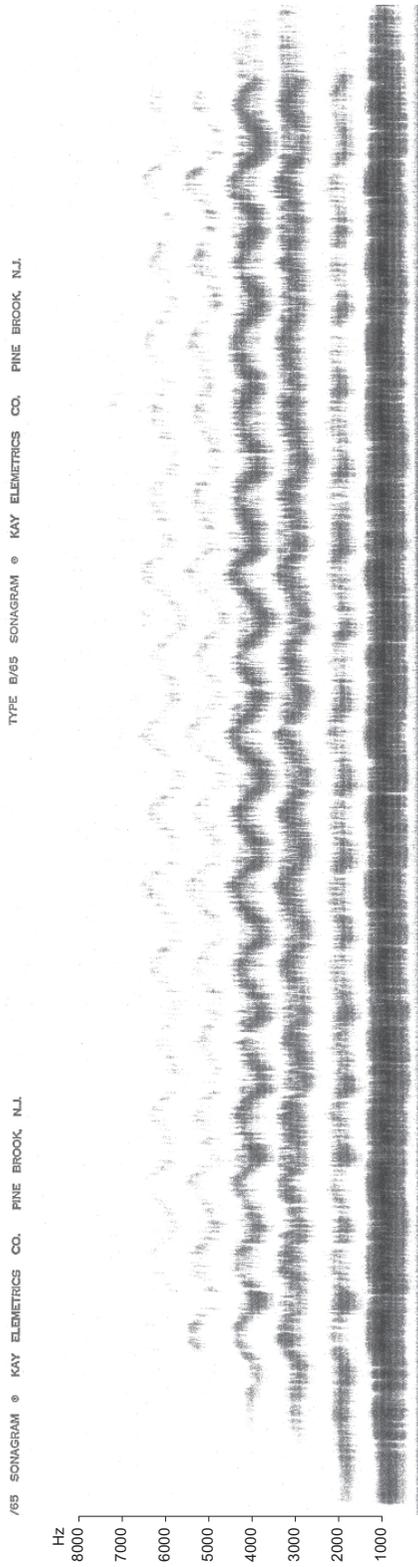
Abb. 88: Zungenkörperumrisse in mittlerer sagittaler Schnittebene. Gestrichelte und Strichpunktlinien charakterisieren die Vokale [i:], [α:], und [u:]. Das obere linke Bild betrifft gesprochene Vokale, die anderen Bilder beziehen sich auf die angegebenen Phonationsfrequenzen. Man beachte, daß bei der Spitzentonhöhe 940 Hz für alle Vokale eine im wesentlichen identische Zungenform genutzt wurde (nach Johansson et al., 1983 aus Sundberg, 1997)



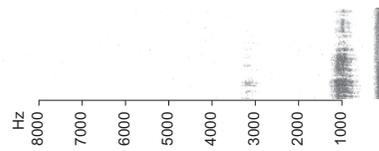
Schmalbandsonagramm 9



Schmalbandsonagramm 9



Breitbandsonagramm 9



Breitbandsonagramm 9

Wir können in Abb. 88 erkennen, „daß bei einer Phonationsfrequenz von 940 Hz (b², d. Verf.) die Zungenform einer professionellen Sopranistin und Altistin bei den Vokalen [u:], [ɑ:] und [i:] nahezu identisch war“⁵⁰, was Röntgenaufnahmen einer gesangswissenschaftlichen Untersuchung von Johansson et al. (1983) bestätigten. Vergleicht man Abb. 88 mit Abb. 89, so kann möglicherweise übereinstimmend konstatiert werden, daß der *Zungenkörper (Corpus linguae)* „bei richtig eingenommener Stellung und Lage für die Erzeugung hoher und höchster Töne durch Aktion stärkerer Zurückziehung eine Wölbung in 1/2 -1 cm Entfernung vom Gaumensegel bildet, um ein *großes Mundvolumen* zu schaffen, wenn der Ton gegen den *harten Gaumen (Palatum durum)* (d. Verf.) schlägt. Dabei wird die Kuppel dieser Wölbung angespannt bleiben.“⁵¹

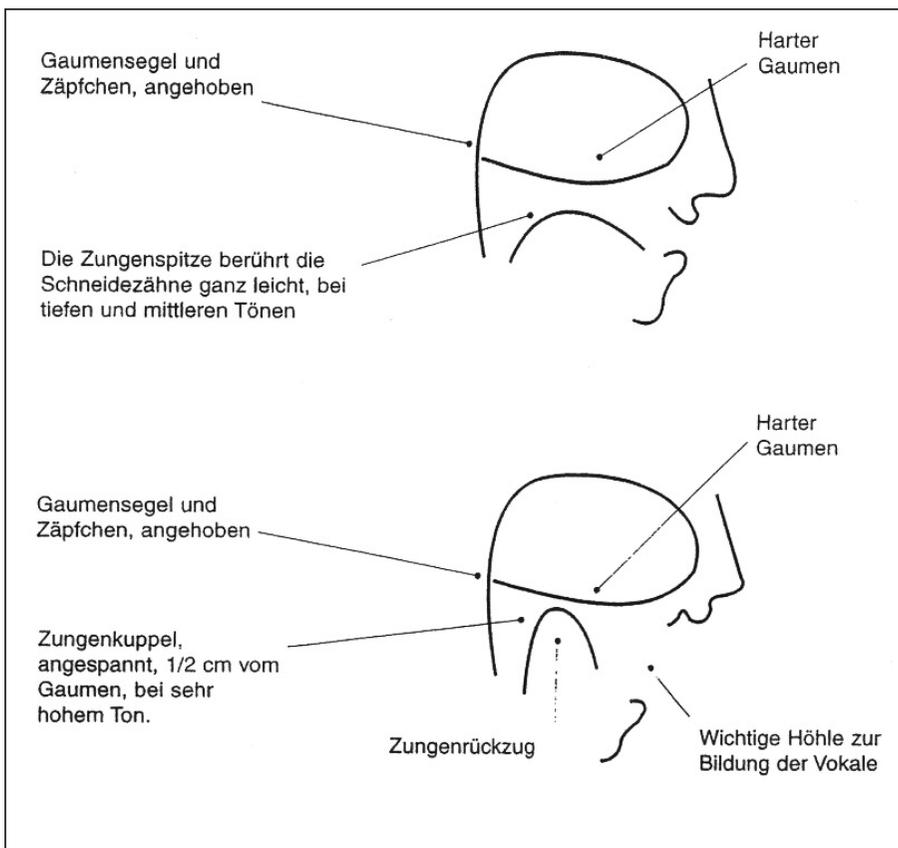


Abb. 89: Die Zunge (nach Marion, 1998)

Nahezu unter diesen Prämissen bildet der stark hervortretende, durchaus auch noch etwas zur Vokalqualität, aber insbesondere zum extravokalisches Timbre beitragende F₃ um 2750 Hz mit dem vierten Formanten um 3750 Hz einen breitbandigen Sängerformantbereich als Trägerfrequenz. Hier konnte bei schlank und dünn nach oben gewölbten Gaumenbögen der frei bewegliche Zungenkörper den aus Atemzentrum und Trachea aufsteigenden freien Ton

artikulatorisch formen. Beide Formanten (F₃ und F₄) deuten bei ausgeprägter Vibratozeichnung (Tabelle 3), welche sich angedeutet ab 4000 Hz durch auftretende Harmonische bis 6000 Hz fortsetzt, auf intensive Energiekonzentrationen hin, die der Stimme klangcharakteristisch Brillanz, stimmliches Durchdringungsvermögen und Tragfähigkeit verleiht.

5. Explizite Anforderungen und Besonderheiten der Klangbildung an das Stimmorgan beim Kunstsingen

Unter Mitwirkung der im gesangsphysiologischen Ablauf genannten Muskeln ist bei steigender Tonhöhe auch der *Brustbein-Schildknorpel-Muskel* (*M. sternothyreoideus*) (Abb. 92) maßgeblich beteiligt. Als Antagonist (Schilling 1937, 1940; Sonninen 1954, 1956; W. Zenker 1964; Ardran und Kemp 1966) des stimmlippenspannenden *M. cricothyreoideus* inseriert der *M. sternothyreoideus* von der Innenfläche des *Brustbeinkopfes* (*Manubrium sterni* und 1. Rippe) (Abb. 90) zum hinteren Teil der Außenfläche der Schildknorpelplatten (*Linea obliqua*) (Abb. 58), wobei letztere als schräge Leiste außerdem der Anheftung der *Mm. thyreoideus* und *constrictor pharyngis inferior* dient.

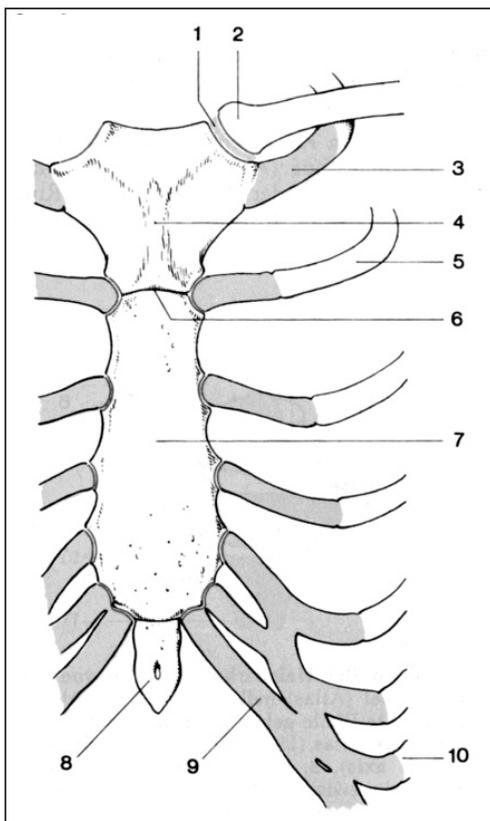


Abb. 90: Brustbein (Sternum). Einpflanzung der 1. bis 7. Rippe (Costa) und linkes Brustbein-Schlüsselbein-Gelenk (Articulatio sternoclavicularis). 1. Gelenkscheibe (Discus articularis). 2. Sternales Ende des Schlüsselbeins (Extremitas sternalis clavicularae). 3. Knorpel der 1. Rippe. 4. Handgriff des Brustbeins (Manubrium sterni). 5. Zweite Rippe mit Brustbeinrippengelenk (Articulatio sternocostalis). 6. Brustbeinwinkel (Angulus sterni). 7. Brustbeinkörper (Corpus sterni). 8. Schwertfortsatz (Processus xiphoideus). 9. Rippenbogen (Arcus costalis). 10. Letzte echte Rippe (7. Rippe) (nach Faller, ⁸1978 [modifiziert])

Eine von J. Pahn et al. (1984) durchgeführte elektromyographische Untersuchung am stimmgesunden Proband (Baß) „hat für die Gesangseinstellung des Larynx im Vollregister und Mittelregister gezeigt, daß der M. sternothyreoideus nur bei Tiefstellung des Larynx zur Resonanzformung aktiv wird. Im Randregister wird er nicht aktiv. Ohne Tiefstellung des Larynx zeigt er auch im Voll- und Mittelregister bei lauter Stimmgebung keine Aktion. In Zusammenhang mit seiner auf Stimmlippen beschränkten phonatorischen Funktion muß man danach annehmen, daß dieser Muskel zwei Aufgaben für die Stimmleistung übernimmt:

1. weite Resonanzformung beim Singen,
2. Fixieren des Larynx in seiner Normallage gegen hochziehende Kräfte der oberen Larynxaufhängung

Theoretisch lassen sich diese beiden Wirkungen folgendermaßen begründen: Die hochziehenden Kräfte besitzen eine stimmklappenentspannende erschlaffende Wirkung. Die Tendenz des Hochziehens liegt wahrscheinlich in der Artikulationsfunktion selbst begründet und ist als mehr oder weniger zwangsläufiges Übel der Artikulation im Sinne unökonomischer Bewegungen und Spannungen anzusehen. Von daher sind die Bemühungen und der Erfolg artikulatorisch entspannender Übungen zu verstehen.

Das Tiefstellen des Larynx durch den M. sternothyreoideus muß somit keine direkte Spannwirkung besitzen. Er wirkt indirekt dennoch insofern stimmklappenanspannend, als es eine Erschlaffung durch das Hochziehen verhindert. Damit erklären sich sowohl bei Parese des M. sternothyreoideus die Herabsetzung der Dauerlautstärke und Belastungsdauer beim Sprechen und Singen als auch ohne Parese die fehlende Aktivität beim Singen lauter und hoher Töne, sofern kein Zug der oberen Larynxaufhängung die Aktivität dieses „Larynxhalters“ reizt. Er besitzt somit eine resonanzformende und eine in bezug auf die Stimmlippen erschlaffungsblockierende Funktion, ohne selbst zu spannen.“⁵²

Da Kehlkopf und Zungenbein ein durch das Lig. thyreochoideum (Abb. 91) verbundenes System bilden, wird die Kehlkopfstellung durch die Muskeln verändert, die am Kehlkopf und am Zungenbein ansetzen. Sie werden je nach der Funktionsperspektive als Zungenbein- oder äußere Kehlkopfmuskeln oder auch als „Heber“ und „Senker“ (Negus 1935; Husler und Rodd-Marling 1965; Reid 1975) bezeichnet und bilden den sogenannten *Aufhängemechanismus*.

„Dabei ergeben sich charakteristische Zugrichtungen, wie die Abb. 92 darstellt. Je nach ihrem Verlauf verbinden diese Muskeln das Kehlkopf-Zungenbein-System mit Schädelbasis, Unterkiefer, Brustbein oder Schulterblatt und bringen es in einen Bewegungszusammenhang mit Kopf, Unterkiefer, Brustkorb oder Armen. Die unterschiedliche Einwirkung der Muskeln auf Zungenbein und Kehlkopf und die Aktivität des M. thyreochoideus bestimmen den Abstand zwischen Zungenbein und Schildknorpel und damit die Gestalt des Vestibüls. Kehlkopfstellung und Muskelaktivitäten haben außerdem Einwirkungen auf die Kehlkopffunktion selbst.“⁵³

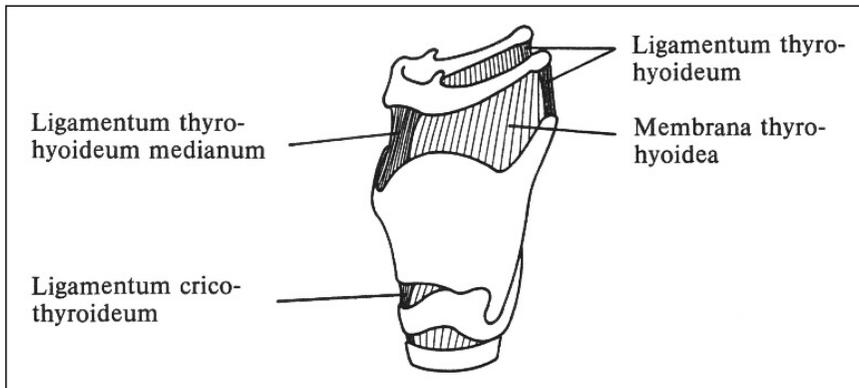


Abb. 91: Das Ligamentum thyreohyoideum und die Membrana thyreohyoidea, welche die Verbindungen zwischen Zungenbein und Schildknorpel herstellen (aus Pétursson und Neppert, 11991 [modifiziert])

Kontrahiert sich der *Schildknorpel-Zungenbein-Muskel* (*M. thyreohyoideus*) (Abb. 92 u. 105), so ist die Mundboden- und obere Zungenbeinmuskulatur gespannt; eine Annäherung zwischen Schildknorpel und Hyoid wird bewirkt und damit eine infolge subglottischen Luftdrucks hochgetriebene Larynxposition mit Velumstraffheit. Das Gewebe der Pharynxwand, daß einen Teil des Hypopharynx ausfüllt, wird dann zusammengeschoben (Abb. 93 a u. 108 a). Dabei können Bewegungen des Unterkiefers zusätzlich durch Muskeln der Zungenbeinheber (s. S. 174), die den unteren Teil der vorderen Spannungskette formen, eine Hebung des Zungenbeines und folglich des Zungengrundes und damit des Kehlkopfes bewirken. Dabei wird eine Kontraktion nach der mittleren Zunge hin bewirkt und äußert sich in einem Zurückziehen der Vorderzunge (Lohmann, 11938, 21964).

Außerdem können der am Ringknorpel ansetzende und am oberen Rand des Ösophagus umschließende *untere Schlundsnürer* (*M. constrictor pharyngis inferior*) sowie der am Schildknorpel ansetzende *mittlere Schlundsnürer* (*M. constrictor pharyngis medius*) für die gestörte Zusammenschaltung von Kehlkopf- und Zwerchfelltätigkeit von Bedeutung sein. Diese nach hinten oben ziehenden und an der Medianraphe der hinteren Pharynxwand ansetzenden gehörenden Rachenringmuskeln einschließlich des *oberen Schlundsnürers* (*M. constrictor pharyngis superior*) „sind miteinander und mit den inneren Halswirbelsäulenmuskeln verbunden; sie bilden den seitlichen und hinteren Teil des Vokaltrakts und sind mit dessen Schleimhaut verbunden. Sie sind am Schlucken in der Weise beteiligt, daß ihre Kontraktion und Entspannung Speisen und Getränke in die Speiseröhre leiten und bewegen. Bei ihrer Kontraktion ziehen sie in Faserrichtung zu den Ansatzpunkten und üben dadurch eine Festhaltung auf Ring- und Schildknorpel, das Zungenbein und den Gaumenbereich aus“⁵⁴, was einer Zusammenziehung des Pharynx gleichkommt (Abb. 92-96).

Mannigfache Verkrampfungsmöglichkeiten im Zungengebiet führen auch zu anderen abweichenden geringeren Leistungsfähigkeiten, welche in den gesangswissenschaftlichen Untersuchungen und im VIII. Kapitel noch dargelegt werden.

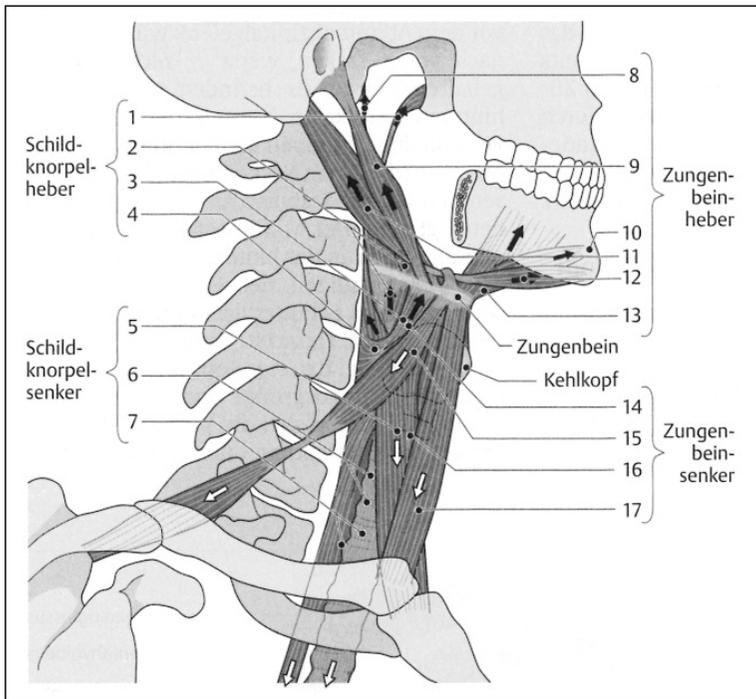


Abb. 92: Aufhängung des Kehlkopfes. Die Pfeile zeigen die Zugrichtungen an. Eine Änderung dieser Funktion tritt jedoch dann ein, wenn Zungenbein und Kehlkopf von einer Seite blockiert werden. Wird z. B. das Zungenbein von oben fixiert, führt die Anspannung der Zungenbeinsenker nicht zu einem Tiefertreten des Zungenbeines, sondern zur Hebung des Schultergürtels und des Brustkorbes. Lösende Maßnahmen müssen daher die gesamte funktionelle Einheit des Aufhängeapparats einbeziehen (nach v. Lanz und Wachsmuth, 1955 aus Spiecker-Henke, 1997 [modifiziert])

- 1 M. palatopharyngeus
- 2 M. stylopharyngeus
- 3 M. thyreochoideus
- 4 M. constrictor pharyngis inferior
- 5 M. sternothyroideus
- 6 Tunica elastica trachealis

- 7 Ösophagus und Trachea
- 8 M. hyopharyngeus
- 9 M. stylohyoideus
- 10 M. geniohyoideus (verdeckt)
- 11 M. digastricus, Venter posterior
- 12 M. digastricus, Venter anterior

- 13 M. mylohyoideus
- 14 M. thyreochoideus
- 15 M. omohyoideus
- 16 M. sternothyroideus
- 17 M. sternohyoideus

Beschreibt man die anatomischen Verhältnisse des Gaumenbereichs, so wird dieser aus *Levatoren* und *Tensoren* beziehungsweise *velopharyngealen Muskeln* durch ein kompliziertes System bewegt. Während der M. tensor veli palatini das *Gaumensegel* (*Velum palatinum*) (Abb. 95 u. 96) mit dem in der Mitte hängenden *Zäpfchen* (*M. uvulae*) (Abb. 85 u. 95) hebt und durch lateralen Zug spannt, wobei der M. uvulae das Zäpfchen verkürzt, ist der *Gaumensegelheber* (*M. levator veli palatini*) (Abb. 95 u. 96) für dessen Hebung nach hinten oben verantwortlich „und nimmt dabei unter Öffnung des Ostium pharyngeum tubae auditivae (in den Nasenrachenraum mündende Öffnung der Tuba auditiva)) den dorsomedialen Tubenknorpelteil mit“⁵⁵; es kommt zur Schließung des Tubenostium, Levatorwulst (Abb. 85).

Die *Tuba auditiva* (Eustachii) (Abb. 85 u. 95), auch benannt nach dem italienischen Anatom Bartolomeus Eustachius (1520-1574), bildet als „Ohrtrumpete“ die Verbindung von der Paukenhöhle des Mittelohres zum Nasenrachenraum, „wo sie in einem rinnenförmigen Knorpelwulst endet. Das Ostium öffnet sich nur kurzzeitig beim Schlucken durch Zusammenwirken der beiderseitigen Mm. levator und tensor veli palatini und stellt damit vorübergehend eine offene Verbindung zwischen Nasopharynx und Mittelohr her, wodurch sich im Mittelohr der Druck der umgebenden Luft einstellt (Druckausgleich)“⁵⁶ (Abb. 109).

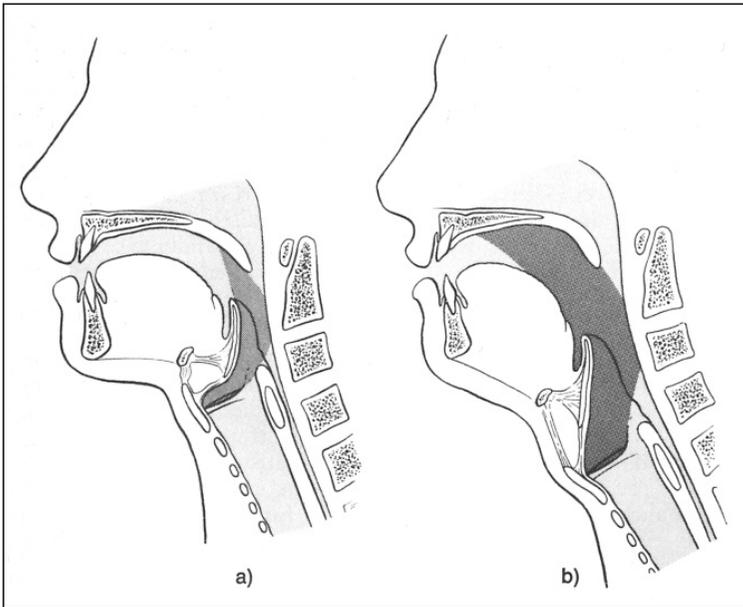


Abb. 93 a u. b: Ansatzrohr a) bei hochgezogenem Kehlkopf, b) bei herabgezogenem Kehlkopf. Eine variable Zungenstellung und der Neigungswinkel des Kehldeckels sind mit der Stellung des Kehlkopfes bei der Formung des Ansatzrohres eng gekoppelt (nach E. Barth, 1911 aus Habermann, 32001 [modifiziert])

Für die Entstehung der Sängerformanten ist allerdings eine differenzierte Öffnung der Tuba auditiva (Eustachische Röhre) von entscheidender Bedeutung (Faulstich 1997, Rohmert 21992). Auf Seite 200 wird hierauf eingegangen.

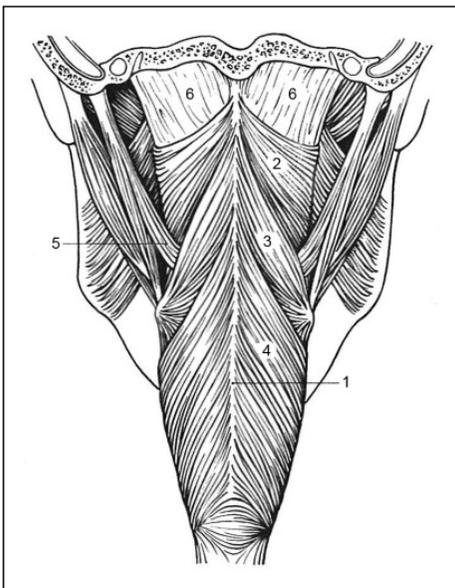


Abb. 94: 1) Raphe pharyngis (hinten in der Mitte zwischen rechter und linker Pharynxmuskulatur verlaufende Bindegewebsnaht. 2) M. constrictor pharyngis superior. 3) M. constrictor pharyngis medius, 4) M. constrictor pharyngis inferior. 5) M. stylopharyngeus. 6) Fascia pharyngobasilaris (bindegewebige Wand des obersten muskelfreien Teils der Schlundwand) (nach Feneis, 41974 [modifiziert])

Hervorzuheben ist der *weiche Gaumen (Palatum molle)*, „dessen Stellung und Spannung einerseits die Raumverhältnisse zwischen Zunge und Rachenhinterwand und andererseits den Zugang zu den Eustachischen Röhren bestimmt. Muskulär bewerkstelligt wird dies durch

den *M. palatoglossus* (Gaumen-Zungen-Muskel) (Abb. 96, d. Verf.), *M. palatopharyngeus* (Gaumen-Rachen-Muskel) (Abb. 92 u. 96, d. Verf.) und *M. tensor veli palatini* (Gaumensegelspanner) (Abb. 95 u. 96, d. Verf.). Der zuletzt genannte Muskel wird als zentral angesehen, weil seine Spannung einerseits den Nasenraum öffnen kann, andererseits die seitliche Öffnung der Eustachischen Röhren bewirkt. Wenn dies gelingt, wird erreicht, daß der hochfrequente Formantklang nicht nur aus dem Raum an das Außenohr trifft, sondern gleichzeitig durch die geöffneten Eustachischen Röhren direkt das Mittelohr erreicht. Für den Sänger bedeutet das ein Eigenhören von ganz besonderer Qualität: ein hochenergetisches inneres Hören, ein „Ohrenklingen“, das sich für den externen Zuhörer nicht in einer Verschleierung des Tones und in einer gewissen Dumpfheit äußert, sondern dem Ton eine neue Dimension verleiht: er wird präsent, transparent, klar, voluminös, flexibel, höchst tragfähig. Darüber hinaus vermittelt er den Eindruck großer Mühelosigkeit und geringer körperlicher Anspannung.“⁵⁷

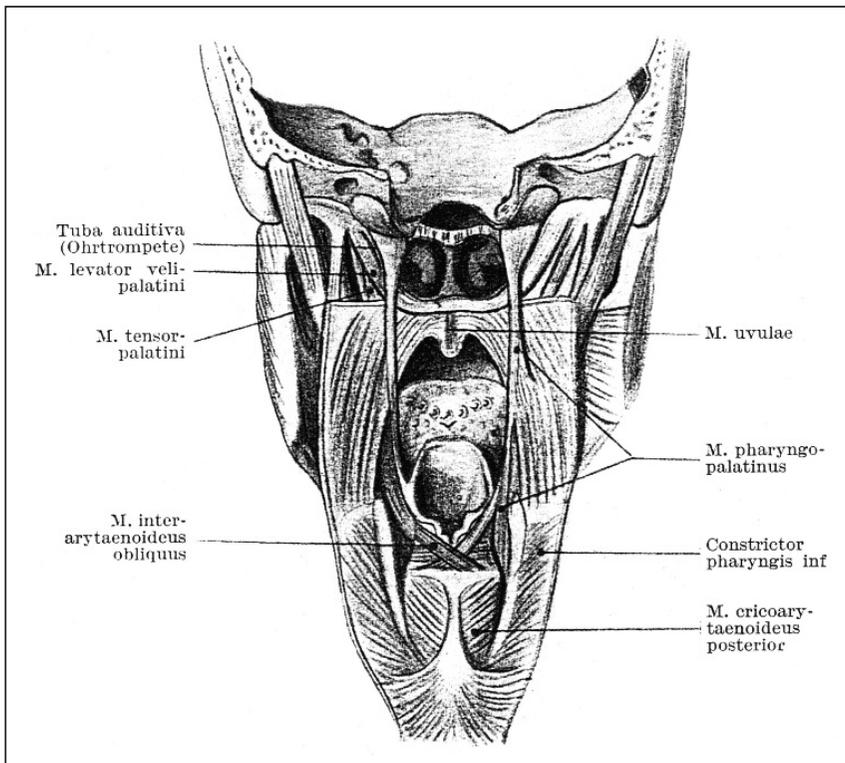


Abb. 95: Übersichtsbild der Schlundmuskulatur (aus Luchsinger, 1951)

Sehen wir überdies bei Aktion des *M. tensor veli palatini* das Velum palatinum neben seiner gesangsphysiologischen Bedeutung noch als Weiche für den Luftstrom zwischen den Kavitäten des Mundes und der Nase an, so trägt der direkt hinter dem inneren Eingang zur Nasenhöhle gelegene *M. constrictor pharyngis superior* als zusätzlicher Erwecker zur kopfi-

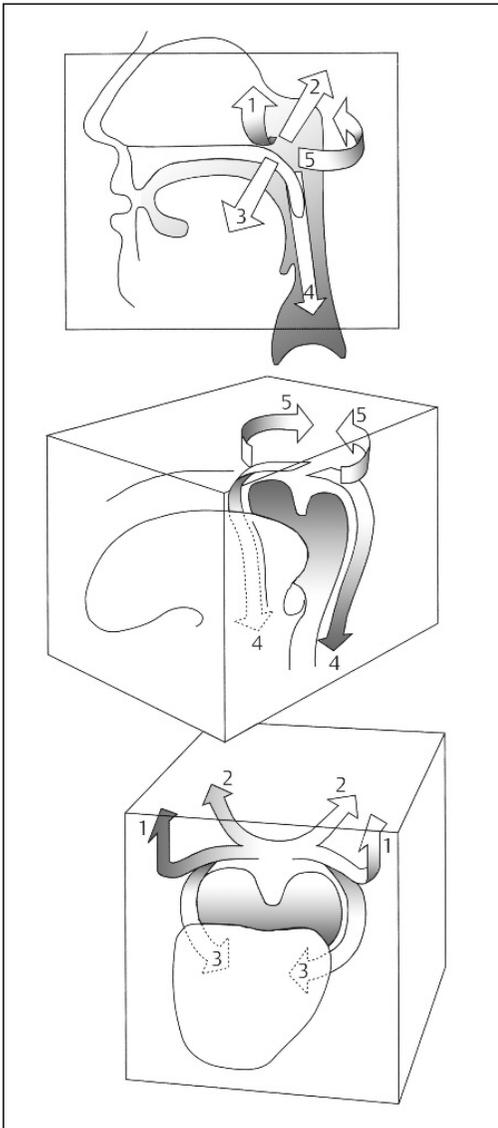
gen Struktur bei (Abb. 94 u. 96). Nach Meinung von Fuchs und Hotter (1952) „ist er gewissermaßen der Kopftouren-Gesangsmuskel. Ein Gefühl für seinen Sitz und für seine Funktion gewinnen wir beim Niesen, wo er sich zunächst verschließt, um den von der Zwerchfellkraft nach oben gedrückten Luftstrom explosionsartig plötzlich den Weg in die Nasenhöhle freizugeben. Er ist nach Ansicht oben genannter Autoren der „Resonanzspanner“ schlechthin und teilweise der Ansatzpunkt für die hohen Töne. Durch seine Anspannung wirkt er auch noch straffend auf die Schleimhäute seiner näheren Umgebung und weist damit dem Ansatz für die höchsten Töne den Weg.“⁵⁸ Wiederholt wird auf Seite 211 hierauf eingegangen.

In einer noch näheren stimmmedizinischen Betrachtung wirken die *Mm. constrictores pharyngis* wie sich erweiternde oder sich verengende Ringe (s. Kap. VII, 6/1., 2. u. 3. Baß; 10/1. Baß), die übereinander horizontal angeordnet sind, so daß sich das häufig in der Stimmbildung methodisch eingesetzte im Resonatorensystem vollziehende Gähngefühl, aber auch das Gefühl vor dem Niesen, begünstigend auf die sängerische Einstellung und somit erweiternd auf die in der *Tunica muscularis* des Schlundes gelegenen Constrictoren auswirkt.

Grundsätzlich muß aber innerhalb der Zugkräfte des Aufhängeapparats ein synergetisches Gleichgewicht zwischen den nach oben und unten ziehenden „Hebern“ und „Senkern“ und des Trachealzuges auf das Zungenbein wirksam werden, damit der Larynx während des singenden Phonationsvorganges in einer elastischen Tiefstellung bleiben kann.

Denn nur dann können sich die Artikulatoren (Zungenkörper, Zungenspitze, Mundlippen, Unterkiefer u.a.) in einer unabhängigen Weise bewegen, die diese *Zugbalance* nicht stört. In diesem Falle befinden sich alle Muskeln der Halsregion in einem *isometrischen Tonusgleichgewicht (Längenkonstanz)*, wobei durch erweiternde Funktion der Constrictorenkette bzw. Beibehaltung der Weite des Ansatzrohres (Gähngefühl) und innerer Körperweite die laterale Öffnung der Eustachischen Röhren vom *M. tensor veli palatini* bewerkstelligt wird (Öffnung des Tubenostium, Abb. 85 u. 109) und „in die Rolle eines Synergisten des *M. tensor tympani (Trommelfellspanner)* (d. Verf.) rückt.“⁵⁹ Im Zuge dessen können die senkenden Kräfte der am Hyoid entspringenden direkten Einspannungsmuskeln des *Schulter-Zungenbein-Muskel (M. omohyoideus)* und des *Brustbein-Zungenbein-Muskel (M. sternohyoideus)* Hyoid und Schildknorpel „beim Tiefertreten mit einer leichten Neigung nach vorn verlagern, so daß der Abstand zwischen Zungengrund und hinterer Rachenwand zunimmt als auch der Abstand zwischen Schildknorpel und Zungenbein sich vergrößert“⁶⁰ (Abb. 108 b).

Ganz zweifellos leisten diese direkten Senkermuskeln einen wichtigen Beitrag bei der Einspannungsarbeit. Ihre starken Muskelstränge, die zum Oberrand des *Schulterblattes (Scapulae)* [*M. omohyoideus*, Abb. 92] und zur Rückfläche des Manubrium sterni (Abb. 90) [*M. sternohyoideus*, Abb. 92] ziehen, üben einen nicht unbedeutenden Einfluß auf die gleichmäßige Tiefstellung des Kehlkopfes aus, „die den von Atemdruck und Glottiswiderstand erzeugten, sich ständig ändernden Aufwärtsdruck des Kehlkopfes ausregeln müssen. Dazu bedürfen diese Muskeln eines Minimalantagonismus zu ihren Gegenspielern, den „Hebern“ (Husler und Rodd-Marling, 1965), deren Entspannungsfähigkeit abhängig von der Tiefe des Kehlkopfstandes den Empfindlichkeitsgrad der Regelung bestimmt.“⁶¹



Abb, 96: Schematische Darstellung der velopharyngealen Muskeln. Die Pfeile zeigen die Wirkungsrichtung an (nach Fritzell, 1969 aus Wendler et al., 31996)

- 1 M. tensor veli palatini
- 2 M. levator veli palatini
- 3 M. palatoglossus
- 4 M. palatopharyngeus
- 5 M. constrictor pharyngis superior

Dabei fällt dem stimmbildenden M. sternothyroideus die Aufgabe zu, bei Aktion die Spannung der Stimmlippen zu unterstützen. Der Verlauf dieses extralaryngealen Muskels, der mit seinen Strängen die Fortsetzung des M. thyreohyoideus zum Sternum bildet, ist bei gedeckter Stimmgebung (frz., Voix sombre, Voix couverte, Voix en dedans), die bei aufgerichtetem Thorax eine mäßige Vorstülpung des Lippenringes mit schwerelosem Unterkieferhang verlangt, gleichwohl in der Lage, den Larynx indirekt in elastisch tiefer Position zu verankern und zu halten (Abb. 93 b). Dies läßt klangcharakteristisch erkennen, daß „im Vollregister und Mittelregister durch die präphonatorische Aktivität des M. sternothyroideus zu einer weiten Resonanzformung beigetragen wird“⁶² und erklärt nebst Einspannungsarbeit der Mm. omohyoideus und sternohyoideus jenen zusätzlich beeinflussenden Funktionsvorgang.

„Der *Unterkiefer (Mandibula)* wird nicht wie andere Gelenke, zum Beispiel das Knie oder der Ellbogen, bewegt. Um die Kiefer zu öffnen, löst man die Kinnbacken durch den *M. pterygoideus (Flügelmuskel)* (Abb. 97, d. Verf.) aus den Scharnieren nach vorne und unten. Dabei wird der *M. pterygoideus* gedehnt und trägt den Unterkiefer, der dann schwerelos parallel zum Oberkiefer hängt. In dieser Lage kann der Unterkiefer willentlich durch Muskeln, durch die er mit dem Schädel verbunden ist, in jede Richtung bewegt werden. Die horizontale Lage der Kiefer ist die richtige Einstellung für den Sänger.“⁶³ Weitere Einzelheiten über methodische Fragen der Unterkieferführung sind auf Seite 288 dargelegt.

Überdies erweitern sich die Dimensionen der oberhalb der Stimmlippenebene gelegenen supraglottalen Räume, wodurch folgende stärker veränderbaren Anteile des lufthaltigen Hohlraumsystems den Stimmklang intensivieren: 1) Morgagni-Ventrikel [Ventriculus laryngis, Abb. 9 u. 64] und *Sinus piriformis*, Abb. 9 u. 98, 2) Vestibulum laryngis (Oberteil des Kehlkopfinnenraumes bis zur *Plicae vestibulares [ventriculares]*, Abb. 64 u. 85), Beteiligung an der Erweiterung der Ventrikel durch die *Wrisberg-Knorpel*, S. 98, 3) *Recessus piriformis* (Rinne zwischen der *Plica aryepiglottica* und der *Membrana thyreochoidea* bzw. dem Schildknorpel, Abb. 64), 4) Pharynx, 5) *Mundhöhle (Cavitas oris) [Cavum oris]* (Abb. 85).

Die Dehnung des Gewebes der Pharynxwand ist beträchtlich, so daß sich hierbei der vom unteren Rand der Cricoidplatte bis zur Spitze der Epiglottis erstreckende *Hypopharynx (Laryngopharynx)* (Abb. 85) bzw. Kehlrachen in Form und Größe konfigurativ verändert.

„Hier ist der Betrag des Druckpegels der stehenden Welle im Resonator maximal, daher kann ihre volle Kraft auf die Stimmlippen einwirken.“⁶⁴

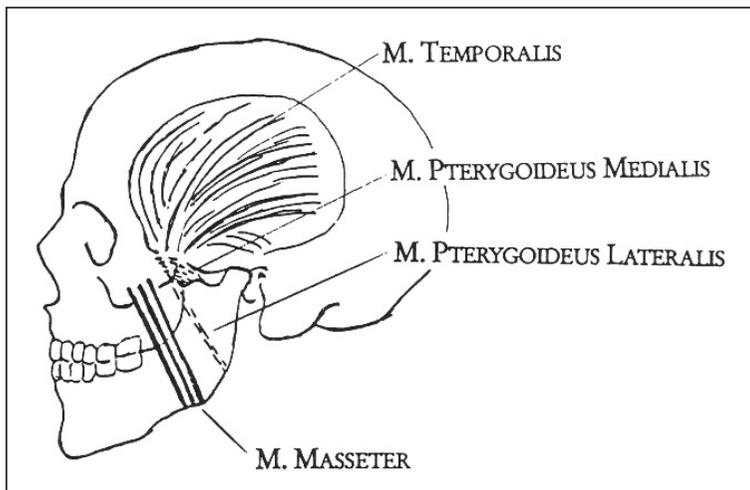


Abb. 97: Kaumuskeln
(nach G. Rohmert, 21992)

„Dem *M. cricothyreoideus*, der bei hohen Tönen die Stimmlippen bis zu 5 mm verlängert und sie verdünnt, so daß die Randschwingungen leicht ansprechen“⁶⁵, stehen also kehlkopf- bewegende am Hyoid und Schildknorpel ansetzende Muskeln gegenüber, die den Mechanismus der Stimmbildung wesentlich mitbestimmen. Es sind jene senkenden Kräfte der Mm.

omohyoideus, sternohyoideus und sternothyreideus, wobei letzterer Muskel eine Erschlaffung durch hochziehende Kräfte der Zungenbein- und Schildknorpelheber zu verhindern imstande ist.

Der in die Rahmenfunktion sich einfügende reaktivierte, regenerierte Spannungsmechanismus der Senkermuskeln - die Mm. sternothyreideus und sternohyoideus „werden durch ein Spannungsgefühl in der Brust und Tonansatz am Brustbein aktiviert“⁶⁶ - ist maßgeblich an der Wiederaufrichtung des gesamten Stimmorgans beteiligt, durch welche die Stimmlippen die zum Singen notwendige Streckung und Anspannung erfahren. „Durch die für den ganzen Prozeß erforderlichen Atemstützvorgänge sowie durch Eröffnung des Halses und der „Sängerröhre“ kommt es zur *Koppelung* von Keh- und Atembezirk. Der enge Zusammenschluß dieser beiden Bereiche bewirkt den richtigen, den sängerischen Zustand, bei dem ein innerer Dynamismus des Zwerchfells einen Überschuß an phonatorischer Kraft und emotionellen Schwung zeitigt. Es kommt so zu machtvoller, müheloser Tonentfaltung, zu dem „jeu perle“ des Pianisten entsprechenden Koloraturabläufen, zu Intervallen und Toneinsätzen von besonderer Klarheit und Reinheit. Das Lineament der Stimme ist deutlich wahrnehmbar, die Stimme selbst von der Tiefe bis zur Höhe einheitlich wie aus einem Guß. Durch die Öffnung des Halses und der „Sängerröhre“ ist voller *Unterklang* gewährleistet. Ein dunkler Erztton von großer Schönheit - als ob ein Cello-Klang der Stimme stets immanent wäre - entsteht.“⁶⁷

„So wie wir die Basis des Tones als im Zwerchfell verankert fühlen, so empfinden wir auch seine Spitze (sein oberes Ende) als im Schädel angelehnt. (Eine Widerspiegelung findet man mit aller Evidenz in der Abb. 118, d. Verf.). Diesem Gefühl hat der Italiener durch seinen Begriff des *Appoggio* (von ital. »appoggiare«, anlehnen) Ausdruck gegeben.“⁶⁸ Andererseits „symbolisiert der Begriff „stützen“ die Fiktion der altitalienischen Schule, der Sänger stütze das Atemvolumen vom Rücken her gegen das Brustbein.“⁶⁹

„Dies berühmte Wort, das in der deutschen Gesangssprache mit „Stütze“ nur unvollkommen übersetzt ist, beruft sich zunächst auf die Doppelvorschrift der altitalienischen Gesangsmeister: „appoggiarsi in petto“ und „appoggiarsi in testa“. Das echte *Appoggio* bedeutet also nicht allein atemmäßig die ideale Stütze, als welche es heute meist gedacht wird, sondern bezieht auch das Resonanzmäßige mit ein: die klangliche Seite (Schädelklang) wird mit der körperlichen (bei den Alten: Bruststütze) in eine tiefgreifende Verbindung gesetzt.

Die Arbeit am *Appoggio* ist Bedingung insbesondere für das Legato; sie begleitet den Sänger sein Leben hindurch, welches spezielle Stützgefühl ihr auch zugrunde gelegt werden mag.“⁷⁰

Entscheidendes Ziel ist dabei die geglückte Ausnutzung der Resonanz, „die ein Sänger an seinen Vibrationen im Brust- und Kopfbereich spürt, wobei diese wiederum ein wesentlicher Teil der Klangstütze sind und somit auf die Funktion von Stimmlippen und Zwerchfell zurückwirken. Ein durch Vibration empfundener Klangsitz der Stimme in der „Rachenkuppel“ oberhalb des Gaumensegels auf der Höhe der Nasenwurzel (M. constrictor pharyngis superior) (d. Verf.) ist eine für das Singen wesentliche vordere Ansatzstelle.“⁷¹

„Hat der Sänger das Gefühl für dieses Wechselverhältnis, gewissermaßen für das Ballottieren der Stimme zwischen ihren beiden Hauptkräften, Basis und Ansatz, erfaßt, dann weiß er, was der Italiener mit dem Ausdruck *Appoggio* sagen will.“⁷²

Der Vorgang erfolgt unter Bereitschaft *eutoner Einstellung* und folglich fühlbarer Kontrolle der *muskulären mittleren Spannung* des Sängers, indem noch bei der Ausatmung eine „inspiratorische Gegenspannung“ wahrgenommen wird. „Es besteht demnach eine inspiratorische Gegenspannung während der Phonation, also ein Zügelnd der Ausatemungskräfte, wodurch der Ton schwingungsfähig bleibt. Es handelt sich hier um eine Balance zwischen den noch tätigen Einatemungsmuskeln und den schon wirksamen Ausatemungsmuskeln“⁷³, wobei durch deren Kontraktionen das Gewebe der *Lungen (Pulmones)* mit elastischer Dehnung und Retraktionskraft den Thoraxbewegungen folgt. In einer kontrahierenden Folge kann primär das *Zwerchfell (Diaphragma)* als spezifischer Inspirationsmuskel angesehen werden. Diese bei elastischer Dehnung gesangshygienische Atemregulierung hat, anders gesagt, den Zweck, die inspiratorische Aktivität zur Verhinderung der allzu schnellen Atemabgabe im Sinne des „*Appoggio*“ aus der Hilfsvorstellung „*inhalare la voce*“ beizubehalten, das heißt dem Ausströmen der Luft während der Phonation entgegenzuwirken, wodurch der subglottische Druck auf den optimal „niedrigen Betriebsdruck“⁷⁴ reduziert und eingestellt wird.

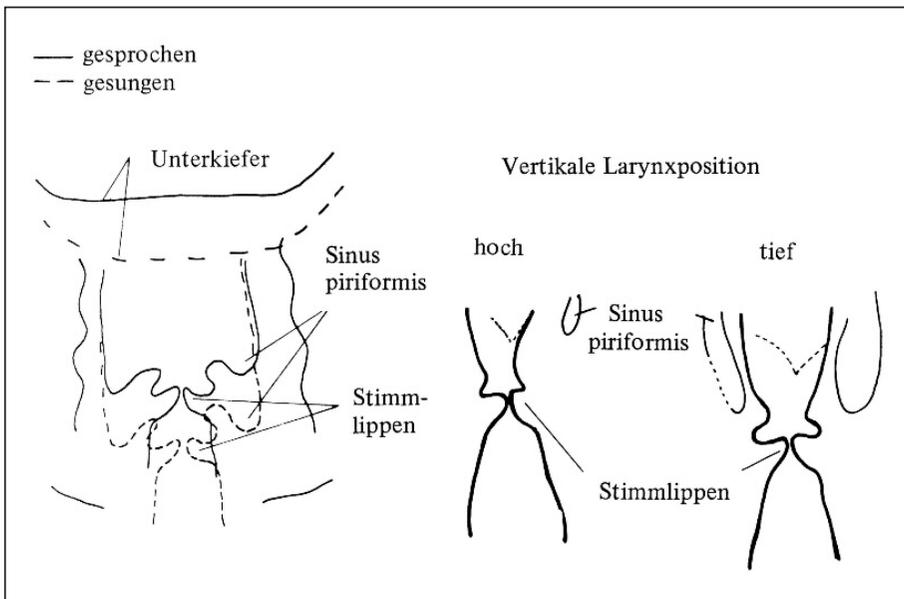


Abb. 98: Links: Von Röntgenaufnahmen in der Frontalebene erstellte Konturen der Verhältnisse in der Kehlkopfregion eines männlichen Sängers, der den gleichen Vokal sprach (durchgehende Linie) und sang (gestrichelte Linie). Beim Singen stand der Kehlkopf tiefer, die Sinus piriformis waren weiter (aus Sundberg, 1970).

Rechts: Aus Röntgenaufnahmen des unteren Pharynx in der Frontalebene ermittelte Konturen, welche die bewusste Senkung beziehungsweise Hebung des Kehlkopfes einer Testperson charakterisieren. Ventrikel und Sinus piriformis erweitern sich bei Kehlkopfsenkung beträchtlich (aus Sundberg, 1974)

Analog jener Prämissen veranschaulicht Abb. 98 „Konturen von Röntgenaufnahmen eines männlichen Sängers, der den gleichen Vokal sang und sprach. Der Kehlkopf ist dabei beim Singen tiefer positioniert, was typisch für männliche Berufssänger zu sein scheint (Shipp und Izdebski, 1974). Anhand der Konturen von Röntgenaufnahmen des unteren Pharynx in der Frontalebene verdeutlicht Abb. 98 die Veränderungen bei bewußtem Senken oder Heben des Kehlkopfes. Eine Senkung des Kehlkopfes ist mit einer Weitung der Larynxventrikel und vor allem mit einer Weitung der Sinus piriformis, jenes untersten Teiles des Ansatzrohres, der den Kehlkopf umschließt, verbunden.“⁷⁵

Überdies haben weitere Untersuchungsergebnisse von Shipp und Izdebski (1975) gezeigt, daß sich die vertikale Position des Kehlkopfes beim normalen Sprechen in Abhängigkeit von der Phonationsfrequenz ändert, und das mit deren Zunahme eine zunehmende Höherstellung des Kehlkopfes verbunden ist. Bei Betrachtung des Untersuchungsbefundes in der dargestellten Abb. 99 des rechten Bildes „wird deutlich, daß untrainierte Stimmen zwar stark differierende Verhaltensweisen zeigen, allen Probanden aber bei Frequenzen bis 200 Hz - was den gesamten für die normale Sprechstimme genutzten Frequenzbereich abdeckt - eine Hebung des Kehlkopfes gemeinsam war. Oberhalb dieser Frequenz reagierten die Testpersonen allerdings unterschiedlich. Die Meßwerte professioneller Sänger sind im linken Diagramm der gleichen Abbildung dargestellt, welches die unterschiedlichen Verhaltensweisen anschaulich verdeutlicht. Der generelle Trend liegt in einer Kehlkopfsenkung mit steigender Phonationsfrequenz“⁷⁶, die nicht etwa erzwungen werden darf (J. Stockhausen, deutscher Sänger und Gesangspädagoge 1826-1909) (Hennig, 1900), sondern das Ergebnis funktioneller Wirkung sein muß. „Sie liegt in der Aktivierung inspiratorischer Muskeln und ihrer feindsynchronen Abstimmung auf den expiratorischen Phonationsstrom. Dadurch lassen sich die Druck- und Spannungsverhältnisse in der Glottisebene subtil regeln.“⁷⁷

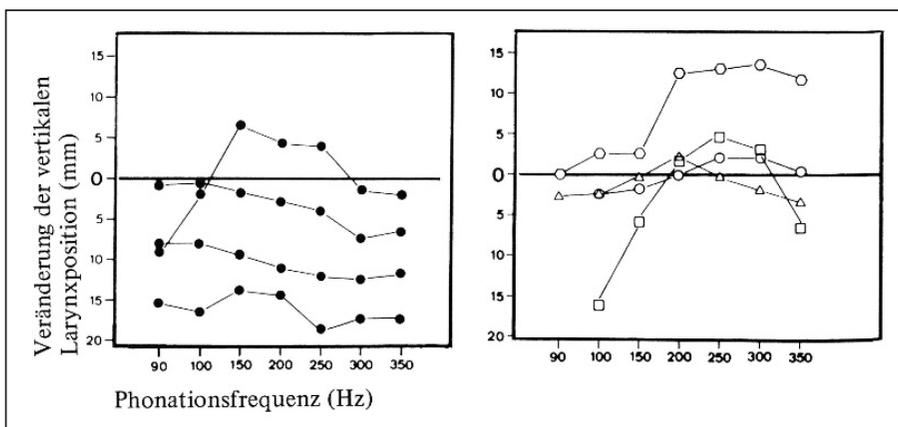


Abb. 99: Relative vertikale Position des Kehlkopfes im Vergleich zur Ruhelage (0 mm) als Funktion der Phonationsfrequenz für Sänger (linkes Bild) und Nichtsänger (rechtes Bild). Bei den meisten Sängern senkt sich der Kehlkopf etwas mit steigender Tonhöhe, wogegen Laien dazu neigen, den Kehlkopf etwas zu heben (nach Shipp und Izdebski, 1975 aus Sundberg, 1997)

Der dabei „aus der Hilfsvorstellung „inhalare la voce“ ausübende, in seiner Gesamtheit intensivierete elastische „Tiefgriff“ vermittelt dem Sänger suggestiv das Gefühl einer fundierten, gesunden Singweise und wird je nach Bedarf als „sukzessiv-vertiefter Haltekomplex“ im Sinne der inspiratorischen Gegenspannung aktiviert eingesetzt.“⁷⁸

Es ist bekannt, daß für die Ausübung des Kunstgesangs noch weitere vier Diaphragmen von Bedeutung sind:

- das Diaphragma pelvis mit dem Diaphragma urogenitale
- das Diaphragma oris der Mundbodenmuskulatur (M. mylohyoideus)
- das in seiner Form sehr veränderbare Diaphragma palatini (weicher Gaumen)
- das über der Hypophyse gelegene Diaphragma sellae.

„Die Funktionsweise der *Diaphragmenkette* (Abb. 100) und das Verhältnis ihrer linearen Abmessungen, d. h. ihrer Proportionen, stehen in unmittelbarer Verbindung mit der Qualität der Stimmlippenschwingung.“⁷⁹ Eine ausführliche Beschreibung über Einfluß und Wirkungsweise sowie eine Anzahl entscheidender neu gefundener gesangswissenschaftlicher Parameter befindet sich bei G. Rohmert, in: *Der Sänger auf dem Weg zum Klang*, 21992.

So können durch das hierbei homogene fein aufeinander abgestimmte Zusammenwirken der eingangs besprochenen Funktionen schallerzeugende Erscheinungen eines sonoren tiefen Unterklanges, - auch als *Unterresonanz* oder *Brustresonanz* bezeichnet -, wahrgenommen werden. Der typische Resonanzbezirk des Brustregisters ist die Brustresonanz und ein allgemeiner Begriff für die tiefen und tiefsten Resonanzen, die dem Klange eine dunkle Farbe geben. So wollen wir durch diese Vorgänge und Verknüpfungen auf nähere Betrachtungen des Vollstimmbereichs eingehen.

Entsprechend unseres 5. Untersuchungsbeispiels im 7. Abschnitt ergibt sich durch Einsatz der tiefsten Stimmgattung (Baß) aufgrund eines exponierten Quintsprungs mit sinkender Tonhöhe (H - E 123 Hz - 82 Hz) eine Näherung an den absoluten „Tiefenbereich („Pulsregister“ ca. 20 Hz - 80 Hz).“⁸⁰

Verfolgen wir die Auswirkungen verschiedener Tonhöhen und Lautstärken auf die Form der Glottis und den Schwingungsablauf, so zeigen sich die Stimmlippen in diesem Bereich infolge Veränderungen der Grundbewegung in ihrer ganzen Breite, Dicke bzw. Wulstigkeit. In dieser Funktion bewirkt die sich in großem Ausmaß gegeneinander vorwölbende Masse eine langsamere Öffnung, deren bei geringer Spannung eine langsamere Verschlussphase folgt, wobei die Stimmritze bei leichter Außenrotation der Aryknorpel leicht geöffnet ist.

Die Randkantenverschiebung ist in dieser Phase ausgeprägt. Hierzu zeigt Abb. 101 d das laryngoskopische Bild eines niedrigerfrequenten Tones, dessen Verschlussphase verhältnismäßig lang ist und im gesamten Bereich der Stimmlippen erfolgt.

In dieser zugleich gut resonierenden *Indifferenzlage* sprechen tiefe Stimmen, die auf dem Brustregister (Tiefoktave) basieren. Die sogenannte Indifferenzlage, die sich innerhalb einer Quarte bis Quinte oberhalb der unteren Grenze, also im unteren Drittel des individuellen

Stimmumfangs, befindet, bezeichnet die Stimmtonhöhe, um die sich, durch Kontraktion des *M. vocalis*, die Stimme beim Sprechen bewegt. In dieser bequemen Stimmlage, definiert auch als mittlere (indifferente) Sprechstimmlage, kann mit dem geringsten Kraftaufwand anhaltend und mühelos, das heißt aus der Respirationsstellung (Lateralstellung) heraus entspannt gesprochen werden, um ein Maximum an Klangabstrahlung zu erreichen.

So haben innerhalb einer Stimmgattung Messungen gezeigt, „daß mit zunehmender Frequenz des gesungenen Tones bei Abnahme der Dicke die Stimmlippenlänge zunimmt (Funktion des *M. cricothyroideus*, Abb. 101 a). Die Verlängerung ergibt eine größere Kontaktfläche gegenüber dem subglottischen Druck. Bei gleichem subglottischen Druck werden die Stimmlippen daher schneller geöffnet, der Zyklus beschleunigt und die Grundfrequenz erhöht. Dieser Effekt wird durch die gleichzeitige Dickenabnahme und Spannungszunahme verstärkt (Abb. 101 b).“⁸¹

Für das Singen der tiefsten Töne werden nach W. und A. Zenker (1960) Länge und Spannung der Stimmlippen zusätzlich durch Kräfte beeinflusst, die von außen am Kehlkopf angreifen. Dabei ist nicht nur der *M. sternothyroideus* bei Larynxtiefstellung im Vollregister durch Rückkipfung des Schildknorpels nach hinten unten als Verkürzer oder indirekt stimmlippenspannend im Voll- und Mittelregister als Verlängerer von Bedeutung, sondern ein weiterer Muskel, der ebenfalls zu einer stimmlippenspannenden Funktion beiträgt, damit die tiefsten Töne des Brustregisters mit entspannten Stimmlippen erzeugt werden können. Die Stimmlippen sind daher nicht primär durch den *M. vocalis* entspannt und verkürzt, weil eine aktive Verkürzung nicht gleichzeitig die nötige Entspannung gewährleisten kann, sondern durch Aktivität des *Ring-Rachen-Muskel (M. cricopharyngeus)* (Tabelle 2).

Als Teil des unteren Schlundschwürers *M. constrictor pharyngis inferior* gehört er kehlkopfhobend einem Muskelkomplex an, welcher „hinter dem Cricothyroidgelenk am Ringknorpel ansetzt und nach hinten oben in die Schlundmuskulatur einstrahlt (Abb. 102). Die Stimmlippenverkürzung wird vorwiegend durch eine Drehung im Cricothyroidgelenk bewirkt in dem Sinne, daß der Bogen des Ringknorpels nach unten gekippt wird, während sich die Ringknorpelplatte hebt.“⁸² Im Rahmen der 5. Untersuchung auf Seite 180 wird hierauf eingegangen. Die Abbildung 60 zeigt die gegensätzliche Funktion. Die *Mm. cricopharyngei* wirken so als Antagonisten der *Mm. cricothyroidei* (Abb. 102) - „wohl sind sie meist gleichzeitig aktiv, doch dominiert in der hohen Tonlage der *M. cricothyroideus*, in der tiefen der *M. cricopharyngeus* -, welche sich beim Singen einer Skala reziprok verhalten (Abb. 103/A1).“⁸³

Demgegenüber zeigen 1967 Untersuchungen von Minnegerode, daß der *M. cricopharyngeus* „nicht als Verkürzer, sondern überzeugend als Unterstützer des *M. cricothyroideus* in seiner Zugrichtung bei lauter Phonation, das heißt als Verlängerer erkannt wurde. Sonningen (1968) schloß sich dieser Meinung an und bezeichnet ihn treffend als „accessorischen Stimmlippenspanner“. Da seine Aktivität für den normalen Stimmgebrauch nicht erforderlich ist, scheint sich die elektromyographische Untersuchung dieses Muskels nur bei Sängern und Schauspielern zu lohnen, weshalb in Anbetracht der Patienten- und Probandenzahl noch wenig Erfahrungen vorliegen.“⁸⁴

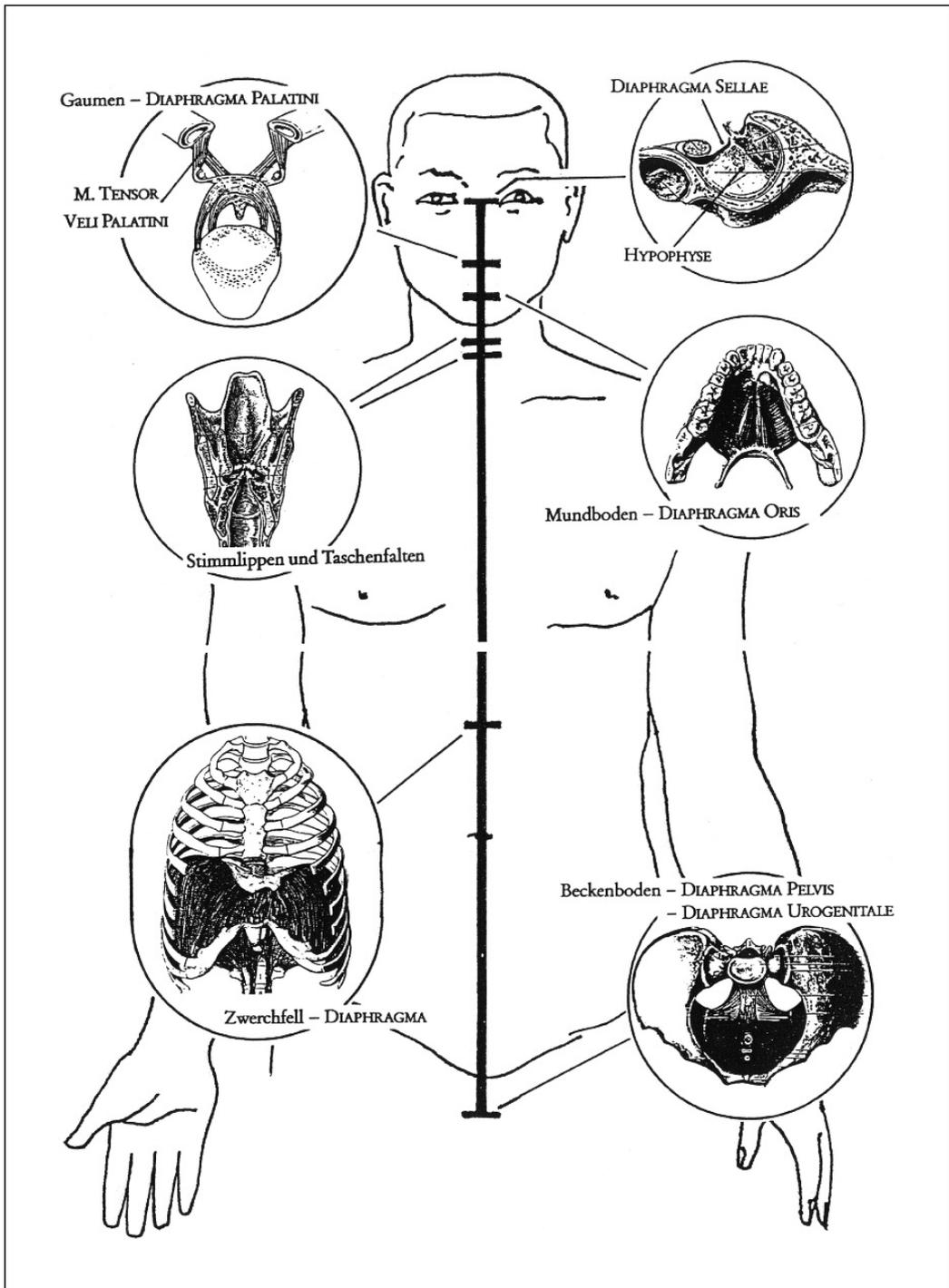


Abb. 100: Die Diaphragmenkette (nach G. Rohmert, 21992)

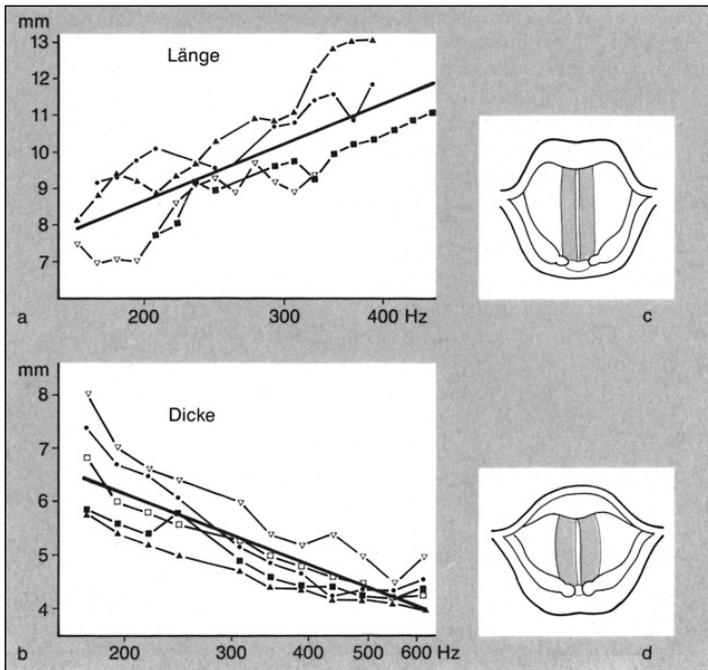


Abb. 101: a-d Zunahme der Stimmlippenlänge (a) und Abnahme der Stimmlippendicke (b) in Abhängigkeit von der Frequenz. Einzeldaten von weiblichen Stimmen und Regressionsgrade (nach Daten von Hollien). Zeichnungen nach laryngoskopischen Bildern während der Intonation eines höherfrequenten (c) und eines niedrigerfrequenten (d) Tones (aus Kafka-Lützwow, Biesalski u. Frank [Hrsg.], 21994)

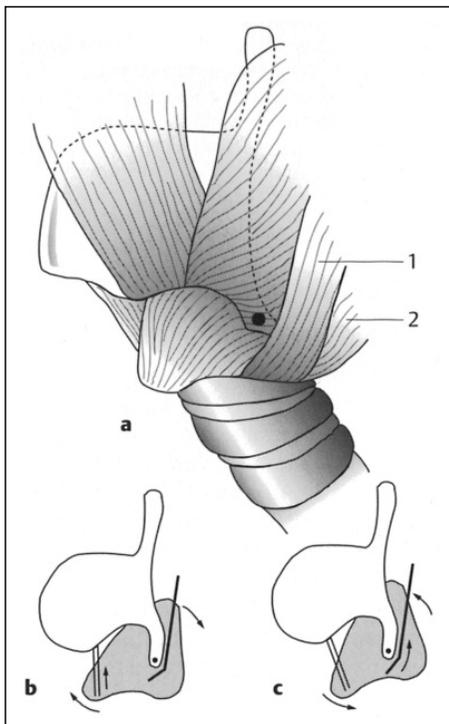


Abb. 102: M. cricopharyngeus. a Lage des Muskels (1=aufsteigende Fasern, 2=Pars fundiformis). b und c Antagonismus M. cricothyroideus /M. cricopharyngeus (nach W. u. A. Zenker, 1960 aus Wendler et al., 31996)

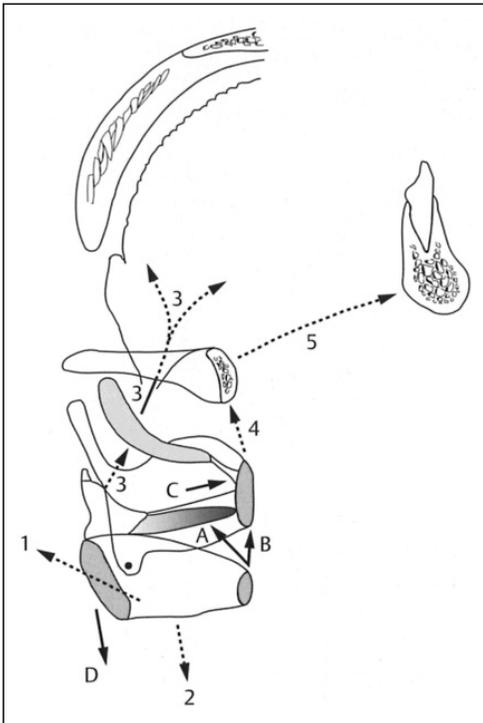


Abb. 103: Erweitertes Schema des Spannaparates. Ausgezogene Pfeile = stimmklappenverlängernde (spannungserhöhende) Kräfte, gestrichelte Pfeile = stimmklappenverkürzende (spannungsvermindernde) Kräfte (nach W. u. A. Zenker, 1960 aus Wendler et al., 1996)

Aus dem, was wir auf Seite 163 ausführten, „erreicht man, da naturgemäß die Stimmbänder (Stimmklappen, d. Verf.) in der tiefen Lage auf Grund der geringen Muskelspannung stärker in Vollstimmfunktion schwingen, den Randstimmeinsatz in der Tiefe am besten, wenn die Stimmbänder mit wenig Klangsubstanz weich und rund (wie die Vokale [o:] oder [u:]) ange-setzt werden. Der Sänger muß in der Lage sein, die Stimmbänder schon bei tieferen Tönen zu spannen, was erst ihren Randstimmeinsatz erlaubt. Durch die höhere Muskelspannung der Stimmbänder wird die geringste Schwingmasse an ihren Rändern aktiviert; dies ermöglicht erst höhere Frequenzen.“⁸⁵ Zudem repräsentiert das *Funktionsbild der Glottis phonatoria* den Vokal [u:], der mit den übrigen Vokalen den Registerfunktionen zugeordnet ist (Abb. 104).

Da das freischwingende tragfähige Piano und Pianissimo einer gut durchgebildeten Stimme immer mit Randstimme (Kopfre-gister, Abb. 114), in welche Lage des Stimmumfangs es auch sei, gesungen wird, kann die sonographische Analyse des 4. Untersuchungsbeispiels zeigen, wie mittels Einsatz mit wenig Klangsubstanz der tieftönige Vokal [u:] im Bereich der Stimmtöne E (87 Hz) von drei Vpn. (Baß) interpretiert wird (S. 167).

„Das *tragfähige*, „*durchgemischte*“ Piano ist nicht zu verwechseln mit der isolierten Kopf-stimme und dem ungestützten Falsett. Wir bezeichnen den physiologischen Pianoton deshalb als „*durchgemischt*“, weil vom *Stimmbandrand* her eingesetzt wird und sich die Schwingungen auch einer kleinen Portion der *Stimmklappe* mitteilen, also dem muskulären Anteil. Dadurch ergibt sich die *Schwellfähigkeit* des durchgemischten Pianotones, die dem isolierten Kopftone fehlt. Die Schwingungen des Stimmbandes ohne die Stimmlippe ergeben

die Klangqualität des isolierten Kopftones.⁸⁶ Auf Seite 106 und 126 wurde bereits zu diesem Sachverhalt beigetragen.

Das 5. Untersuchungsbeispiel (Kap. VII, 7) zeigt, wie weit die Vpn. der Stimmgattung des Basses in den Bereich der *Vollstimme*, deren Funktion im unteren Drittel des menschlichen Stimmumfangs angesiedelt ist, hinunter singen müssen. Vor allem bei den tiefen Tönen der Männerstimme unterhalb von c (131 Hz) „sind die Brustwandschwingungen beziehungsweise Vibrationsempfindungen im Brustbereich und am Brustbein groß. Durch Aktivierung des M. vocalis und damit auch des Brustregisters entsteht ein voluminöser, obertonreicher Klang.“⁸⁷ „Alle Stücke in tieferer Lage mit großem Pathos oder rhythmischer Schwere (wie Schuberts „Grenzen der Menschheit“) fordern die Klangfarbe und folglich auch die Funktionstendenz der Bruststimme.“⁸⁸

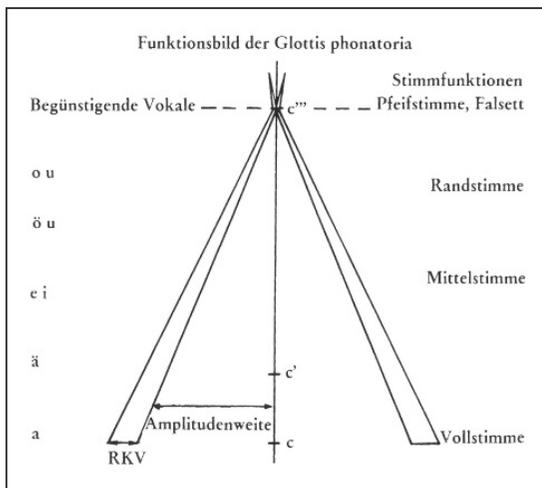


Abb. 104: Dieses Schema zeigt die Veränderung der Phonationsbewegungen der Stimmlippen in verschiedenen Tonhöhenbereichen. Oberhalb der gestrichelten Linie, hier ist für den Sopran das c^{'''} angegeben, wird der Ton in der Pfeifstimme wie im Falsett - eine Oktave tiefer beim Mann - durch Luftverwirbelung im offenbleibenden Glottisspalt gebildet (V. Barth aus Haefliger, 42000)

6. Untersuchungen eines isoliert gesungenen u-Vokals im piano auf der Tonhöhe E

1. Baß

Schmalbandsonagramm 10: (S. 169)

Der sonographische Befund zeigt analog eines physiologisch richtigen Tons unter Einschaltung aller Resonanzräume eine auf das richtige Maß beschränkte Teiltonzeichnung (siehe hierzu die unter Abb. 22 ausgeführten Ergänzungen).

Breitbandsonagramm 10: (S. 170)

Insgesamt deutet die spektrale Zeichnung des im piano isoliert gesungenen u-Vokals auf

eine für diesen Laut erforderliche optimale Raumform hin. Die Raumform und sein Raumgehalt wird von der ersten Vp. nicht verändert.

Am flachsten liegt der Zungenkörper in der tiefsten Lage und es ist anzunehmen, daß bei entspanntem Liegenlassen die *Zungenspitze (Apex linguae)* die unteren Schneidezähne berührt hat.

„Der wichtigste in die Zunge einstrahlende Muskel ist der fächerförmige *Kinn-Zungen-Muskel (M. genioglossus)* (Abb. 105), der die Zunge als Ganzes nach vorne zieht und den *Zungenrücken (Dorsum linguae)* (d. Verf.) abflacht. In der Zunge selber laufen die Bündel quergestreifter Muskelfasern in allen drei Richtungen des Raumes.“⁸⁹

Unter Bereitstellung gesangswissenschaftlich-expliziter Parameter, welche im 5. Abschnitt des VII. Kapitels erläutert werden, hat der Larynx die für den gesungenen u-Vokal erforderliche elastisch tiefste Position eingenommen, um die Randschwingungen zu aktivieren.

Funktionell bildet sich bei Intonation eines physiologisch richtigen Tons für dieses Beispiel ein bei niedriger und wulstig zur Seite gespanntes Velum hinterer runder Gaumenbogen, deren Verlauf durch den in die seitliche Pharynxwand erstreckenden *M. palatopharyngeus* (Abb. 92 u. 96) bestimmt wird, was primär die Larynxposition zwanglos regulieren hilft. Gesangsforschungen zeigen, daß in der tiefen Lage ein Zug beim weichen Gaumen zur Seite vorherrschend ist. Die Pharynxwand ist leicht nach hinten gerundet, dessen Seitenwandmuskulatur nicht hervortritt (Faltin, 1999).

Mit Sicherheit empfindet dieser Bassist bei Interpretation ein ausgeprägt „rücksaugendes“ („ansaugendes“) Gefühl von Luft, was die extrem große Absorption des Velums analog dem spektrographischen Bild erklärt. Durch Funktion des hier direkt hinter dem inneren Eingang zur *Nasenhöhle (Cavitas nasi)* gelegenen und in diesem Falle erweiternden *M. constrictor pharyngis superior* (Abb. 96) ist ein mit integriertem 1. Oberton deutlich tiefer liegender grundfrequenzverstärkender Sängermanant (F_1) um 400 Hz und demzufolge ein lediglich ange-deuteter vokalbestimmender zweiter Formant im Spektrogramm zu erkennen, welche dem Ton Wärme, Weichheit, Lockerheit, Volumen und eine abgerundete Form verleihen (siehe hierzu die unter Abb. 22 ausgeführten Ergänzungen).

Gesangstherapeutisch ergibt sich somit „durch Weckung und Entfaltung des „Körperklanges“ die hilfreiche Vorstellung einer zwischen Zwerchfell und Schädeldecke eingespannten „tönenden Säule““⁹⁰, die beispielsweise bei Bildung des langgeschlossenen u-Vokals einen registermäßig ausgeglichenen Pianissimoton beziehungsweise Pianoton ermöglicht.

E 8/65 SONAGRAM © KAY ELEMETRICS CO. PINE BROOK, N. J.

TYPE B/65 SONAGRAM © KAY ELEMETRICS CO. PINE BROOK, N. J.

Hz
8000
7000
6000
5000
4000
3000
2000
1000



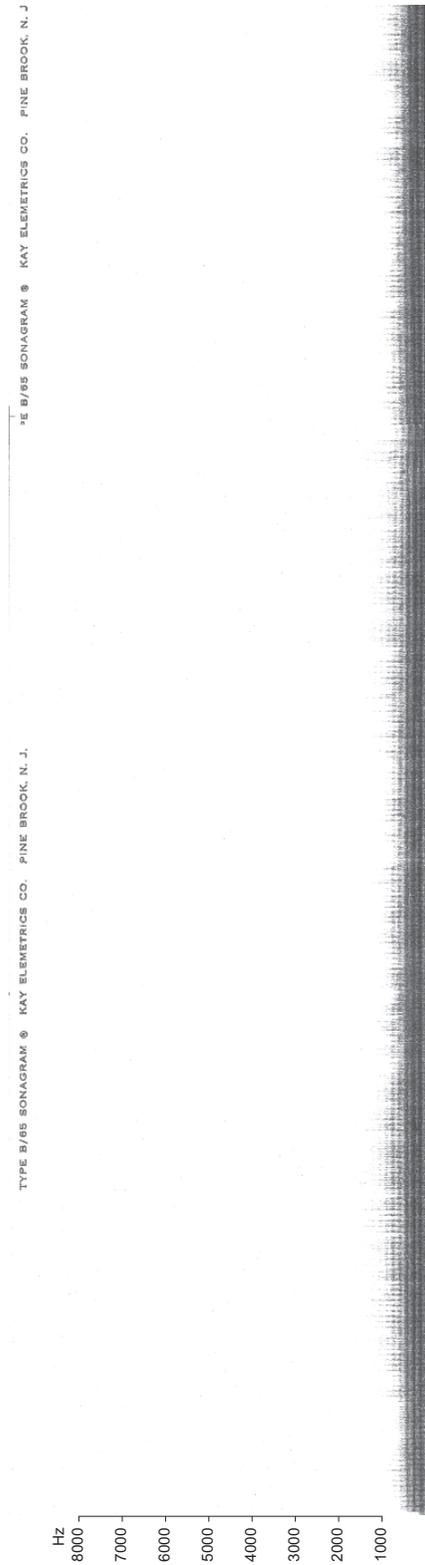
Schmalbandsonagramm 10

TYPE B/65 SONAGRAM © KAY ELEMETRICS CO. PINE BROOK, N. J.

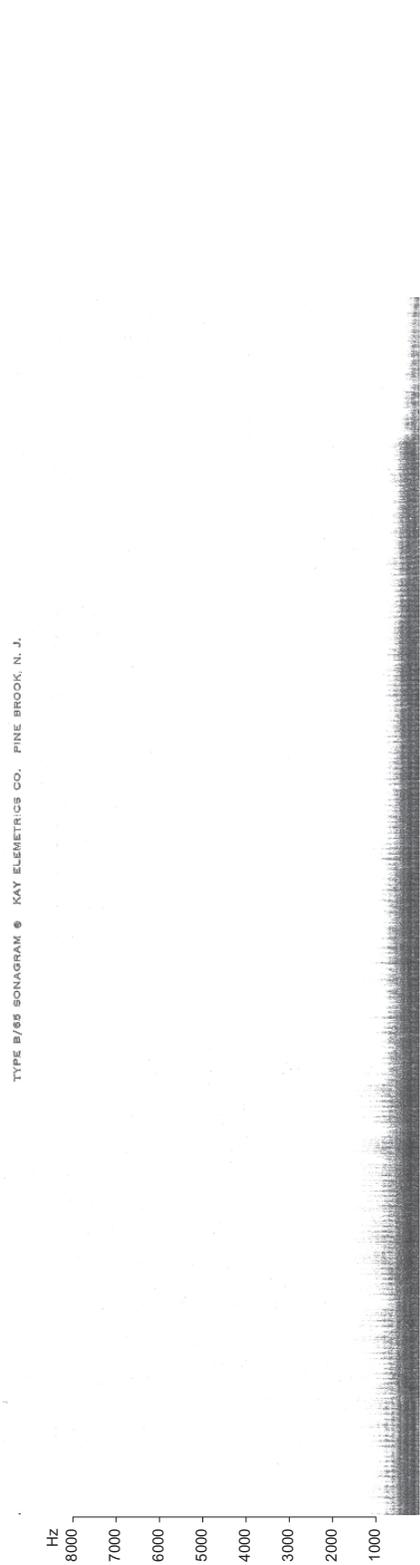
Hz
8000
7000
6000
5000
4000
3000
2000
1000



Schmalbandsonagramm 10



Breitbandsonagramm 10



Breitbandsonagramm 10

2. Baß

Schmalbandsonagramm 11: (S. 172)

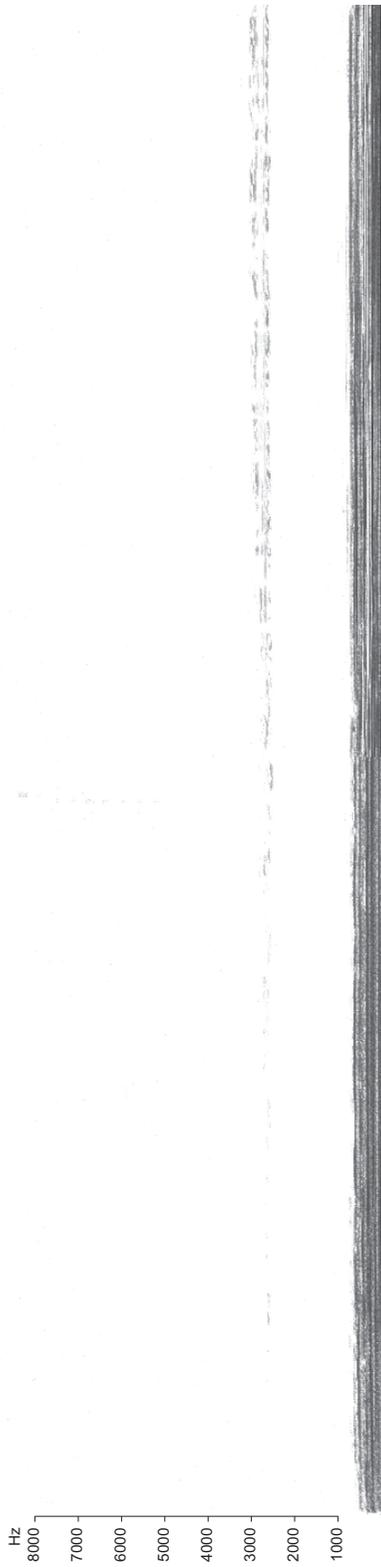
Der Befund zeigt bei eingeschränkter Schallübertragungsfunktion eine nicht auf das richtige Maß beschränkte Teiltonzeichnung.

Breitbandsonagramm 11: (S. 173)

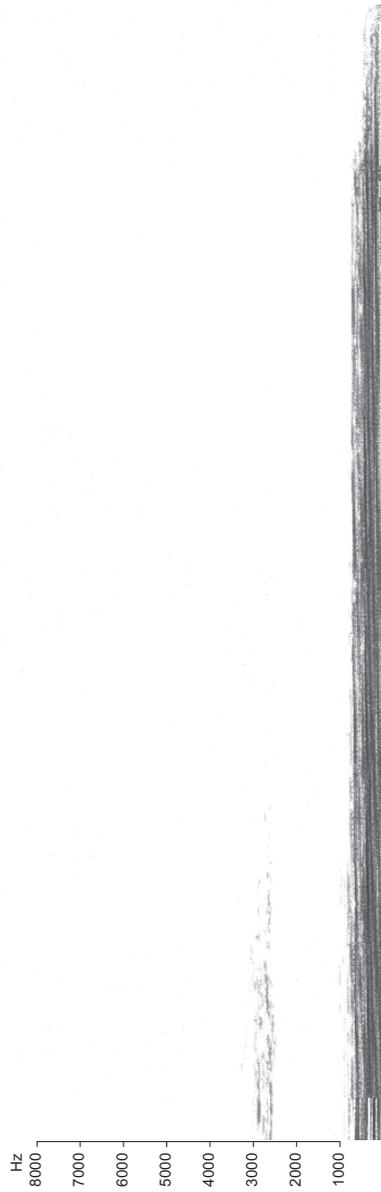
Die Stimmdiagnose des im piano isoliert gesungenen u-Vokals läßt folgendes erkennen: Die für diesen Laut erforderliche Raumform wird von der zweiten Vp. leicht verändert, was zu Funktionsausfällen führt. Vergleicht man die für den Sänger so wichtige Gaumenfunktion mit den vokalen Raumverhältnissen dieser Baßstimme, so ist anhand sonographischer Strukturen zu konstatieren, daß eine bei schlaffer Velumhaltung für dieses Beispiel verlangte Spannung derselben verhindert wird. Somit kann sich die Larynxposition nicht zwanglos regulieren; die elastisch tiefe Larynxposition - durch den u-Vokal wird der Kehlkopf weich und tief gestellt - bleibt nicht gewahrt. Stattdessen positioniert sich der Kehlkopf mit Hilfe einer Zungengrundmanipulation zu tief (s. S. 277, 279 u. 286). Die Sonagramme lassen klar erkennen, daß mit einer Vielzahl von Fehlfunktionen, welche der Untersuchung auf Seite 214 entsprechen, sich die gemittelten Daten zu den höherliegenden Formantbereichen hin verlagert haben.

Es liegt infolge fehlendem Tonkern bei jedem dumpferen, hohlen Klanggepräge „ein Verhältnis von größerer Öffnungszeit zum Gesamtzyklus zugrunde. Die Druckverlaufskurve (Glottogramm) sieht dann erheblich abgerundeter aus als in der Abb. 26. Fourieranalytisch drückt sich das in einem Spektrum des Stimmklanges aus, bei dem die Hüllkurve steiler als in der Abb. 37 abfällt.“⁹¹

Durch Fehlinnervation des direkt hinter dem inneren Eingang zur Cavitas nasi gelegenen und in diesem Falle verspannenden (verengenden) M. constrictor pharyngis superior nebst übrigen Constrictoren weist stimmanalytisch der grundfrequenzverstärkende F₁-Sängerformant daher eine Intensität um 480 Hz auf, während der zweite Formant um 700 Hz bis 750 Hz deutlicher hervortritt und aufgrund der gesamten Symptomatik auch ein dritter und vierter Formant im Frequenzbereich um 2250 Hz bis 2750 Hz zu erkennen ist.



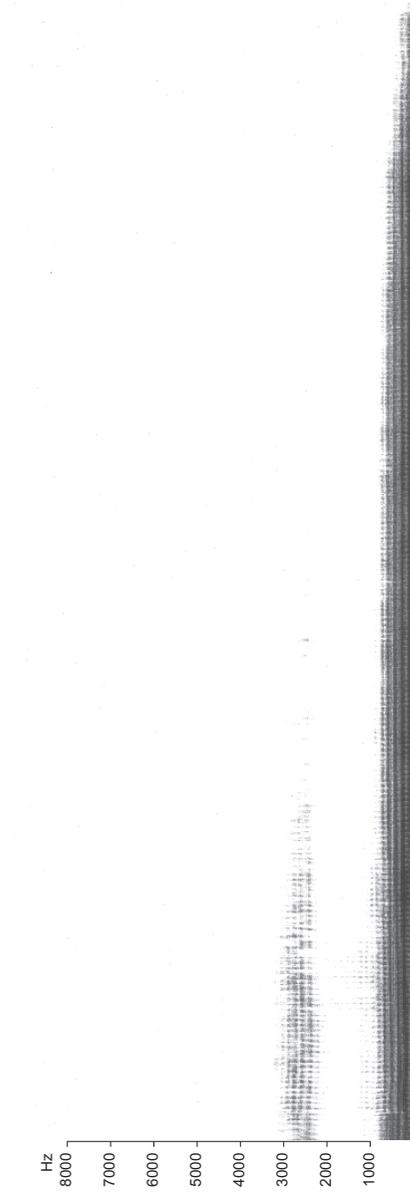
Schmalbandsonagramm 11



Schmalbandsonagramm 11



Breitbandsonagramm 11



Breitbandsonagramm 11

3. Baß

Schmalbandsonagramm 12: (S. 175 -176)

Der Befund zeigt bei deutlich eingeschränkter Schallübertragungsfunktion des Organs eine nicht auf das richtige Maß beschränkte Teiltonzeichnung. Die klanglichen Energieverteilungen im Spektrum verraten, daß die Zeichnung durch einen schwachen Dämpfungsgrad charakterisiert ist (Abb. 29).

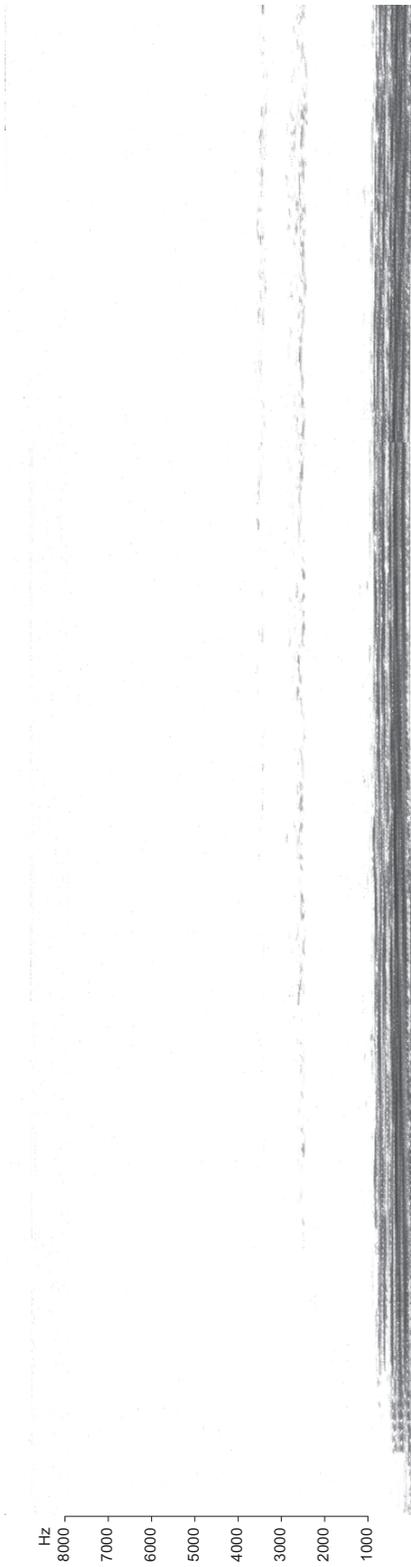
Breitbandsonagramm 12: (S. 176 - 177)

Die Diagnose des im piano isoliert gesungenen u-Vokals läßt folgendes erkennen: Die stimmlichen Leistungen des Gesangsstudenten sind durch verschiedene Fehlerquellen erheblich beeinträchtigt. Vergleicht man die für den Sänger so wichtige Gaumenfunktion mit den vokalischen Raumverhältnissen dieser Baßstimme, so ist anhand spektraler Strukturen zu konstatieren, daß eine für dieses Beispiel (als auch an ariosen Stellen der Gesangsliteratur) verlangte Rundbogenform des hinteren Gaumenbogens, deren Verlauf durch den M. palatopharyngeus (Abb. 92 u. 96) bestimmt wird, verhindert wird. Stattdessen positioniert sich infolge schlaffer Velumhaltung (Luft- und Klangmischungsverhältnis) der Kehlkopf mit Hilfe einer Zungengrundmanipulation zu tief.

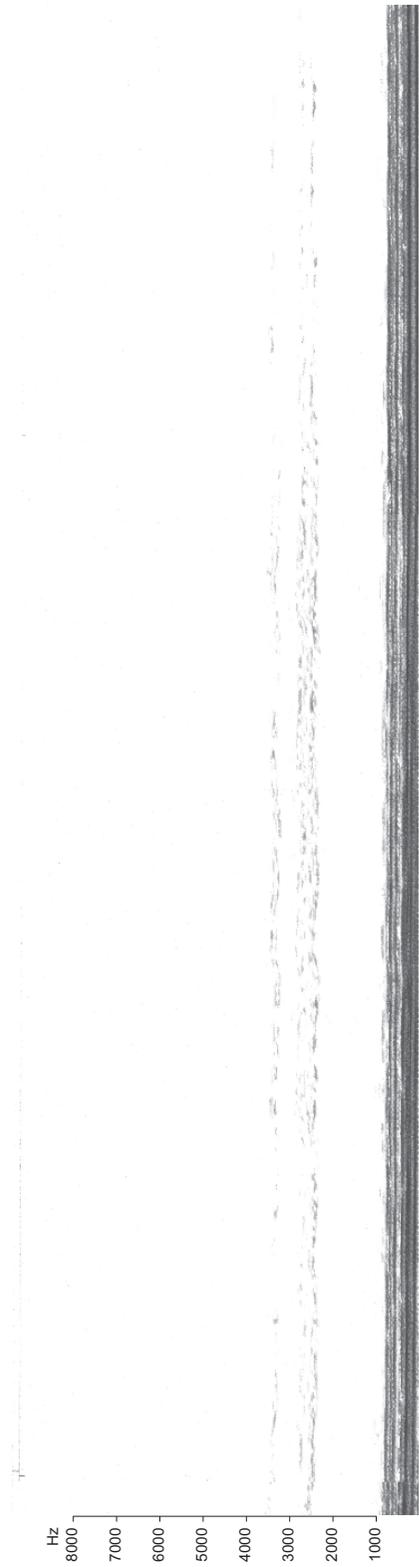
„Während das Gaumensegel, das die Luft durch den verminderten Verbrauch nach oben verdünnt in die Kopfräume drängen und dadurch den hohen Ansatz einleiten sollte, inaktiv bleibt, agiert der Unterkiefer besonders stark mit jedem Ansatz begleitenden fallenden Bewegungen, welche die Stimme - um einen Sängerausdruck zu gebrauchen - fast ausschließlich „hinunterarbeiten“⁹² (s. S. 288). „Wie stark die bloße Resonanzabsicht die Muskeltätigkeit des Ansatzrohres und im Zusammenhang damit auch die des Kehlkopfes beeinflusst, zeigt sich beispielsweise überaus deutlich an den Erscheinungen der falschen Nasalität: die Absicht zur nasalen Resonanzierung genügt, um in solchen falschgerichteten Fällen ein zu schlaffes Gaumensegel und damit zusammenhängend einen zu geringen Stimmbandschluß hervorzurufen.“⁹³

Die Fehlinnervationen, Druckverlaufskurve (Glottogramm) und Enveloppe entsprechen den Untersuchungen auf Seite 171 und 214, was daraus schließen läßt, daß die gemittelten Meßdaten sich zu den hochliegenden Formantfrequenzen hin verlagert haben.

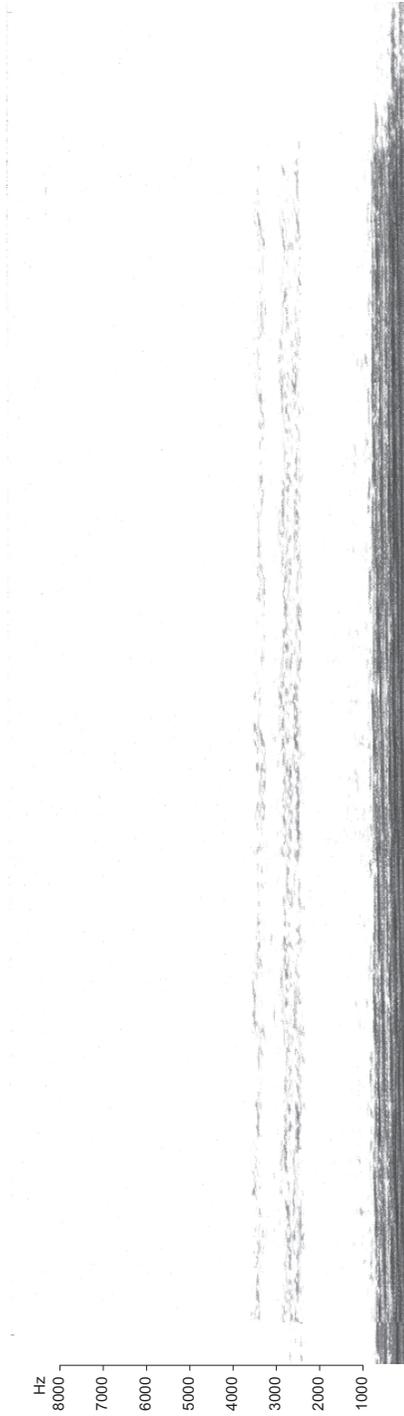
Es ist die mangelhafte Stützfunktion im Sinne des Appoggio und folglich die durch Verengung und Verengung im Vokaltrakt bei fixiertem Hyoid spannungsreiche Mundboden- und obere Zungenbeinmuskulatur, die keinen optimalen Randstimmeinsatz, der „durch eine ganz besondere dunkle Weichheit des Klanges in seiner „porösesten“, das heißt luftdurchlässigsten Form charakterisiert ist“⁹⁴, zuläßt. Der *zweibäuchige Unterkiefermuskel* (*M. digastricus*) [*M. biventer*], der das *Diaphragma oris* bildende suprahyoidale [suprahyoideale] *Mundbodenmuskel* [Kiefer-Zungenbein-Muskel] (*M. mylohyoideus*) und der *Kinn-Zungenbein-Muskel* (*M. geniohyoideus*) sind maßgeblich daran beteiligt (Abb. 92 u. 105). Diese Muskeln sind mit dem Unterkiefer verbunden und bilden den Boden der Mundhöhle.



Schmalbandsonagramm 12



Schmalbandsonagramm 12



Schmalbandsonagramm 12



Breitbandsonagramm 12



Breitbandsonagramm 12



Breitbandsonagramm 12

Stimmanalytisch weist daher der mit integriertem 1. Oberton grundfrequenzverstärkende F₁-Sängerformant eine deutlich höhere Intensität um 540 Hz auf. Hiernach verschiebt sich der zweite Vokalformant im Bereich um 800 Hz und darüber auf der Frequenzskala nach oben, wobei dieser von der F₂-Sängerformantfrequenz überlagert wird. Folglich zeigen sich ein dritter und vierter Gesangsformant in den Frequenzbereichen um 2250 Hz bis 2750 Hz und 3000 Hz bis 3250 Hz, welche auf die gesamte Stimmsymptomatik zurückzuführen sind.

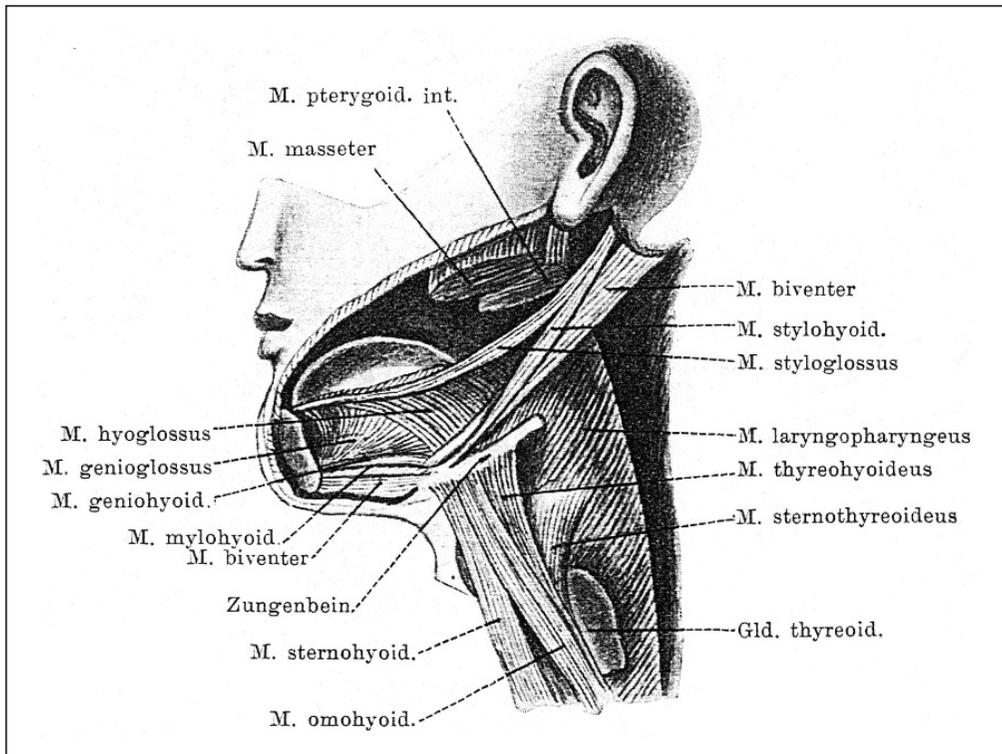


Abb. 105: Muskeln des Zungenbeins (nach Gegenbaur, 1892 aus E. Barth, 1911)

7. Untersuchungen eines mit sinkender Tonhöhe exponierten Quintsprungs am Beispiel des Wortes „Kette“ im Bereich der Tessitur H-E

(Das Beispiel wird eine Oktave tiefer gesungen als in der Literatur angegeben)

The image shows a musical score for a vocal piece by Franz Schubert. It consists of two staves: a vocal line on top and a piano accompaniment on the bottom. The key signature is three sharps (F#, C#, G#) and the time signature is 4/4. The vocal line starts with a high note and descends through a quint interval on the word 'Kette'. The piano accompaniment provides harmonic support with chords and moving lines. The lyrics are: 'an ih-res Da-seins un-end-li-che Ket-te.'

Notenbeispiel 4: F. Schubert: „Grenzen der Menschheit“, Band III, D 716, Nr. 30, Wien 1821

1. Baß

Schmalbandsonogramm 13: (S. 181-182)

Das Klangspektrum zeigt eine klare Durchzeichnung, die durch die Ausprägung einer sehr starken Dämpfung und demzufolge optimalen Schallübertragungsfunktion charakterisiert ist.

Breitbandsonogramm 13: (S. 182-183)

Das Spektrogramm zeigt eine klare Durchzeichnung, deren Struktur durch die Ausprägung einer sehr starken Dämpfung und somit durch einen sehr hohen Schallpegel charakterisiert ist (Abb. 29).

„Weil die Luftsäule weitgehend erzwungen mitschwingt, liegt schon unmittelbar über der Glottis Dämpfung vor. Diese nimmt zum vorderen offenen Ende des Ansatzrohres zu. Dort wird eine Schallwelle abgestrahlt, deren Schalldruck erheblich geringer ist, als unten im Rohr. Da die Dämpfung überwiegend durch Absorption durch das weiche Gewebe und durch den Schleim verursacht wird, werden die höherfrequenten Teilschwingungen stärker gedämpft als diejenigen von geringerer Frequenz. Das erklärt prinzipiell, warum die ersten Teilschwingungen des Quellenspektrums auch nach der Übertragung durch die Luftsäule noch relativ stark sind und bei vielen, jedoch durchaus nicht bei allen Vokalen sogar den maximalen Schallpegel aufweisen.“⁹⁵ Auf Seite 62 wurde bereits auf einige in diesem Kontext stehende Aspekte eingegangen.

Es ist die gleichmäßige Weite des Vokaltrakts der ersten Vp. und gelingt es, die Spannung des Konsonanten mit in den Vokal hinüberzunehmen, wie dies hier am Beispiel der Interpretation des Wortes „Kette“ der Fall ist oder, anders gesagt, daß „der Konsonant schon den Vokal enthalten muß und gleichsam selbst durch den Vokal hindurch zum nächsten

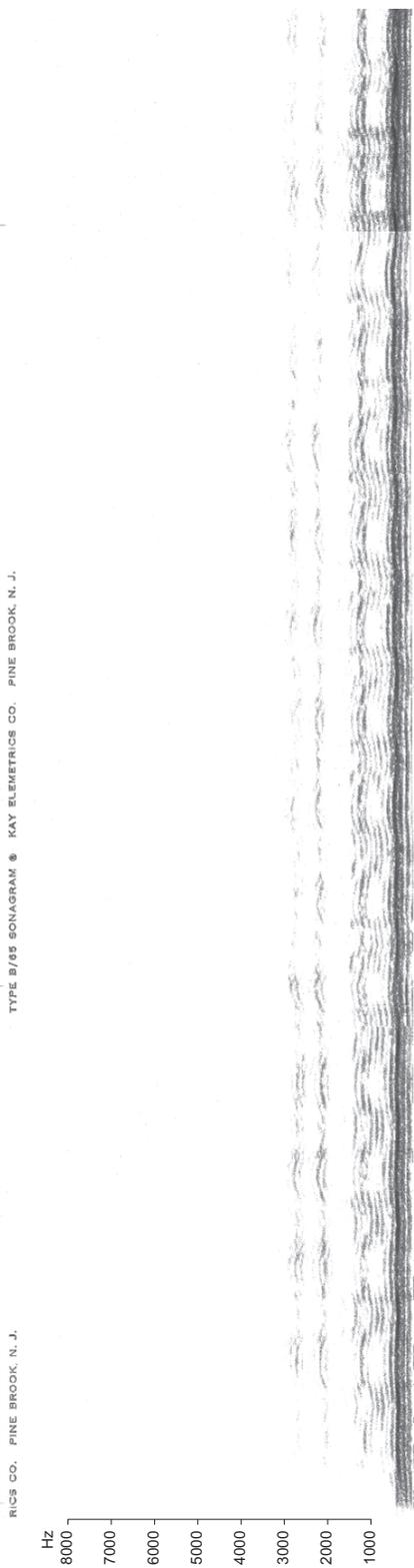
Konsonanten schwingt⁹⁶, so kann sich die schwingende Luftsäule der unteren Atemwege und des Ansatzrohres unter- und oberhalb der Glottis zum freien Klang entfalten.

Bezüglich auditiver Analysierung ist durch den voluminösen obertonreichen Klang dieses Basses die größtmögliche Muskelmasse der Stimmlippen durch die Aktivität des M. cricopharyngeus (Abb. 102 u. Tabelle 2) bei allgemeiner Entspannung des M. vocalis in Schwingung gebracht worden, wobei infolge stärkerer Labialisierung im Zuge des Deckvorganges von [ɛ] in Richtung [œ] (Abb. 55) als auch durch eine Verlängerung des Ansatzrohres nach Übertragung die Teilschwingungen zu den hohen Frequenzen hin abgenommen haben.

Mit Sicherheit haben daher weitere am Kehlkopf angreifende Kräfte eine Stimmlippenverkürzung unterstützt. Da „jede Tonvertiefung aus der Sprechtonlage (Indifferenzlage, d. Verf.) zu einer Stimmlippenverkürzung und zu einer Aktivitätszunahme aller Muskeln des Spannsystems, in höherem Grade der verkürzenden Elemente, führt“⁹⁷ (Abb. 103/4 u. 103/5), sei insbesondere auf die „funktionelle Kette (W. u. A. Zenker, 1960) Cricoidplatte-Aryknorpel-Epiglottis-Mandibula hingewiesen, wobei die Aryknorpel durch aryepiglottische Muskel- und Bindegewebszüge mit der Epiglottis verbunden sind. Diese treten einerseits mittels der Membrana hyoepiglottica mit dem Zungenbein, andererseits durch die in sie einstrahlenden, untersten Genioglossuszüge mit dem Unterkiefer in Verbindung“⁹⁸ (Abb. 103/3).

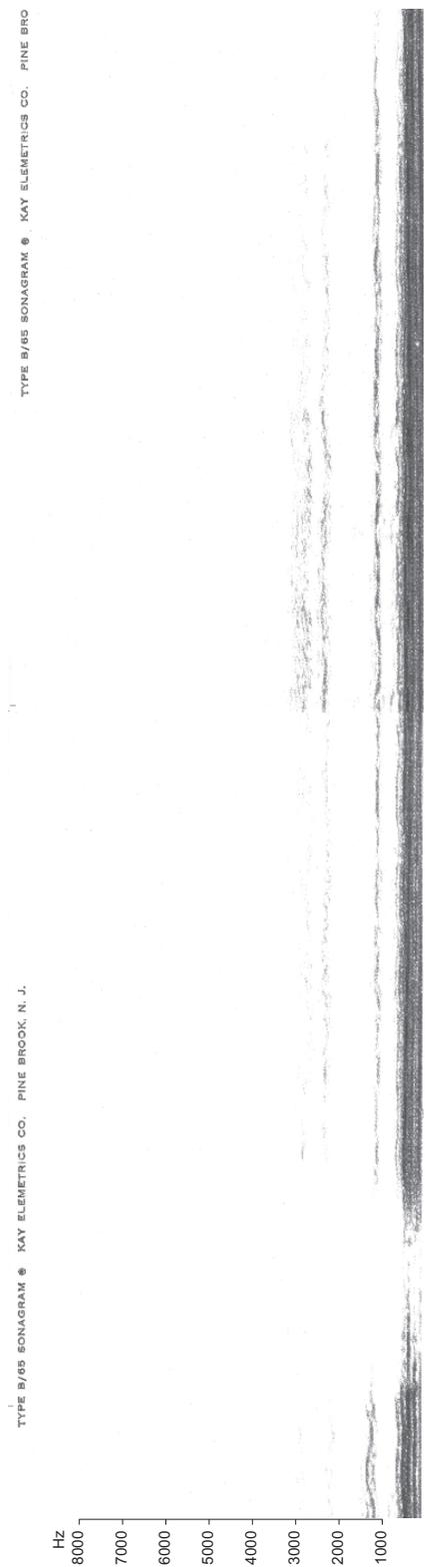
„Ein weiterer Verkürzungsfaktor ist der ständige, aber in seiner Intensität dauernd wechselnde *Trachealzug* am Kehlkopf. Er wird durch die Zwerchfellbewegung und die Kopfhaltung beeinflusst. Der summierte Ansatz des Trachealzuges setzt vor dem Cricothyreoidgelenk an und zieht damit den Ringknorpelbogen nach unten, wodurch sich Ursprungs- und Ansatzpunkt des M. vocalis nähern und somit eine Verkürzung der Stimmlippen bewirken“⁹⁹ (Abb. 103/2).

Folglich zeigen bei Betrachtung der Dämpfungswirkung „die Vokalspektren durchschnittlich einen flacheren Verlauf ihrer Hüllkurven mit einem Pegelabfall entlang der Frequenzachse von etwa 6 dB pro Oktave“¹⁰⁰, was sich im sonographischen Bild widerspiegelt. Analog eines flacheren Verlaufs - die Hüllkurve fällt nach rechts flacher ab als in der Abb. 37 - konnte somit ein dritter Sängerformant um 2500 Hz sowie ein zweiter - um 2000 Hz und ein erster Vokalformant um 1000 Hz durch Messung objektiv ermittelt werden. „Volle Resonanzausnutzung beim Singen setzt also vor allem eine nach Maßgabe der jeweils erzeugten Grundfrequenz koordinierte Größenveränderung des Ansatzrohres voraus.“¹⁰¹ Demnach bewegen sich Daten um 200 Hz bis 400 Hz, welche teilweise durch die aufweisende sehr schmale Bandbreite der F1-Sängerformantfrequenz um 400 Hz bis 450 Hz verstärkt werden (Abb. 106).



[kət

Schmalbandsonagramm 13

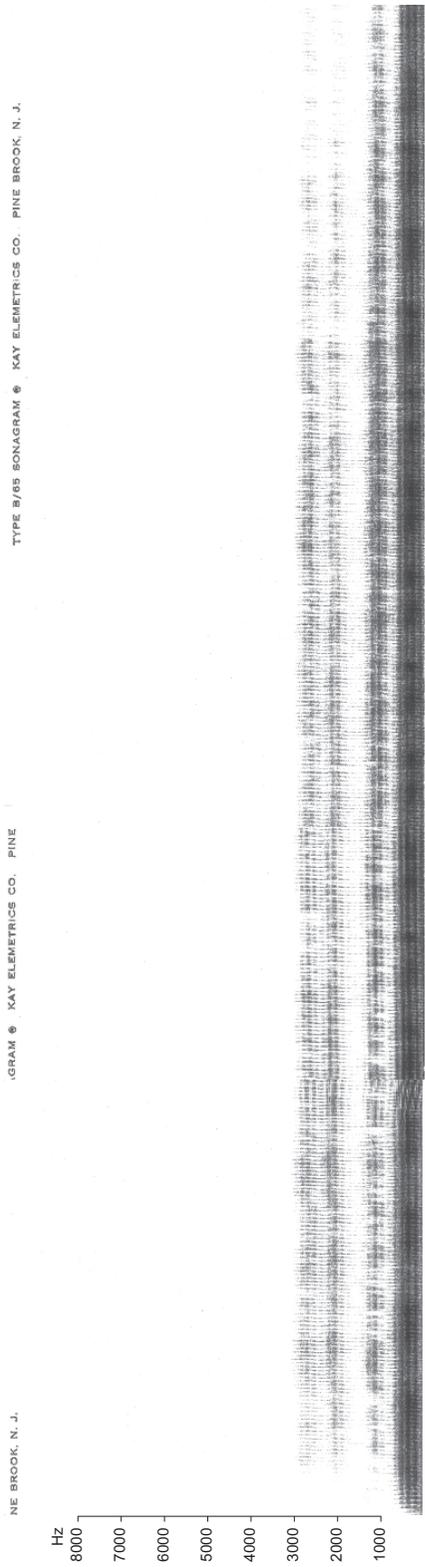


tə]

Schmalbandsonagramm 13



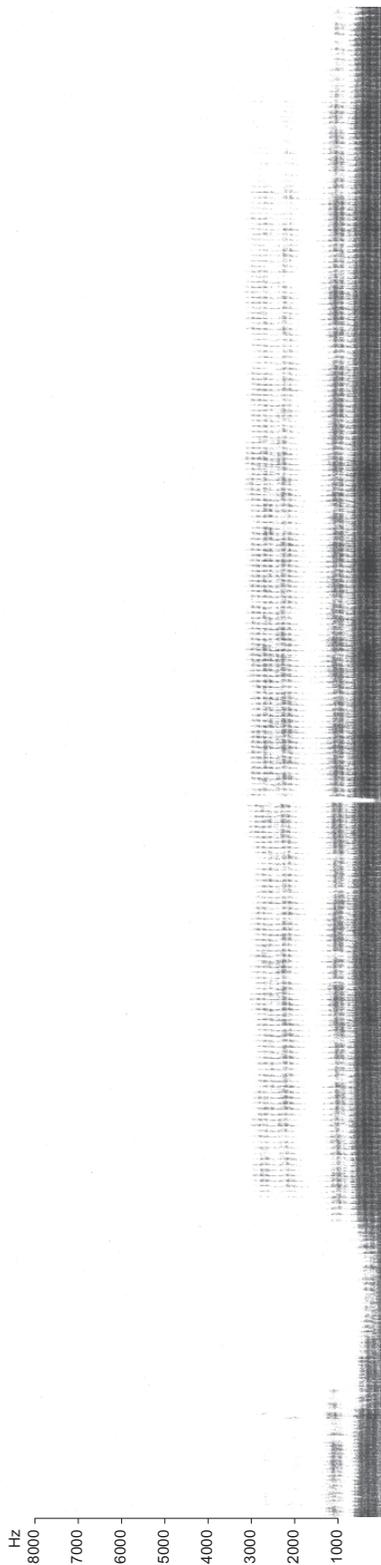
Schmalbandsonogramm 13



Breitbandsonogramm 13 [kεt]

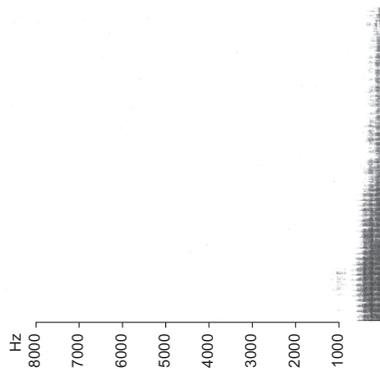
TYPE B/65 SONAGRAM © KAY ELEMETRICS CO. PINE BROOK, N. J.

TYPE B/65 SONAGRAM © KAY ELEMETRICS CO. PINE BROOK, N. J.



tə]

Breitbandsonagramm 13



Breitbandsonagramm 13

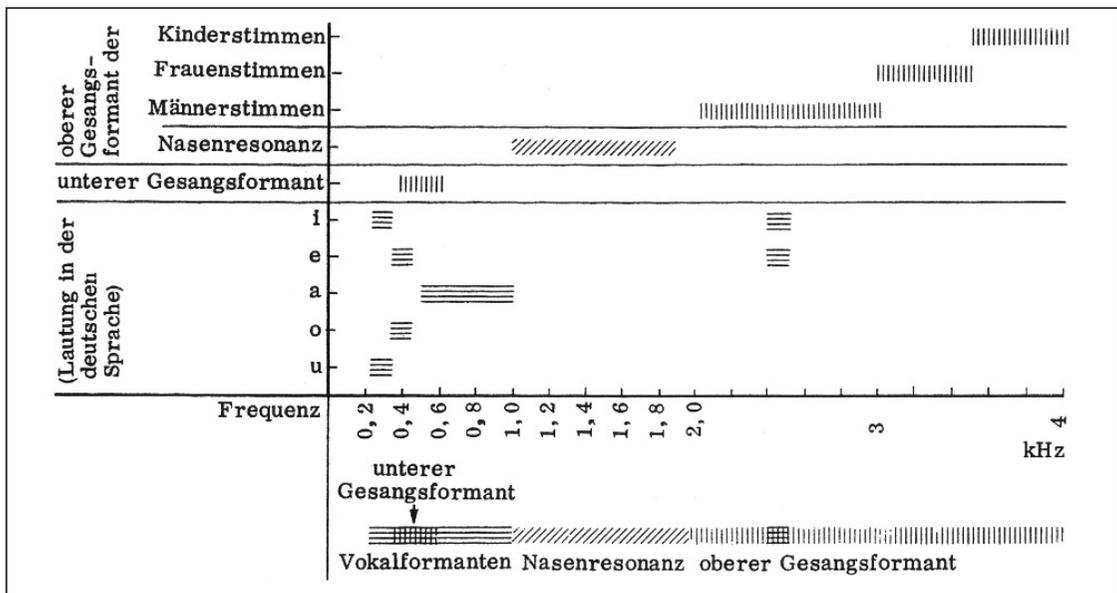


Abb. 106: Das Spektrum der Sängerstimme (nach Goldhan, 32001)

2. Baß

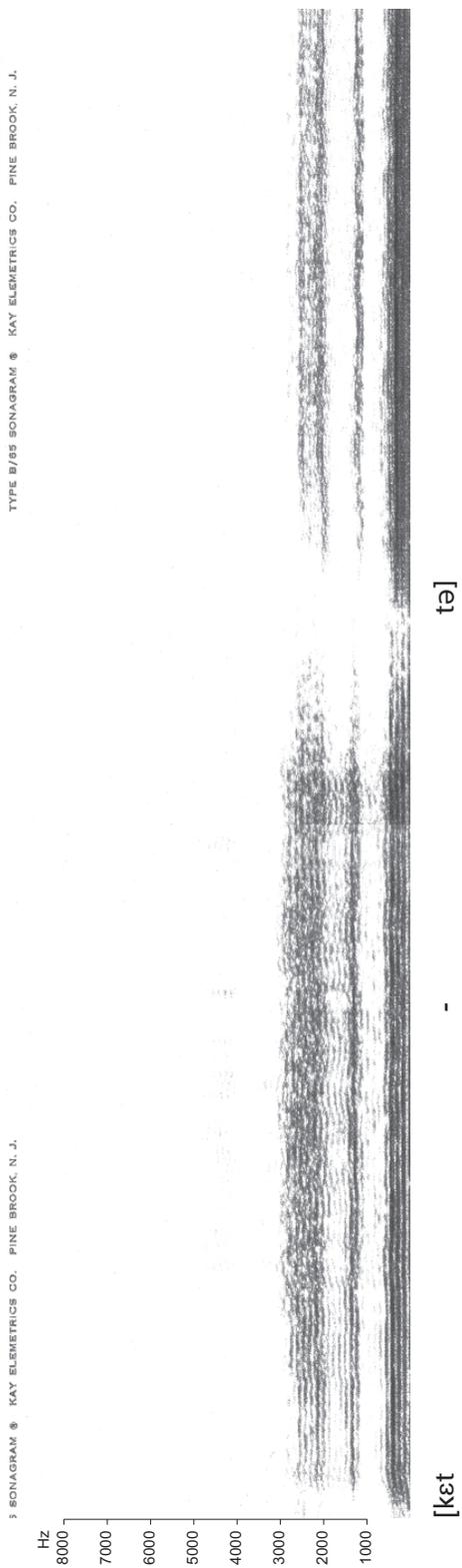
Schmalbandsonagramm 14: (S. 185)

Die Teiltonzeichnung zeigt spektrale Energieschwerpunkte, die sich bei nahezu schwachem Dämpfungsgrad (Abb. 29) zu den höherliegenden Frequenzen hin verlagert haben.

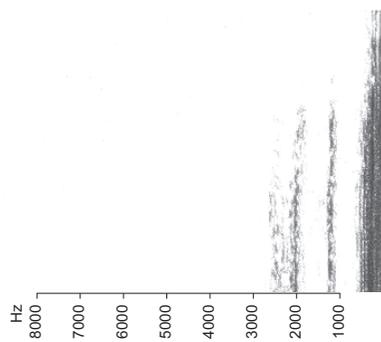
Breitbandsonagramm 14: (S. 186)

„Unten im Ansatzrohr unmittelbar über der Glottis ist der meßbare Schallwechseldruck sehr viel größer als vor der abstrahlenden Mund- oder Nasenöffnung. Das liegt an der schon im Zusammenhang mit den Resonanzerscheinungen besprochenen großen Dämpfung der Luftsäule(n) im Schlund-, Mund- und Nasenraum.“¹⁰² Auf Seite 179 wurde bereits auf einige in diesem Kontext stehende Aspekte eingegangen.

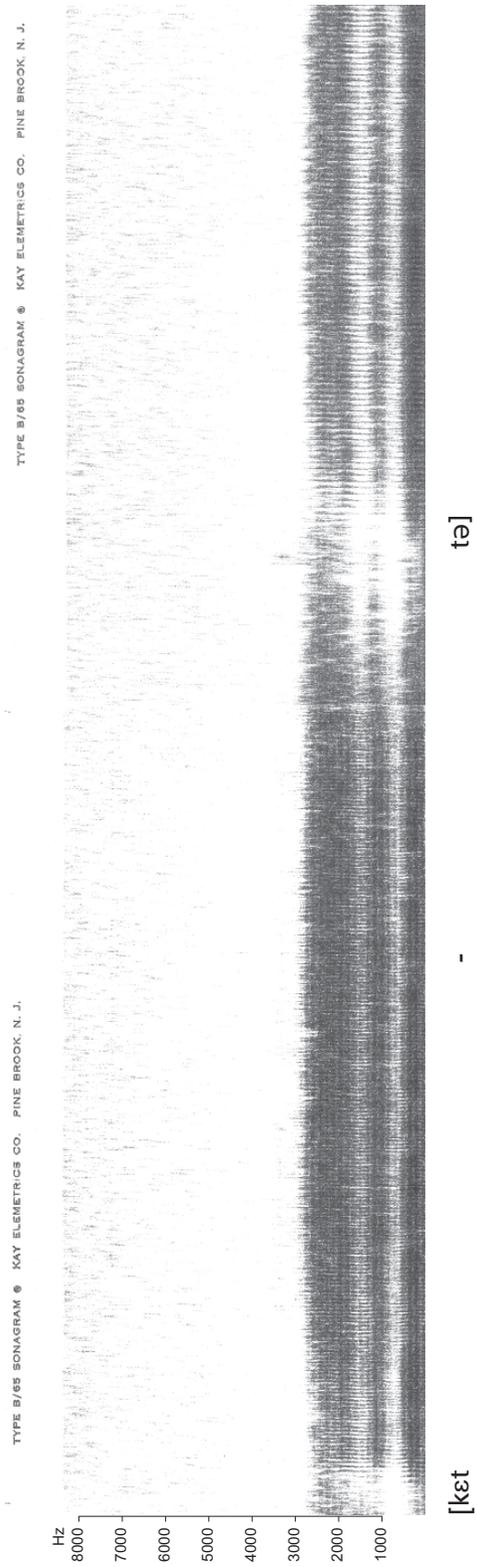
Wenn nun das für diesen Ton erforderliche in ganzer Länge offene Ansatzrohr beeinträchtigt wird beziehungsweise der Kehlkopf mit Hilfe einer Zungengrundmanipulation aktiv niedergedrückt wird, wird der für die Schallwelle maßgebende Schallwechseldruck im Hypopharynx beeinträchtigt und folglich die Dämpfungswirkung. Da aber nur eine elastisch tiefe Larynxposition bei stärkerer Labialisierung die Bedingung hierfür herstellt um der Dämpfungswirkung gerecht zu werden, damit die an einem Schall wahrgenommene *Lautheit*, die hörpsychologisch als Stärke der Schallempfindung bezeichnet wird, mit der Amplitude wachsen kann, müssen sich die Formantfrequenzen und somit das Stimmtimbre nach der Schallübertragungsfunktion durch die Luftsäule ins Negativum ändern.



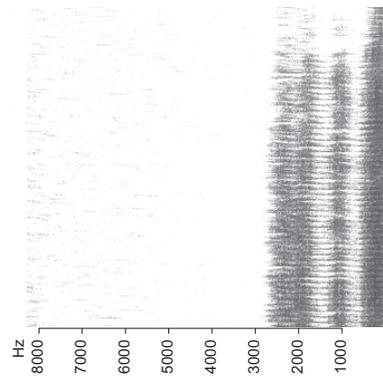
Schmalbandsonagramm 14



Schmalbandsonagramm 14



Breitbandsonagramm 14



Breitbandsonagramm 14

Die Sonagramme lassen klar erkennen, daß mit einer Vielzahl von Fehlfunktionen, welche der Untersuchung auf Seite 214 entsprechen, sich die gemittelten Meßdaten zu den höherliegenden Formantbereichen hin verlagert haben.

Folglich zeigen die Vokalspektren einen höheren Verlauf ihrer Hüllkurve - die Hüllkurve fällt dann nach rechts steiler ab als in der Abb. 37 -, wonach sich die Grundfrequenz um 250 Hz bis 450 Hz bewegt, die teilweise durch die sehr schmalbandige F₁-Sängerformantfrequenz um 450 Hz bis 500 Hz verstärkt wird. Dies hat wiederum zur Folge, daß sich alle weiteren Formantfrequenzen auf der Frequenzskala nach oben verschieben. Durch objektive Messung konnten somit Vokalformantwerte des F₁ um 1100 Hz und F₂ um 1750 Hz ermittelt werden, wobei letzterer sich mit dem dritten Sängerformanten um 2700 Hz durch Clusterung (von engl. »cluster«, Traube) deutlich breitbandig hervorhebt.

3. Baß

Schmalbandsonagramm 15: (S. 189)

Als Ersatz für autonome Funktionsabläufe sprangen inkompetente Hilfsmuskulaturen ein, so daß bei schwacher Dämpfungswirkung (Abb. 29) und demzufolge deutlich eingeschränkter Schallübertragungsfunktion sich die Energieschwerpunkte zu den hochliegenden Frequenzen hin bis 3000 Hz verlagert haben.

Breitbandsonagramm 15: (S. 190)

Zusammenfassend kann folgende Diagnose gestellt werden: Das Ansatzrohr des Studenten wird nur annähernd den akustischen Gesetzen geformt (s. S. 60 u. 61), so daß sich die von den Stimmlippen erzeugten Schallwellen nur unvollkommen entwickeln. Hier stimmt die Eigenfrequenz mit den Schwingungen der Stimmlippen nicht überein, weil die dem transglottischen Luftstrom durch die Glottis entgegengesetzte Impedanz inkonstant bleibt und ein Verhältnis von größerer Öffnungszeit zum Gesamtzyklus zugrunde liegt. Das erklärt, warum sich bei schwacher Dämpfungswirkung und der daraus resultierenden deutlich eingeschränkten Schallübertragungsfunktion eine nicht auf das richtige Maß beschränkte Teiltonzeichnung im Sonagramm zeigt. Die mit diesem Phonationsvorgang ausströmende Luft wird nicht behindert, was nicht nur die Stimmlippen belastet, sondern auch die Funktion der Mundlippen, die artikulatorisch durch direkte Koppelung mit dem vorderen Rand der Stimmlippen in Beziehung stehen.

„Die Tragfähigkeit jeder Stimme hängt vom Vordersitz ab, der unter anderem durch die Aktivität der Oberlippe zustande kommt“¹⁰³ oder, anders gesagt, sich um den Oberkiefer mit den Schneidezähnen manifestiert. Dieser Bezirk hat „seine Resonatorfrequenz in dem Oberantonanteil des Stimmklanges, der die Tragfähigkeit der Gesangstimme ausmacht.“¹⁰⁴

Da definitiv „die Tätigkeit der Muskulatur der Oberlippe außerordentlich stark mit der Tätigkeit der Muskeln des oberen, hinteren Gaumens zusammenhängt“¹⁰⁵ und diese wiederum mit

dem richtigen Vordersitz, führt dies bei deren Ausschaltung und Verformung der Unterlippe zu spektralen Konsequenzen und findet seinen Niederschlag in einer Beeinträchtigung der Randstimmfunktion. Die Sonagramme lassen klar erkennen, daß mit einer Vielzahl von Fehlfunktionen, welche der Untersuchung auf Seite 214 entsprechen, sich die gemittelten Daten zu den hochliegenden Frequenzen hin verlagert haben.

„Jeder Sänger, der längere Zeit ohne Vordersitz oder mit zu wenig ausgeprägtem Vordersitz singt, wird stimmkrank und würde unter jene Gruppe von Individuen fallen, die aufgrund einer Fehlentwicklung in eine Sackgasse geraten. Wird diese Funktion vom Stimmbildner nicht geweckt und ständig gepflegt, so kann es zu einer Verkümmerng des Stimmlippenmuskels kommen, wir sprechen dann von einer *Internusschwäche*. In diesem Fall kann nur stumpfe Klangqualität produziert werden, weil der verkümmerte *M. internus* (Pars interna des *M. thyreoarytaenoideus*) (Tabelle 2, d. Verf.) nicht mehr spannt“¹⁰⁶ (Abb. 107).

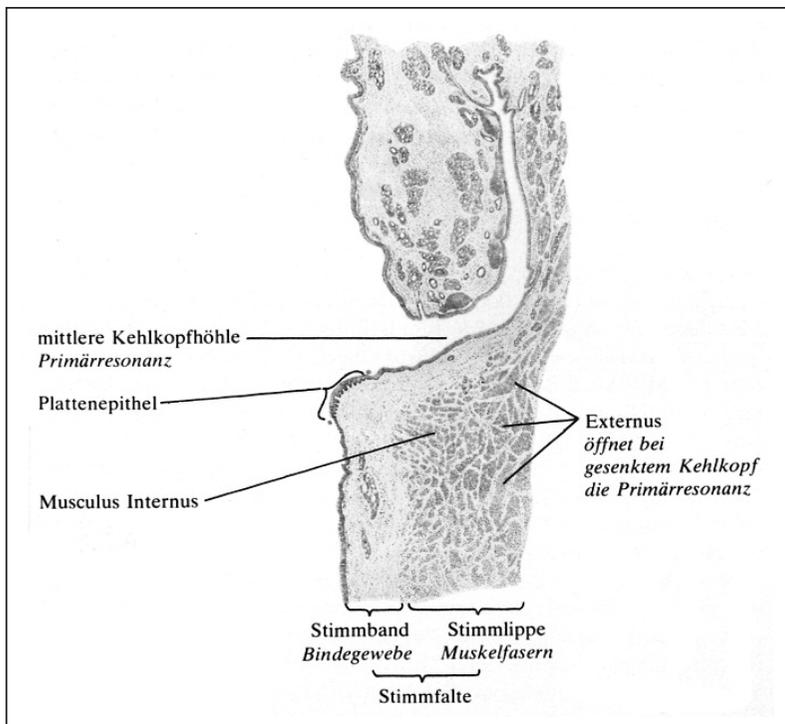
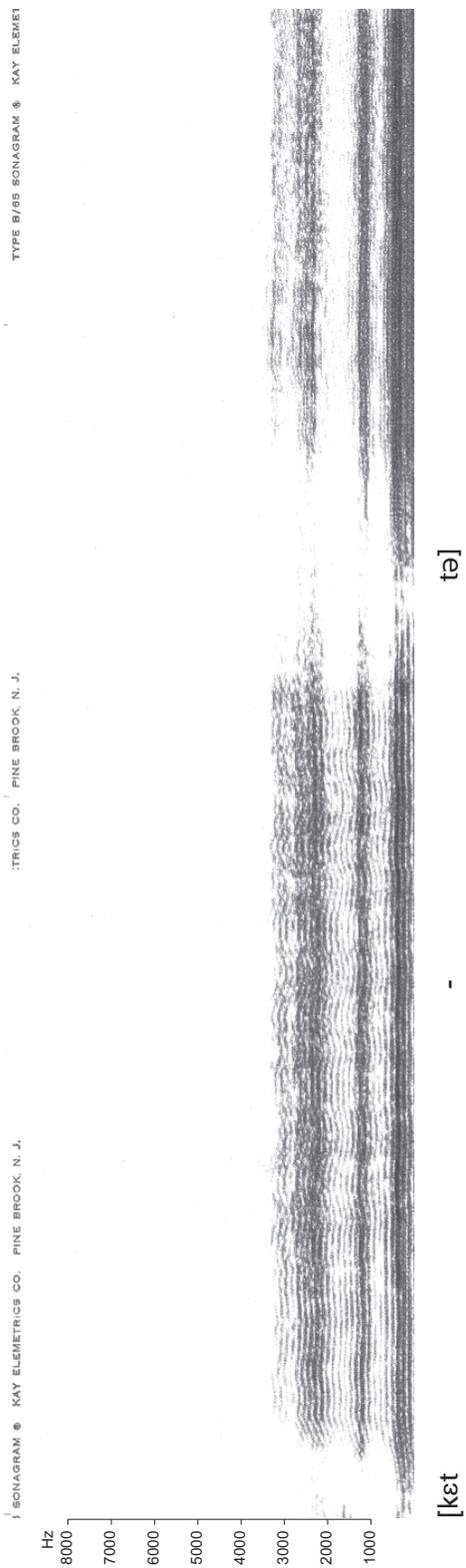


Abb. 107: Querschnitt durch eine Stimmfalte (nach Rauber und Kopsch, 191929 aus Prosser-Bitterlich, 11979)

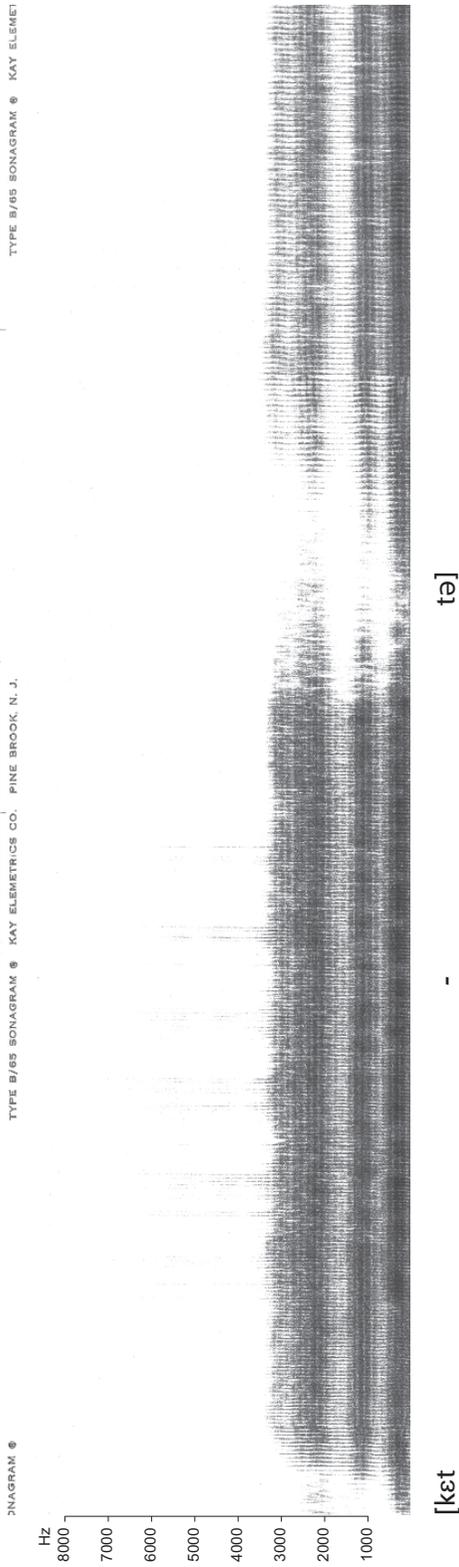
Folglich haben mit der Beeinträchtigung des Ansatzrohres die Teilschwingungen zu den hohen Frequenzen hin zugenommen, wonach sich die Grundfrequenz um 250 Hz bis 450 Hz bewegt, die teilweise durch eine sehr schmale Bandbreite der F₁-Sängerformantfrequenz um 450 Hz bis 500 Hz verstärkt wird. Da bei einem mit Hilfe einer Zungengrundmanipulation zu tief positionierten Kehlkopfes eine falsche Nasalität erzeugt worden ist, verschieben sich alle weiteren Formantfrequenzen auf der Frequenzskala nach oben. Durch objektive Messung konnten Sprach- und Singformantwerte um 1100 Hz (F₁), um 2000 Hz (F₂) und um 2400 Hz bis 3000 Hz (F₃) ermittelt werden, die somit auf eine Dominanz des Oberklanges zurückzuführen sind.



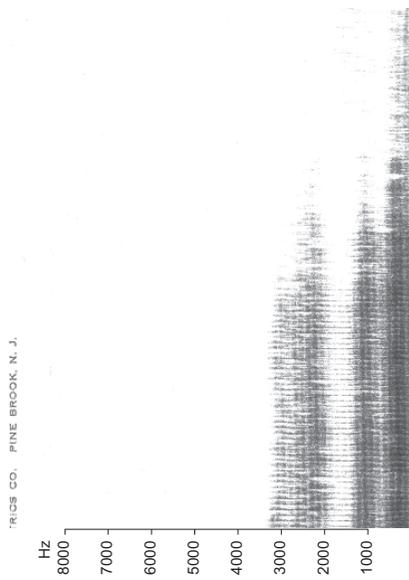
Schmalbandsonogramm 15



Schmalbandsonogramm 15



Breitbandsonagramm 15



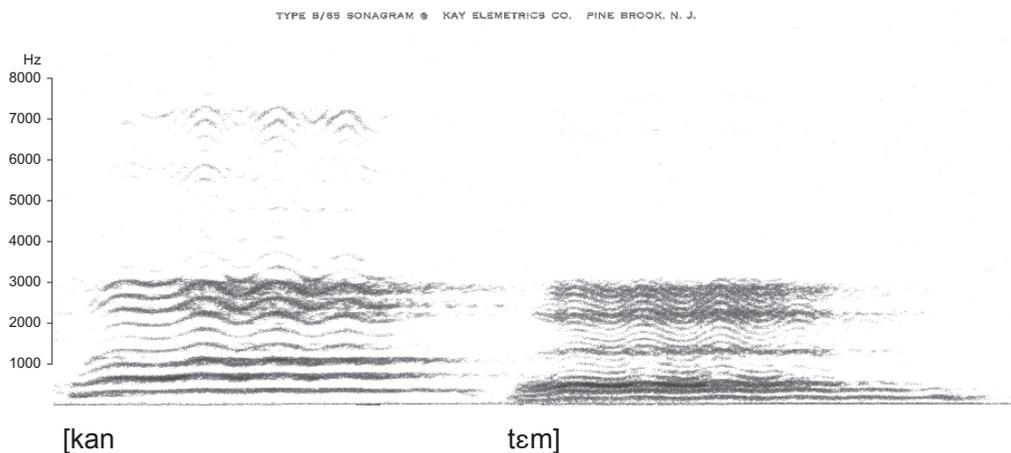
Breitbandsonagramm 15

8. Vergleich objektiver sonographischer Stimmanalysen und -diagnosen des stimmtechnisch-künstlerischen Deckvorganges mit dem Nichtdeckvorgang am Beispiel der vierten Silbe des im forte gesungenen Wortes „Vivificantem“ auf der Tonhöhe e¹

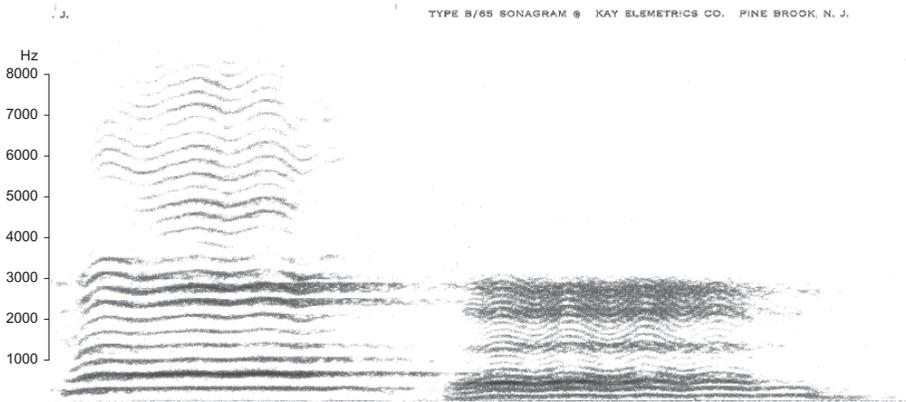
Do-minum et vi - vi - fi - can - tem, vi-vi-fi - can-tem,

Notenbeispiel 5: J. S. Bach: „Messe h-moll“ für Soli, Chor, Orchester und Orgel BWV 232, Baß-Aria Nr.18, Leipzig 1738/1739

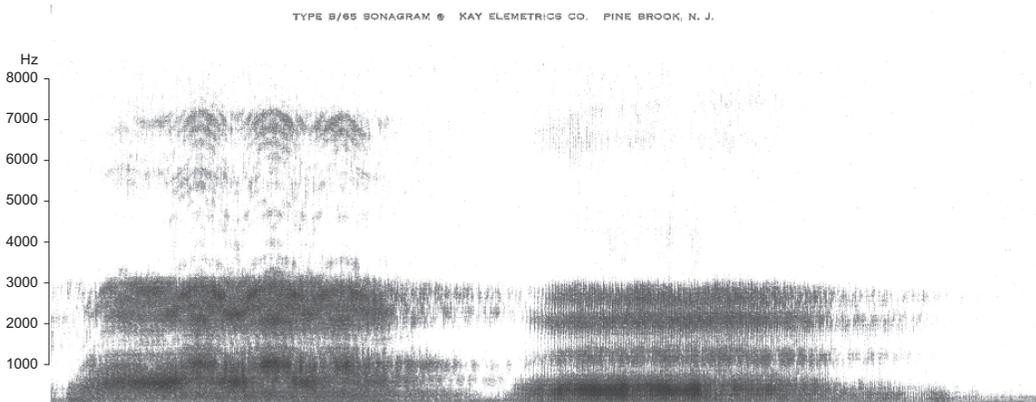
1. Baß



Schmalbandsonagramm (gedeckt) 16



[kan təm]
Schmalbandsonagramm (ungedeckt) 17

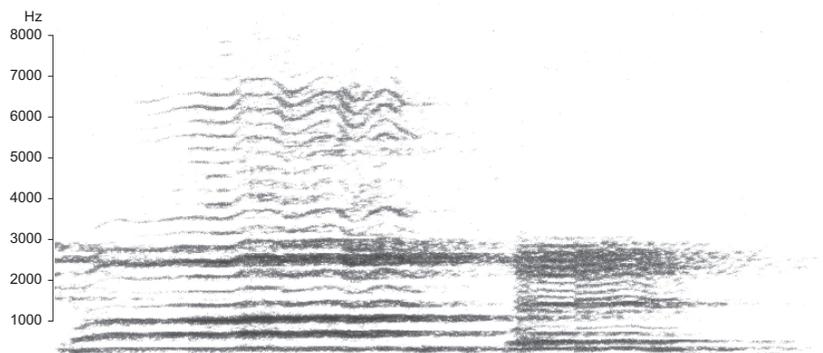


[kan təm]
Breitbandsonagramm (gedeckt) 16



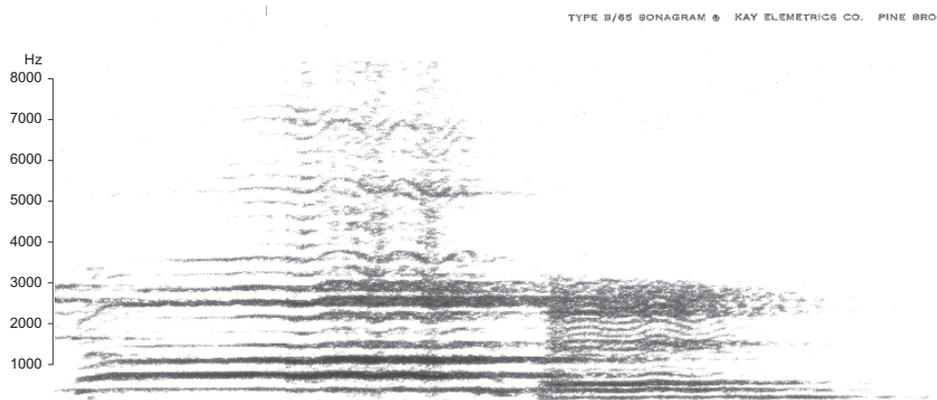
[kan təm]
Breitbandsonagramm (ungedeckt) 17

2. Baß



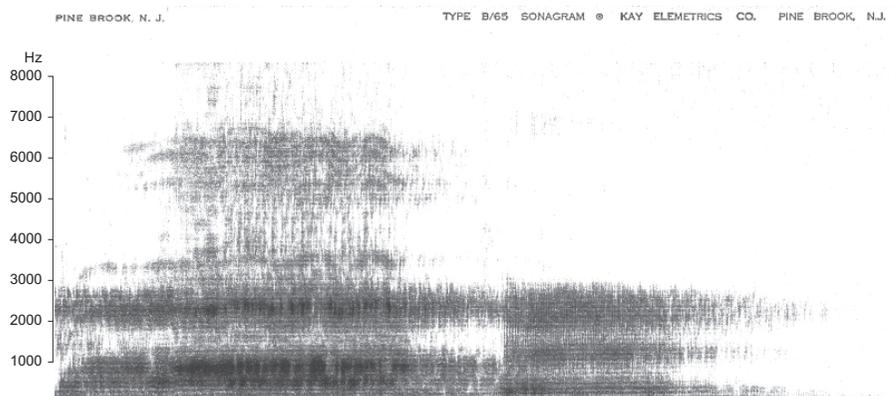
[kan
Schmalbandsonagramm (gedeckt) 18

tɛm]



[kan
Schmalbandsonagramm (ungedeckt) 19

tɛm]

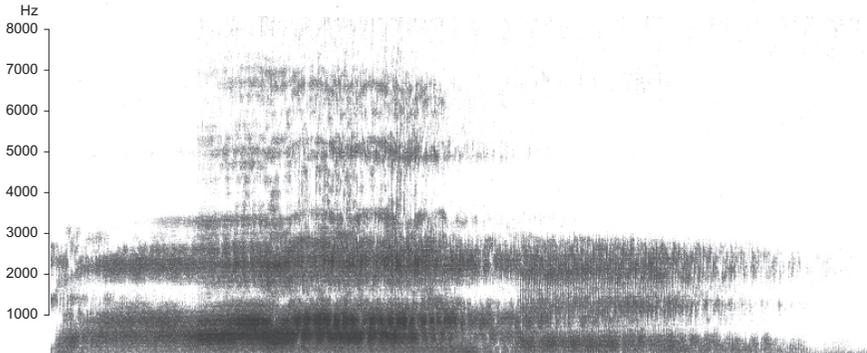


[kan
Breitbandsonagramm (gedeckt) 18

tɛm]

PINE BROOK, N. J.

TYPE B/65 SONOGRAM © KAY ELEMETRICS CO. PINE BROOK,



[kan

tɛm]

Breitbandsonogramm (ungedeckt) 19

3. Baß

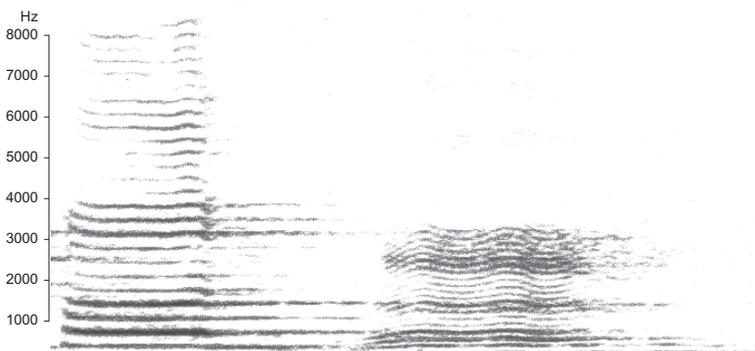


[kan

tɛm]

Schmalbandsonogramm (gedeckt) 20

B/65 SONOGRAM © KAY ELEMETRICS CO. PINE BROOK, N. J.

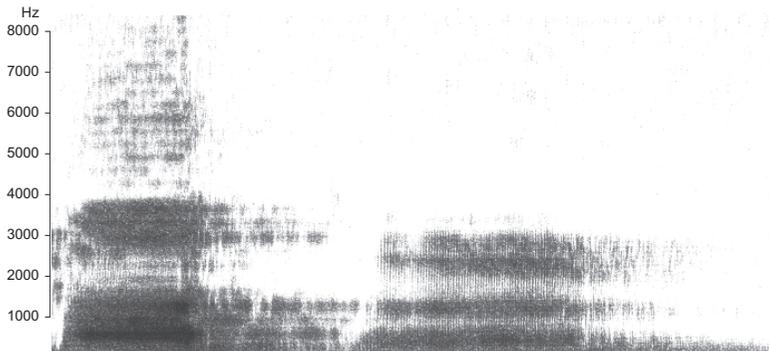


[kan

tɛm]

Schmalbandsonogramm (ungedeckt) 21

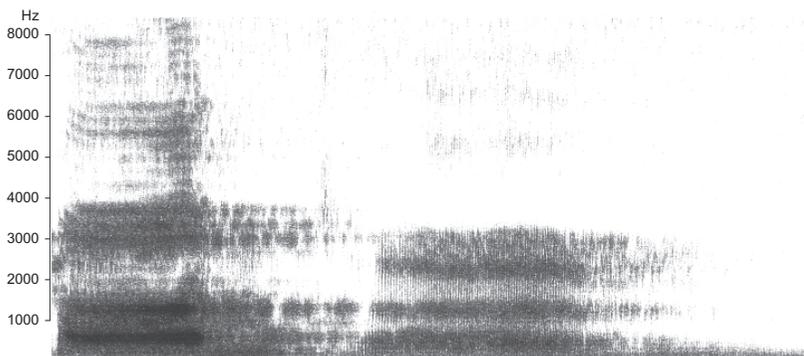
E B/65 SONAGRAM © KAY ELEMETRICS CO. PINE BROOK, N. J.



[kan tɛm]

Breitbandsonagramm (gedeckt) 20

TYPE B/65 SONAGRAM © KAY ELEMETRICS CO. PINE BROOK, N. J.



[kan tɛm]

Breitbandsonagramm (ungedeckt) 21

Schmalbandsonagramme 16-21: (S. 191-195)

Der im forte gesungene Ton auf der Tonhöhe e¹ (330 Hz) läßt bei der ersten Vp. eine auf das richtige Maß beschränkte Teiltonzeichnung erkennen, welche diesbezüglich bei der zweiten Vp. annähernd erreicht wird und bei der dritten Vp. jeder Dämpfung entbehrt.

Breitbandsonagramme 16-21: (S. 191-195)

Es ist bekannt, daß die Pharynges bei Männerstimmen länger sind als bei Frauen- und Kinderstimmen und das die Mittenfrequenzen ihrer Formanten auf der Frequenzskala tiefer liegen (s. S. 95). Es ist aber auch bekannt, daß bei gedeckter Stimmformung jene beim Kunstgesang diskrete Vokalverdunkelung durch angedeutete Gähnbewegung, durch die

a) „eine spannende, dehrende, erweiternde Funktion der Schlund- und Gaumenmuskulatur ausgelöst und dadurch eine „wohlthätige“ Wirkung auf die Keh- und Mundbodenmuskulatur

latur bewirkt wird,

b) ästhetisch ein abrundender Klangfarbenausgleich zwischen tiefer und hoher Stimmlage erzielt wird;¹⁰⁷

letztlich entsprechend gesangswissenschaftlicher Auswirkung zeigt, daß sich bei „Veränderung der vertikalen Position des Kehlkopfes die Distanz zwischen dritter und vierter Formantfrequenz etwas verringert“¹⁰⁸ (s. Sonagramme 16 u. S. 199/1. Baß).

Wie sich die gedeckte Stimmformung durch Praktizierung einer elastisch tiefen Larynxposition bei gleichzeitiger Erweiterung der gekoppelten sub- und supraglottalen Räume vergleichsweise zur ungedeckten Stimmformung (Abb. 108) des weiteren auswirkt, zeigen bei nicht zusehender Grundfrequenz die Spektrogramme der beiden ersten Vpn. und der studentischen dritten Vp..

Während sängerische Werte bei gedeckter Stimmformung für den ersten Vokalformanten um 500 Hz (erste Vp.) beziehungsweise 200 Hz bis 500 Hz (zweite Vp.) erreicht werden, tritt bei offener Singweise der dritten Vp. neben dem ersten Vokalformanten um 500 Hz der erste Oberton, also die Oktave des Grundtones, um 800 Hz besonders hervor. Hier wurde der Stimmsitz durch Verformungen im Ansatzrohr gestört und überdies ein ziemlicher Larynxhochstand in der Höhe herbeigeführt. Folglich differieren auch die Werte der F₂-Sängerformantfrequenz. Das Ergebnis läßt erkennen, daß die Frequenzwerte der gedeckten Versionen um 850 Hz (erste Vp.) und um 750 Hz (zweite Vp.) vergleichsweise zur ungedeckten Stimmformung, deren Ausprägung bei der dritten Vp. eine deutliche Intensität um 1100 Hz aufweist, erheblich voneinander abweichen.

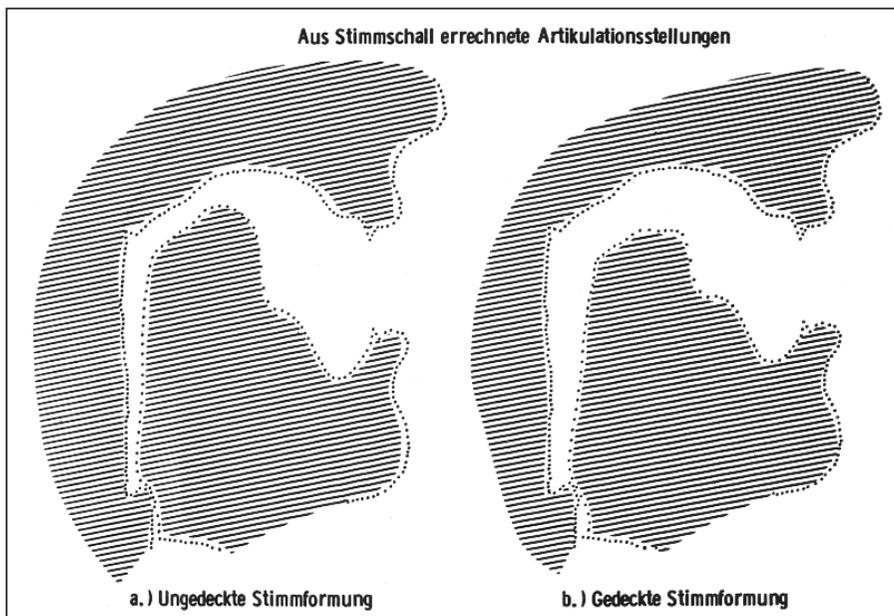


Abb. 108: Darstellung der Mundöffnungsweite und des Abstandes von Zunge- Zungenrund zu Gaumen - Rachenhinterwand (nach Kittel, 1985 aus Probleme der Sängerausbildung [5. gesangspädagogisches Symposium], 1986)

Der Befund des Wertes der dritten Vp. stellt eine Annäherung umgangssprachlicher Artikulation des zweiten Vokalformanten für diesen Vokal dar, der analog gesamter Symptomatik und der Forderung nach Vokalausgleich, was einer Durchmischung von genügend obertonangereicherten Klangsubstanzen gleichkommt, entbehrt (siehe hierzu die Verteilung der beim Sprechen aufgenommenen Werte in Tabelle 4 und die in Abb. 54 vorgestellten Vokalinseln). Stimmdiagnostisch deutet dies darauf hin, daß der Gesangsstudent beim Intonieren einzelner Vokale und in gesangsartikulatorischen Kontexten die Form der Cavitas oris einschließlich des *Vestibulum oris* häufiger und somit den Klang des gesanglichen Sprachsignals verändert und der sogenannten Vokalform, die dem Stimmsitz beziehungsweise Vordersitz der Stimme zugute kommt, inadäquaten Aktivitäten Platz macht, was für das Singen und im höchsten Maße für den Kunstgesang nicht gelten kann.

Vokal	F ₁	F ₂
i:	250	2400
ɪ	363	2088
e:	331	2163
ɛ	487	1755
u:	250	668
ʊ	369	750
o:	369	713
ɔ	487	975
y:	250	1563
ʏ	400	1440
ø:	375	1463
œ	500	1449
ɑ	686	1213
a	646	1301

Tab. 4: Die ersten zwei Formanten von deutschen Vokalen aus Kontexten umgangssprachlicher Artikulation (gerundete statistische Mittelwerte) (nach Rausch, 1972 [modifiziert])

„Die Anwendung der *äußeren* und *inneren vorderen Spannungskette* ist stark durch die *Sprachgewohnheiten* (Persönlichkeit, Muttersprache usw.) des Individuums geprägt, z. B. durch die Öffnung des Mundraums beim Sprechen oder die Vokal- und Konsonantenartikulationsbewegungen der Zunge und mit ihr verbundener Vokaltraktmuskeln. Ihre Funktion bildet zusammen mit der *hinteren Spannungskette* die „*Gewohnheits-Artikulationsbasis*“, das heißt, daß von Geburt an trainierte Bewegungsmuster der Vokaltraktmuskeln beim Lauterzeugen und Sprechen auf den Laiengesang übertragen werden. Viele Sprach- und Gesangstrainingmethoden bauen auf diesem Fundament auf und versuchen nur, es nach den ästhetischen Vorstellungen des Lehrers zu erweitern. Dabei werden bestimmte Hilfsspannungen verstärkt“¹⁰⁹, die sich auf den Kehlkopf und somit auf die Stimmlippen auswirken.

So kann das Stimmorgan noch „in einem sozusagen kollabierten Zustand, das heißt in einem Zustand von Zusammengefallenheit, gut artikuliert Sprechlaute hervor bringen. *Diese*

Sprechweise findet beim normal Sprechenden chronisch statt und sie zeitigt Schwächen im Organ (ganz gewisse Innervationsmängel, Erschlaffungen, Inaktivitätsatrophien). Soll nun dieses Organ zu größeren stimmlichen Leistungen veranlaßt werden, so wird es sich unbedingt versteifen müssen. Und in diesem, also eigentlich normalen Zustand, in dieser Lage befindet sich auch, immer mehr oder weniger ausgesprochen, das Stimmorgan des werdenden Sängers.“¹¹⁰

„Wenn wir in Betracht ziehen, daß die Fixationsmuskulatur sowohl bei der *Rahmenspannung* der Stimmlippen in *sagittaler* Richtung wie bei der Kehlkopfbewegung in *vertikaler* Richtung beteiligt ist, wird die Gefahr, die eine schwache Fixationsmuskulatur für die Stimme bildet, ohne weiteres ersichtlich: Beim Sprechen und Singen, vollends im Forte und in der Höhe, steigt der ohnehin hochstehende Kehlkopf noch stärker, weil der M. sternothyroideus und der M. sternohyoideus dem auftreibenden Atemdruck nicht den nötigen Widerhalt entgegenseetzen.“¹¹¹

Entsprechend gesangstherapeutischer Forderung und dies ist zur Klärung *expliziter Anforderungen des lautsprachlichen Signals* im Kunstgesang von besonderer Bedeutung, darf die *Zungenwurzel (Radix linguae)* (Abb. 9) beziehungsweise der vor der Epiglottis gelegene *Zungengrund (Fundus linguae)* nicht gleichzeitig auch den Kehlkopf hochziehen. „Die Zungenwurzel bleibt bei der Vokal- und Konsonantenartikulation völlig unbelastet.“¹¹²

„Da die Zungengrundmuskulatur am Unterkiefer ansetzt und ein Muskel von der Schädelbasis bis zur Zungenspitze ausstrahlt, ist eine von jeglicher Verkrampfung befreite Zungenbeweglichkeit notwendig, um durch die Artikulation nicht ständig den Mund- und Rachenraum in seiner Funktion als Resonanzraum zu verändern und dadurch den Klangstrom während des Singens zu stören (s. S. 84). Der *vordere Gaumenbogen (Arcus palatoglossus)* (d. Verf.) strahlt mit einem Muskel in die Seitenränder der Zunge ein, der *hintere Gaumenbogen (Arcus palatopharyngeus)* (d. Verf.) in die hintere Schlundwand. Je unabhängiger die Zungentätigkeit von der Gaumen- und Unterkieferbewegung vor sich geht, desto vollkommener kann ein geschmeidiges Legatosingen erlernt werden, mit dem alle anderen Qualitäten des kultivierten Singens Hand in Hand gehen.“¹¹³

Hervorzuheben ist also die belastende Beteiligung der Zungenwurzel und der wiederum daraus resultierende nach oben ziehende, stimmlippenverlängerten Kräften entgegenwirkende, Einfluß des M. genioglossus (Abb. 103/3 u. 105). Seine, als „stärkster Zungenmuskel paarig in der Mitte der Innenseite des Unterkiefers (Spina mentalis), entspringenden und fächerförmig von der Zungenspitze bis zum Zungengrund in den Zungenkörper einstrahlenden Fasern“¹¹⁴ mit dem bei fixiertem Hyoid beteiligten M. hyoglossus (Abb. 105), der die Zungenflexibilität erheblich einschränkt und den Zungengrund nach hinten abwärts ziehen kann, erklären die zwangsläufige Änderung des Vokaltrakts der studentischen Vp.. Folglich ändert sich die Vokalfarbe, so daß sich die Formanten zu den höheren Frequenzlagen verschieben.

Mit dem zustande kommen der Werte des F₃ um 2650 Hz und F₄ um 3350 Hz haben sich beim Studenten eine Reihe von Obertönen [um 1400 Hz (2. Oberton), 1750 Hz (3. Oberton), 2100 Hz (5. Oberton), 2400 Hz (6. Oberton), 3000 Hz (8. Oberton)] eingestellt, die zum Teil

im dissonanten Bereich liegen (siehe hierzu die unter Abb. 22 ausgeführten Ergänzungen).

Gesangsforschungen haben gezeigt, daß durch den engen Zusammenhang zwischen *Kehlkopfhöhe* und *Stimmtimbre* bei Veränderung der Kehlkopfhöhe sich die Länge des Ansatzrohres und folglich die Formantfrequenzen ändern.

Der Befund des F₄ im Frequenzbereich um 3350 Hz repräsentiert eindeutig, daß vergleichsweise zum Sonagramm der ersten Vp. „insbesondere die mit der Kehlkopfsenkung verbundene Erweiterung des Ventrikels mit der Senkung der für den vierten Formanten typischen Frequenz von 3,5 kHz auf 2,8 kHz einhergehen kann“¹¹⁵ (Abb. 122).

Es konnte auch bezüglich auditiver Analysierung bei Anhören der Gesangsaufnahme festgestellt werden, daß die erste Vp. eine deutlich diskret gedeckte Gesangstechnik praktiziert zur vergleichsweise annähernden der zweiten Vp. und der im gravierenden Maße abweichenden der studentischen dritten Vp..

Der Vollton der Kopfstimme zumeist mit den Termini „Mittelstimme“ oder „voix mixte“ belegt, „den wir hier in der Gegenüberstellung zum Falsetton in Betracht ziehen, ist ein Klangprodukt mit überwiegender Kopfresonanz, dem aber auch Brustresonanz beigemischt ist. Demgemäß ist er viel reicher an Obertönen als das Falsett.“¹¹⁶

„Die „voix mixte“ nähert sich zwar schwingungsmäßig dem Brustregister, doch bleibt, wie beim Kopfreister - auch als „Falsett“ bezeichnet - die Stimmritze durch Inaktivität des M. vocalis etwas geöffnet. Entsprechend verläuft ein Crescendo vom Piano zum Forte.“¹¹⁷

„Dabei treten zu der anfänglichen Randschwingung der Stimmlippe immer mehr Teile der Mittelpartien, so daß schließlich beim Vollton (Kopftön, voix mixte) die Stimmlippen fast in ihrer ganzen Breite schwingen, wobei die größere Lautheit der Stimme durch die verstärkte Amplitude zum Vorschein kommt.“¹¹⁸

Unter diesen Prämissen sieht man im Sonagramm der ersten Vp. eine wesentlich gesteigerte Teiltonanreicherung, welche durch positives Ansprechen des Tiefgriffs und Führung des Tones im Kopf sämtliche unharmonischen Teiltöne oberhalb von 2800 Hz eliminiert, was einer sehr starken Dämpfungswirkung gleichkommt.

Folglich zeigen sich im dazugehörigen Klangspektrum der ersten Vp. analog ergotroper Phase harmonische Ausprägungen des dritten und vierten Sängersformanten um 1800 Hz bis 2500 Hz und 2500 Hz bis 2800 Hz mit einer darüber erkennbar naturgemäßen Obertonstruktur, die bis etwa 7000 Hz reicht. Durch die schlank ansetzende Tongebung erfolgte hier am effektivsten das Runden oder mäßige Decken der Höhe beziehungsweise der gesamten Stimme durch die rückwirkende Formung der Lippenring- und Wangenmuskulatur, was sich „bei schlank und dünn nach oben geformten Gaumenbögen“¹¹⁹ auf die gesamte Rachenmuskulatur und somit positiv auf die Kehlfunktion auswirkte.

Es wurde schon erwähnt, daß die Spannung und Anhebung des Velums im Sinne des Vokalausgleichs auf physiologischer Ebene durch die Aktivität des M. tensor veli palatini bewerkstelligt wird. Der M. tensor veli palatini, versorgt vom N. trigeminus, spielt als zentraler Muskel im Weichgaumenbereich eine erhebliche Rolle und spannt das Velum palatinum. Einerseits wird durch seine Spannung die für den Luftstrom klangbeeinflussende Passage zum

Nasopharynx hin freigegeben und andererseits bewirkt er die laterale Öffnung der Tuba auditiva (Öffnung des Tubenostium).

Funktionssystematisch wird also, anders gesagt, kommunizierend die Verbindung von Nasopharynx und Vokaltrakt unter fühlbarer Beeinflussung, Spannung und Anhebung des Velums nebst Uvula, welches sich in dieser Lage zunehmend in Form eines Dreiecks aufrichtet (Faltin, 1999) und eine differenzierte Öffnung der Tuba auditiva bereitstellt, ausschließlich durch den M. tensor veli palatini hergestellt (Abb. 109).

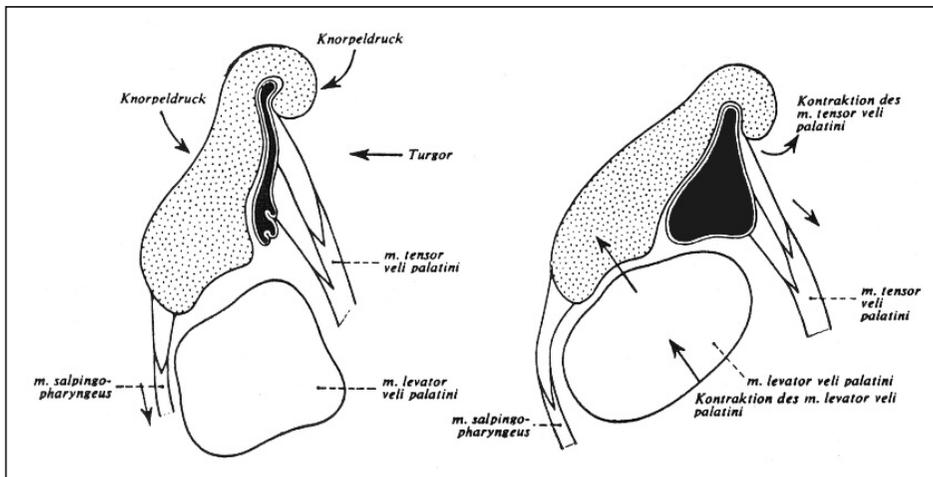


Abb. 109: Schematische Darstellung des Verschlusses und der Öffnung der Tuba auditiva (nach Zöllner, 1942 aus Falk, 1943 verändert aus G. Rohmert, 21992 [modifiziert])

„Im Augenblick ihrer Zusammenschaltung, ihrer Kommunikation, differenzieren sich die beiden Trakte (Mittelohr, Eustachische Röhre <-> Vokaltrakt) gegenseitig. Daraus entsteht die *echte Öffnung oder Offenheit*“¹²⁰, wie dies bei der ersten Vp. der Fall ist.

Entsprechend dem spektrographischen Bild dieser qualitativen Baßstimme ist daher der Singstimmenschall im Vokaltrakt stark, so daß sich dieser reflektorisch auf die Erzeugung an den Stimmlippen und auf die Weite und Länge des Ansatzrohres bzw. Hypopharynx auswirkt. Da der pharyngeale Querschnitt des Hypopharynx beträchtlich größer (d. h. mehr als das Sechsfache) als der Querschnitt der Kehlkopfeingangsebene ist, „wird die Frequenz des vierten Formanten nahezu ausschließlich von der Querschnittsfunktion des Kehlkopffinnenraumes bestimmt“¹²¹, wobei im Ergebnis dessen durch die stärker veränderbaren Anteile des lufthaltigen Hohlraumsystems (Morgagni-Ventrikel, Sinus piriformis etc., Abb. 9 u. 98) zur Erhöhung der Schallübertragungsfähigkeit in diesem Frequenzbereich beigetragen wird.

„Hier wird der Kontrast zwischen normaler Sprache und den an einen Opersänger gestellten Forderungen deutlich. Die Kehlkopfhöhe widerspiegelt bei vielen Menschen beim Sprechen die Phonationsfrequenz. Ein professioneller Sänger muß sich von dieser unbewußten Gewohnheit lösen und sogar das Gegenteil praktizieren, nämlich den Kehlkopf mit

steigender Phonationsfrequenz senken.“¹²²

Hingegen ist das Stimmorgan der zweiten Vp. nicht ausreichend „geöffnet“, um der für den hohen Ton notwendigen Deckung gerecht zu werden. „Denn wenn der Kehlkopf in seiner Eingangsebene nicht wesentlich enger als der unterste Rachenabschnitt ist, wird die Frequenz des vierten Formanten von anderen Teilen des Ansatzrohres mehr beeinflusst als von der Kehlkopffinnenweite.“¹²³ Den Grund sehen wir in einer mit Schwächen belasteten Stimmführung beziehungsweise Führung der Spannung zur Vokalhöhe hin (e^1 , 330 Hz), so daß es durch Einstrahlung inkompetenter Hilfsmuskulaturen in die Constrictorenkette des Vokaltrakts zu einem Tonusungleichgewicht gekommen ist, welche die freischwebende Form des Vokals verhindert. Es tritt sofort ein Mangel an Tragfähigkeit ein.

Demnach konnten Meßdaten des dritten und vierten Formanten um 1900 Hz bis 2500 Hz ermittelt werden, die sich durch Clusterung auf ein schmales Frequenzband beschränken. Im übrigen treten darüber eine Reihe von zum Teil dissonanten Oberschwingungen bis etwa 6500 Hz und darüber hervor, so daß sich bei eingeschränkter Schallübertragungsfunktion des Organs eine nicht auf das richtige Maß beschränkte Teiltonzeichnung zeigt.

Der zweiten Vp. fällt es nicht leicht, den Unterschied zwischen offener und gedeckter Stimmformung darzustellen, was entsprechend annähernder Larynxhochstellung interpretatorisch zu einer annähernd gedeckten Stimmformung führte.

Hinzuzufügen seien Winckels „Versuche (1952) mit erfahrenen Bühnensängern, welche zeigten, daß der Unterschied zwischen gedeckter und ungedeckter Stimme nur selten richtig demonstriert werden konnte. Wer die Funktion des Deckens vollkommen beherrscht, ist kaum in der Lage, den einwandfrei ungedeckten Vokalklang - besonders in der Höhe - hervorzubringen. Es ist also richtiger, so der Autor, von „vorwiegend gedecktem“ und „vorwiegend ungedecktem“ Stimmklang zu sprechen. Im VIII. Kapitel auf Seite 277 wird hierauf eingegangen. Und es heißt weiter, daß das natürliche Decken bei normaler Empfindung in der Erzeugung des gut gestützten Stimmklangs von selbst zustande kommt und sich in einer Verdunklung der Tonfarbe äußert.“¹²⁴ „Wer die Randstimmfunktion in allen Lagen und dynamischen Abstufungen pflegt und beherrscht, so H. Blaschke (1981), wird im gedeckten Singen kein isoliertes Problem sehen, und das mag wohl auch die Tatsache erklären, warum viele Gesangspädagogen das Kapitel des Deckens nicht gesondert ansprechen.“¹²⁵

Wenn man die Sonagramme der beiden ersten Vpn. miteinander vergleicht, so erkennt man, daß sich die Formanten der ungedeckten Sonagrammversion der ersten Vp. um 2000 Hz bis 2800 Hz geringfügig zu den höheren Frequenzen hin verschieben. Zeigt sich der hohe Sängerformantbereich in diesem Sonagramm durch Clusterung, so treten bei annähernd ungedeckter Stimmformung der zweiten Vp. die Formanten des F_3 um 2100 Hz und F_4 um 2500 Hz bis 2600 Hz im einzelnen hervor. Vergleicht man wiederum letzteres, was durch einzelne Werte des F_1 um 500 Hz und F_2 um 750 Hz charakterisiert ist, mit der ungedeckten Sonagrammversion der ersten Vp., so fällt auf, daß das Hauptformantgebiet des ersten und zweiten Formanten um 500 Hz zur vergleichsweise annähernd offenen Stimmgebung der zweiten Vp. ebenso durch Clusterung hervortritt.

Eingelagerte Obertöne der ungedeckten Version zwischen den Frequenzbereichen um 1150 Hz (1. Oberton), 1450 Hz (2. Oberton), 1700 Hz (3. Oberton) und darüber bis etwa 8000 Hz bekräftigen eine optimale Demonstration der ersten Vp., die im Ergebnis dessen bei hoher Larynxposition mit verringerter Dämpfung einhergeht.

Hier konnte durch Verspannungen im Hals- und Nackenbereich, mangelnde Stimmführung und Fehlen des hohen Stimmsitzes keine Vokalqualität erreicht werden.

Infolge Fehlen der inspiratorischen Gegenspannung zeigt auch der Befund des Gesangstudenten, daß sich zwischen den höher liegenden Frequenzen ermittelten Formantwerten (F₁ um 500 Hz, F₂ um 1200 Hz, F₃ um 2750 Hz, F₄ um 3500 Hz) zahlreiche Obertöne zum Teil im dissonanten Bereich um 1700 Hz (3. Oberton), 1900 Hz (4. Oberton), 2200 Hz (5. Oberton), 2500 Hz (6. Oberton) und 3200 Hz (8. Oberton) eingestellt haben, die bei offener Singweise als Teilfrequenzen dem Register- und Vokalausgleich in keiner Weise entgegenkommen (siehe hierzu die unter Abb. 22 ausgeführten Ergänzungen).

9. Untersuchungen der zweiten Silbe des im forte gesungenen Wortes „gelingt“ auf der Tonhöhe e¹

The image shows a musical score for a vocal piece. The top staff is for the voice in bass clef, with lyrics written below it. The bottom two staves are for the piano accompaniment in treble and bass clefs. The lyrics are: "umph, die Ra-che ge-lingt, die Ra-che, die Ra-che ge-lingt! Um-gebt ihn, ihr Str." The piano part has a rhythmic accompaniment with chords and arpeggios.

Notenbeispiel 6: C. M. v. Weber „Der Freischütz“, Arie des Kaspar Nr. 5, Berlin 1821

1. Baß

Schmalbandsonagramm 22: (S. 203)

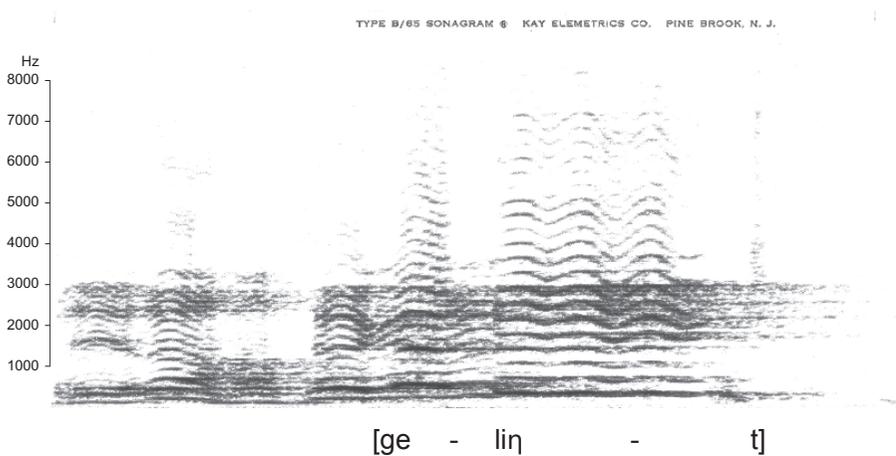
Insgesamt ist die Teiltonzeichnung durch die Ausprägung starker Energiekonzentrationen charakterisiert.

Es ist die gute Stimmführung dieser qualitativen Baßstimme und es kommt hinzu, daß sich alle Muskeln der Halsregion in einem isometrischen Tonusgleichgewicht befinden. Durch positives Ansprechen des Tiefgriffs wurden alle Resonanzräume geöffnet, so daß bei ela-

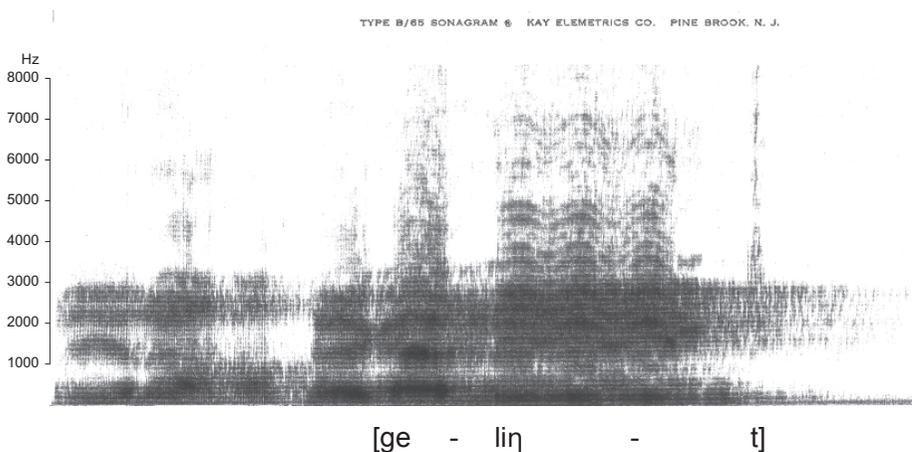
stisch tiefer Larynxposition und Führung des Tones im Kopf ein optimales Luftmischungsverhältnis zwischen oro- und naso-pharyngealem Bereich entstanden ist.

Breitbandsonagramm 22:

Die breitbandigen Energiedichten und die ausgeprägten Teilfrequenzen oberhalb des F_3 erklären sich primär durch die Weite und Gleichförmigkeit des oro-pharyngealen Traktes beim Singen. Nicht weniger wichtig erscheint die Freigebung der pharyngo-nasalen Passage dieses Bassisten, so daß für die Bedeutung der Schallübertragungsfunktion die Luft im Nasaltrakt zusätzlich zum Mitschwingen gebracht wird.



Schmalbandsonagramm 22



Breitbandsonagramm 22

Hierzu zeigt das Sonagramm eine schallintensive Bandbreite der F_2 -Sängerformantfrequenz um 760 Hz bis 1000 Hz, welche im relativ schmalen Frequenzbereich zwar in ihrem Schwär-

zungsgrad nicht kontinuierlich durchgezeichnet ist, aber den Hinweis gibt, daß die erste Vp. den Nasopharynx verstärkt in den Stimmklang mit einbezogen hat.

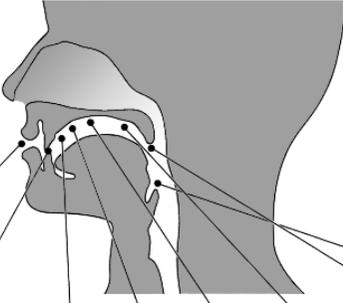
Wir wissen, daß sich die pharyngeal-nasale Luftsäule von der pharyngeal-oralen darin vergleichsweise anatomisch unterscheidet, indem „sie länger ist und daß in ihrem vorderen Teil keine Formveränderung durch Artikulation wie in der Mundhöhle stattfinden kann. Der gemeinsame Querschnitt der beiden Nasenöffnungen ist darüber hinaus relativ klein, was zusammen mit der größeren Länge dafür sorgt, daß die Mittenfrequenz der ersten Eigenresonanz, also die des 1. Nasalformanten FN₁, noch etwas tiefer liegt als der F₁ der Oralvokale in seiner tiefsten Lage. Der FN₁ liegt im Bereich 200 Hz bis 250 Hz“¹²⁶, was mit dem Stimmklangspektrum übereinstimmt, wobei die nicht zusehende Grundfrequenz in diesem Frequenzwert integriert ist.

Die Meßdaten im höheren Gebiet des Spektrums mit den signifikanten Frequenzen des F₂ um 1500 Hz und des F₃ um 2500 Hz entsprechen fast denen eines Schwa-Lautes, was darauf hindeutet, daß die erste Vp. den pharyngo-oralen Vokaltrakt beim Singen gleichförmig geöffnet hat (s. S. 95), wodurch ein tragfähiger warmer runder Stimmklang entstand.

Die starken Schallintensitäten dieses Bassisten, der alle Resonanzräume beim Singen offen hält, deuten aber auch darauf hin, daß die stimmhaften Konsonanten [l] und [ŋ] „besonders wertvoll als *Schwingungsträger* sind“¹²⁷ beziehungsweise fungieren (Tabelle 5). Der alveolar-koronale Lateralengelaute [l] ist „im Deutschen durch seinen „hellen“ i-haltigen Klang charakterisiert.“¹²⁸ Der velar-postdorsale Nasal [ŋ] fördert in Verbindung mit hellen Vokalen wie [i:, i, I] und [e:, e] die Resonanz und damit die Tragfähigkeit. Beide Konsonanten haben den kurz-offenen i-Laut *koartikulatorisch* sowohl *progressiv* als auch *regressiv* beeinflusst, so daß es zur Ausprägung von Energiekonzentrationen der F₂-Sängerformantfrequenz im relativ breiten Frequenzbereich gekommen ist.

Schließlich zeigt das spektrographische Bild im Auslaut einen, der 2. Artikulationszone zugehörigen, alveolar-koronalen stimmlosen Verschlusslaut ([t]) (Tabelle 5), dessen Schallintensität mit einem schmalen auf der Frequenzachse weit nach oben reichenden Streifen mit nachfolgenden Abfall charakterisiert ist. Es handelt sich hier um eine *Transiente*, die durch eine Verschlussphase durch Muskelaktivität zwischen zwei oder drei Artikulationsorganen gelöst wird, womit ihr den hinter der Verschlussstelle zunächst erzeugten und gehaltenen Überdruckes ein Explosionsschall folgt.

Mit aller Deutlichkeit hat der Bassist das schwebende und schwingende Spannungsspiel zwischen Bauchdecke, Diaphragmenkette (Abb. 100) und mit dem im Ansatzrohr gebildeten Verschluss ergänzt und abgerundet.



Artikulationsstelle und artikulierendes Organ	Bilabial		Labiodental		Alveolar koronal		Prä-palatal	Palatal prädorsal		Velar postdorsal		Uvular postdorsal	Pharyngeal
	1. Artikulationszone				2. Artikulationszone				3. Artikulationszone				
Verschlusslaute (Plosive)	[p]	[b]			[t]	[d]				[k]	[g]		
Reibelaute (Frikative)	mediale Enge		[f]	[v]	[s]	[z]	[ʃ]	[ç]	[j]	[x]			[h]
	laterale Enge					[l]							
Nasallaute		[m]				[n]					[ŋ]		
Schwinglaute						[r]						[R]	
Stimmlos (stl.) / stimmhaft (sth.)	stl.	sth.	stl.	sth.	stl.	sth.	stl.	sth.	stl.	sth.	stl.	sth.	

[p] Post	[f] Fall	[t] Tag	[d] Du	[ʃ] schön	[x] ach	[ŋ] eng
[b] Bett	[v] Wind	[z] sah	[n] Name	[ç] ich	[k] kalt	[R] rot (Zäpfchen-r)
[m] Mast	[s] Was	[l] Land	[r] rot (Zungenspitzen-r)	[j] ja	[g] gut	[h] halt

Tab. 5: Einteilung der Konsonanten (nach Spiecker-Henke, 1997)

2. Baß

Schmalbandsonogramm 23: (S. 206)

Obwohl bei der zweiten Vp. die Stimmgebung durch Verengungstendenzen beeinträchtigt ist, bewegen sich im Schmalbandsonogramm dennoch breitbandige Energiekonzentrationen, die letztlich auch auf die klangbeeinflussende pharyngo-nasale Passage zurückzuführen sind.

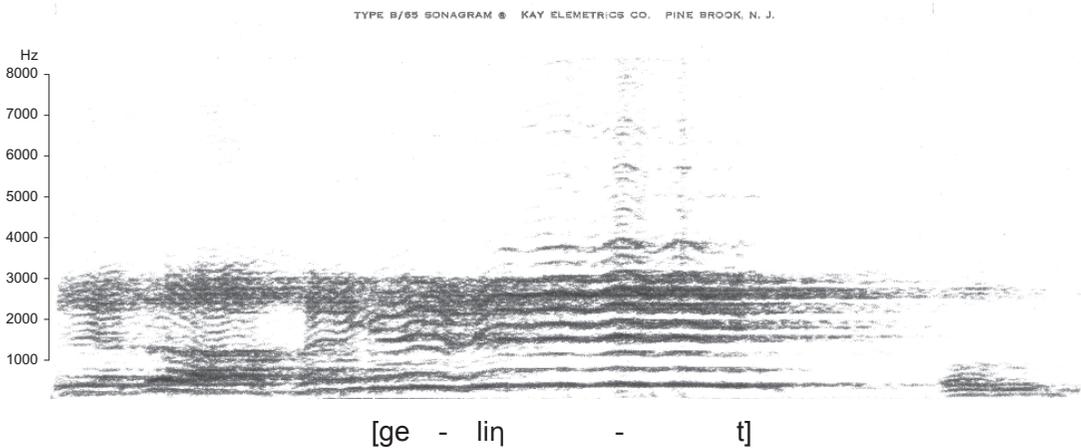
Breitbandsonogramm 23: (S. 206)

Die spektrale Zeichnung ist zwar durch breitbandige Energiekonzentrationen charakterisiert, aber die dafür zur Vokalhöhe hin (e^1 , 330 Hz) benötigte oro-pharyngeale Weite ist durch Verengungen, - und dies konnte bezüglich auditiver Analysierung bei Anhören der Gesangsaufnahme festgestellt werden - beeinträchtigt.

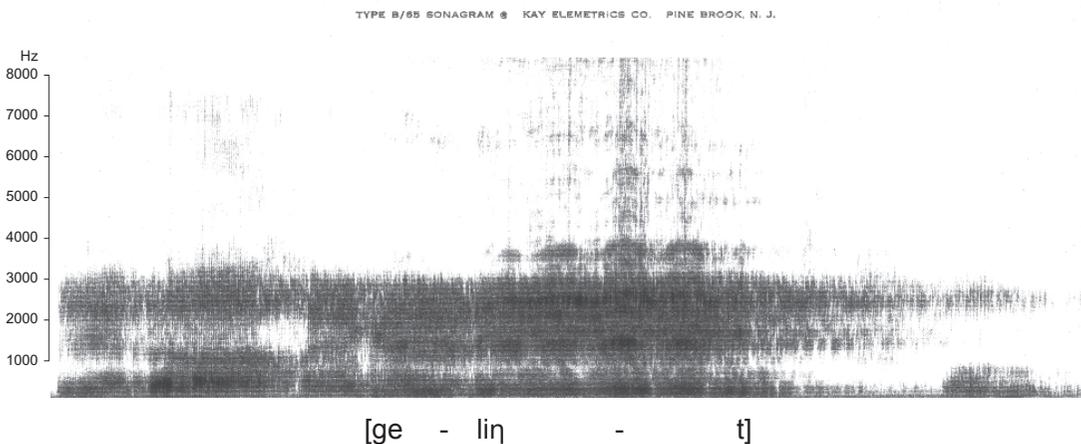
Es wurde schon erwähnt, daß sich durch die senkenden Kräfte der am Hyoid entspringenden direkten Spannungsmuskeln (Mm. omohyoideus und sternohyoideus) Hyoid und

Schildknorpel beim Tiefertreten mit einer leichten Neigung nach vorn verlagern, so daß der Abstand zwischen Zungengrund und Pharynxrückwand zunimmt als auch der Abstand zwischen Schildknorpel und Hyoid sich vergrößert (Abb. 108 b).

Dies ist bei der zweiten Vp. nicht der Fall und erklärt den erniedrigten spektrographischen Wert des zweiten Vokalformanten um 1250 Hz.



Schmalbandsonagramm 23



Breitbandsonagramm 23

Da der Zungengrund (Zungenwurzel) mit dem Kehlkopf durch das Zungenbein verbunden ist, wirken sich durch diese Verbindung Spannungen in der Zunge negativ auf die Schwingung des Kehlkopfes aus. Es sei hier wiederholt der *Zungenbein-Zungen-Muskel* (*M. hyoglossus*) analysiert (Abb. 105), der als dünne vierseitige Muskelplatte mit dem *M. thyreohyoideus* ein Kräftepaar bildet und von den großen Zungenbeinhörnern (*Cornua*

majora) des auf- und abbewegenden Zungenbeinkörpers entspringt (S. 99), im Seitenrand des Zungenkörpers mit dem *M. styloglossus* verflochten ist und aufwärts und vorwärts beziehungsweise seitlich vom *M. genioglossus* in den Rand des Zungenkörpers gelangt und die Zungenflexibilität erheblich einschränken kann. Bei fixiertem Hyoid zieht er den Zungenkörper nach unten und nach hinten. Andererseits ist für den gemischten (gedeckten) Ton die Funktion des Zungengrundes entscheidend, der bei aufgerichteter Epiglottis „nach vorn und unten Platz macht“¹²⁹ und nicht, wie dieser Befund zeigt, sich durch stärkere Wölbung mit einem Zurückziehen der Vorderzunge bei eintretender hebender Aktion des *M. palatoglossus* krampfhaft aufbäumt, so daß bezüglich des oben genannten Meßwertes eine Annäherung des Zungengrundes an die Pharynxrückwand stattgefunden hat als auch der Abstand zwischen Schildknorpel und Hyoid sich verringert hat (Abb. 108 a). Klangprodukt ist ein „heller Knödel“.

„Dies führt zu einer Veränderung des Stimmklangs und schwächt die Stimme vor allem dann, wenn sie gezwungen wird, die stützende Funktion des Zwerchfells zu übernehmen. Es ist wichtig sich zu vergegenwärtigen, daß die Zunge an der Stimmproduktion nicht beteiligt ist! Erst bei der Artikulation formt die frei bewegliche Zunge den aus dem Zentrum aufsteigenden freien Ton.“¹³⁰

Wenngleich die im hohen Sängerformantbereich bewegenden Frequenzwerte des F₃ um 2500 Hz und des F₄ um 3500 Hz auf eine neutralere Einstellung des Vokaltrakts hindeuten und fast denen eines Schwa-Lautes entsprechen, so kann aufgrund des niedrigeren F₂-Frequenzwertes infolge Ungleichförmigkeit der *Cavitas oris propria* und reduzierter Pharynxweite nicht davon gesprochen werden.

Dennoch ist der mit schmaler Bandbreite im Frequenzspektrum bewegende Wert der F₂-Sängerformantfrequenz um 750 Hz bis 900 Hz ein Indiz dafür, daß die zweite Vp. den *Epipharynx* (*Nasopharynx*) (Abb. 85) beziehungsweise Nasenrachen in die Stimmgebung miteinbezogen hat und daß jene stimmhaften Konsonanten [j] und [ŋ] als Schwingungsträger den kurz-offenen i-Laut koartikulatorisch sowohl progressiv als auch regressiv beeinflußt haben. Zudem bewegt sich mit einer nicht kontinuierlichen Durchzeichnung der erste Nasalformant FN₁ im Frequenzgebiet um 200 Hz, wobei die nicht zusehende Grundfrequenz in diesem Wert integriert ist. Aus der Phonetik wissen wir, daß dieser Frequenzwert, der noch etwas tiefer liegt als der F₁ der Oralvokale, auf die längere pharyngeal-nasale Luftsäule zurückzuführen ist.

3. Baß

Schmalbandsonagramm 24: (S. 209)

Der spektrographische Befund zeigt bei fehlendem 1. Nasalformanten FN₁ (200 Hz bis 250 Hz) infolge *Velumüberspannung* Schwärzungsgrade atypischer Frequenzbereiche um 1500

Hz und um 3000 Hz, was insgesamt auf eine nicht auf das richtige Maß beschränkte Teiltonzeichnung schließen läßt.

Breitbandsonagramm 24: (S. 209)

Bezüglich auditiver Analysierung bei Anhören der Gesangsaufnahme konnte festgestellt werden, daß die stimmlichen Leistungen des Studenten durch verschiedene Fehlerquellen erheblich beeinträchtigt wurden. Durch Fehlen der tiefen beziehungsweise rückwärtigen Resonanzen sowie mangelnder Öffnung und Weite der für den Luftstrom klangbeeinflussenden Passage des pharyngo-nasalen Rohres erreichte die dritte Vp. bei zu mundlastiger Stimmgebung nicht den notwendigen Oberklang in Verbindung mit der Randstimmfunktion. Das fehlende Ansprechen des Tiefgriffs mit der Tonerhöhung machte sich durch *Detonieren* bemerkbar, was sowie in der Balance zwischen Stütze und Glottisschluß, taktilen Empfindungen als auch sekundär in der audiophonatorischen Kontrolle zu suchen ist.

„Es ist unschwer zu erraten, was passiert, wenn sich die Funktion des *intrapphonatorischen Reflexsystems* verschlechtert. Das System hat die Aufgabe, dem Hirn die Informationen zu übermitteln, die dafür benötigt werden, den richtigen Muskeln zur richtigen Zeit die geeigneten Befehle zu erteilen. Falls das System nicht genauestens arbeitet und die Muskelkontraktion ein wenig zu stark oder zu schwach ausfällt, so wird zum Beispiel die Phonationfrequenz nicht mit der üblichen Präzision eingestellt. Das verursacht eine Instabilität der Intonation oder sogar unsauberes Singen (De- beziehungsweise Distonieren).“¹³¹ Auf Seite 37 wurde bereits hierauf eingegangen.

Dabei spielt neben der praktischen Bedeutung einer willensmäßigen *präphonatorischen Einstellung*, welche beginnt, sobald während der Phonation geatmet wird, auch die *postphonatorische Korrektur-einstellung* durch die akustische Selbstkontrolle im phonatorischen Kontrollsystem eine wichtige Rolle.

Mit Hilfe der Selbstbeobachtung nebst auditiver Kontrolle der eigenen Stimmleistung; diese wird durch einen cochlearen Eigenreiz im *Innenohr (Auris interna)* des Interpreten bewirkt, durch den Klang, den er selbst produziert, kann der Sänger und Sprecher (Schauspieler) hierdurch notwendige Korrekturen vornehmen, die durch Einflußnahme auf die Reflexmechanismen bei nachfolgenden Stimmleistungen mitwirken.

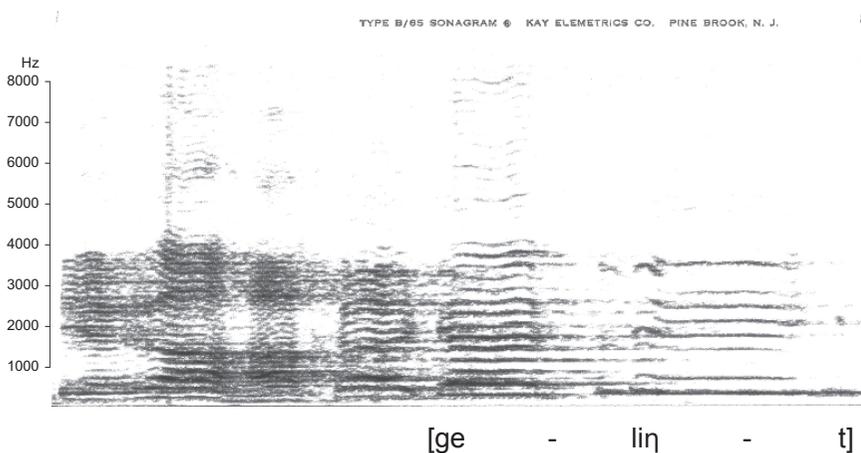
Das folgende Diagramm (Abb. 110) veranschaulicht die wichtigsten ablaufenden reflektorisch funktionierenden Systeme, die bei der Phonation unbewußt steuernd beteiligt sind und nach neurophysiologischen Forschungen von B. D. Wyke (1974) einem neuromuskulären Kontrollsystem unterliegen. Afferente, hirnwärts aufsteigende Komponenten in diesem Koppelungssystem sind auf der rechten Seite abgebildet, efferente, zur Peripherie absteigende Systeme auf der linken.

„Der häufigste Fehler ist, daß Sänger die richtige Atemtechnik nicht beherrschen. Ein Balanceverhältnis existiert nicht, die Stützfunktion des Tons wird ausschließlich von der Kehlkopf- und Halsmuskulatur getragen.“¹³²

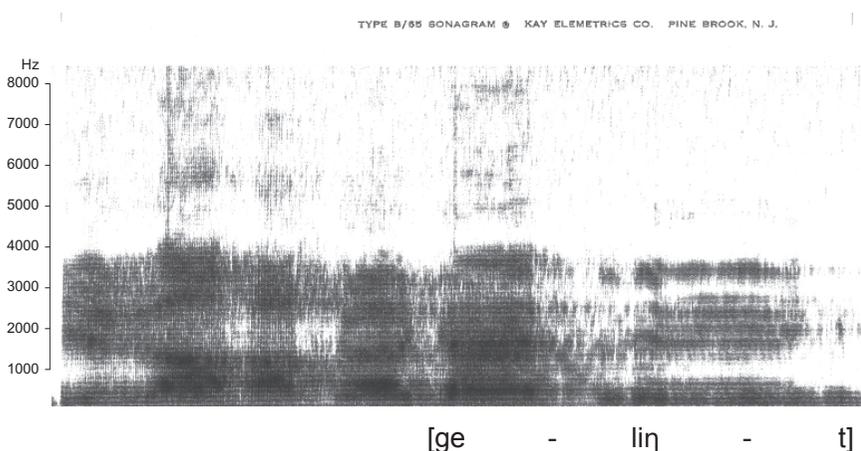
Der zu harte Stimmlippenschluß und das zu starke Singen in der Vollstimmfunktion bei

immer enger werdender Stimmgebung und Verlust der *Tonspitze* und *Klangsubstanz* zur Höhe hin hat dazu geführt, daß der Terzsprung von c¹ (262 Hz) nach e¹ (330 Hz) mittels Abbruch bei Überschnappen der Stimme als ein etwaig geschlossener (langer) i-Laut phoniert wurde. Da höhere Töne nur mit einer Verringerung der schwingenden Masse produziert werden können, konnte hier die Kontraktion des M. vocalis der Dehnung (Überspannung) durch den M. cricothyreoideus nicht mehr standhalten.

Hiernach konnten sich zwischen der im Spektralbild nicht zusehenden Grundfrequenz Schwärzungsgrade atypischer Frequenzbereiche des F₂ um 1250 Hz bis 1500 Hz und des F₃ um 2900 Hz bis 3250 Hz einstellen, die eines gut intoniert interpretierten offenen (kurzen) i- Vokals nicht entsprechen und auf einen ungestützten Ton zurückzuführen sind.



Schmalbandsonagramm 24



Breitbandsonagramm 24

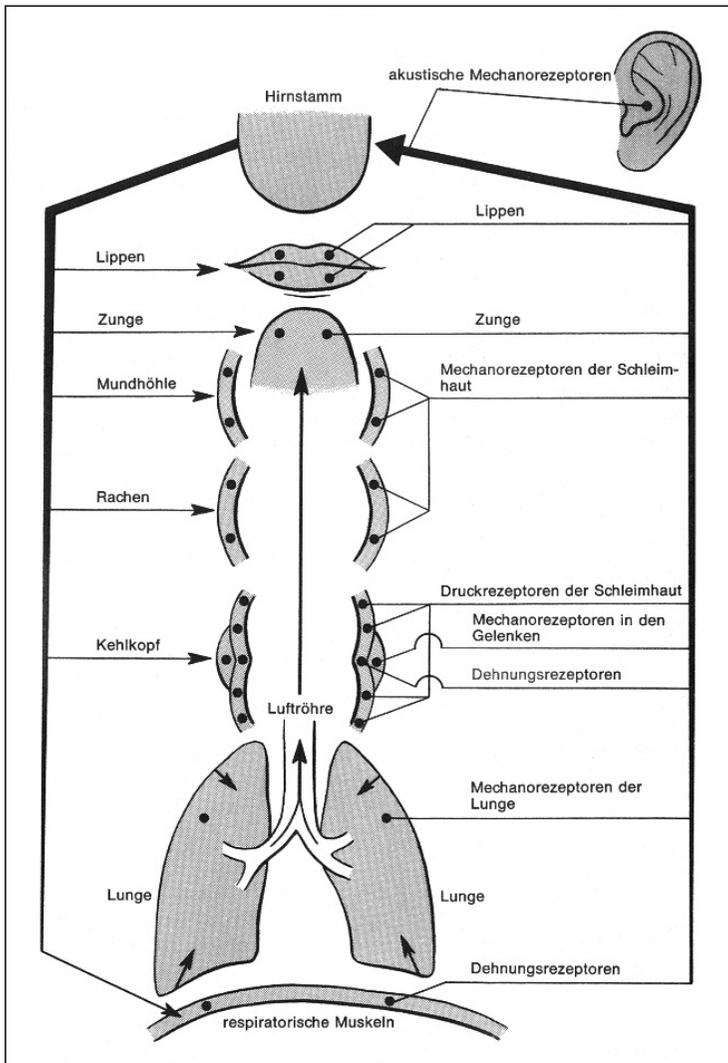


Abb. 110: Diagramm der die Stimmgebung steuernden reflektorischen Systeme (nach Wyke, 1974 aus Habermann, 2001)

10. Untersuchungen eines im fortissimo lang anhaltenden Tons (Ligatur) am Beispiel des Wortes „Triumpf“ auf der Tonhöhe cis¹

κ.
Ket-ten! Tri-umph, — Tri-umph, Tri-

Notenbeispiel 7: C. M. v. Weber: „Der Freischütz“, Arie des Kaspar Nr. 5, Berlin 1821

1. Baß

Schmalbandsonagramm 25: (S. 213)

Das Spektrogramm repräsentiert entsprechend eines physiologisch richtigen Tons eine harmonische Teiltonzeichnung und somit eine bei starker Dämpfung auf das richtige Maß beschränkte Ausprägung, was auf eine gute Stimmführung zurückzuführen ist.

Breitbandsonagramm 25: (S. 213)

Insgesamt läßt die spektrographische Zeichnung des im Notenbild auf der Tonhöhe cis¹ (278 Hz) gesungenen ersten Beispiels erkennen, daß dieser Sänger eine die zur Klangentwicklung und -formung erforderliche optimale Raumform aufweist.

Um die Weite des Ansatzrohres zu erhalten, ist es daher zweckmäßig im Singverlauf für das plastische Artikulieren der Zungenspitze gegen den Alveolarrand beziehungsweise Zahndamm dem Verschlusslaut [t] durch Anfügen eines stimmhaften alveolar-koronalen Vibranten als *Zungenspitzen-r* (Tabelle 5) folgen zu lassen, um eine periodische Schwingung, wie das sonographische Bild im Frequenzbereich um 1250 Hz und danach langsam gleitend nach unten verdeutlicht, auszulösen, was gleichwohl durch die Bewegung des Zungenkörpers zu spektralen Veränderungen im tiefliegenden Frequenzgebiet führt.

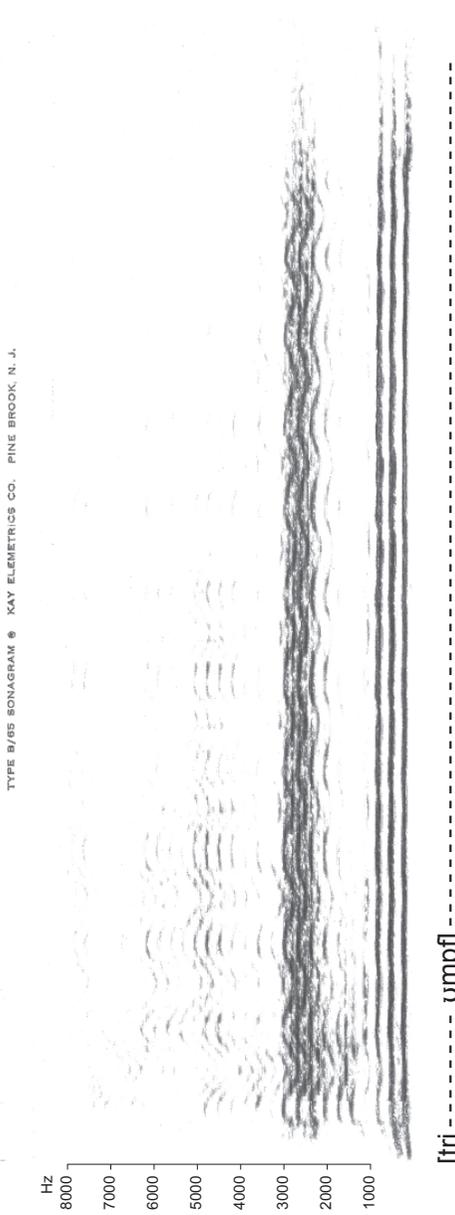
Es ist die optimale Stimmführung dieser Baßstimme und es kommt hinzu, daß sich alle Muskeln in der Halsregion in einem isometrischen Tonusgleichgewicht befinden, wobei durch Funktion des M. constrictor pharyngis superior dieser erweiternd aktiv wirkt. Auf Seite 155 und 156 wurde bereits hierauf eingegangen.

Maßgeblich zur kopfigen Struktur beitragend „ist er gewissermaßen der Kopftongesangsmuskel und weist damit dem Ansatz für die höchsten Töne den Weg.“¹³³ Auch hierauf wurde auf Seite 156 eingegangen.

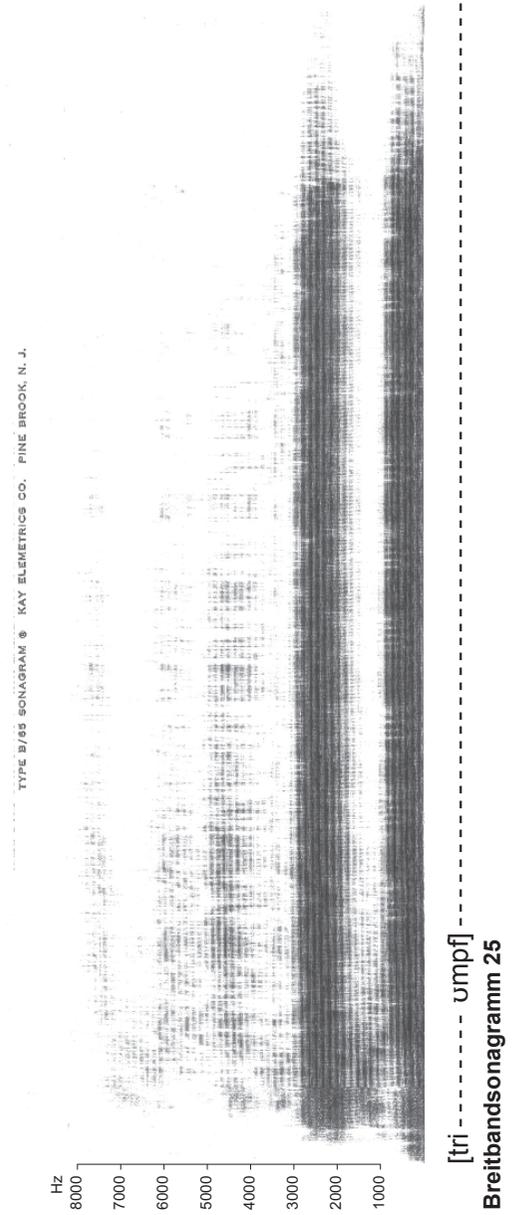
Deutlich erkennbar sind daher jene auf das richtige Maß beschränkte harmonische Aus-

prägungen. Spektrographisch zeigt sich ein verantwortlich für die Charakterisierung und Erkennung der Vokalqualität tiefliegender F_1 um 250 Hz und ein tieferliegender F_2 um 600 Hz bei nicht zusehender Grundfrequenz, denen intensive Energiekonzentrationen um 1750 Hz bis 2700 Hz als Trägerfrequenz durch Clusterung des F_3 und F_4 im zweiten Formantmaximum folgen. Die darüber im hohen Sängerformantgebiet ab 3000 Hz erkennbar durchdringende Obertonstruktur *verdeckt* teilweise den F_4 und F_5 um 3750 Hz bis 4750 Hz, wobei ersterer in hohem Maße für das Stimmtimbre von Bedeutung ist und letzterer signifikant zum Stimmtimbre beiträgt. Überdies zeigt das Stimmklangspektrum mit dem F_5 einen ebenfalls verdeckten sechsten Sängerformanten bis 5900 Hz, welche dieser Stimme nicht nur ein bestimmtes Timbre sondern auch Volumen und Tonintensität verleihen und zur Erhöhung der Schallübertragungsfunktion in diesem Frequenzbereich beitragen.

Schließlich deutet das Spektrogramm auf einen im Anlaut *weichen Stimmeinsatz* hin (Tabelle 3), der keinen Kraftverschleiß wie beim festen und harten Einsatz erfordert. Dieser Einsatz wird phonetisch *nicht* bezeichnet (Wirth, 1995). Hier ist der der 2. Artikulationszone zugehörige alveolar-koronale stimmlose Okklusiv [t] (Tabelle 5) *nicht* mit einer Transiente charakterisiert, da der weiche Stimmeinsatz vor dem Explosionsschall erfolgt.



Schmalbandsonogramm 25



Breitbandsonogramm 25

2. Baß

Schmalbandsonagramm 26: (S. 215)

Die Teiltonzeichnung zeigt spektrale Energieschwerpunkte, die sich zu den höher- und hochliegenden Frequenzen hin verlagert haben. Hieraus läßt sich ableiten, daß infolge schlaffer Velumhaltung ein Teil der Energie des Tones im Mundhohlraum festgehalten beziehungsweise behindert wird, wobei der vermehrte Teil der Luftzufuhr durch die Nasenhöhle umgeleitet wird.

Breitbandsonagramm 26: (S. 215)

Das Sonagramm läßt klar erkennen, daß sich bei schlaffer beziehungsweise träger Velumhaltung und demzufolge durch übertriebenes Vorherrschen der Luftführung durch den Nasopharynx die spektralen Energieschwerpunkte zu den höher- und hochliegenden Frequenzen hin verlagert haben, wodurch im Vokalformantengebiet Meßdaten für den ersten Formanten um 500 Hz und den zweiten Formanten um 750 Hz bei nicht zusehender Grundfrequenz ermittelt wurden. Fourieranalytisch drückt sich das in einem Spektrum des Stimmklanges aus, bei dem die Enveloppe steiler als in der Abb. 37 abfällt.

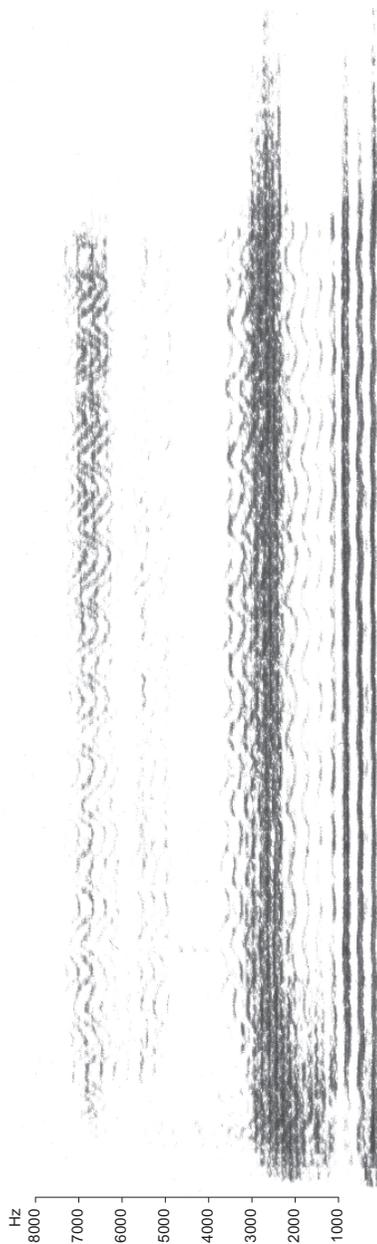
„Demzufolge ist als falsch jede Nasalität anzusehen, die als solche herauszuhören ist und deutlich in Erscheinung tritt.“¹³⁴

„Stimmdiagnostisch fehlt der Stimme das richtige Metall. Die Ursache liegt meist im Luft- und Klangmischungsverhältnis zwischen Nasen- und Mundluftweg. Die Luft mit dem Ton nimmt zu stark den Weg in den Oberklang. Fehlender Vordersitz der Stimme, zu tiefe Kehle, zu wenig Kraft der unteren Bauchmuskulatur, keine ausreichende Atemenergie und zu große Mensur“¹³⁵ sowie einen zu geringen Glottisschluß sind weitere entstandene Fehlerquellen, die in unmittelbaren Kontext mit einer Zungengrundmanipulation stehen und zu einem Stimmklang im Sinne des „Knödels“ führten („dunkler Knödel“).

Ein Indiz dafür ist auch, daß sich durch die zu große Mensur der stimmhafte alveolar-koronale Vibrant als Zungenspitzen-r (Tabelle 5) im Frequenzgebiet um 1500 Hz mit umfangreicherer Schwärzung bei nach unten gerichteter Abbiegung darstellt. Deutlich erkennbar sind folglich höherliegende Werte im zweiten Formantmaximum, deren Schwärzungsgrad durch Clusterung des F₃ und F₄ um 2000 Hz bis 3250 Hz ermittelt wurden. Demnach zeigen sich aufgrund gesamter Symptomatik und des Glanzverlustes einzelne schwach ausgeprägte Bandbreiten des F₅ um 4750 Hz und F₆ um 5250 Hz, denen darüber Formantwerte durch Clusterung des F₇ und F₈ um 6000 Hz bis 7000 Hz auf der Frequenzskala nach oben folgen.

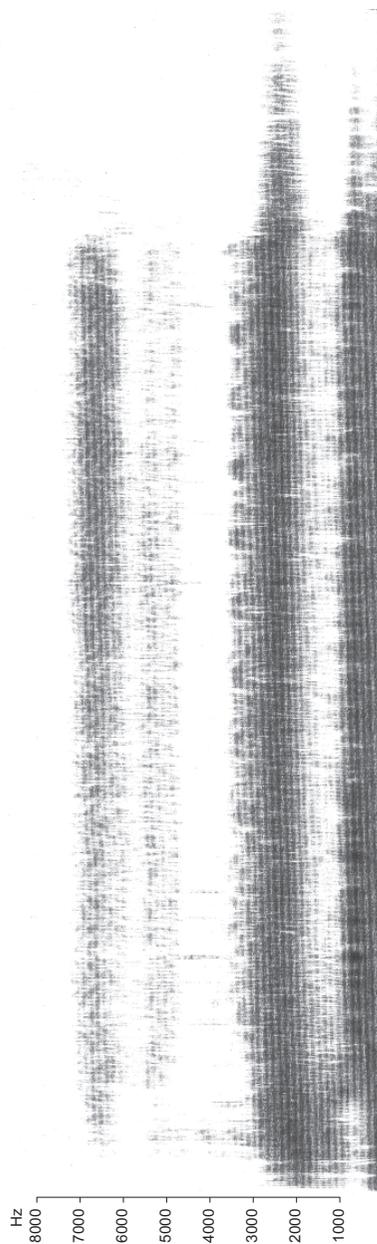
Betrachtet man weitere spektrographische Einzelheiten, so ist im Anlaut ein weicher Stimmeinsatz praktiziert worden, wobei der der 2. Artikulationszone zugehörige alveolar-koronale stimmlose Okklusiv [t] (Tabelle 5) *nicht* mit einer Transiente charakterisiert ist, da der weiche Einsatz vor dem Explosionsschall erfolgt.

TYPE B/55 SONAGRAM © KAY ELEMETRICS CO. PINE BROOK, N. J.



[tri-umpf]-----
Schmalbandsonagramm 26

TYPE B/55 SONAGRAM © KAY ELEMETRICS CO. PINE BROOK, N. J.



[tri-umpf]-----
Breitbandsonagramm 26

3. Baß

Schmalbandsonagramm 27: (S. 217)

Als Ersatz für autonome Funktionsabläufe sprangen inkompetente Hilfsmuskulaturen ein, so daß sich die spektralen Energieschwerpunkte zu den höherliegenden Frequenzen hin verlagert haben.

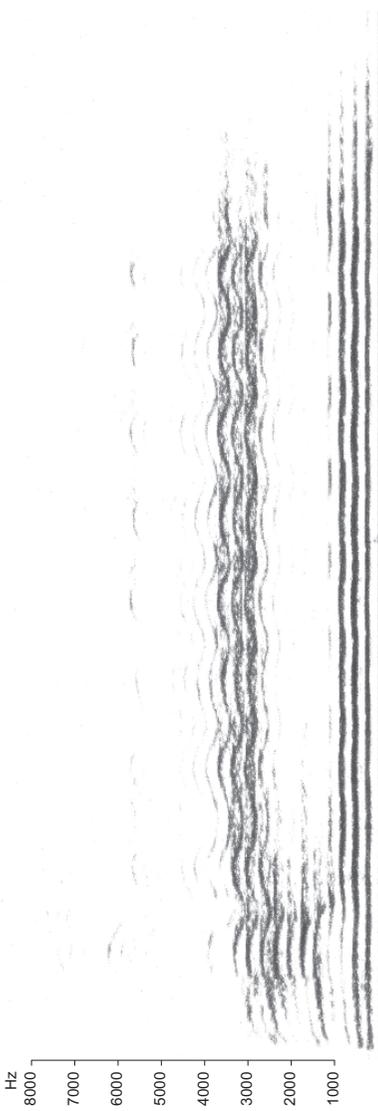
Breitbandsonagramm 27: (S. 217)

Bezüglich auditiver Analysierung bei Anhören der Gesangsaufnahme konnte festgestellt werden, daß der studentischen dritten Vp. die feine Spannung fehlt und bei zu großer Mensur des Ansatzrohres ihr Äquivalent findet. „Die brustige Klanggebung infolge extremer Zutiefstellung des Kehlkopfes geht als Hauptfehlertendenz oft genug von der Zunge aus, was dazu geführt hat, daß die einseitige Einstellung auf die tiefen Resonanzen in den Registern eine Einstellung auslöst, die das Balanceverhältnis zugunsten der Masse zerstört.“¹³⁶ Die Artikulationsorgane des Gesangsstudenten, die durch Kernlosigkeit und schwerfällige wie zu dicke Stimmgebung belastet sind und im Kunstgesang normalerweise mit einem *Spannungsminimum* arbeiten müssen, widerspiegeln das spektrographische Bild.

Folglich zeigt sich durch Überartikulation ein stimmhafter alveolar-koronaler Vibrant als Zungenspitzen-r um 1700 Hz mit umfangreicher Schwärzung bei nach unten kontinuierlich gleitender Abbiegung. Deutlich erkennbar ist daher auch jener Stimmeinsatz des stimmlosen alveolar-koronalen Verschußlautes [t] (Tabelle 5), der als „erweicht“ gedeutet werden kann und annähernd durch *Überluftung* charakterisiert ist. „Dem Sänger, der überluftet, fehlt jegliches Gefühl für die Feinregulierung des Atemdruckes.“¹³⁷

Entsprechend gesamter Stimmsymptomatik resultiert hieraus, daß auch die übrigen spektralen Energieschwerpunkte sich zu den höherliegenden Frequenzen hin verlagert haben, wodurch im Vokalformantengebiet Werte für den ersten Formanten um 500 Hz und den zweiten Formanten um 750 Hz bei nicht zusehender Grundfrequenz erreicht werden. Oberhalb dieses Frequenzbereichs bewegen sich durch Clusterung Werte des F₃ und F₄ um 2500 Hz bis 3600 Hz, denen schwache Ausprägungen gewisser hoher Resonanzen mit einem möglicherweise fünften Formanten um 5500 Hz folgen.

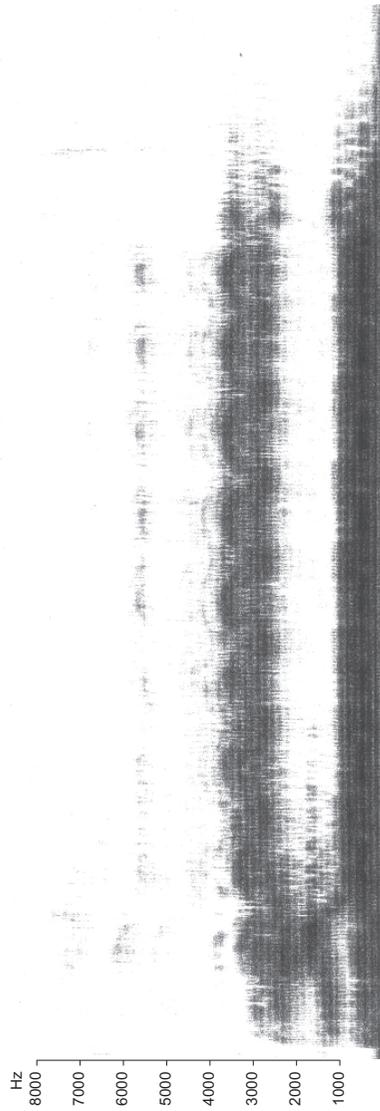
TYPE B/65 SONAGRAM • KAY ELEMETRICS CO. PINE BROOK, N. J.



[tri] ----- umpf]

Schmalbandsonagramm 27

TYPE B/65 SONAGRAM • KAY ELEMETRICS CO. PINE BROOK, N. J.



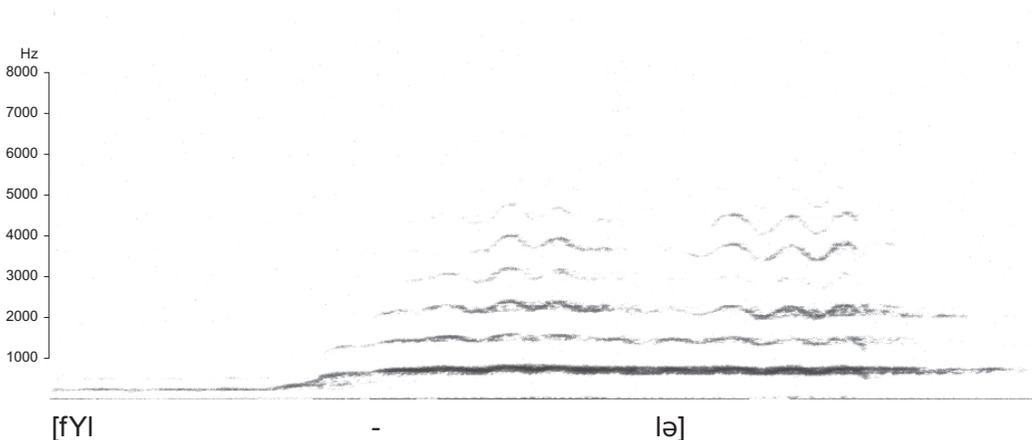
[tri] ----- umpf]

Breitbandsonagramm 27

11. Untersuchungen eines mit steigender Tonhöhe exponierten Duodezimensprungs und abwärts führender kleiner Sekunde am Beispiel des Wortes „Fülle“ im Bereich der Tessitur ais-e²-dis²

Notenbeispiel 8: J. Brahms: „Rhapsodie für eine Altstimme, Männerchor und Orchester“, op. 53, Jena 1870

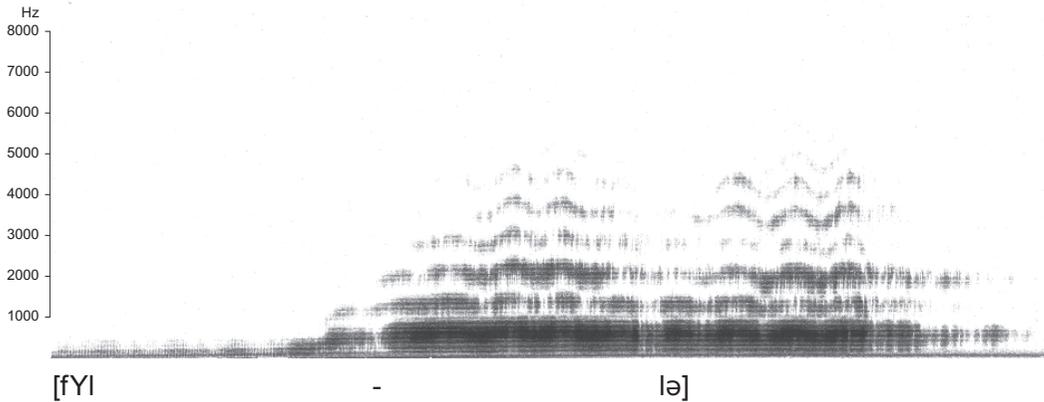
1. Alt (Lyrischer Mezzosopran)



Schmalbandsonogramm 28

Schmalbandsonogramm 28:

Die unebenmäßige Tonhöhenvibratozeichnung deutet auf eine uneinheitliche Gestaltung der gesanglichen Legatolinie hin, die durch spektrale Obertonarmut und demzufolge eingeschränkter Schallübertragungsfunktion charakterisiert ist.



Breitbandsonogramm 28

Breitbandsonogramm 28:

Eindeutig widerspiegelt das Sonogramm einen mittleren bis schwachen Dämpfungsgrad (Abb. 29). Die Schallübertragungsfunktion ist eingeschränkt.

Daß beim Übergang von der tiefen zur hohen Stimntonlage in Passaggiolage die Gaumenbögen schlank und dünn nach oben geformt sind, erbrachten neuere Gesangsforschungen (Faltin, 1999), „wobei beim Weiterschreiten zur Höhe der weiche Gaumen zu lernen hat, die Luftführung im Kopf zu dirigieren, „im Kopf zu führen“. Luft muß verdünnt mit stärkster Intensität im Kopf angesogen, so gehalten werden, daß sie nicht absacken kann. Es ist, als ob man den Atem tränke oder inhaliere!“¹³⁸ („bere“ - oder auch „inhalare la voce“).

Dies ist bei der ersten Vp. nicht der Fall. Ein Indiz dafür ist, daß zur Verhinderung der allzu schnellen Atemabgabe im Sinne des „Appoggio“ aus der Hilfsvorstellung „inhalare la voce“ die Stütze als Teilfunktion (s. S. 270) nur ungenügend beibehalten wird, zumal die Strömungskonsonanten - hier am Beispiel des stimmlosen labiodentalen Frikativs [f] - (Tabelle 5) durch Verengung des vorderen Mundhohlraumes den ungehemmten Atemabfluß entgegen wirken und so dem Interpreten zur Beibehaltung der inspiratorischen Aktivität (Gegenspannung) verhelfen. Folglich blieb der dem Luftstrom durch die Glottis entgegengesetzte Widerstand - auch als Impedanz bezeichnet - inkonstant.

Wenn auch die Spektralbilder einen „normalen“ Phonationsmodus widerspiegeln, so kommt doch den Adduktionskräften größere Bedeutung zu und stellt zugleich den Übergang zur „Preßphonation“ dar (Abb. 111).

„Bei normaler Phonation ist die Amplitude höher, die Schlußphase kürzer, der Schallpegel höher und die Glottisöffnungsfläche größer.

Abb. 111 stellt im Überblick dar, wie Strömungsglottogramme durch Lautstärkeveränderungen (links) und Adduktionskraftänderungen (rechts) beeinflusst werden. Die Abbildung gibt außerdem Schalldruckpegel, subglottischen Druck und ein Maß für die Glottisöffnungsfläche wieder.“¹³⁹

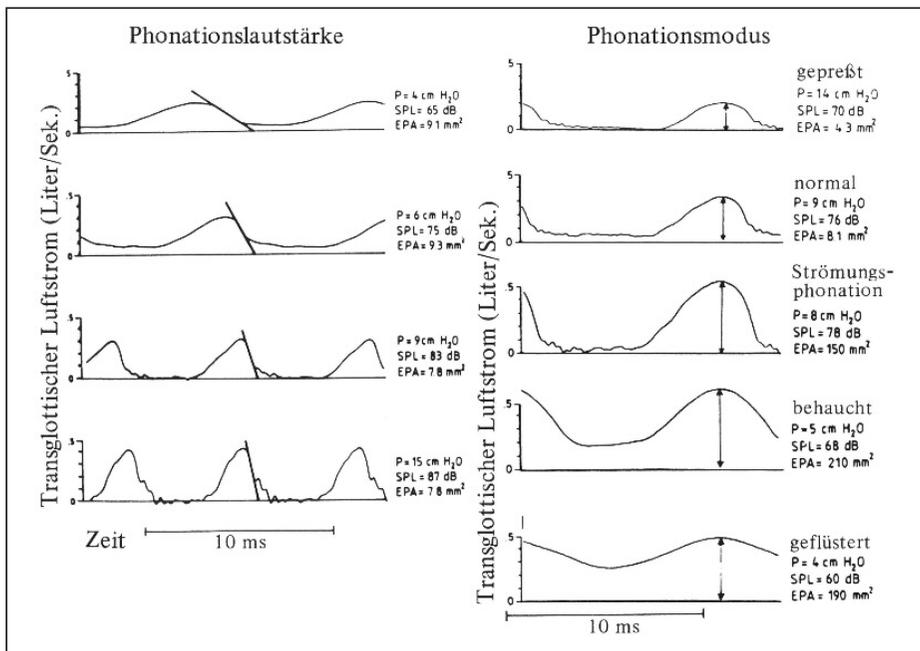


Abb. 111: Typische Veränderungen im Strömungsglottogramm bei Änderung von Lautstärke oder Phonationsmodus (linker bzw. rechter Teil der Abbildung). Bei Lautstärkeerhöhung wird der Kurvenabschnitt der Schließungsphase steiler. Bei gepreßter Phonation ist die Glottogramamplitude niedrig; sie wächst mit der Minderung der Adduktionskraft. Die Phonation mit der geringstmöglichen Adduktionskraft, welche noch zu einem suffizienten Glottisschluß führt, wird „Strömungsphonation“ (flow phonation) genannt. Rechts neben den Kurvenzügen sind subglottischer Druck (P), Schalldruckpegel bei 0,5 m Abstand (SPL) und ein Näherungswert für die maximale Glottisfläche (EPA) angegeben. Bei gepreßter Phonation ist der subglottische Druck hoch, Strömungsamplitude und Schallpegel sind niedrig. Bei der Strömungsphonation finden wir ein mäßig hohen Druck, eine hohe Strömungsamplitude und einen hohen Schallpegel (nach Sundberg, 1997)

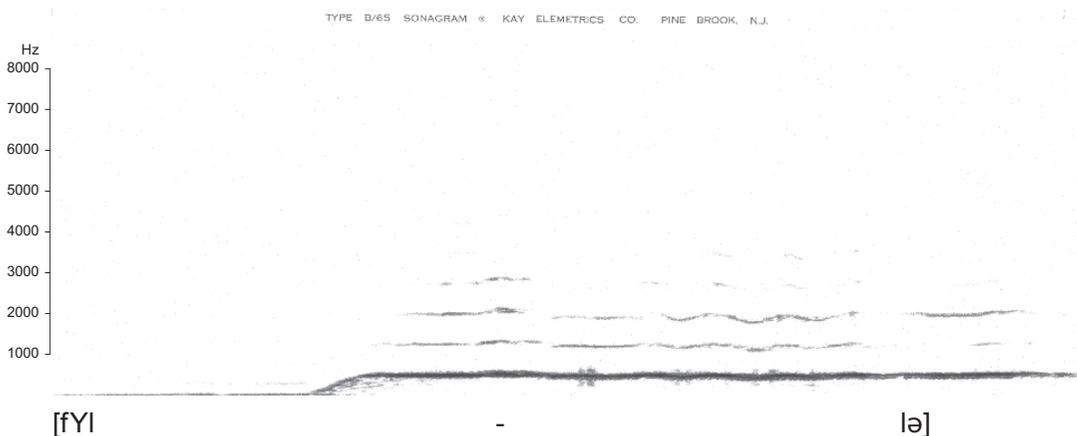
Durch Erbringung keiner befriedigend sängerischen Leistung wurde hier im tiefsten vollen Ton der hohe (kopfige) Ansatz nicht mitgeföhlt, zumal die Verbindung der tiefsten Bruststimme mit dem in der Duodezime korrespondierenden Ton der höheren Mittellage (e², 659 Hz) eine Einheit bilden sollte. Unter diesen Prämissen zeigen sich Formantmuster, deren Zeichnung durch Unterbrechung charakterisiert sind und somit markant eine uneinheitliche Gestaltung der gesanglichen Legatolinie widerspiegeln. Beim Tonhöhenwechsel zum e² (659 Hz) läßt die Struktur des F₂ zudem erkennen, daß trotz durchgezeichneter, zwischen den Frequenzbereichen um 2000 Hz (Tonhöhe ais) beziehungsweise um 1900 Hz (Tonhöhe dis²) liegender, sehr schwacher Schwärzung die Vokalqualität nicht aufrechterhalten wurde.

So konnten folgende Formantwerte durch Messung objektiv ermittelt werden:

- Grundfrequenz, erster Sprachformant und erster Oberton, Tonhöhe ais um 600 Hz bzw. Tonhöhe dis² um 500 Hz
- Teiltonamplitude des Zwischenformantgebiets (zweiter Oberton), Tonhöhe ais um 1250 Hz bzw. Tonhöhe dis² um 1200 Hz

- zweiter Sprachformant, Tonhöhe ais um 2000 Hz bzw. Tonhöhe dis² um 1900 Hz
- dritter Sängerformant, Tonhöhe ais um 2750 Hz bzw. Tonhöhe dis² um 2700 Hz
- vierter Sängerformant, Tonhöhe ais um 3500 Hz bzw. Tonhöhe dis² um 3350 Hz
- fünfter Sängerformant, Tonhöhe ais um 4350 Hz bzw. Tonhöhe dis² um 4100 Hz

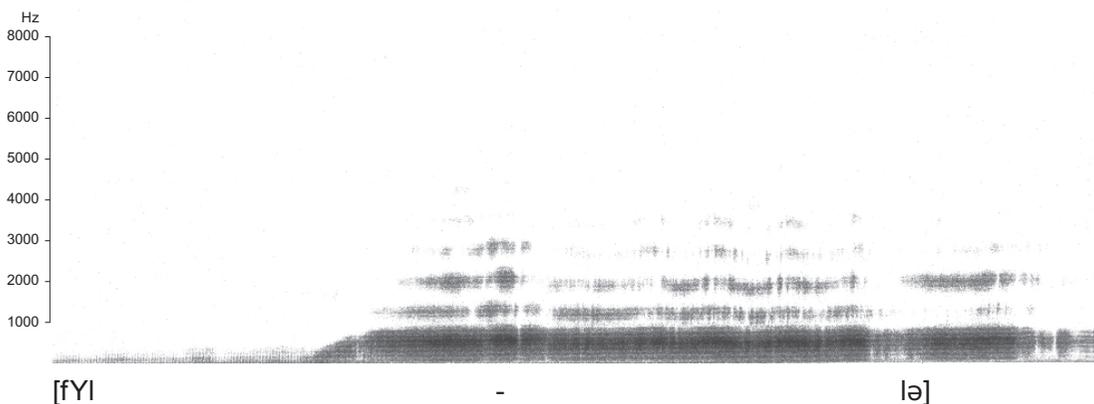
2. Alt (Lyrischer Mezzosopran)



Schmalbandsonagramm 29

Schmalbandsonagramm 29:

Die Teiltonzeichnung widerspiegelt einen vibratolosen „gerade“ verlaufenden linearen Ton, der durch seinen obertonarmen Gehalt nicht „auf rhythmisch-elastischer Ausatmung und ebenmäßigen Gesamtbewegungen von Zwerchfell und Glottis infolge abgestimmter Spannungsregulierung der Nerven und Muskeln beruht.“¹⁴⁰



Breitbandsonagramm 29

Breitbandsonagramm 29: (S. 221)

Die klanglichen Energieverteilungen im Spektrum verraten, daß die Zeichnung durch einen gegen Null gehenden Dämpfungsgrad (Abb. 29) und der daraus resultierenden im höchsten Maße eingeschränkten Schallübertragungsfunktion charakterisiert ist.

Eine Erklärung hierfür ist, daß die zweite Vp. nicht in der Lage ist durch senkende und unterstützende Kräfte der Mm. omohyoideus, sternohyoideus und sternothyreoideus zur Kehlkopfentlastung beizutragen, um ein gesundes, durch Tiefatmung vom Zwerchfell aus kommendes Vibrato zu praktizieren.

Das Konzertliteraturbeispiel gibt den Hinweis, „daß das Vibrato die Vokalidentifikation in hoher Tonlage wesentlich verbessert, wenn der Vokal in einen Konsonant-Vokal-Kontext eingebunden ist.“¹⁴¹

Da Stärke und Konstanz des Vibrato im Spektrum abgelesen werden kann und bei dieser Alt-Mezzostimme die periodische wellen- beziehungsweise sinusförmige Modulation der Phonationsfrequenz nahezu ausblieb, entstand „ein vibratoloser Ton, ein gerader Ton, der die Stimmbandmuskulatur in andauernde Spannung hält. Das Vibrato jedoch, das sich aus dem „Kehlvibrato“ und einer „Atempendelung“ zusammensetzt, bewirkt deren rhythmische Entspannung, durch den Wechsel von Arbeits- und Erholungsphasen.“¹⁴²

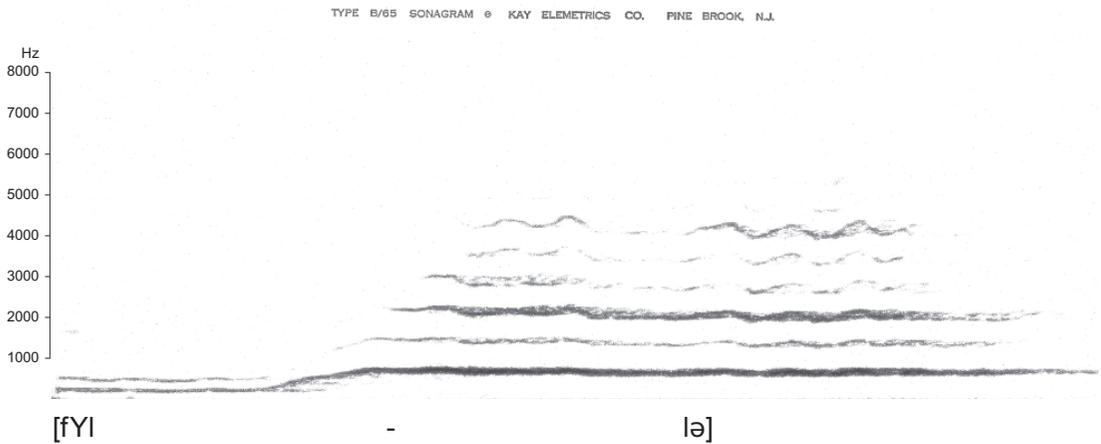
Wenn nun die durch die Randstimmfunktion und diese wiederum durch den sogenannten Kippvorgang zwischen Schild- und Ringknorpel ergebene Eigenschaft des Vibrato durch die beeinträchtigte Ansatzrohrlänge gestört ist und zur Labilität neigt, kann infolgedessen Vokalqualität und Stimmtimbre nicht aufrechterhalten werden.

Betrachtet man das dazu gehörige Klangspektrum, so zeigt sich der von größerer Bedeutung vokalqualitätsabhängige zweite Formant aufgrund uneinheitlicher Gestaltung der gesanglichen Legatolinie lediglich mit einem schmalen unterbrochenen Frequenzband. Folglich lassen sich nur noch bruchstückhaft frequente Teile der Bereiche des F₃ und F₄ erkennen, welche auf die gesamte Stimmsymptomatik zurückzuführen sind. Aus all dem Erwähnten geht hervor, daß die schwache Ausprägung jenen Intensitätsverlust durch Störungen der muskulär koordinierten Zusammenarbeit widerspiegelt.

Zusammenfassend wurden folgende Energieverteilungen im Spektrum objektiv ermittelt:

- Grundfrequenz, erster Sprachformant und erster Oberton, Tonhöhe ais um 600 Hz bzw. Tonhöhe dis² um 500 Hz
- Teiltonamplitude des Zwischenformantgebiets (zweiter Oberton), Tonhöhe ais um 1150 Hz bzw. Tonhöhe dis² 1100 Hz
- zweiter Sprachformant, Tonhöhe ais um 1850 Hz bzw. Tonhöhe dis² um 1750 Hz
- dritter Sängerformant, Tonhöhe ais um 2700 Hz bzw. Tohöhe dis² um 2600 Hz
- vierter Sängerformant, Tonhöhe ais um 3300 Hz bzw. Tonhöhe dis² um 3250 Hz

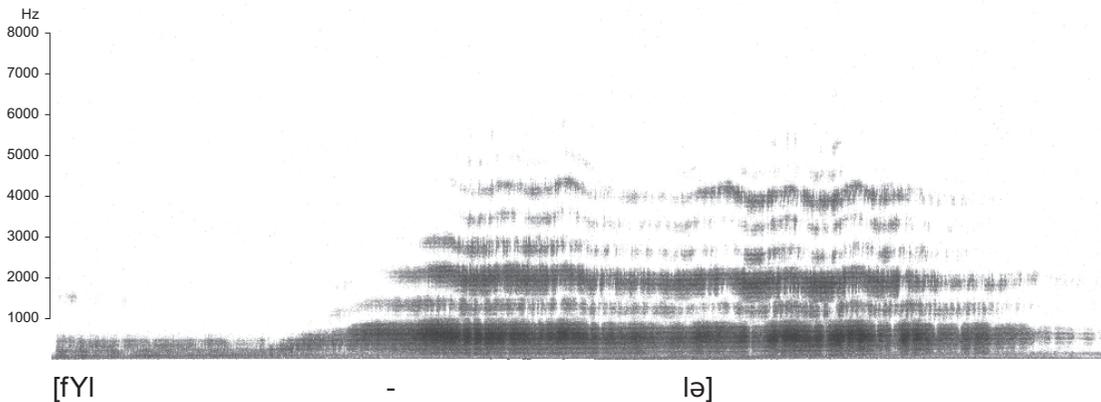
3. Alt (Lyrischer Mezzosopran)



Schmalbandsonagramm 30

Schmalbandsonagramm 30:

Der Befund der Gesangsstudentin zeigt eine harmonische Teiltonzeichnung, die durch die Ausprägung einer starken Dämpfung und somit durch einen hohen Schallpegel charakterisiert ist (Abb. 29).



Breitbandsonagramm 30

Breitbandsonagramm 30:

Veranlaßt durch einen optimalen Betriebsdruck dieser Alt-Mezzostimme zeigt die Struktur den wiedergegebenen Schwärzungsgrad, das heißt, je lauter das Primär- oder Quellensignal vorhanden ist, umso dunkler wird es durch die in diesem Zusammenhang stehende Ausprägung.

Hervorzuheben ist der breitbandige Frequenzbereich des vokalqualitätsabhängigen zwei-

ten Sprachformanten, der erheblich zur einheitlichen Teilschwingungsdichte beiträgt. Durch die Erhöhung der Dichte beziehungsweise den deutlichen Energiezuwachs des fünften Gesangsformanten wird Obertonreichtum repräsentiert. Stimmführung, Stimmtimbre, Tonstärkenbeherrschung, ebenmäßiges (gleichmäßiges) Vibrato (Tabelle 3), Lagen- und Vokalgleich stehen hier im Einklang zueinander.

Es ist die mäßige Vorstülpung des Lippenringes (M. orbicularis oris) analog einer labialisierten runden Tonführung, die eine elastisch tief- und weithängende Larynxfunktion begünstigt und die gesamte Muskulatur in ein effizientes *Spannungs-Entspannungsverhältnis*, indem die Tendenz durch Stimmeinsatz im Brustregister beim Singen zur *Entspannung* überwiegt, bringt beziehungsweise „hilft, diese zum optimalen Ausnutzen der zwei Luftwege einzustellen. Zudem entsteht eine der Kopfform angepaßte ästhetische Einstellung. Der schmale, ovale Mund kann auch schon bei tiefen Tönen ganz weit geöffnet werden, denn so steht die Mensur (Ansatzrohr) hier schon weit ein; ein großes Volumen der Stimme ist erreichbar.“¹⁴³ Wird die durch optimale Relation von Kehlkopfentspannung, die zunächst im Bereich der leichter abhebbaren Mucosa (Abb. 66) im Conus elasticus ihr Optimum hat und ein besonders tiefes Ansetzen des Schleimhautverschlusses bewirkt, zu subglottalem Druck bestimmte Idealstimme erzeugt, so ist gemäß „einer vordersitzig geführten Technik, betont in der Mitteloktave (Mittelregister, Abb. 114) angewendet als Grundlage für einen mühelosen Angleich der Hoch- und Tiefoktave“¹⁴⁴ (Kopf- und Brustregister, Abb. 114), das Singen ohne „wilde Luft“ leicht und volltönend.

Der Befund widerspiegelt eine optimale Schallübertragungsfunktion. Deutlich zeigt sich, daß durch Stimmeinsatz des stimmlosen labiodentalen Frikativs [f] (Tabelle 5) vom tiefsten Ton ais (233 Hz) bis zum höchsten Ton e² (659 Hz) mit zunehmender Stimmstärke eine weite Resonanzformung erzielt worden ist. In diesem Zusammenhang weist E. Fischer (1969) auf die Gestaltung des geöffneten Mundes zu einem *trichterförmigen* Resonator hin, der aufgrund besonderer Meßergebnisse durch Schutte und Miller (1988) bestätigt werden kann. „Dabei kommt es erst am Übergang vom Schallbecher zur freien Luft zu einer Bevorzugung höherer Frequenzanteile.“¹⁴⁵ Auf Seite 62-65 wurde bereits hierauf eingegangen.

Das bedeutet dann nicht nur eine Schalldruckerhöhung und eine für unsere Ohren tragfähige und angenehm timbrierte Stimmgebung, sondern zugleich auch eine Verschiebung des spektralen Energieschwerpunktes zu den höheren Frequenzen. Die Enveloppe fällt in diesem Fall nach rechts flacher ab als in der Abb. 37. „Die Dämpfung entlang der Frequenzachse ist dann geringer als 12 dB pro Oktave (s. S. 70). Diese Gesetzmäßigkeit, daß der spektrale Energieschwerpunkt umso weiter zu den hohen Frequenzen hin verlagert ist, je größer im Oszillogramm das Verhältnis von Schwingungsenergieänderung zur Zeit ist, läßt sich graphisch bzw. mathematisch mit Hilfe des *Fouriertheorems* nachweisen.“¹⁴⁶

Durch positives Ansprechen des Tiefgriffes der Studentin und Führung des Tones im Kopf wurden folgende klangliche Energieverteilungen im Spektrum objektiv ermittelt:

- Grundfrequenz, erster Sprachformant und erster Oberton, Tonhöhe ais um 600 Hz bzw. dis² um 500 Hz

- Teiltonamplitude des Zwischenformantgebiets (zweiter Oberton), Tonhöhe ais um 1250 Hz bzw. Tonhöhe dis² um 1200 Hz
- zweiter Sprachformant, Tonhöhe ais um 1900 Hz bzw. Tonhöhe dis² um 1800 Hz
- dritter Sängerformant, Tonhöhe ais um 2650 Hz bzw. Tonhöhe dis² um 2500 Hz
- vierter Sängerformant, Tonhöhe ais um 3350 Hz bzw. Tonhöhe dis² um 3100 Hz
- fünfter Sängerformant, Tonhöhe ais um 4000 Hz bzw. Tonhöhe dis² um 3800 Hz

12. Untersuchungen eines in mezza voce isoliert gesungenen e-Vokals im Bereich der Tessitur c²-a²



Notenbeispiel 9: O. Iro: „Diagnostik und Pädagogik der Stimmbildung“, Übungs-Tab. 8, 1961

1. Alt (Lyrischer Mezzosopran)

Schmalbandsonogramm 31: (S. 226 - 227)

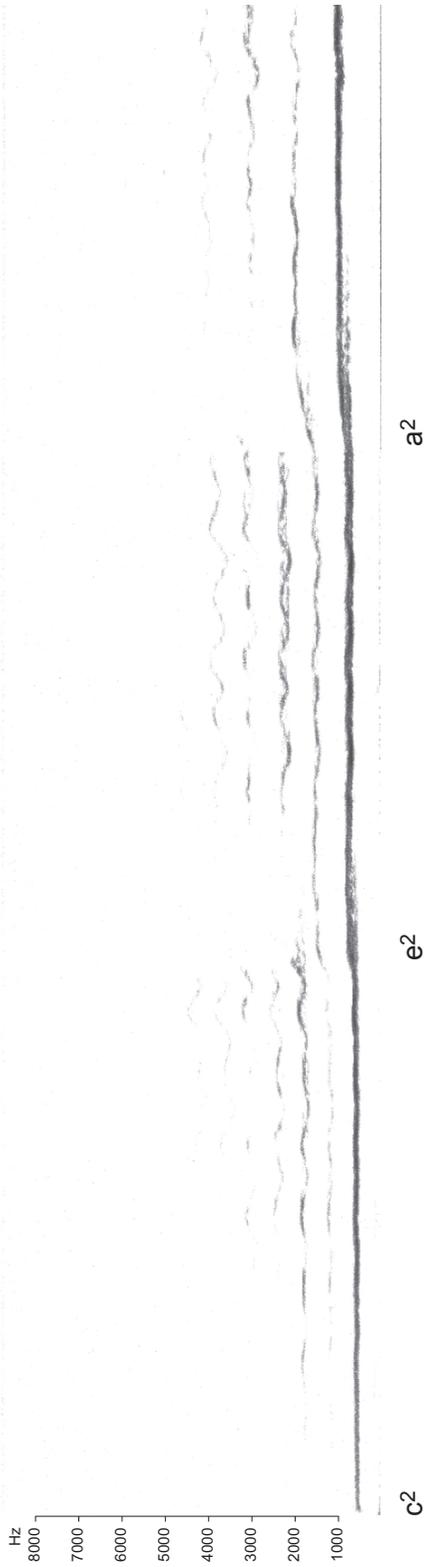
Die Teiltonzeichnung zeigt bei ungedecktem Singen einen uneinheitlichen Verlauf.

Überdies konnte bezüglich auditiver Analysierung festgestellt werden, daß die Stimmbildungsübung durch Vorgabe des isoliert gesungenen e-Vokals *nicht* in mezza voce erklang. Stattdessen wurde der Ton nahezu in einer im mezzopiano entsprechenden Lautstärke erzeugt.

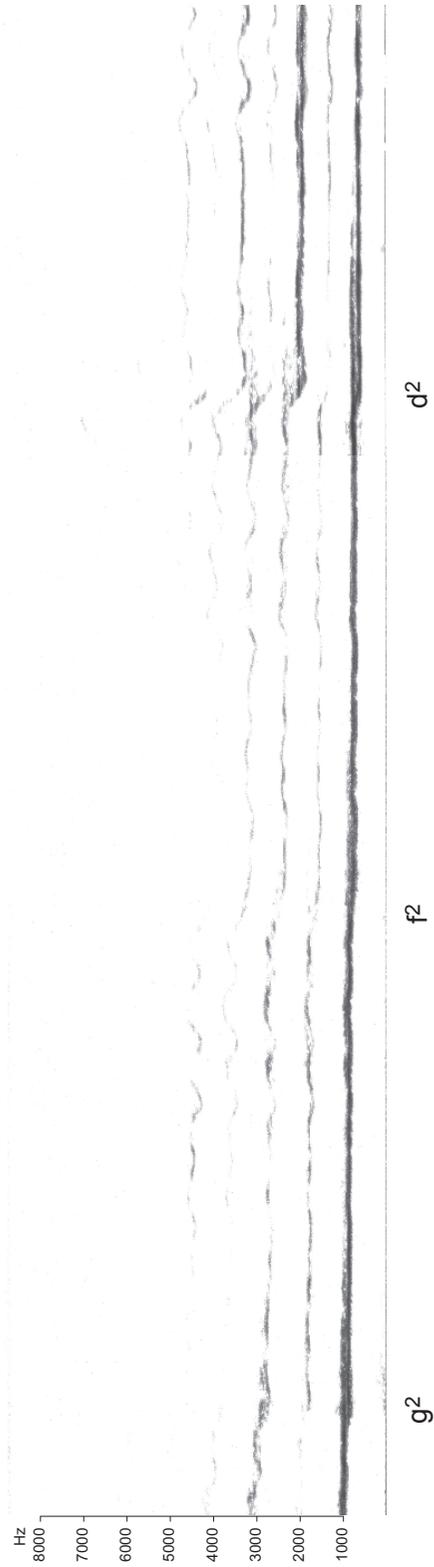
Breitbandsonogramm 31: (S. 227 - 228)

Wenngleich der Befund einen relativ durchgezeichneten harmonischen Verlauf von Grundfrequenz, ersten Vokalformanten und ersten Oberton (zweiter Partialton) bei steigender und fallender Tonhöhe zwischen 250 Hz (c², 523 Hz) bis 1000 Hz (a², 880 Hz) (siehe hierzu die unter Abb. 86 angegebenen Frequenzbereiche) aufweist, so deutet die bei fallender Tonhöhe in der Lage d² (587 Hz) nicht auf das richtige Maß beschränkte Teiltonzeichnung auf eine gewisse Härte und Schärfe hin, die als Timbrelosigkeit ihr Äquivalent findet und ihre Kausalität in der Vernachlässigung der Randstimmfunktion hat. Einige in diesem Kontext stehende Aspekte werden auch auf Seite 286 diskutiert.

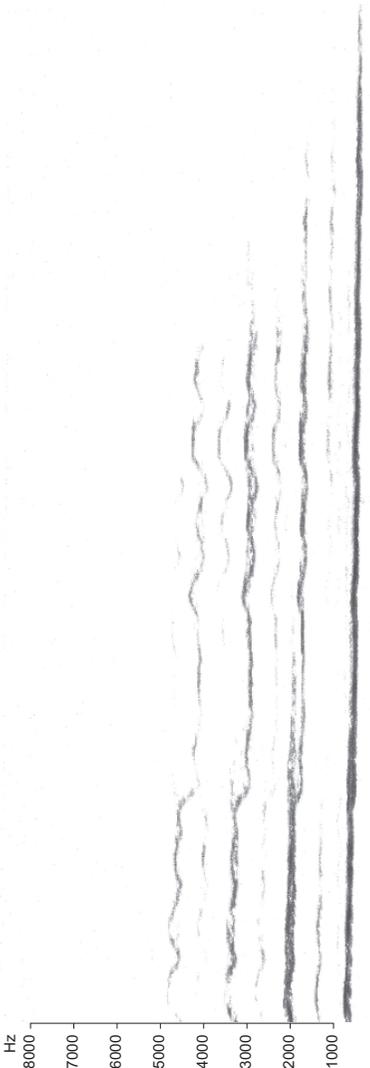
Äußert sich der Ton wie in dieser als auch in den vorherigen Untersuchungen klanglich in einer Schärfe und Härte der Höhe (Kap. VII, (2.), 3., 4., 11. Abschnitt), „so beobachtet man verminderte oder aufgehobene Randkantenverschiebungen in den hohen Stimmfunktionsbereichen.“¹⁴⁷



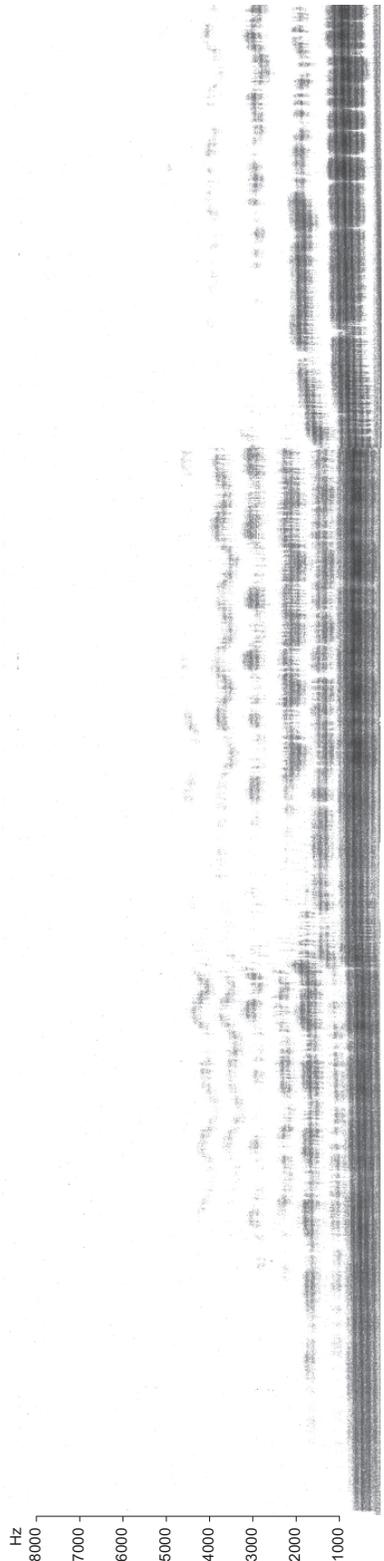
Schmalbandsonagramm 31



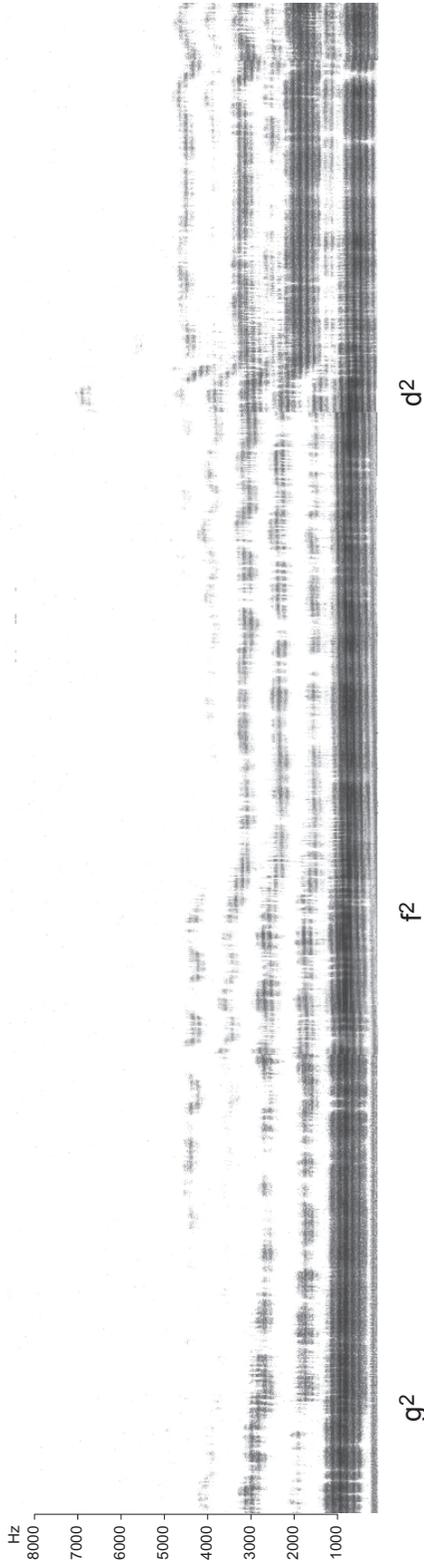
Schmalbandsonagramm 31



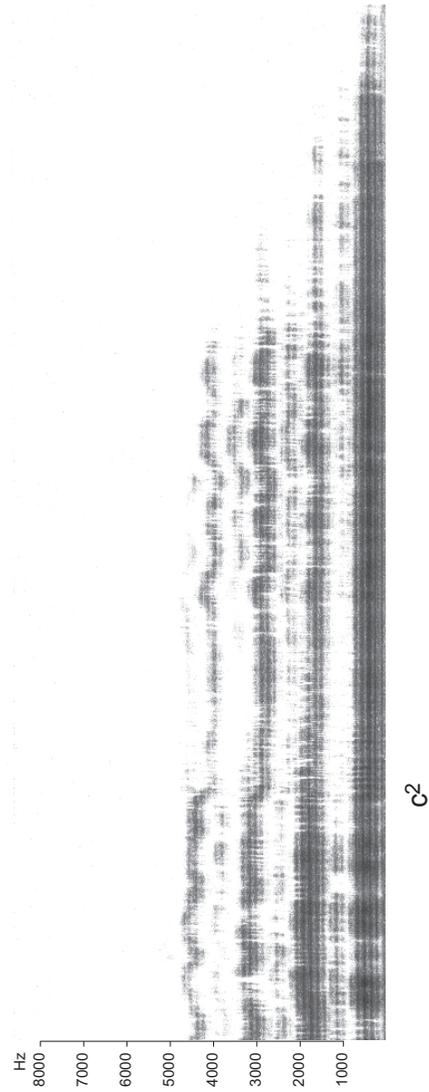
c^2
Schmalbandsonogramm 31



c^2
Breitbandsonogramm 31



Breitbandsonagramm 31



Breitbandsonagramm 31

Gemittelte Daten lassen auch erkennen, daß bei lediglich angedeuteter Vibratozeichnung Tabelle 3) im oberen Mittellagenbereich und in der Tonhöhenlage a^2 (880 Hz) der deutliche Energiezuwachs, der mit einer wahrscheinlichen Erhöhung des subglottischen Drucks einhergeht, auf eine einseitige Resonanzbetonung zurückzuführen ist. Wiederholt wird auf Seite 284 hierauf eingegangen und auf Seite 286 zu diesem Sachverhalt beigetragen.

Obwohl die Teiltonamplitude des Zwischenformantgebiets um 1250 Hz (2. Oberton) in der Tonhöhe e^2 (659 Hz) durch eine deutliche Einmündung in das vokalbestimmende Frequenzgebiet des zweiten Formanten betont verläuft, kann aufgrund einseitiger Resonanzbetonung die Vokalqualität im Tonhöhensegment $a^2/g^2/f^2$ dennoch nicht aufrechterhalten werden und ist im Frequenzbereich zwischen 1750 Hz bei fallender Tonhöhe bis 1300 Hz uneinheitlich durchgezeichnet. Auch die Teiltonzahl im Tonhöhensegment c^2/e^2 charakterisiert, daß die Verarmung auf alle bereits genannten Symptome hinweist und nicht das richtige Maß erkennen läßt (siehe hierzu die unter Abb. 22 ausgeführten Ergänzungen), obgleich sich die Sängerformanten F_3 und F_4 in der Tonhöhenlage a^2 (880 Hz) allerdings auf sehr niedrigem Niveau in den Frequenzbereichen zwischen 2750 Hz bis 3750 Hz und darüber und bei fallender Tonhöhe im oberen Mittellagenbereich um f^2 (698 Hz) zwischen 2000 Hz bis 4000 Hz bewegen.

2. Alt (Lyrischer Mezzosopran)

Schmalbandsonagramm 32: (S. 231 - 232)

Das Sonagramm zeigt eine schwache Teiltonzeichnung, die bei ungedecktem Singen und Nichtbereitstellung einiger im 5. Abschnitt des VII. Kapitels erläuteter gesangswissenschaftlich-expliziter Anforderungen einen ungleichmäßigen Verlauf aufweist.

Klar zu erkennen ist, daß bei steigender Tonhöhe in der Lage a^2 (880 Hz) ein sogenanntes „Teiltonloch“ ausgeprägt erscheint.

Auch konnte bezüglich auditiver Analysierung festgestellt werden, daß die Stimmbildungsübung durch Vorgabe des isoliert gesungenen e-Vokals *nicht* in mezza voce erklang. Stattdessen wurde der Ton nahezu in einer im mezzopiano entsprechenden Lautstärke erzeugt.

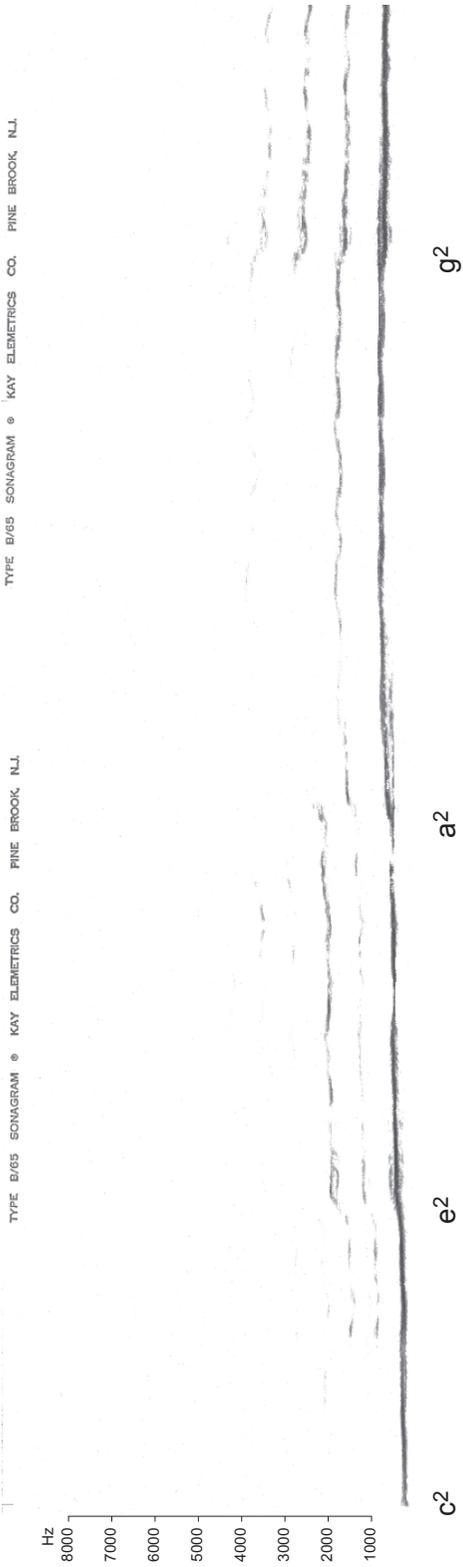
Breitbandsonagramm 32: (S. 232 - 233)

Grundfrequenz (F_0), erster Vokalformant (F_1) und erster Oberton (zweiter Partialton) bewegen sich relativ durchgezeichnet im tiefen Frequenzbereich bei steigender und fallender Tonhöhe zwischen 250 Hz (c^2 , 523 Hz) bis 1000 Hz (a^2 , 880 Hz) (siehe hierzu die unter Abb. 86 angegebenen Frequenzbereiche).

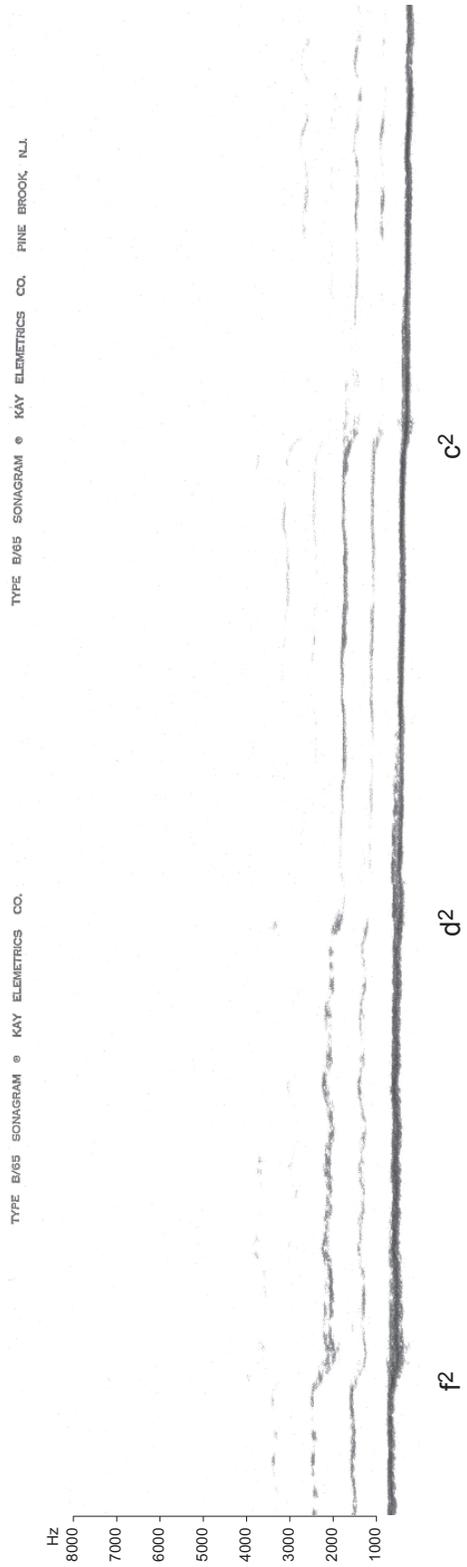
Der Verlauf der Teiltonamplitude des Zwischenformantgebiets (zweiter Oberton) ist zwar im Tonhöhensegment c^2/e^2 ebenfalls relativ durchgezeichnet, verliert aber nach kurzer Ein-

mündung in den Frequenzbereich des F_2 bei steigender Tonhöhe zum a^2 (880 Hz) deutlich an Intensität. Hier kann im hohen Lagenbereich aufgrund offenen Singens und der daraus resultierenden falschen Stimmführung mit einer dominant durch den Mund geführten Klangenergie die Vokalqualität nicht aufrechterhalten werden.

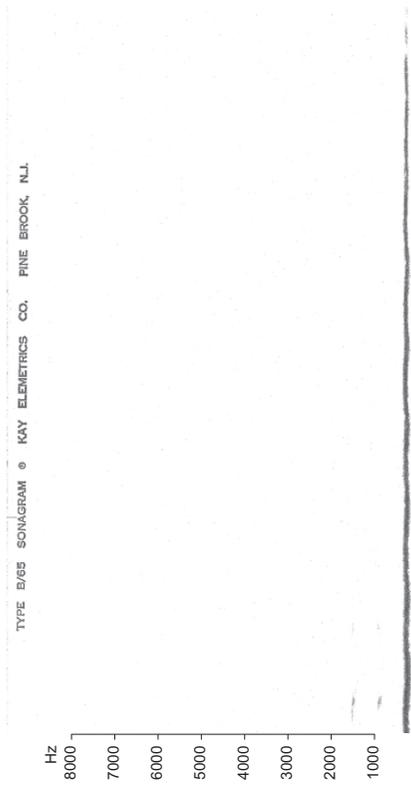
Mit plötzlicher Veränderung der Timbrecharakteristik bei lediglich angedeuteter Vibratozeichnung (Tabelle 3) zeigt die Stimmanalyse zudem, daß im hohen Sängerformantbereich des F_3 zwischen 1750 Hz bis 3400 Hz durch fehlende harmonische Teiltonanreicherungen ein sogenanntes „Teiltonloch“ als Zeichen einer „Überluftung“ gewertet werden kann. Hier kam kein vollständig kontaktierter Glottisschluß zustande. Oberhalb dieses Frequenzbereichs um 3500 Hz verläuft ein nur noch frequenter Anteil des sehr schwachen vierten Formanten, der bei fallender Tonhöhe in der Lage g^2 (784 Hz) mit dem plötzlich einsetzenden dritten Formanten relativ durchgezeichnet ist.



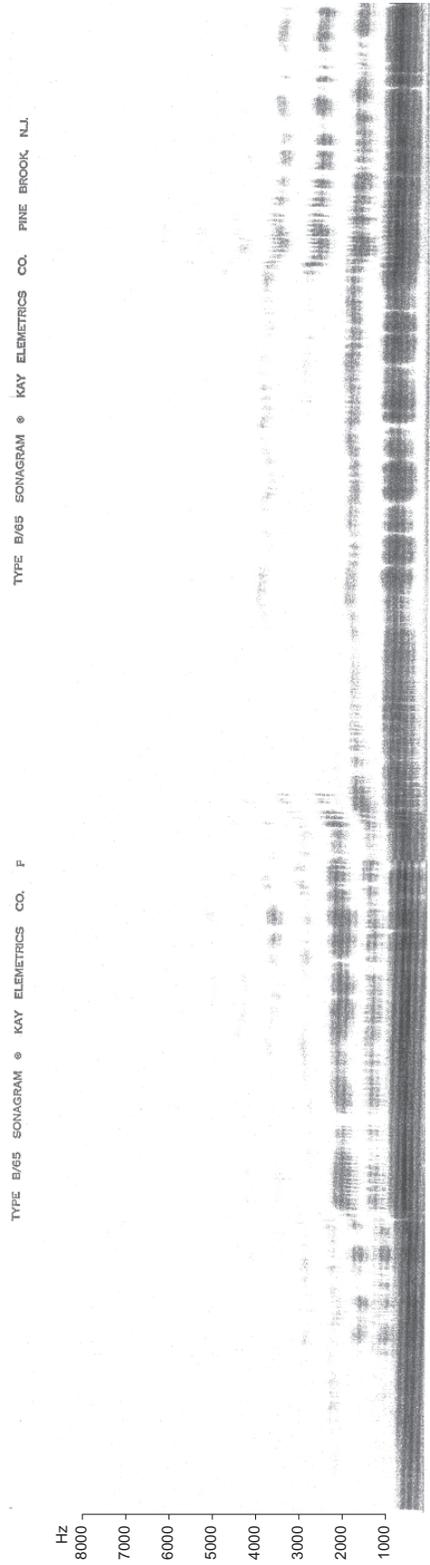
Schmalbandsonagramm 32



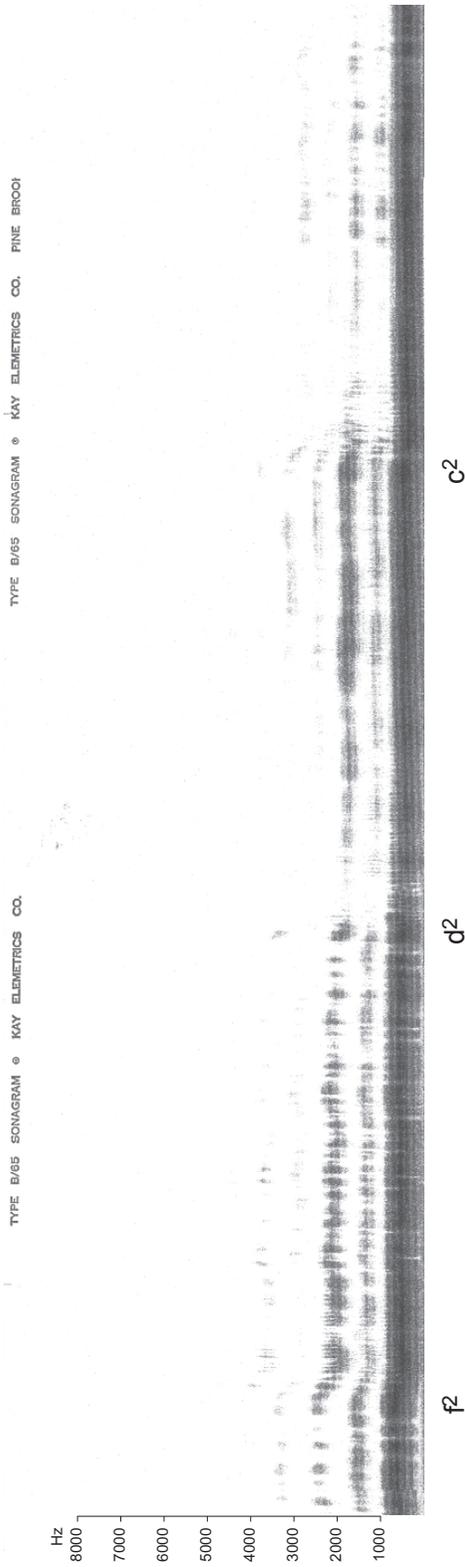
Schmalbandsonagramm 33



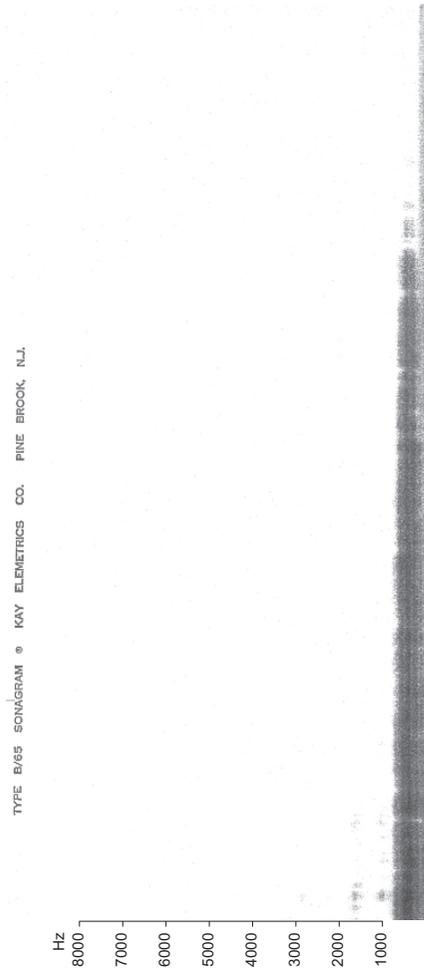
Schmalbandsonogramm 32



Breitbandsonogramm 32



Breitbandsonagramm 32



Breitbandsonagramm 32

3. Alt (Lyrischer Mezzosopran)

Schmalbandsonagramm 33: (S. 235 - 236)

Es handelt sich zwar um eine bei diskreter Deckungsfunktion klar erkennbare Teiltonzeichnung, die einen gleichmäßigen Verlauf aufweist, aber es konnte bezüglich auditiver Analyse der Gesangsaufnahme auch festgestellt werden, daß die Interpretation *nicht* in mezza voce erklang. Stattdessen wurde der Ton in einer im piano entsprechenden Lautstärke erzeugt.

Breitbandsonagramm 33: (S. 237 - 238)

Die Stimmanalyse des im piano gesungenen e-Vokals im Bereich der Tessitur c^2 bis a^2 läßt folgendes erkennen: Grundfrequenz, erster Sprachformant und erster Oberton (zweiter Partialton) sind relativ klar durchgezeichnet und bewegen sich in ihrem gleichmäßigen Frequenzverlauf bei steigender und fallender Tonhöhe um 250 Hz (c^2 , 523 Hz) bis 750 Hz (e^2 , 660 Hz) (siehe hierzu die unter Abb. 86 angegebenen Frequenzbereiche).

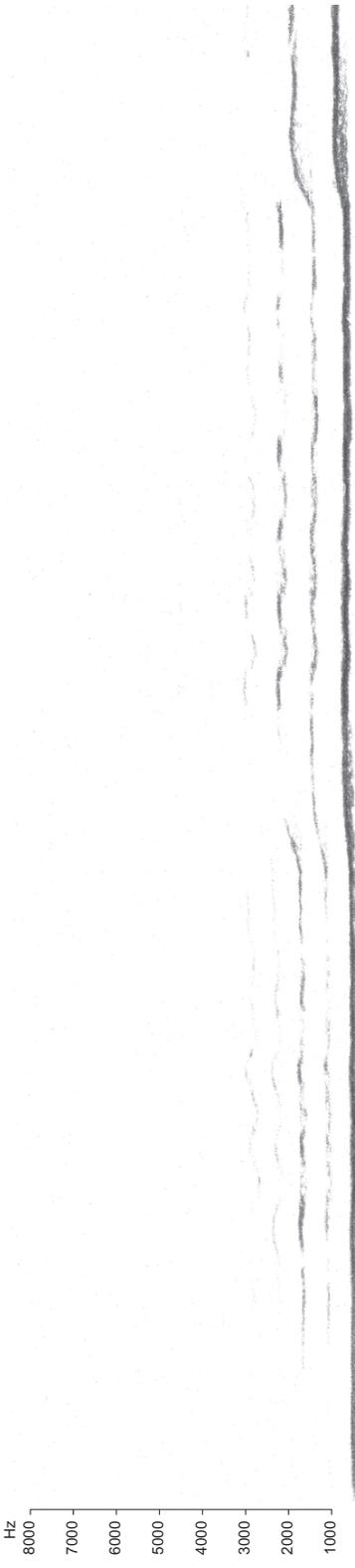
Die verlaufende Teiltonamplitude des Zwischenformantgebiets (zweiter Oberton) um 800 Hz bis 1250 Hz ist bei steigender und fallender Tonskala in den Tonhöhensegmenten $c^2/e^2/d^2/c^2$ relativ betont durchgezeichnet. Jene Bewegung mit Tonhöhensteigerung zum a^2 ist durch eine deutliche Einmündung und damit Verschiebung der Formantfrequenz auf der Frequenzskala nach oben in den zweiten Formanten um 1600 Hz erkennbar, die in ihrem intensiven weiteren Verlauf bei fallender Tonhöhe (g^2/f^2 um 1500 Hz) trotz angedeuteter Vibratozeichnung (Tabelle 3) in den Tonhöhenlagen d^2/f^2 entscheidend zur Vokalqualität beiträgt.

Hier macht sich der praktizierende Deckungsvorgang vom [e:] zur diskreten [ø:]-Färbung bemerkbar, wodurch sich die im Tonhöhensegment c^2/e^2 sehr niedrigpegeligen Sängerformanten F_3 und F_4 um 2000 Hz bis 2500 Hz mit zunehmender Tonhöhenlage zum a^2 in das 2750 Hz bis 3750 Hz-Formantgebiet auf der Frequenzskala nach oben hin verschieben.

Das Sonagramm zeigt eine schwache Ausprägung und dies nicht ohne Grund. Stimmphysiologisch öffnet sich bei hohen Tönen die Glottis wieder etwas und „die gesamte Stimmlippenmuskulatur wird zu Haltezwecken umfunktioniert. V. Barth betont (⁴²⁰⁰⁰), daß die Phonationsschwingungen dann nur noch durch das Stimmlippenepithel und dessen Randkantenverschiebungen ausgeführt werden und bezeichnet diese Stimmfunktion als Randstimme“¹⁴⁸ (Abb. 104). Hier ist, anders gesagt, „der M. vocalis maximal gespannt, so daß nur noch die Randzone in verkürzter Form in kleinen schnellen Vibrationen schwingt“¹⁴⁹, das heißt, daß bei Einandernäherung der Aryknorpel nur der vordere freie Teil der Stimmlippe, deren Rand sich verschmälert, vom Ansatz am Processus vocalis des Aryknorpels bis zur Ansatzstelle vorn am Schildknorpel schwingt (Abb. 112). Die in diesem höheren Bereich des Stimmumfangs angewendete isolierte Randstimme ergibt dann bei leiser Phonation hier am Beispiel durch Interpretation eines Pianotones einen schwebenden und weicheren Stimmklang.

TYPE B/65 SONOGRAM © KAY ELECTRICS CO. PINE BI

TYPE B/65 SONOGRAM © KAY ELECTRICS CO. PINE BROOK, N.J.



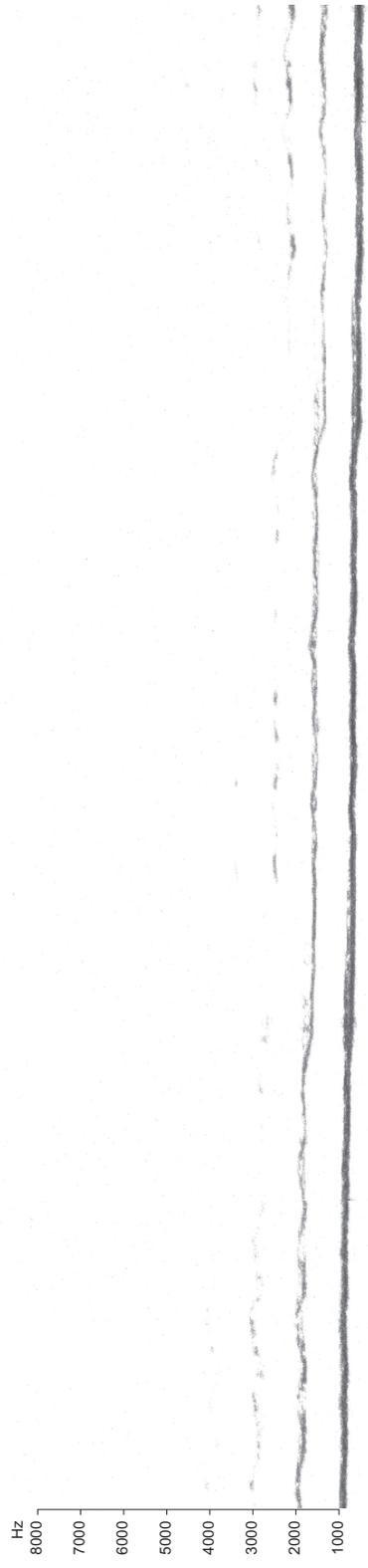
a^2

c^2

Schmalbandsonogramm 33

TYPE B/65 SONOGRAM © KAY ELECTRICS CO. PINE BROOK, N.J.

ROCK, N.J.



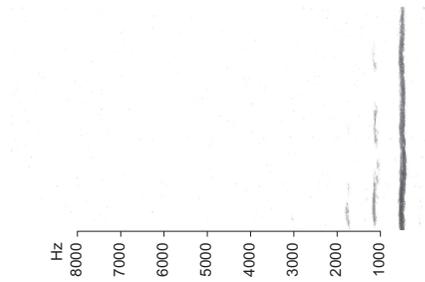
f^2

g^2

Schmalbandsonogramm 33



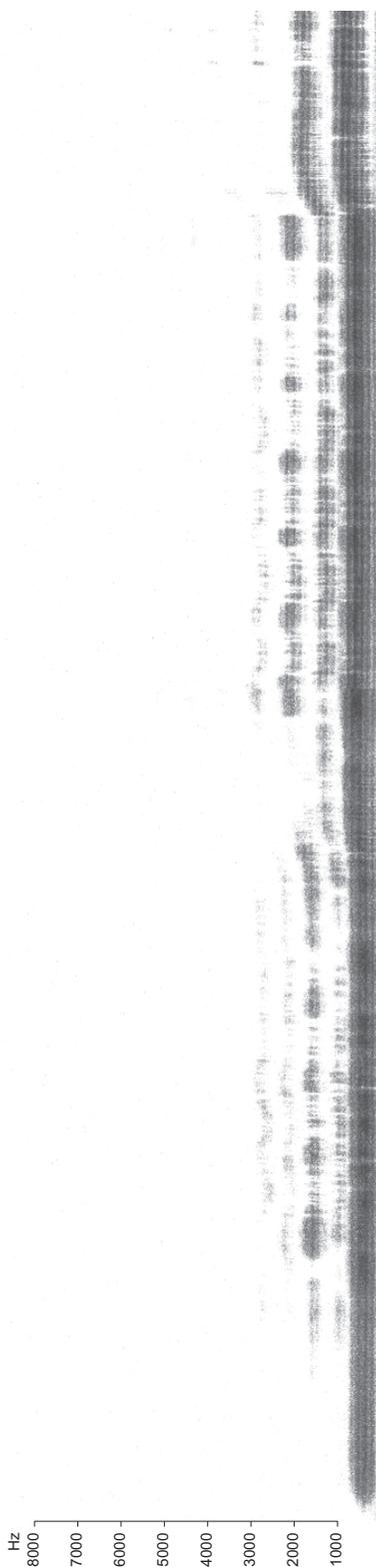
Schmalbandsonagramm 33



Schmalbandsonagramm 33

TYPE B/65 SONAGRAM © KAY ELEMETRICS CO. PINE BI

TYPE B/65 SONAGRAM © KAY ELEMETRICS CO. PINE BROOK, N.J.



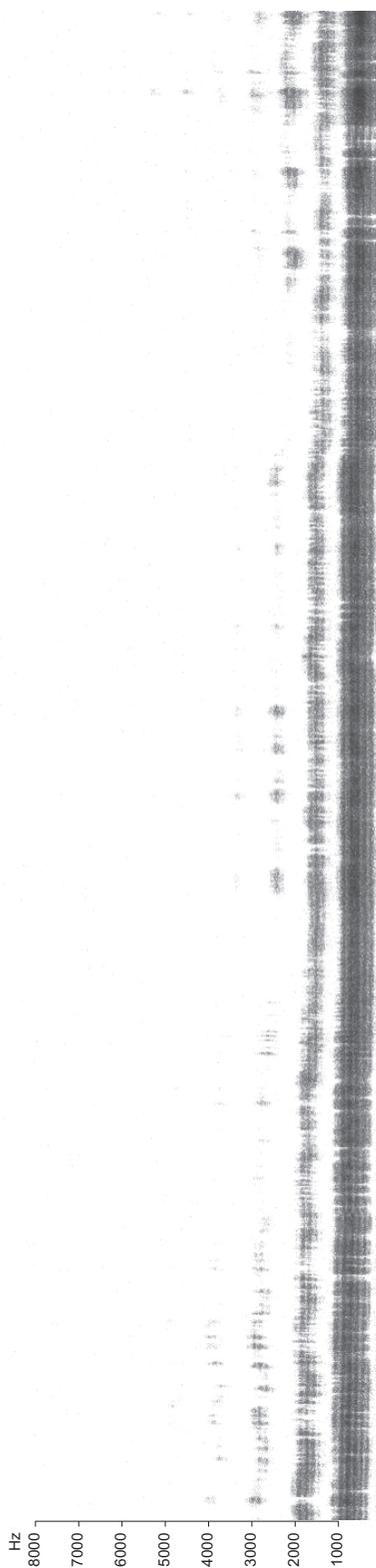
a²

e²

Breitbandsonagramm 33

ROOK, N.J.

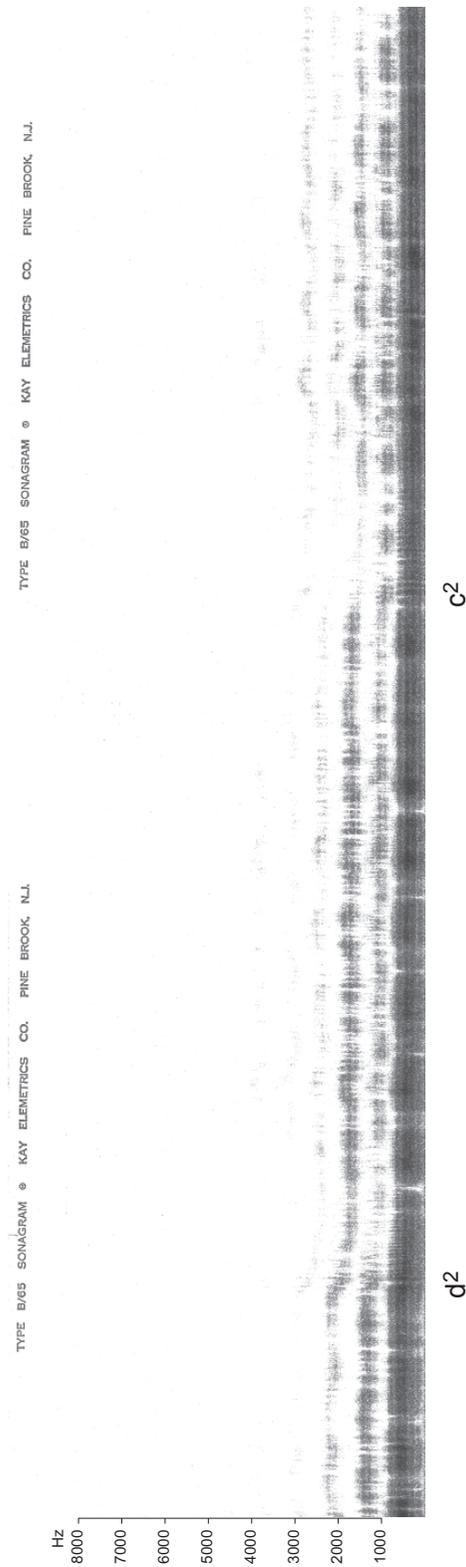
TYPE B/65 SONAGRAM © KAY ELEMETRICS CO. PINE BROOK, N.J.



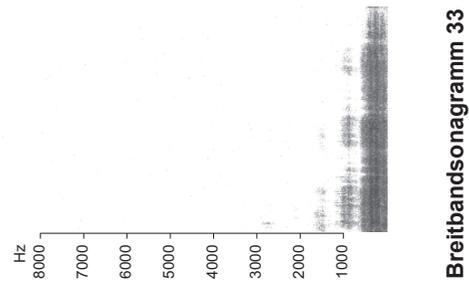
f²

g²

Breitbandsonagramm 33



Breitbandsonagramm 33



Breitbandsonagramm 33

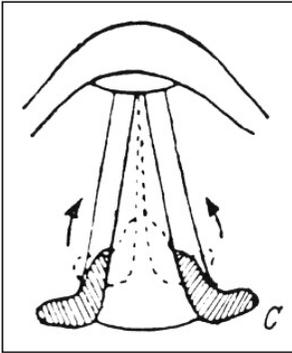


Abb. 112: Die Pfeile zeigen, wie die Stimmlippen verkürzt werden, wenn der *M. thyreoarytaenoideus* allein wirken würde. Die äußeren Partien dieses Muskels drehen den *Processus vocalis* des Aryknorpels nach außen (nach Negus, 1949 aus Luchsinger, 1951 [modifiziert])

13. Untersuchungen des frei im Vortrag in *mezza voce* gesungenen Wortes „Morden“ im Bereich der Tessitur cis¹-d

Notenbeispiel 10: L. v. Beethoven: „Fidelio“, Pizarro im Duett mit Rocco Nr. 8, Wien 1814 (3. Fassung)

1. Bariton

Schmalbandsonagramm 34: (S. 243)

Es handelt sich bei aufweisendem gleichmäßigen Verlauf zwar um eine klar ausgeprägte Teiltonzeichnung, aber es konnte bezüglich auditiver Analysierung der Gesangsaufnahme auch festgestellt werden, daß die Interpretation *nicht* in *mezza voce* erklang. Statt dessen bewegte sich die Dynamik der Lautstärke zwischen *mezzopiano* und *mezzoforte*.

Für dieses Opernliteraturbeispiel liegt keine überzeugende Leistung vor und entzieht sich

der Relevanz jener Schwingungsmuster, welche durch eine besondere gesangswissenschaftliche Untersuchung im VIII. Kapitel auf Seite 269 und 297 dargelegt wird. Mit der vergleichsweise zum Befund des 3. Baritons (S. 249) niedrigeren spektralen Komponente des fünften Obertons (sechster Partialton) kommt ein schmales Frequenzband um 1375 Hz, bedingt durch zeitliche Verhältnisse zwischen Schluß- und Offenphase, nur im Breitbandsonagramm zur Ausprägung. Zudem zeigt die Analyse mit dem Schmalbandfilter wegen dessen schlechterer zeitlicher Auflösung die vertikalen Periodenmarkierungen nicht, welche als feine Striche die Hauptausschläge in den Perioden des Stimmklangs und damit die Glottisschwingungen darstellt. Und da sich die absorptionsbedingte Dämpfung auf höherfrequente Teilschwingungen und Frequenzen des Spektrums auswirkt, sind die Schalldruckpegel bei starker Abflachung der durchschnittlichen Enveloppe von Nasalen niedriger als die von Vokalen, was einen niedrigeren Sängerformantpegel erklärt.

Hier liegt eine infolge vergrößerter Mundhohlraumform größere Kieferwinkelöffnung und eine demzufolge dunklere Vokalqualität stärkere Gesamtintensität vor als der im Klavierauszug vorgeschriebenen Ausführung. Hingegen besitzt ein gut interpretierter Mezza voce-Ton eine falsettartig klangliche Substanz, wie das bei der dritten Vp. der Gruppe von Baritonstimmen der Fall ist. Dabei handelt es sich um ein echtes piano („mezza voce piano“)¹⁵⁰, das ein Klanggefühl für die „Kopfstimme“ wiedergibt, „um die kopfige Struktur der Höhe und die Abschwelfähigkeit zu gewinnen.“¹⁵¹

Der durch Interpretation sich im Auslaut zeigende nasalierte Schwa-Laut erreicht annähernd typische Frequenzwerte, welche durch eine etwaige neutrale Einstellung des Ansatzrohres entstanden sind. Auf Seite 95 wurde bereits hierauf eingegangen.

Breitbandsonagramm 34: (S. 244)

Die erste Silbe des interpretierten Wortes „Morden“ zeigt bei nicht zusehender Grundfrequenz im Hauptformantengebiet der vokalbestimmenden Formanten F₁ und F₂ eine klare Durchzeichnung einer breitbandigen Energiedichte zwischen 500 Hz und 1250 Hz.

Die zum Teil mit den Sprachformanten überlagerte F₂-Sängerformantfrequenz - diese erscheint spektrographisch, wenn die Nasenhohlräume verstärkt in den Stimmklang mit einbezogen werden, - bewegt sich um 1100 Hz bis 1250 Hz und ist in diesem Frequenzbereich integriert.

Bei Nasalen ist das Velum gesenkt und es ist „das vor allem bei den stimmhaften Nasallauten evidente Klassenmerkmal der Nasalqualität, daß seine Ursache in dem resonatorischen Mitwirken des Nasenhohlraumes mit seinen spezifischen, aber nicht veränderbaren Hohlraum- und Oberflächencharakteristika (Raumform, Oberflächengröße und stark schleimbedeckte Schleimhautauskleidung) hat.“¹⁵²

Man erkennt im Klangspektrum höhere Frequenzwerte des ersten und des zweiten Vokalformanten. Daraus läßt sich folgern, daß der im nasalierten Anlaut relativ energetische, gleichsam auf dem Saume der Lippen im Sinne einer *cantare sul fior delle labbra* weit vorn gebildete, stimmhafte Verschlusslaut [m] durch Klangmitwirkung der Cavitas oris den nach-

folgenden Vokal koartikulatorisch beeinflusst hat, was den dunklen Vokalen und der Kontinuität bei Wort- und Silbenbildungen sehr zugunsten kommt. Hier läßt sich vermuten, daß die erste Vp. durch Präzision und Gestaltung des bilabialen stimmhaften Nasal [m] (Tabelle 5) dem offenen (kurzen) o-Laut die Energiezufuhr für seine Entfaltung erleichtert hat. Zudem erklären die höheren Werte des ersten Formantmaximums, daß trotz der, wenngleich größeren Kieferwinkelöffnung vergleichsweise zum geschlossenen (langen) [o:], stattgefundenen Verengung im präpalatalen Raum der Cavitas oris die Vokalqualität dunklerer Stimmfarbe aufrechterhalten wurde, indem der erste Formant eine Frequenz um 500 Hz aufweist, die dem tieffrequenten Hauptformantbereich des nasalierten Vokals beim Sprechen entspricht. Folglich stellt der Befund des Wertes eine Annäherung umgangssprachlicher Artikulation für diesen Vokal dar (siehe Tabelle 4 und die in Abb. 54 vorgestellten Vokalinseln, welche die Verteilung beim Sprechen aufgenommenen Werte aufzeigt). Es ist anzunehmen, daß aufgrund weiterer Zurückziehung des Zungenkörpers, eine, bei nicht ganz angehobenem Velum palatinum, deutliche Verengung auch im medianen Teil der Cavitas oris stattgefunden hat, wodurch sich für den zweiten Vokalformanten ein höherer Frequenzwert über 1000 Hz ergibt. Mit Sicherheit hat - und dies konnte bezüglich auditiver Analysierung festgestellt werden - die erste Vp. versucht, emotionell entsprechend der Handlung des Opersubjekt dem gesungenen Wort mehr Ausdruck verliehen.

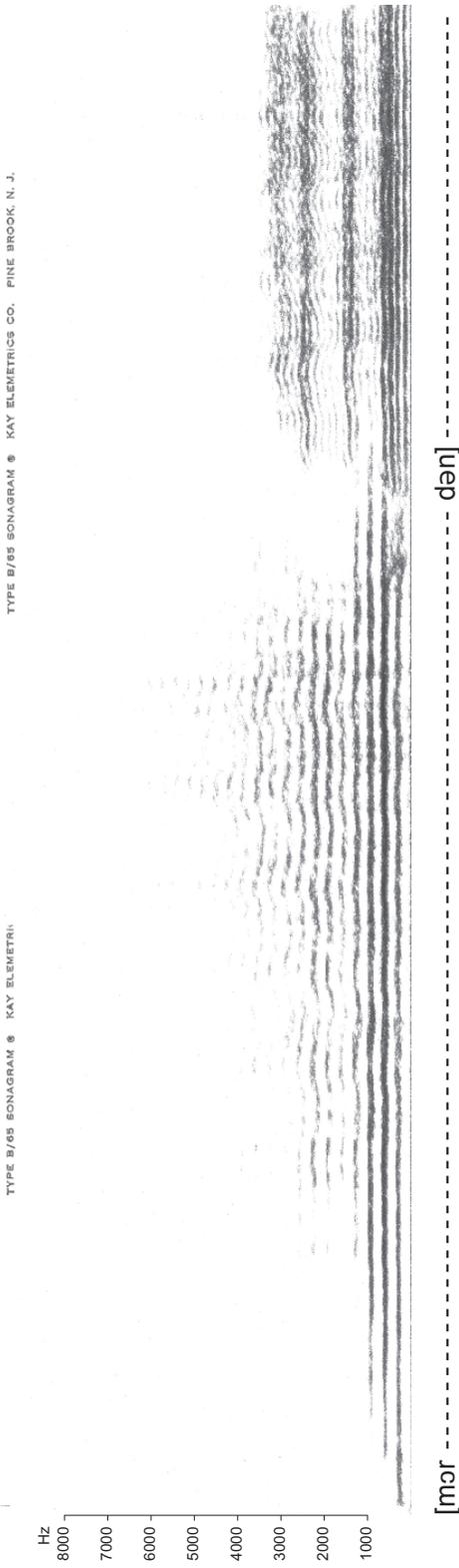
Habermann berichtet (1970), „daß im Deutschen der mehr offene Vokal, dabei mit kurzer Dauer, oft dem Negativen im emotionalen Bereich zugewandt ist, während der mehr geschlossene, dabei gedehnte Vokal nicht selten das Wohlige und dem Mitmenschen zugewandte charakterisiert.“¹⁵³

Im hohen Sängerformantbereich sieht man bei relativer Durchzeichnung einen breitbandigen Verlauf des dritten Formanten zwischen 1500 Hz und 2100 Hz, der mit einer schmalbandigen Teiltonamplitude des F₄ um 3250 Hz deutlich unter der 3 kHz- bzw. 4 kHz-Marke liegt. Dies ist damit in Zusammenhang zu bringen, daß bei hier elastisch praktizierender Larynxtiefstellung zur vergleichsweise beim normalen Sprechen sich ändernden, von der Länge des Pharynx abhängenden, vertikalen Larynxposition (Abb. 99) die Farbgebung des offenen (kurzen) o-Lautes (Abb. 55) und somit das Stimmtimbre dunkler klingt, was zur Verschiebung der Werte des zweiten Formantmaximums auf der Frequenzskala nach unten geführt hat.

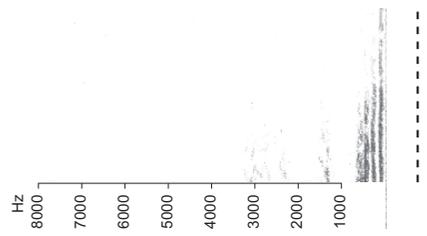
Die zweite Silbe des gesungenen Wortes zeigt ein, bei niedriger (schwacher) Grundfrequenz, niedriges Frequenzspektrum. Das Ergebnis der Stimmanalyse läßt klar erkennen, daß der Einsatz durch den stimmhaften alveolar-koronalen Konsonanten [d] (Tabelle 5) ohne Aspiration und daher als sehr schwacher Verschlusslaut mit einer Verdampfung einhergeht. Der Befund zeigt hier nicht die durch einen Nadelimpuls (Explosionsgeräusch) gekennzeichnete Öffnung des Verschlusses, auf den ein relativ lang andauerndes Geräusch folgt.

Schließlich zeigt sich im Auslaut derselben Silbe ein eindeutig nasaliertes Schwa-Laut, deren gesamte Teiltonstruktur aufgrund des sich veränderten Ansatzrohrquerschnittverlaufs durch das Breitbandfilter zu den tieffrequenten Anteilen hin abgebaut wurde. Naturgemäß ergeben sich hiernach für eine männliche Gesangsstimme Mittenfrequenzen der Ansatzrohr-

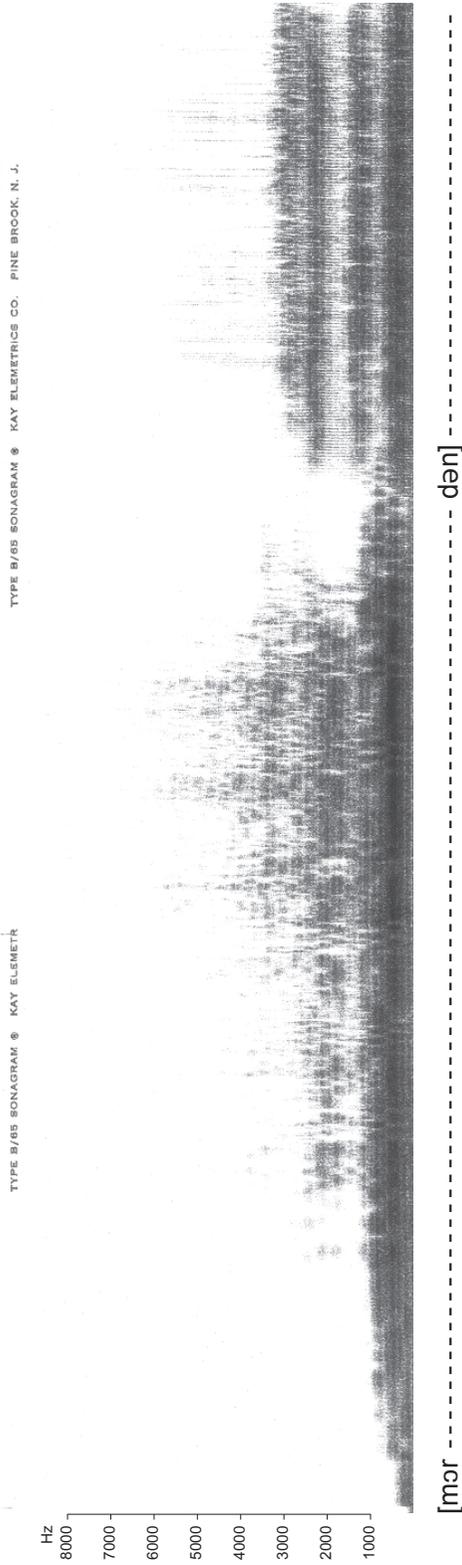
resonanzen, deren typische Frequenzwerte im ersten Formantmaximum um 500 Hz (F_1) beziehungsweise 1500 Hz (F_2) und im zweiten Formantmaximum um 2500 Hz (F_3) beziehungsweise 3500 Hz (F_4) zur Ausprägung kommen wie dies der Fall ist, wenn infolge einer neutralen Einstellung des Vokaltrakts keine spezifischen Einengungen durch artikulierende Organe erzeugt und umgekehrt keine übermäßigen Erweiterungen vorgenommen werden. Auf Seite 95 wurde bereits hierauf eingegangen.



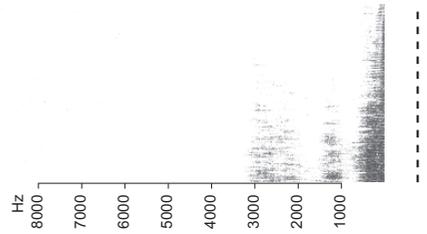
Schmalbandsonogramm 34



Schmalbandsonogramm 34



Breitbandsonagramm 34



Breitbandsonagramm 34

2. Bariton

Schmalbandsonogramm 35: (S. 247)

Da es sich um eine resonanzarme Stimme handelt, bleibt die Schallübertragungsfunktion beziehungsweise -fähigkeit des Organs auf ein Minimum reduziert. Möglicherweise auf morphologische Gegebenheiten zurückführend könnten minimierte Schallräume des Ansatzrohres vorhanden sein, wodurch keine Vollständigkeit höherfrequenter Werte entsprechend eines nasalisierten Schwa-Lautes im Auslaut der zweiten Silbe entstehen konnte.

Bezüglich auditiver Analysierung konnte zudem auch festgestellt werden, daß die Interpretation *nicht* in mezza voce erklang. Statt dessen bewegte sich die Dynamik der Lautstärke nahezu im mezzoforte.

Breitbandsonogramm 35: (S. 248)

Das Ergebnis der Stimmanalyse läßt bei nicht zusehender Grundfrequenz einen nicht kontinuierlichen Verlauf des Hauptformantengebiets, dessen Frequenzbereich eine sehr begrenzt schmalbandige Energiedichte zwischen 250 Hz und 600 Hz aufweist, klar erkennen. Eine Erklärung ist, wie bereits erörtert, möglicherweise darin zu suchen, daß bei dieser Baritonstimme minimierte Schallräume des Ansatzrohres vorhanden sind, deren Schallübertragungsfunktion auf ein Minimum beschränkt bleibt. Folglich wird auch die relative Schallenergie des bilabialen stimmhaften Nasallautes [m] erheblich vermindert, zumal dieser Verschlusslaut durch primär schallerzeugende resonatorische Mitwirkung der Nasenhohlräume qualitativ den nachfolgenden offenen (kurzen) o-Laut koartikulatorisch bereichern könnte, so daß im höherfrequenten Bereich des F₃ um 1600 Hz nur noch bruchstückhaft schwache Energiekonzentrationen zu erkennen sind.

Auffallend ist die Lautbildung des Übergangs zwischen der ersten und zweiten Silbe, wobei hier die Glottis aperiodisch die Vibrationsform einer deutlichen Laryngalisierung (*Strohbaßregister*) (Abb. 114) (*Pulsregister, vocal fry*) erzeugt hat (Abb. 113).

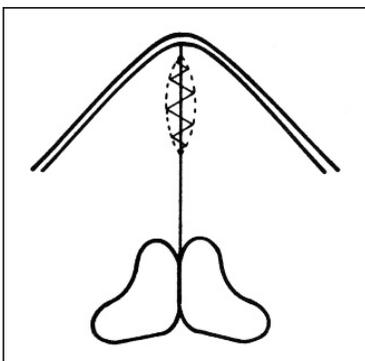


Abb. 113: Schematische Darstellung der Glottis beim Erzeugen der Laryngalisierung. Nur ein Teil der muskulösen Glottis vibriert mit starken Schwankungen von Periode zu Periode (Aperiodizität) (nach Pétursson und Neppert, 11991)

In diesem Fall ist der posteriore intercartilaginäre Teil der Glottis (der anatomisch hintere Teil im Kehlkopfspiegel unten) fest geschlossen. Ein Teil der anterioren intermembranösen Glottis (der anatomisch vordere Teil im Kehlkopfspiegel oben) aber ist offen und vibriert mit geringer Amplitude. Auf Seite 30 wurde bereits hierauf eingegangen und Abbildung 67 verdeutlicht das.

Oftmals sind, wie im Sonagramm zu erkennen ist, einzelne Glottisschläge wahrnehmbar, da die Vibrationsfrequenz sehr niedrig ist (häufig zwischen 90 Hz und 40 Hz). Der Befund repräsentiert, daß durch Übergehen in eine andere Stimmqualität just augenblicklich in diesem Verlauf der subglottale Luftdruck bei sinkendem Tonus der Larynxmuskulatur abfällt, so daß durch den Abfall der Frequenz mit Eintreten der Stimmgebung ins Brustregister im Auslaut der zweiten Silbe ein nasaliertes Schwa-Laut mit sehr niedrigen Frequenzwerten zu erkennen ist. Unter diesen Gesichtspunkten bewegt sich der F₂ um 1100 Hz. Die Lage des zum Teil mit dem Sprachformanten sich überlagerten F₂-Gesangsformanten verdeutlicht das. Normalerweise schließt der nasalierte Schwa-Laut Frequenzbereiche des F₃ und F₄ mit ein, die bei dieser Stimme aber aufgrund schwächerer Resonanz fehlen und daher ein atypisches Bild der Zeichnung im Sonagramm erkennen lassen.

Die Phonetiker M. Pétursson und J. Neppert berichten (²1986), daß „die Laryngalisierung pathologisch auch als Dauerstimmgebung vorkommt und dann je nach Ausprägung als brüchige oder knarrige Stimme bezeichnet wird. Beispiele: [m̥], [b̥], [z̥], [ḁ]“¹⁵⁴ (~ = knarrige Stimme). Jener zur symptomatischen Disposition stehende knarrende Stimmklang wird in Tabelle 3 diskutiert.

TYPE B/65 SONAGRAM © KAY ELEMETRICS CO. PINE BROOK, N.J.

TYPE B/65 SONAGRAM © KAY ELEMETRICS CO. PINE BROOK, N.J.

8000
7000
6000
5000
4000
3000
2000
1000
Hz



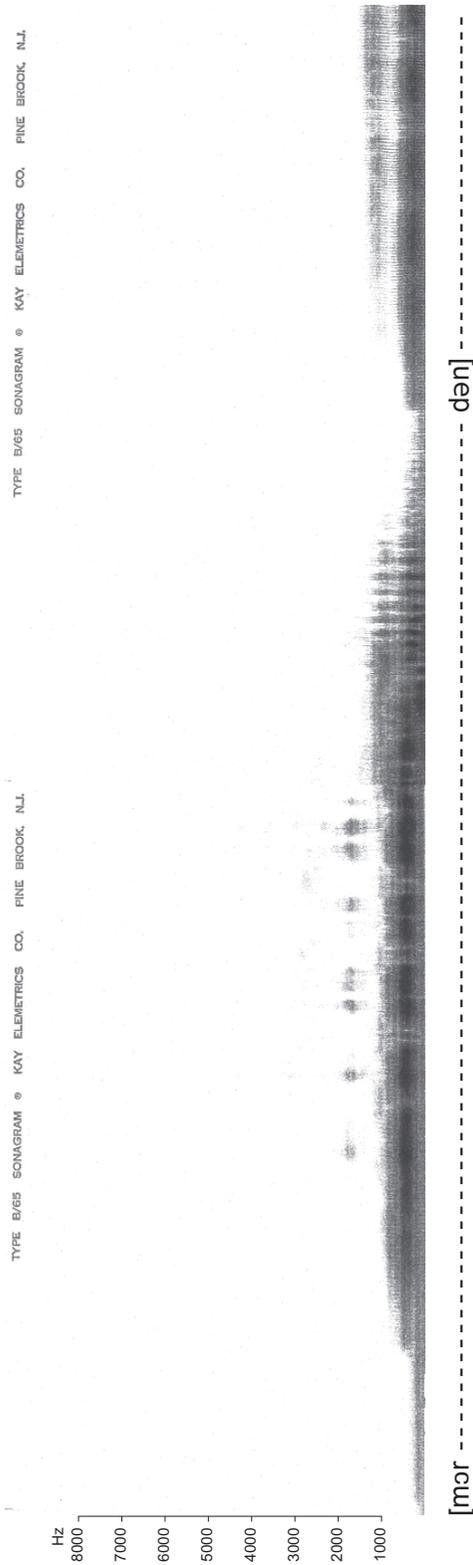
[mɔr -----den]

Schmalbandsonagramm 35

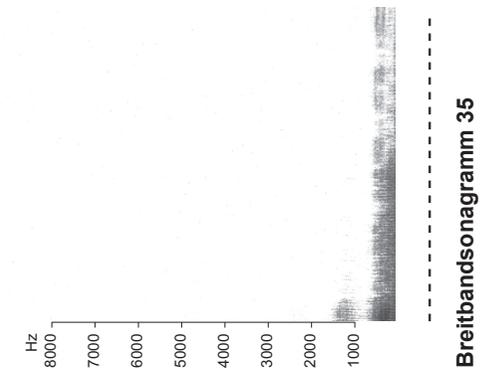
8000
7000
6000
5000
4000
3000
2000
1000
Hz



Schmalbandsonagramm 35



Breitbandsonagramm 35



3. Bariton

Schmalbandsonogramm 36: (S. 251)

Bezüglich auditiver Analysierung konnte bei Anhören der Gesangsaufnahme festgestellt werden, daß das Wort „Morden“ authentisch, das heißt gemäß Klavierauszug in *mezza voce* erklang. Da es sich hier um ein echtes *mezza voce-piano* gemäß falsettartig klanglicher Substanz handelt und ein helles Stimmtimbre aufweist, liegt eine, durch weitgehend dominierende Randschwingungen, geringere aber intensive Gesamtintensität vor. Begründen läßt sich die bei verkleinerter Mundhohlraumform ergebene Stimmstärke auch mit der spektralen Komponente des fünften Obertons (sechster Partialton), die hier als harmonische Teilschwingung um 1575 Hz in Erscheinung tritt, hingegen im Schmalbandsonogramm des 1. Baritons fehlt (S. 240). Der Sängerformantpegel ist insgesamt hoch.

Breitbandsonogramm 36: (S. 252)

Geringe Kieferöffnungsweite, heller Stimmklang und absorbierende Nasenhöhlendämpfung charakterisieren die bei nicht zusehender Grundfrequenz zur Ausprägung kommenden niedrigen Frequenzwerte der Vokalformanten des F₁ und F₂ um 240 Hz und 730 Hz.

Es dürfte von gesangswissenschaftlichem Interesse sein, daß die oben genannten Werte sowohl für einen Nasal in diesem Abschnitt als auch nasalierten Diphthong im 14. Abschnitt (S. 260) ermittelt wurden. Eine etwaige Kongruenz zeigen auch die unten genannten ermittelten Meßdaten im Trägerfrequenzbereich, was unter dem Aspekt gleicher physiologischer Verhaltensmuster den Hinweis geben könnte, daß in dem echten Falsetton die Erklärung für die *mezza voce* beruht. Im VIII. Kapitel auf Seite 273 und 275 wird hierauf eingegangen.

Durch die zusätzlich auftretende Dämpfungswirkung wurden hier die spektralen Komponenten in ihrer Intensität geschwächt. Die Werte entsprechen dem tieffrequenten Hauptformantbereich des nasalierten Vokals [ɔ] (Abb. 55), der in hervorragender Qualität koartikulatorisch durch den bilabialen stimmhaften Nasal [m] (Tabelle 5) beeinflusst wurde. Der Schwärzungsgrad des Hauptformantgebiets reicht bis 1300 Hz, so daß die zum Teil mit dem zweiten Vokalformanten überlagerte F₂-Sängerformantfrequenz um 1100 Hz bis 1300 Hz in diesem Frequenzbereich integriert ist.

Diese also optimale Einstellung ist es, wenn eine hier geringe Kieferöffnung praktiziert wird, die für die Frequenz des ersten Formanten ausschlaggebend ist. Da die Kieferöffnungsweite variabel ist, ändert sich die durch die Formantfrequenzen des Ansatzrohres bestimmende Stimmfarbe beziehungsweise Timbreigenschaft des Tones in bezug auf die Vokalqualität.

Im zweiten Formantmaximum der ersten Silbe werden für den dritten und vierten Formanten Werte um 2420 Hz und 3025 Hz objektiv ermittelt und man erkennt im Auslaut ein verschmolzenes Klangfeld jener Frequenzbereiche mit einer Mittenfrequenz um 2722 Hz. Bezüglich des Spektrums würde das bedeuten, daß das spektrale Gefälle steiler ist.

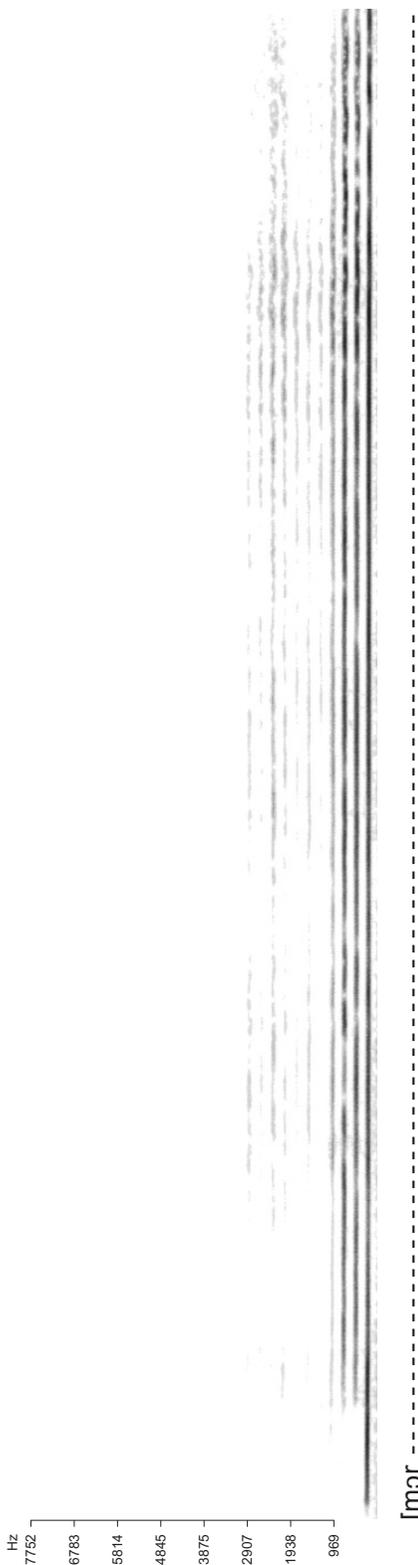
Es ist ein Qualitätszeichen dieser baritonalen Stimme, wenn der im Anlaut fünfte Oberton

(sechster Partialton) mit einem schmalen Frequenzband um 1575 Hz ebenfalls in die Clusterung mündet. Vergleicht man die Daten mit der niedrigeren Obertonteilfrequenz des 1. Baritons, so wird hier die Intensität der spektralen Komponente des 5. Obertons erhöht, was nach Mathelitsch und Friedrich (1995) die Folgen einer Formantabstimmung (Formantverschiebung) widerspiegelt. Im VIII. Kapitel auf Seite 275 wird hierauf eingegangen. Hier zeigt sich die Relevanz der besonderen gesangswissenschaftlichen Untersuchung, die im VIII. Kapitel auf Seite 269 und 297 dargelegt wird.

Die beiden Gipfel (F₃ und F₄) im Bereich 2-3 kHz sind bei unvollständigem Glottisschluß zu einem Komplex verschmolzen (Abb. 50), was darauf schließen läßt, daß der Bariton das Klanggefühl der kopfigen Struktur - die *echte mezza voce* - beherrscht, die eine geringe, aber sehr konzentrierte Atemproduktion verlangt. „Gemeint ist das Sparen mit der Spannung“¹⁵⁵, was die italienische Schule unter *mezza voce* versteht.

Nach Husler und Rodd-Marling (1965) sowie Forschungen einiger Autoren voriger Generation unterscheidet sich die sogenannte „*mezza voce*“ der italienischen Schule, was ihre Entstehung anbetrifft, vom sogenannten „Kopfpiano“ wie es hauptsächlich nordische Schulen pflegen (s. S. 166), dadurch, daß zu der starken Aktivität des *M. cricothyreoideus* auch noch die Tätigkeit (vielleicht aber auch nur eine gesteigerte Tätigkeit der Muskelbündel *Ary-* und *Thyreo-vocalis* (Ludwig 1858¹⁵⁶, Goerttler 1950¹⁵⁷) - die neuere Stimmforschung unterscheidet eine *Portio thyreovocalis* mit Ansatz am *Processus vocalis* von einer *Portio thyreomuscularis* mit Ansatz am *Processus muscularis* (Rohen 1968)¹⁵⁸ - hinzukommt, was die Ränder der Stimmlippen (*Conus elasticus*) mehr strafft und die Glottis mehr schließt. „Dadurch erhält der Ton ein „metallisches“ Gepräge und unterscheidet sich vom Vollton eigentlich nur durch sein kleineres Volumen. Dieser Rändermechanismus ist also sozusagen der Herzpunkt des Kehlganges, und der klassische „*bel canto*“ ist ohne ihn nicht denkbar.“¹⁵⁹

Das erste und zweite Formantmaximum der zweiten Silbe läßt unter geringster artikulatorischer Beteiligung mit typischen Frequenzwerten um 500 Hz (F₁), 1450 Hz (F₂), und 2420 Hz (F₃) einen Schwa-Laut erkennen, den Tillmann und Mansell (1980) „als den „akustisch idealen Neutrallaut“ bezeichnen.“¹⁶⁰ „Er kommt in unbetonten Silben wie in der 2. Silbe des Wortes „*bitte*“ vor und wird realisiert, wenn die Artikulationsorgane einen weitgehend spannungslosen Zustand aufweisen. Das bedeutet Senkung des Unterkiefers und Ruheposition von Zunge und Lippen, so daß das Ansatzrohr einer am unteren Ende geschlossenen und am oberen Ende offenen Röhre gleicht mit von Glottis bis zu den Lippen fast konstantem Durchmesser. Im Bereich der Atemmuskulatur korrespondiert damit ein Tiefertreten des Zwerchfells mit Entspannung der Bauchdecken“¹⁶¹ (Abb. 56).



[mɔr] -----
Schmalbandsonagramm 36

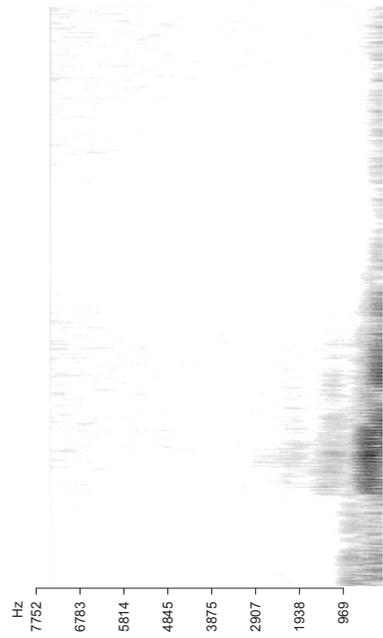


----- [dɛn] -----
Schmalbandsonagramm 36



[mɔt]

Breitbandsonagramm 36



[dɔn]

Breitbandsonagramm 36

14. Untersuchungen des im gestützten Falsett gesungenen Wortes „Schein“ auf der Tonhöhe g¹

The image shows a musical score for the opera 'Wozzeck' by Alban Berg. It is specifically Variation 8 of the Passacaglia from Act 1, Scene 4. The score is written for a Baritone (Wozzeck) and a Piano. The Baritone part has lyrics in German and English. The piano accompaniment includes parts for Flute/Cello, Clarinet, Bassoon, and Horns. The score is marked with dynamics like *pp* and *p*, and includes performance instructions like 'poco accel.' and 'Schnitte durchs Zimmer'. There is a box with the number '545' in the score.

Notenbeispiel 11: A. Berg: „Wozzeck“, op.7, Wozzeck und der Doktor im 1. Akt, 4. Szene (Passacaglia, 8. Variation), Berlin 1925

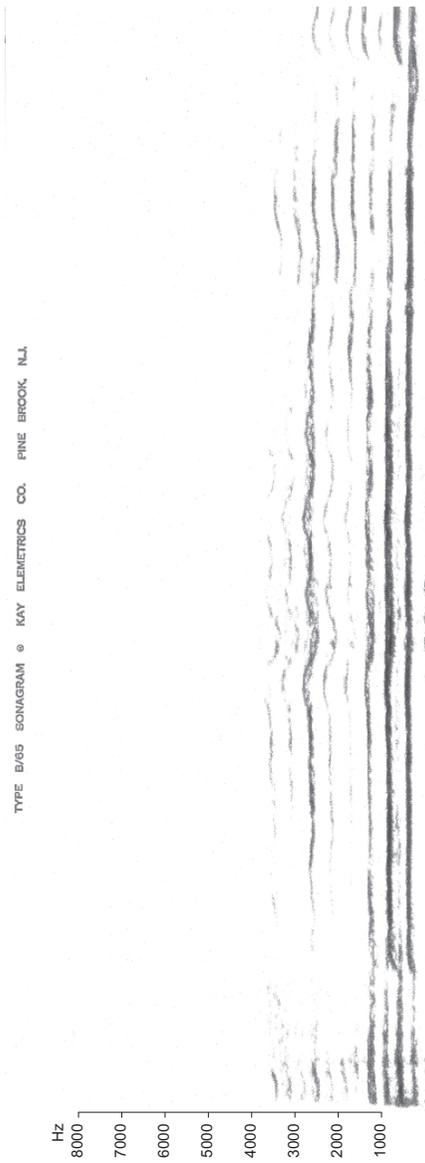
1. Bariton

Schmalbandsonogramm 37: (S. 254)

Eine ausgeprägte Teiltonzeichnung reicht zwar durch Interpretation eines charakteristisch nasalierten Diphthongs bis 3250 Hz, aber es konnte bezüglich audativer Analysierung der Gesangsaufnahme auch festgestellt werden, daß die künstlerische Reproduktion analog der im Klavierauszug vorgeschriebenen Ausführung *nicht* im gestützten Falsett erklang. Stattdessen bewegte sich die Dynamik der Lautstärke nahezu im mezzopiano. Unter diesen Gesichtspunkten erscheint der hohe Sängersformant um 2400 Hz relativ ausgeprägt.

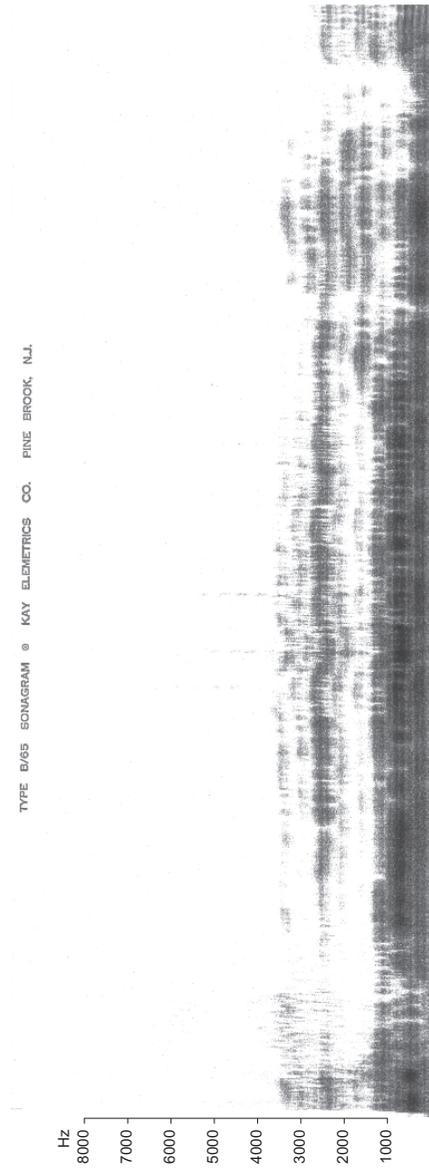
Breitbandsonogramm 37: (S. 254)

Insgesamt läßt die Zeichnung erkennen, daß es sich um die Ausprägung eines nasalierten Diphthongs handelt. Das wichtigste Indiz hierfür ist, daß zwecks Lufführung bei schlank und dünn nach oben geformten Gaumenbögen der Nasaltrakt als zusätzlicher Resonanzraum an das pharyngo-orale Ansatzrohr gekoppelt wurde.



[a:en] -----

Schmalbandsonogramm 37



[a:en] -----

Breitbandsonogramm 37

Für den Diphthong [ae], der mit sehr offenem Kieferwinkel phoniert wird, ergibt sich eine im Frequenzspektrum durchschnittlich höhere Stellung des ersten Sprachformanten um 700 Hz, wobei die zweite Teilfrequenz (zweiter Partialton beziehungsweise erster Oberton) in diesem Wert integriert ist. Der erste Formant bewegt sich bei nasalierten Vokalen, die in diesem Opernliteraturbeispiel im phonetischen Sinne lautverschmelzend als diphthongierter Zweilaut [ae], dtsh. orthogr. ai, ei (*Rain, Ei, heiter*) erscheint, im allgemeinen 50 Hz bis 100 Hz höher als bei den entsprechenden oralen Vokalen. Der im Sonagramm fehlende zweite Vokalformant (F₂) und mittlere Gesangsformant (F₂) und die erkennbare Schwächung des F₁ ist bei nasalierten Vokalen ausgeprägter als bei den entsprechenden oralen Vokalen.

Die Schwächung erklärt sich durch die zusätzlich auftretende Dämpfungswirkung der durch das *Septum nasi* (*Nasenscheidewand*) in zwei Hälften geteilten Nasenhöhle, die wegen ihrer zerklüfteten Form und wegen ihrer sehr großen Schleimhautoberfläche erheblich ist. „Diese Nasenhöhlendämpfung absorbiert die Intensität einiger spektraler Komponenten und pauschal die der höheren Teilschwingungen“¹⁶², was im spektrographischen Bild zu erkennen ist.

Der Befund läßt klar erkennen, daß sich zwischen dem ersten Formanten und dem Trägerfrequenzbereich des F₃ um 2400 Hz und darüber lediglich abgeschwächte Teilfrequenzen um 1100 Hz, 2750 Hz und 3250 Hz bewegen, die folglich das Ergebnis eines akustischen Merkmals der Nasalierung sind. Aus diesem Grunde ergibt sich auch, daß im spektrographischen Bild bereits Teile der Frequenz des F₁ in die Grundfrequenz F₀, die sich in einem relativ durchgezeichneten Verlauf um 250 Hz bewegt, integriert sind.

2. Bariton

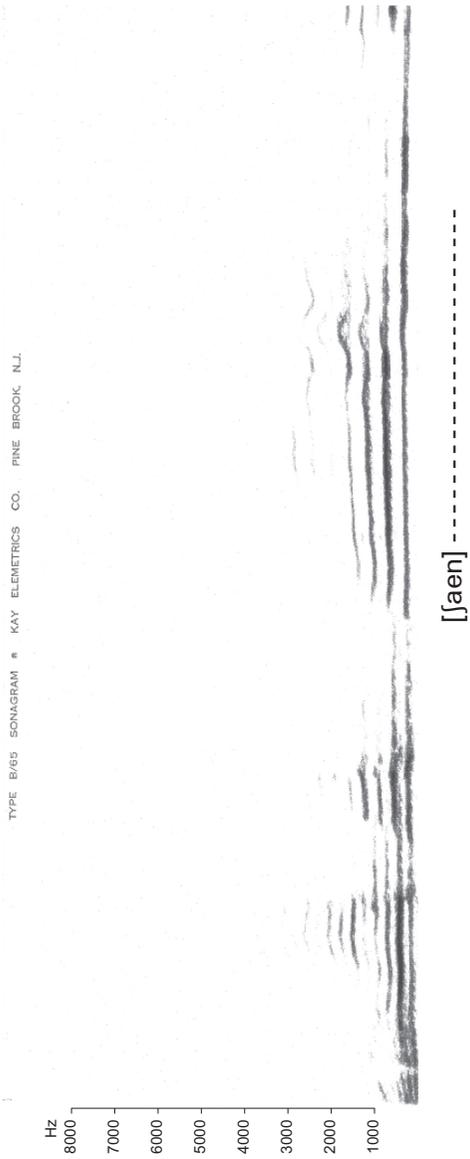
Schmalbandsonagramm 38: (S. 256)

Bei der zweiten Vp. handelt es sich, wie bereits angesprochen, um eine resonanzarme Stimme. Möglicherweise auf morphologische Gegebenheiten zurückführend beschränkt sich die Schallübertragungsfunktion auf ein Minimum, so daß die spektralen Energieverteilungen lediglich bis 1750 Hz reichen.

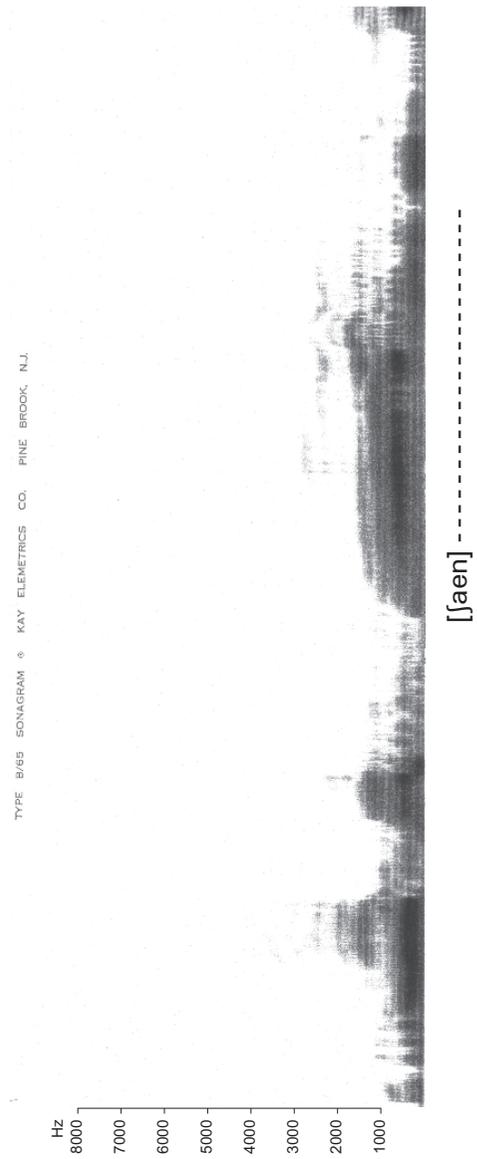
Bezüglich auditiver Analysierung konnte zudem festgestellt werden, daß die Interpretation entsprechend der im Klavierauszug vorgeschriebenen Ausführung *nicht* im gestützten Falsett erklang. Stattdessen bewegte sich die Dynamik der Lautstärke etwa zwischen mezzopiano und mezzoforte.

Breitbandsonagramm 38: (S. 256)

In diesem Sonagramm beschränkt sich die spektrale Energieverteilung bis zum zweiten Formanten, der sich im Frequenzbereich zwischen 1250 Hz bis 1750 Hz bewegt.



Schmalbandsonagramm 38



Breitbandsonagramm 38

Entstanden ist dieser Wert durch die Verbindung zweier Klangfarben eines Diphthongs, der sich durch Verschiebung vom [a] zum [e] in diesem Frequenzbereich manifestiert hat. Dieser und die äußerst begrenzt zur Ausprägung kommenden spektralen Energieverteilungen sind vermutlich darauf zurückzuführen, daß bei dieser Baritonstimme insbesondere der Nasopharynx morphologisch diminuiert ist, was zu einer minimierten Schallübertragungsfunktion geführt hat. Auch liegt die Vermutung nahe, daß der Gesangstudent mit ziemlich geschlossenem Mund spricht.

Wenngleich sich für den F_1 um 650 Hz eine höhere Stellung im Frequenzspektrum ergibt, so kann trotz Diphthongierung interpretatorisch nicht zwingend von einem nasalierten Diphthong gesprochen werden.

3. Bariton

Schmalbandsonagramm 39: (S. 258)

Bezüglich auditiver Analysierung konnte bei Anhören der Gesangsaufnahme festgestellt werden, daß das Wort „Schein“ authentisch, d. h. gemäß Klavierauszug im gestützten Falsett erklang. Da es sich auditiv um ein hervorragendes falsettiges Stimmgepräge handelt, liegt hier eine, bei weitgehend dominierenden Randschwingungen, geringere aber intensive Gesamtintensität vor. Die Kieferwinkelöffnung ist gering, die Mundhohlraumform ist verkleinert.

Auch in diesem Sonagramm könnte möglicherweise die Gesamtintensität des mit heller Stimmgebung gesungenen Tones und die gleichsam im Befund aufweisende spektrale Komponente des fünften Obertons von gesangswissenschaftlicher Bedeutung sein. Auffallend sind die in Erscheinung tretenden harmonischen Teilschwingungen um 1575 Hz bis 2060 Hz, deren Mittenfrequenz sich für den 5. Oberton um 1815 Hz bewegt.

Breitbandsonagramm 39: (S. 258)

Unter „Falsett“ (ital., *falsetto*; frz., *fausset*) „versteht man hohe Töne einer männlichen Stimme, die zarte und weiche Klangsattierungen der Kopftöne darstellen (Abb. 114). Wird ein natürlicher Kopftön sehr leise gebildet, so erklingt er bei den männlichen Stimmen zuerst als Falsetton.“¹⁶³ „Es gehört mit zur Kunst des Falsetts, daß ein bruchloser Übergang vom Falsetton zum Vollton und umgekehrt gepflegt wird. Diese Verbindung läßt sich nur im *pianissimo* herstellen, wofür im Nasenraum die Klangbrücke gebaut wird.“¹⁶⁴

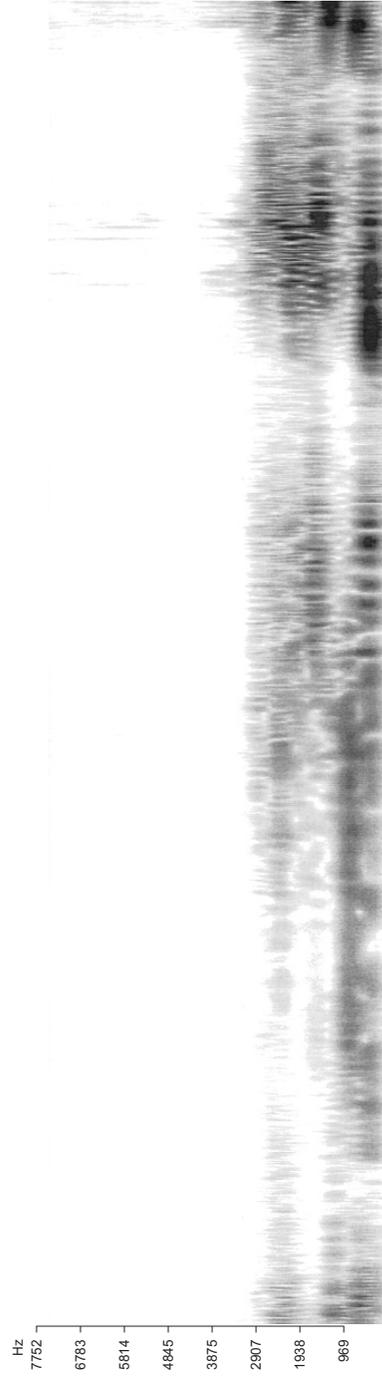
Gemeint ist also ein Ton, der gegenüber dem „*kollabierten*“ Falsett (Husler und Rodd-Marling 1965) „eine wesentlich straffere, stärkere und tragfähige Klangqualität besitzt, die auch in gewissen Grenzen modifizierbar ist und von der aus es einen Weg gibt zur vollen Stimme.“¹⁶⁵ Wiederholt wird auf Seite 275 hierauf eingegangen.

Der Befund läßt klar erkennen, daß es sich, um den Ton im „*gestützten*“ Falsett (Husler und Rodd-Marling 1965) zu produzieren, um eine Lautstärke handelt, die sich auf die Beurteilung des individuellen Spektrums signifikant auswirkt.



[jaen]-----

Schmalbandsonogramm 39



[jaen]-----

Breitbandsonogramm 39

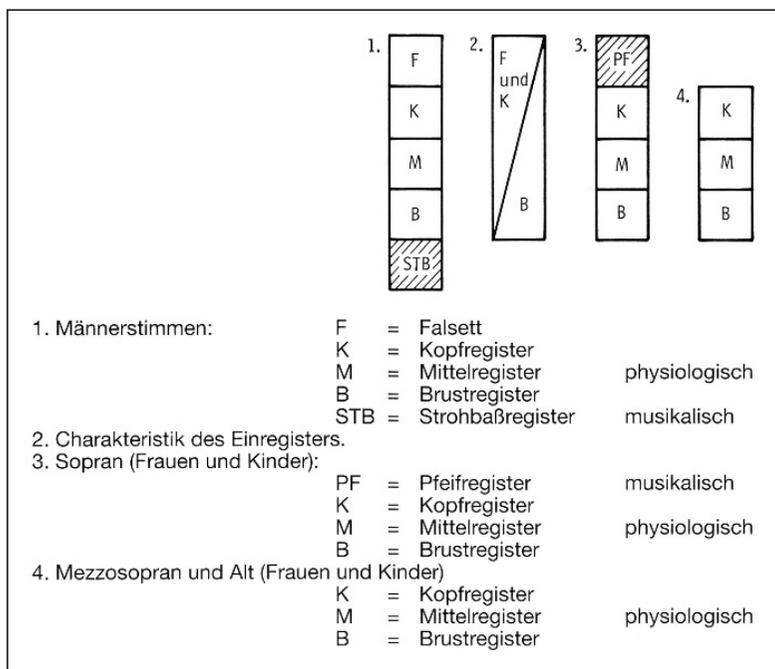


Abb. 114: Stimmregister (nach Frank aus Biesalski und Frank [Hrsg.], 21994)

Auffallend ist das Hervortreten eines breiteren Frequenzbandes um 1575 Hz bis 2060 Hz, dessen Mittenfrequenz sich um 1815 Hz bewegt und als fünfter Oberton (sechster Partialton) ein Merkmal für die geringere intensive Gesamtintensität ist. Es ist auch hier nicht auszuschließen, daß die erhöhte spektrale Komponente des 5. Obertons die akustischen Folgen einer Formantabstimmung (Formantverschiebung) widerspiegeln. Im VIII. Kap. auf Seite 275 wird hierauf eingegangen. Auch hier zeigt sich die Relevanz der besonderen gesangswissenschaftlichen Untersuchung, die auf Seite 269 und 297 dargelegt wird. Nach auditiver Analyse handelt es sich um ein „verstärktes Falsett, das durch allmähliche Spannung der Stimmlippe mit gleichzeitig folgender Zunahme der Obertöne („gestütztes“ Falsett) entsteht.“¹⁶⁶ Bezüglich des Spektrums würde das bedeuten, daß das spektrale Gefälle steiler ist. Möglicherweise haben wir, wie bereits auf Seite 249 erwähnt, in dem hier vorliegendem echten Falsetton eine Erklärung für die mezza voce. Gemeint ist also hier nicht „ein Falsetton, der eine einfache Sinusbewegung zeigt.“¹⁶⁷

Dabei ist durch Beobachtungen von Stimmwissenschaftlern die das Falsett kennzeichnende Glottisform klar umrissen, daß die Stimmritze in allen Schwingungsphasen bei dehnender Aktion des M. cricothyreoideus durch Inaktivität des M. vocalis geöffnet bleibt, was mit stroboskopischen Befunden (Randschwingungen der Stimmlippen) in Einklang steht (Luchsinger 1949)¹⁶⁸. Überdies wird der stimmlippendehnende Vorgang ganz wesentlich von den Mm. thyreoideoideus, sternohyoideus und omohyoideus unterstützt, wobei nach Husler und Rodd-Marling (1965) letztere zwei Muskeln „hauptsächlich für die höchste Stimm- lage aktiviert werden; beim Tenor sicher immer für h¹ und c², für den Sopran und

Alt vom h^2 aufwärts.“¹⁶⁹

Bezüglich unseres Opernliteraturbeispiels zeigt sich also in diesem Zusammenhang, daß der österreichische Komponist Alban Berg (1885-1935) nicht ohne Grund für den Falsetton die Tonhöhe g^1 (392 Hz) notiert und vorgeschrieben hat, um der Handlung, speziell dem Protagonisten „Wozzeck“ gewidmet, entsprechenden Ausdruck zu verleihen.



Abb. 115: Röntgenbild (Tomogramm) des Kehlkopfes während des Singens eines Falsettones. - Tenor, (g^1 387,5 Hz). Die Stimmritze bleibt während der Stimmlippenschwingungen offen. Die Stimmlippenränder sind kranialwärts gekrümmt und lassen eine deutlich vertikale Schwingungskomponente erkennen. Darüber nach links und rechts symmetrisch ausgebuchtet die Ventriculi laryngis (nach Luchsinger, 1949 aus Lullies, 1953)

Damit ist der physiologische Vorgang nicht erschöpft, so daß „mit Hilfe tomographischer Verfahren wichtige Einzelheiten über das Verhalten der Stimmlippen und auch über Veränderungen an den Taschenfalten und den Ventrikeln des Kehlkopfes festgestellt wurden. Ein Beispiel für eine solche Aufnahme zeigt Abbildung 115 von einem Tenor, der im Falsett den Ton g^1 singt. Man sieht die geöffnete bleibende Stimmritze, die in die Höhe gebogenen, etwas verwaschenen Ränder der Stimmlippen als Ausdruck einer vertikalen Komponente, gerade auch bei den Schwingungen im Falsett und die relativ weiten Ventriculi Morgagni. Abbildung 116 zeigt in der Nachzeichnung ein Beispiel für die Unterschiede in der Konfiguration des Kehlkopfes beim Übergang vom Mittelregister zur Kopfstimme, oder wie Luchsinger sich ausdrückt vom „Vollton der Kopfstimme“ zum Falsett. Es kommt in allen Fällen eine Erweiterung des Ventrikelraumes im Falsett deutlich zum Ausdruck.“¹⁷⁰

Infolge Luftmischungseinstellung beziehungsweise Kommunikation zwischen Meso- und Epipharynx (Abb. 85 u. 131) und der zugleich auftretenden absorbierenden Nasenhöhlen-dämpfung, die in enger Beziehung zur Resonanz steht, ist festzustellen, daß die spektralen Komponenten des Hauptformantbereichs in ihrer Intensität geschwächt wurden. Mitbedingt durch die bei hellem Stimmklang geringe Kieferöffnungsweite lassen sich bei nicht zusehender Grundfrequenz niedrige Frequenzwerte der Sprachformanten des F_1 und F_2 um 240 Hz und 730 Hz im Klangspektrum erkennen, welche abweichend von den Nasalen eines nasalisierten Diphthongs entsprechen. Das spektrographische Bild zeigt hier nicht die dafür typi-

schen frequentativen Merkmale wie im Untersuchungsbericht des 1. Baritons. Verantwortlich hierfür ist die im gestützten Falsett produzierte Interpretation mit „halber“ Stimme, die mit subjektiven Vibrationsempfindungen vor allem an der Stirn zu diesen Frequenzwerten geführt hat.

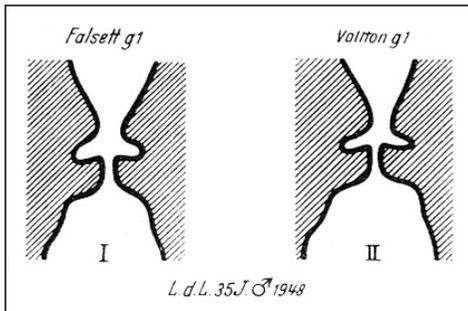


Abb. 116: Nachzeichnungen von Tomogrammen des Kehlkopfes beim Singen des gleichen Tones g^1 (387,5 Hz) im Falsett (I) und im „Vollton der Kopfstimme“, das heißt im Mittelregister (II). Man sieht, daß beim Falsetton die Ventrikel des Kehlkopfes entfaltet und die darüberliegenden Taschenfalten gegenüber dem Vollton zurückgewichen sind (nach Luchsinger, 1949 aus Lullies, 1953)

In einer näheren spektralen Betrachtung zeigt sich, daß für den zweiten Vokalformanten ein Frequenzband mit einer Breite von 605 Hz bis 1450 Hz vorliegt, dessen Mittenfrequenz etwa 730 Hz beträgt. Da der Schwärzungsgrad dieses Frequenzbandes bis 1450 Hz reicht, ist die zum Teil mit dem zweiten Vokalformanten überlagerte F_2 -Sängerformantfrequenz um 1100 Hz bis 1300 Hz und möglicherweise bis 1450 Hz entsprechend nasal klanglicher Komponente in diesem Frequenzbereich integriert.

Es ist ein Qualitätszeichen dieser Baritonstimme, wenn im Auslaut dieses Wortes eine Änderung des zweiten Vokalformanten mittels Sprung kennzeichnend als „Treppenformant“ erfolgt und mit dem anfänglich getrennt auftretenden Trägerfrequenzbereich des F_3 und F_4 um 2420 Hz und 2910 Hz zu einem gemeinsamen Klangfeld verschmilzt.

Infolge eines Übergangs ist zudem der „Treppenformant“ bei diskret gedeckter Stimmformung auf die für den Zweilaut [ae] in Richtung [œ] notwendige artikulatorische Zungenkörperanhebung zurückzuführen, was mit einer Ansatzrohrveränderung einhergeht.

Bei der dritten Vp. handelt es sich durch funktionale Einstellung um eine resonanzreiche Stimme, deren Vokalqualität und Schallübertragungsfunktion ein Optimum erfüllt.

15. Untersuchungen eines im fortissimo gesungenen i-Vokals am Beispiel des Wortes „Adelaide“ auf der Tonhöhe d¹
(Das Beispiel wird eine Oktave tiefer gesungen als in der Literatur angegeben)

Notenbeispiel 12: L. v. Beethoven: „Adelaide“, op. 46 Nr. 2, 1796 Wien

1. Bariton, 2. Bariton und 3. Bariton

Schmalbandsonagramme 40, 41 und 42: (S. 264 u. 265)

Die Sonagrammversion der dritten Vp. läßt eine auf das richtige Maß beschränkte Teiltonzeichnung erkennen, welche diesbezüglich bei der ersten Vp. annähernd erreicht wird. Bei der studentischen zweiten Vp. ist die Schallübertragungsfunktion beziehungsweise -fähigkeit des Stimmorgans eingeschränkt, was nicht zuletzt durch den größeren Grad der Engebildung zu einem Einfluß geführt hat, der sich erniedrigend auf die Formantfrequenzen des F₁ (um 200 Hz) und den 2. Oberton (um 500 Hz) auswirkt.

Breitbandsonagramme 40, 41 und 42: (S. 265 u. 266)

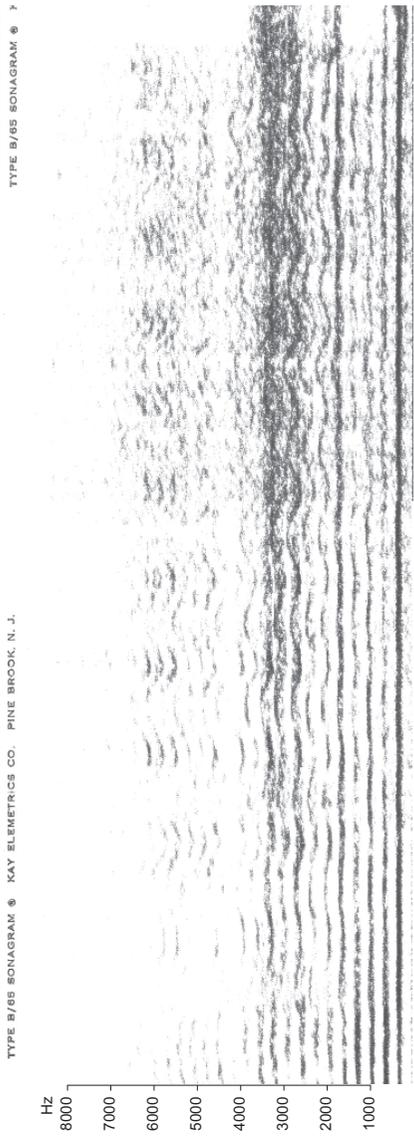
Die Sonagrammversion der dritten Vp. läßt eine auf das richtige Maß beschränkte Teiltonzeichnung erkennen, die unter anderen unter Einsatz des Tiefgriffes beziehungsweise senkender Kräfte der am Hyoid entspringenden direkten Einspannungsmuskeln Mm. omohyoideus und sternohyoideus mit unterstützender Wirkung des M. sternothyreoideus zustande kam. Besonders trifft dies auf den trägerfrequenten Bereich mit zwei zu einem Klangfeld verschmolzenen Gipfeln zu, die dem dritten Formanten um 2200 Hz und dem vierten Formanten um 2600 Hz entsprechen. Demgegenüber zeigen die spektralen Befunde der beiden ersten Vpn. keine Clusterung in diesem Bereich, womit jener durch getrennte Bandbreiten charakterisiert ist.

Die Meßdaten markant höherer Werte des F₃ und F₄, welche sich für die erste Vp. um 2500 Hz und 3000 Hz und für die studentische zweite Vp. um 2250 Hz und 2750 Hz bewegen, lassen darauf schließen, daß bei steigender Tonhöhe der Pharynx nicht weit genug gedehnt wurde, zumal die „Frequenz des vierten Formanten in besonderer Weise von der Ausprägung der inneren Kehlkopfweite abhängt.“¹⁷¹

In diesem Zusammenhang sei erwähnt, daß die Mundlippen beim geschlossenen (langen) i-Laut zur flachen Breitstellung neigen. Der präadorsal steil bis möglicherweise zur extremen Hochlage in Richtung vorn-oben aufgerichtete Zungenkörper scheint hohlraumteilend die Mundhöhle versperren zu wollen, der Larynx und mit ihm der M. thyreochoideus versucht zu steigen und diminuiert die supraglottischen Resonanzräume, indem der Ton sich entfalten möchte (Abb. 46).

Es sind hinzugewonnene Klangräume, die bei der dritten Vp. aufgrund spezieller „Löffel-Form“ des Zungenkörpers zu einem physiologisch richtigen Ton geführt haben. Auf Seite 300 wird hierauf eingegangen. Ein großer Raum hinter den Schneidezähnen bewirkt eine Senkung der Frequenz des dritten Formanten, die sich mit 2200 Hz deutlich vom Ergebnis der ersten Vp. abhebt; diese bewegt sich um 2500 Hz. Zusätzlich wuchs, wie unser Liedliteraturbeispiel für den zuerreichenden Ton d¹ (294 Hz) zeigt, mit steigender Tonhöhe bei gleichzeitiger Lautstärkezunahme zum fortissimo die Phonationsfrequenz und somit die Kehlkopffinnenweite in Höhe des Aditus laryngis beträchtlich. Es kommt zu einer Verminderung der Frequenz des vierten Formanten, womit sich die Distanz zwischen dritter (um 2200 Hz) und vierter Formantfrequenz (um 2600 Hz) etwas verringert.

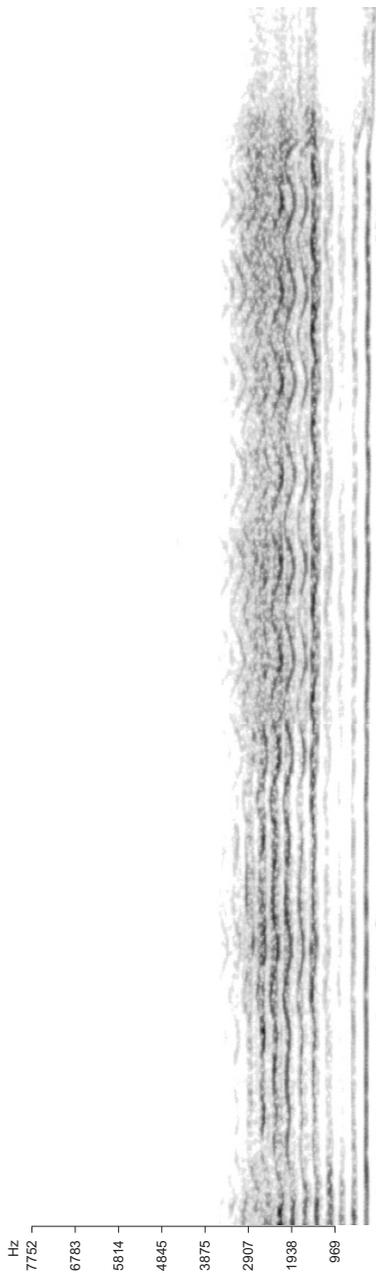
Somit kann davon ausgegangen werden, daß anhand objektiver Meßdaten bei den beiden ersten Vpn. der physiologische Vorgang von anderen Teilen des Ansatzrohres mehr beeinflusst wurde als von der Kehlkopffinnenweite und eine insbesondere mit der vertikalen Larynxposition verbundene Erweiterung der Ventriculi Morgagni nebst Weitung der Sinus piriformis ausblieb (Abb. 9 u. 98).



[i:]
Schmalbandsonagramm 40

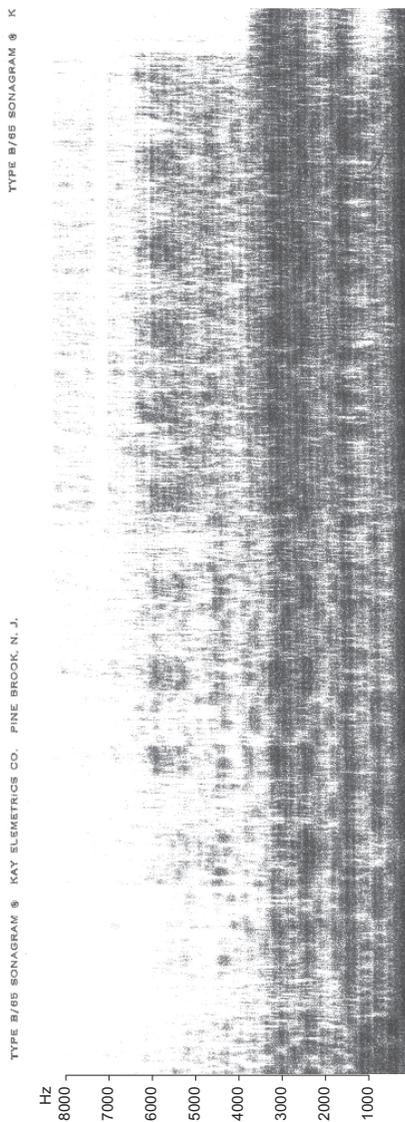


[i:]
Schmalbandsonagramm 41



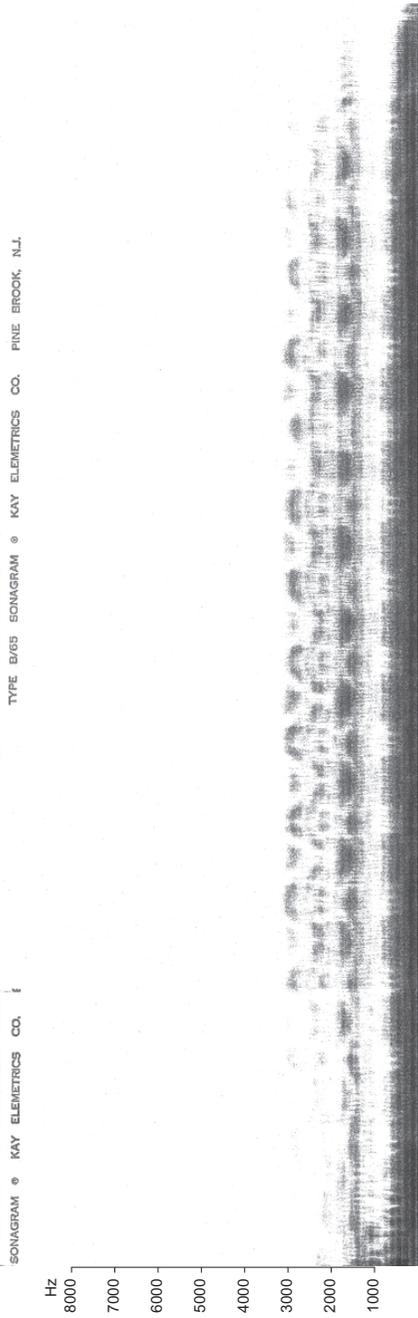
[i:]

Schmalbandsonogramm 42



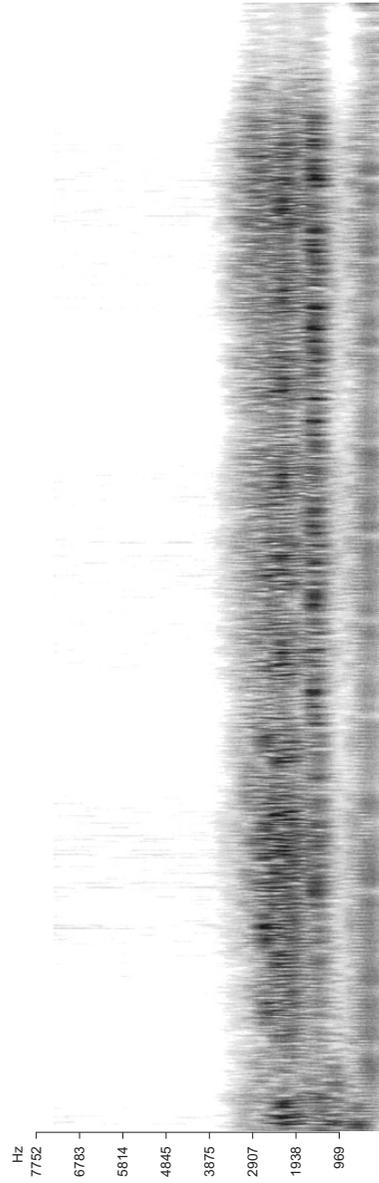
[i:]

Breitbandsonogramm 40



[i:]

Breitbandsonagramm 41



[i:]

Breitbandsonagramm 42

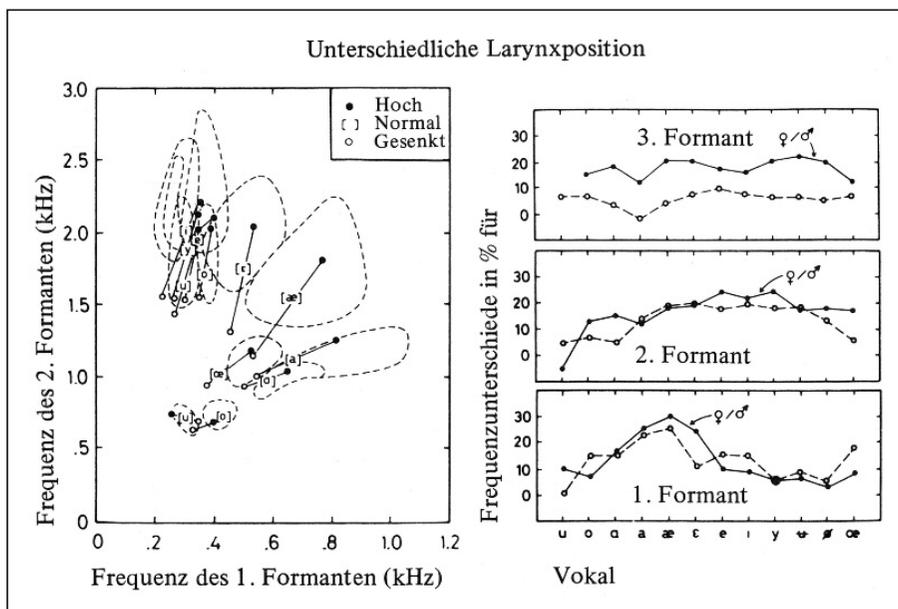


Abb. 117: Formantfrequenzunterschiede bei zwei männlichen Probanden, die bewusst mit veränderter vertikaler Position des Kehlkopfes sangen.

Linkes Diagramm: Durchschnittliche Formantfrequenzen für die angegebenen Vokale bei gehobenem (Punkte), normal positioniertem (Vokalsymbole) und gesenktem Kehlkopf (Kreise). Die gestrichelten Bezirke entsprechen den in Abb. 54 vorgestellten Vokalinseln, welche die Verteilung beim Sprechen aufgenommener Werte aufzeigt. Die bei normaler Kehlkopfposition ermittelten Werte liegen ungefähr auf halber Strecke zwischen jenen für gehobenen und gesenkten Kehlkopf. Bei gesenktem Kehlkopf konzentrieren sich die Werte für alle Vokale in einem kleinen Gebiet.

Rechtes Diagramm: Formantfrequenzunterschiede in Prozent (nach Sundberg und Nordström, 1983 [modifiziert])

Vergleicht man die Meßwerte im Hauptformantbereich, so fällt auf, daß nahezu übereinstimmende Frequenzen bei der ersten und dritten Vp. vorliegen. Die niedrigen Frequenzen, die sich für den ersten Vokalformanten und ersten Oberton (zweiter Partialton) um 250 Hz (erste Vp.) und 240 Hz (dritte Vp.) bewegen (Abb. 117), sind auf die Engebildung im Mundhohlraum zurückzuführen.

Eine im präpalatalen Raum der Cavitas oris stattgefundenene Verengung vermindert die Formantfrequenzen. „Je größer der Grad der Engebildung, desto niedriger wird die Frequenz von F₁. In der Mundhöhle eng gebildete Vokale wie [i:] und [u:] haben daher den niedrigsten F₁.“¹⁷² Auf Seite 83 wurde bereits hierauf eingegangen. Der Befund des isoliert gesungenen u-Vokals (1. Baß) im 6. Abschnitt des VII. Kapitels bestätigt das.

Obwohl allen Vpn. eine elastische Larynxsenkung gemeinsam war und diese anhand objektiver Meßdaten übereinstimmend durch Abb. 117 bestätigt werden kann, bewegt sich bei der zweiten Vp. für den gleichen Formantbereich des F₁ die spektrale Energie nur um 200 Hz, was, wie bereits angesprochen, möglicherweise auf morphologische Gegebenheiten zurückzuführen ist, aber auch auf den größeren Grad der Engebildung dieses Studenten.

Und da die Vermutung naheliegt, daß dieser Bariton mit ziemlich geschlossenem Mund spricht, könnte die alltägliche Gewohnheitsartikulation noch zusätzlich das Ergebnis bekräftigt haben.

Da sich Grundfrequenz und Obertöne gesetzmäßig zueinander verhalten und hier bei niedrig beziehungsweise nicht vorherrschender in den ersten Sprachformanten integrierter Grundfrequenz ein im fortissimo überwiegender kopfiger Stimmklang vorliegt, tritt oft ein Oberton hervor oder es sind einige wenige Obertöne, die für das Klangspektrum charakteristisch sind.

„Die Entstehung der Obertöne ist zum Teil mit den dem Stimmlippenepithel eigenen typischen Bewegungsphänomenen der Randkantenverschiebung (Abb. 81 u. 82), aber auch mit der Dauer des Stimmlippenschlusses in der Einzelschwingung verbunden.“¹⁷³

Infolge subjektiver starker Vibrationsempfindungen im Kopfbereich beziehungsweise am *Schädeldach (Calvaria)*, die für den obertongehaltreichsten Vokal [i:] - mit bevorzugtem Singen in die Maske, das heißt in die Maske „gelehnt“ singen beziehungsweise sich-in-den-Kopf-Lehnen (ital., *appoggiarsi in testa*) - typisch sind, tritt bezüglich unserer Meßdaten ein zweiter Oberton (dritter Partialton) mit einem schmalen Frequenzband in Erscheinung, welcher bei der ersten und dritten Vp. mit Werten um 750 Hz und 720 Hz etwaig frequenztauglich übereinstimmt. Bei der zweiten Vp. bewegt sich hingegen der Obertonwert aufgrund minimierter Schallübertragungsfunktion entsprechend oben genannter Fakten lediglich um 500 Hz.

Gesangswissenschaftlich ist ermittelt, daß „mit steigender Phonationsfrequenz die Frequenz des zweiten Formanten der vorderen Vokale [i:] und [e:] fällt und das insbesondere eine Verlängerung des Pharynx für diese Frequenz maßgeblich ist.“¹⁷⁴

Wenn Gesangspädagogen ihren Studenten empfehlen das gesungene [i:] in Richtung [y:] oder das gesungene [e:] in Richtung [ø:] zu färben, dann liegt die Frequenz des F₂ im tieferfrequenten Bereich.

Es ist der Einfluß einer mäßigen Labialisierung. Es ist aber auch der Einfluß des Zungenkörpers, dessen Form zur Veränderung des zweiten Vokalformanten beigetragen hat. Durch eine im präpalatalen Raum der Cavitas oris stattgefundenen Verengung werden Frequenzwerte erreicht, die sich anhand objektiver Meßdaten um 1500 Hz (erste Vp.), 1500 Hz (zweite Vp.) und 1450 Hz (dritte Vp.) bewegen. Abbildung 117 bestätigt und verdeutlicht das.

VIII Ergebnisse

Bei der Durchführung gesangswissenschaftlicher Untersuchungen stellte sich bald heraus, daß von 9 Versuchspersonen (Vpn.) 4 Vpn. nahezu sämtliche bis auf drei Untersuchungsbeispiele geforderten Stimmleistungen erbringen konnten. Es ist das 10. Untersuchungsbeispiel im 12. Abschnitt (dritte Vp. der Gruppe von Alt-Mezzostimmen), das interpretatorisch statt in *mezza voce* in einer im *piano* entsprechenden Lautstärke erzeugt worden ist. Und es ist der 1. Bariton, der im 13. und 14. Abschnitt keine überzeugenden Leistungen lieferte. Während 8 Vpn. über ausreichend resonanzierte Stimmen verfügen, liegt bei der zweiten Versuchsperson (Vp.) der Gruppe von Baritonstimmen (Gesangsstudent) eine resonanzarme Stimme vor. Möglicherweise auf morphologische Gegebenheiten zurückführend bleibt bei diesem Organ die Schallübertragungsfunktion auf ein Minimum beschränkt. Die Untersuchungsergebnisse liefern den Beweis dafür, daß die erste und dritte Vp. der Gruppen von Baß- und Baritonstimmen sowie die dritte Vp. der Gruppe von Alt-Mezzostimmen (Gesangstudentin) über eine „perfektere“ Technik verfügen.

Letzteres kann sowohl auditiv als auch anhand von Sonagrammen bestätigt werden und es ist nicht auszuschließen, daß hier eine *hohe Klangqualität* vorliegt. Wenn wir unseren Daten dargestellte Daten einer, durch Beobachtungen von H.K. Schutte und D.G. Miller (1988), besonderen gesangswissenschaftlichen Untersuchung, die „neue und interessante Einblicke in die Mikrofunktion des Kehlkopfes gebracht haben“¹, heranziehen, können Zweifel aufkommen, ob sich die Befunde der trainierten Vpn. dem Glottiszyklus in traditioneller Weise zuordnen lassen. Aus den Ergebnissen - so meinen die oben genannten Stimmforscher - kann abgeleitet werden, „daß die myoelastisch-aerodynamische Theorie der Phonation neu formuliert werden muß. Die bekannten Faktoren oben genannter Theorie sind natürlich weiterhin wirksam, aber wenn die Phonation einmal in Gange gekommen ist, wird die Glottis *nicht* durch einen erhöhten subglottalen Druck geöffnet. Die Stimmlippen führen dann auf Grund der von den beteiligten Muskeln eingestellten biomechanischen Faktoren ihre eigenen Schwingungsmuster aus.“²

Folglich haben wir in unseren Überlegungen beide Stimmbildungstheorien impliziert, wobei einige entnommenen Zitate aus der oben genannten Untersuchung für die spektrale Beurteilung der trainierten Vpn. von Relevanz sein könnten (s. S. 47, 69, 77, Abb. 35, S. 224 u. 297).

Es ist daher anzunehmen, daß die trainierten Sänger eine die zur Klangentwicklung und -formung erforderliche optimale Raumform aufweisen. Im Bewußtsein hat sich „eine fest umrissene, doch niemals starre, sondern schwingende instrumentale, vom unteren Teile der Bauchmuskulatur und den Gesäßmuskeln bis zu Hinterkopf und Nacken reichende Raumform herausgebildet, die vom gleichmäßig und mühelos sich abspulenden Atemstrom des „Tonfädelns“ (von den alt-italienischen Meistern mit „*filare la voce*“ bezeichnet) erfüllt ist.“³

Zudem ist bei diesen Interpreten das Gleichgewicht des Tonus ausgeprägt, indem der durch Nerveneinfluß beständig aufrechterhaltene Spannungs- beziehungsweise Erregungs-

zustand der Gewebe und Muskeln unter Berücksichtigung aktiver muskulärer Tonusregulierung in erheblichen Maße dazu beiträgt, daß der Stimmklang qualitätsmäßig „im Sinne eines dynamischen Geschehens zwischen den Polaritäten von Ge-spanntsein und Ent-spanntsein“⁴ entsprechend eines physiologisch richtigen Tons erzeugt werden kann.

„Es ist jenes Ruhen im Appoggio-Gefühl, mit dem die alt-italienischen Meister keineswegs nur Technisches, nämlich die Anlehnung der Stimme an Brust und Kopf (appoggiarsi in petto, appoggiarsi in testa) meinten. Appoggio ist vielmehr eine Formel, die sich auch auf das Geistige, besser gesagt auf den *psycho-physischen Gleichgewichtszustand* bezieht (jedes im Einklang mit sich selbst und seinen Teilen stehende lebendige Ganze schwingt zwischen zwei Polen). Ja es kann in seiner weitesten Auslegung als Chiffre kosmischer Ordnung gelten.“⁵

Kommt es doch bei der Ausübung des Kunstgesangs darauf an, die in Korrelation bestehende Stimmlippenmuskulatur und die gesamte Diaphragmenkette harmonisch, das heißt synchron aufeinander abzustimmen, wodurch ein kontaktierter Glottisschluß erreicht wird. Gleichmaßen müssen die Stimmlippen mit einem Minimum an Luft in Schwingungen versetzt und erhalten werden („Minimallufttheorie“ von P. Bruns 1867-1934, deutscher Gesangspädagoge)⁶, so daß dies „bei tiefer Luftlagerung, des Fernhaltens der Luft vom Kehlkopf“⁷ zu einem ständig wechselndem Gleichgewicht von subglottischem Druck und Glottiswiderstand führt (myoelastisch-aerodynamische Theorie). Um das im Kontext mehrmals angesprochene komplexe Stimmgeschehen bei der Sing- und Sängerstimme zu begreifen, muß, anders gesagt, - „die Arbeit aller drei funktionaler Einheiten - Atmung, Phonation und Resonanz - in Übereinstimmung gebracht und eine Impedanz (von lat.-nlat. »impedire«, widerstehen, d. Verf.) beziehungsweise ein Gleichmaß der Spannung in den Organen unter und über den Stimmbändern hergestellt werden“⁸ (s. Kap. IV/Dämpfungswirkung). Wenn letztere Bedingung erfüllt ist, „kommt es zu einer vollständigen Umwandlung der Strömungsenergie des Atems in Klangenergie. Dieser Ausgleich zwischen Atemdruck und Stimmlippenspannung führt klangmäßig zu einem gestützten Ton.“⁹

Wird bei gleichzeitiger Erweiterung der Ansatzräume durch Gähnstellung (Abb. 127 b) und elastischer Spannkraft (Tonus) ein einwandfreies Appoggio, das, wiederum anders gesagt, „dem Gesangston von der Atembasis bis zum oberen Ende des Ansatzrohres - Breitspannung (Offnung des Nasopharynx, S. 287) und Nasenwiderstand - einen Halt gibt“¹⁰, hergestellt, wie dies bei den trainierten Vpn. der Fall ist, so ist die Stütze der weniger trainierten Vpn. als Teil des Appoggio, die phonatorische Atembalance und die dosierte Anpassung des Luftstromes an die Larynxfunktion während der Expirationsphase, gestört. Die 1., 2., 3., 4., 5., 6. (Deckvorgang), 7., 8., 9. und 10. Untersuchung im 2., 3., 4., 6., 7., 8., 9., 10., 11. und 12. Abschnitt verdeutlicht das. Eine Stützung des einen (Larynx) durch einen anderen (Atmungsorgan) wird nicht inhibiert.

Es kommt nicht dazu, daß die Luft ausreichend vom Kehlkopf abgehalten wird, was das Gefühl, um die Stimmlippen nicht ihrer Bewegungsfreiheit zu berauben, „des Rücksaugens von Luft“, des „sich lehnen“ (Appoggio) meint.“¹¹ Der unmittelbar hiermit verbundene hohe

Ansatz wurde bereits im 11. Abschnitt auf Seite 219 dargelegt. Der Bericht der 4. Untersuchung im 6. Abschnitt (S. 168) zeigt die in diesem Kontext stehenden spektrographischen Auswirkungen.

Die österreichische Gesangspädagogin M. Sparber berichtet (1983), „daß im Laufe ihrer Lehrtätigkeit auch Sänger mit bildungsfähiger Stimme nicht imstande waren, die physischen und psychischen Kräfte zum Einsatz zu bringen, die für den „Tiefgriff“ notwendig sind. Der Sänger bleibt auf dem Niveau einer „Durchschnittsstimme“, weil er die nötige „Haltefunktion“ (um den 2. Registerübergang) von der Gesamtpersönlichkeit her nicht erreicht. Dies gilt für alle Stimmgattungen. Der Sänger muß seine Funktion fühlen und erleben!“¹²

„Dabei verursacht die nicht koordinierte Bewegung in einer Einheit Störungen in einer anderen, das heißt, sie kann eine hyperkinetische Kettenreaktion im phoniatischen Apparat verursachen. Infolge der Hyperkinesie in der Bauchmuskulatur ergibt sich zum Beispiel eine unnatürliche Diaphragmabewegung, weiter eine Hyperkinesie (Krampf) im Niveau des Larynx und eine Einengung/Verengung des Resonanzraumes, was jedenfalls für die Tonproduktion nicht wünschenswert ist.“¹³

Bei einem ungünstigen Dämpfungsverhältnis, was hier die Folge ist, „führt der Versuch, die Einflüsse des Vokaltrakts durch Muskelanspannungen der Stimmlippe auszugleichen, zu Funktionskonflikten, vermehrten Hilfsspannungen und geringerer Leistungsfähigkeit („Registermischung“ nach Reid, 1965)“¹⁴ und damit zur Abweichung vom optimalen Betriebsdruck.

„Wie zentral das nicht artikulierende Zungenbein in die möglichen Bewegungen der vorderen Halsregion einbezogen ist, zeigt die Zahl der an ihm inserierenden Muskeln“¹⁵ in Abbildung 92, wobei auf die an der Innervation beteiligten Nerven nicht eingegangen werden soll. Aus dieser Abbildung läßt sich demzufolge „auch die Störbarkeit des Gesanges durch Fehlinnervationen ableiten. Da das Zungenbein praktisch in allen Dimensionen verschiebbar und kippar ist, fehlt dem Rahmen für die inneren Kehlkopfmuskeln jede Konstanz. Je größer die von den Außenmuskeln hervorgerufenen Verlagerungen sind, desto weniger kann ein Sänger die Innenmuskeln frei betätigen.“¹⁶

Betreffs oben genannter Untersuchungen „versteift der helle (grelle, flache, d. Verf.) Klang Luftröhre und innere Brustmuskeln und ermöglicht so eine unmittelbare Kraftanwendung bei der Herstellung des subglottischen Druckes. Er führt zur hellen, schmetternden, natürlichen „Bruststimme“, die mit der Brust nichts weiter zu tun hat, als die Kraftanstrengung, während sie physikalisch überwiegend im Mundraum gebildet wird“¹⁷ bzw. sich klanglich durch sogenannte Mundlastigkeit äußert (Kap. VII, 2., 6., 9. u. 12. Abschnitt). „Der helle Klang war wegen dieser Kraft das Gesangsideal bis in das 20. Jahrhundert und ist es teilweise heute noch.“¹⁸ Zudem geht bei nicht beständig aufrechterhaltenem Tonus die resonatorische Basis des Körperklangs, nämlich die Resonanzerscheinung der tieferen Resonanzbezirke (Unterklang, S. 159) verloren, so daß dafür die hellen höheren Resonanzen (Vordersitz) überbetont werden, zumal der durch Verlängerung des Ansatzrohres sich ergebene Körperklang der ganzen Stimme Lockerheit, Rundung und Volumen gibt. Bei aller Vielschichtigkeit der auftretenden

Fehler kommt es im umgekehrten Fall zur Überbetonung der dunklen tieferen Resonanzen mit fehlendem Vordersitz (Oberklang). Bei zu geringer Innervation und Intention bleibt die Basis des anblasenden Luftstroms, das Zwerchfell mit der „breiten Basisstellung im Flankenatem, die Fundierung im Tiefatem, die Kombination von beiden etc.“¹⁹, nicht erhalten, die normalerweise bei stehender Atemsäule, geweiteter Körperposition und elastisch tiefer Larynxposition in der Gesamteinstellung mit zunehmend schlanker werdender Tongebung in der Höhe wie beim tiefsten Ton erhalten werden muß - im Piano wie im Forte - (Abb. 118).

„Schließlich ist der Kehlkopf ständig dem Zug durch die Trachea ausgesetzt (van den Berg und Moll, 1951) (Abb. 103/2), in der Stärke abhängig von Zwerchfellstand und Kopfstellung. Dorsalflexion des Kopfes und tiefe Einatmung sowie ein Aufsteigen des Kehlkopfes beim Bilden hoher Töne vergrößern den Trachealzog und bewirken eine Verkürzung der Stimmlippen, da die Kraft des Trachealzuges hauptsächlich vor dem Cricothyreoidgelenk angreift. Alle Muskeln, die den Kehlkopf aufwärts bewegen und somit den Zug durch die Trachea verstärken, unterstützen eine Stimmlippenverkürzung“²⁰ (van den Berg, 1958; Cavagna und Margaria, 1968) (Abb. 103/4 u. 103/5).

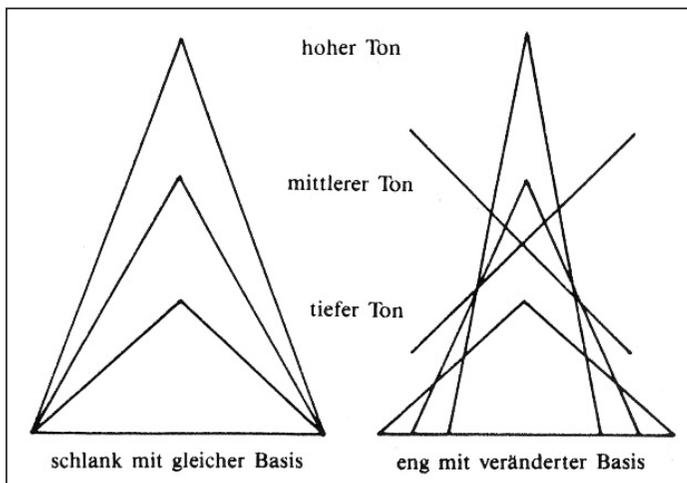


Abb. 118: Unterschiedliche Basisstellungen (nach Brunner, 21993)

Bei guter Tonführung wird die Höhe zwar schlanker, verliert aber nicht die Basis der tieferen Töne. Bei stehender Atemsäule und Verlängerung nebst Weite des Pharynx bleibt diese Basis erhalten. Jeder Schub verändert sie und macht die Höhe eng [modifiziert]

„Der sombrierte (von frz. »sombre«, dunkel, d. Verf.) vollere Klang entspannt Luftröhre und innere Brustmuskeln und verlagert die Muskeltätigkeit auf die periphere Muskulatur, die keine unmittelbare Kraftanwendung erlaubt.“²¹ Der deutsche Gesangspädagoge und Stimmarzt W. Reinecke bemerkt (1911 u. 1912), daß „der Brustkorb stets erhoben bleibt; denn das Zwerchfell, welches an den unteren Rippen entspringt, verliert sonst die richtige straffste Spannung und die Brustresonanz verringert sich zugleich, weil nur bei erhobenem Brustkorb die Luftröhre - „diese gibt die dunkle Brustresonanz“²² - sich an das schalleitende Brustbein anlegt.“²³ Ergänzend betont der serbische Phoniater und Stimmforscher D. Cvejić (1983), daß „infolge Gravitation die mit dem Diaphragma verbundenen Bauchorgane die Trachea nach unten ziehen (Trachealzog, W. u. A. Zenker, 1960²⁴, W. Zenker u. Glaninger, 1959), in ihr die Ela-

stik-Membrane spannen, die in den Larynxwänden und in den Stimmbändern endet und auch den Larynx spannen und im Larynxniveau die benötigte präphonatorische Gespanntheit herstellen. Beim Einatmen bewegt sich das Diaphragma von 1,5 bis 2,7 cm nach unten, wobei sich der Larynx höchstens 9 mm senkt.“²⁵ „Außerdem können an den Aryknorpeln und an der Ringknorpelplatte entspringende Ösophagusmuskeln durch Zug nach unten sowie der *M. thyreopharyngeus* (*M. constrictor pharyngis inferior*, d. Vef.) durch Annäherung beider Schildknorpelplatten eine Stimmlippenverlängerung herbeiführen“²⁶ (Abb. 103/C u. 103/D). „Damit ist der Larynx elastisch gespannt und bereit zur Phonation (engl., prephonatory tuning). Im Laufe der Phonation muß für die normale Bewegungsführung im Kehlkopf eine vollkommene Koordinierung der Arbeit aller Muskeln vorhanden sein, sowohl der äußeren als auch der inneren mit synergetischer und antagonistischer Auswirkung. Die normale Spannung ist dann vorhanden, wenn der Körper oder wenigstens Thorax und Abdomen in aufrechter Position sind. Diese Tatsache ist für die Berufssänger von Bedeutung, weil man von den Vokalkünstlern nicht verlangen sollte, ihre Tätigkeit durchzuführen, wenn sich ihr Körper in einer unnatürlichen Lage befindet. Mit unseren Röntgenprüfungen haben wir bewiesen, daß eine notwendige laryngotracheale Gespanntheit in der aufrechten Körperlage besteht und das die tomographische Form im Niveau des Larynx in der waagerechten und in der Trendelenburg'schen Lage anders ist. Diese Tatsache sollen außer den Vokalkünstlern alle diejenigen beachten, die sich mit Szenen- und Regiearbeit beschäftigen.“²⁷

Zeigt sich demnach bei den trainierten Vpn. eine optimale Verteilung der Obertöne, die im Spektrum ein „stabiles akustisches Gleichgewicht zwischen den vokalbestimmenden Teil- und den hohen Sängerformantbereich (Resonanzgleichgewicht)“²⁸ erkennen läßt (Abb. 119), so weisen die Sonagramme der übrigen Vpn. entweder durch teilweisen Funktionsausfall und den sich hieraus durch wahre Kettenreaktionen ergebenden Fehlern obertonarme Teiltonzeichnungen bei insgesamt uneinheitlichen Verläufen oder unerfüllte Authentizitäten entsprechend der im Klavierauszug vorgeschriebenen Ausführungen auf.

Der 13. und 14. Abschnitt zeigt zwar klar ausgeprägte Teiltonzeichnungen der ersten Vp. der Gruppe von Baritonstimmen, aber es muß ebenso betont werden, daß die künstlerische Reproduktion entsprechend der im Klavierauszug vorgeschriebenen Ausführungen zur vergleichsweise dritten Vp. derselben Gruppe weder in *mezza voce* noch im gestützten Falsett erklang. Die Klangspektren und Untersuchungsberichte verdeutlichen das.

Aus der Betrachtung der Kehlkopfbewegungen im Zusammenhang mit den spektralen Ergebnissen im 13. und 14. Abschnitt wird deutlich, daß von der dritten baritonale Vp. eine optimale Klangqualität produziert wird. Denselben Eindruck bekommt man bei Anhören der Tonbandaufnahme, welcher auch bei der ersten und dritten Vp. der Gruppen von Baß- und Alt-Mezzostimmen deutlich wird. Bei den oben genannten Untersuchungen handelt es sich um ein hervorragendes falsettiges Stimmgepräge. Diese Feststellung führt zu der Hypothese, daß einige physiologische Verhaltensmuster beim echten *mezza voce-piano* und gestützten Falsett einer neueren Untersuchung von Seidner und Wendler (1992) entsprechen könnten. So haben lupenstroboskopische Befunde einer Kontratenorstimme (Altus) gezeigt, daß es

dem Interpreten gelingt, „Atem-, Kehlkopf- und Ansatzraumfunktion so präzise aufeinander abzustimmen, wobei der unvollständige Glottisschluß nicht zu einem stärkeren Luftverbrauch oder zu einer geräuschhaften Überlagerung der Stimme führt (s. S. 249/echte mezza voce). Laryngoskopisch ist bei Gebrauch des Falsetts ein schmaler Glottisspalt zu sehen, wobei bemerkenswert ist, daß auch die Stellknorpel auseinanderrücken.“²⁹

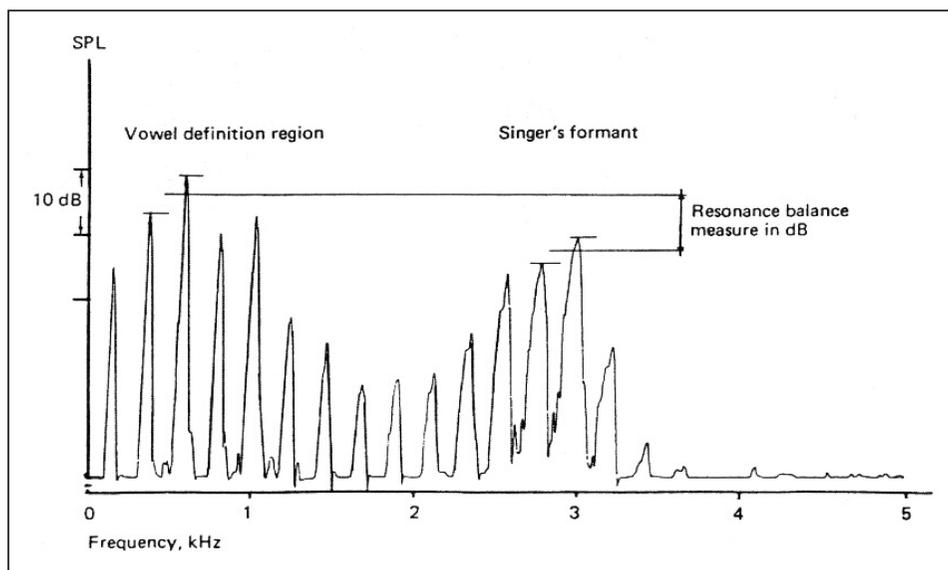


Abb. 119: Spektraldarstellung eines gesungenen Tones einer Sängerstimme mit dem vokalbestimmenden Bereich und der typischen Erhöhung der Stimmintensität im Bereich um 3 kHz, der Region des hohen Sängersformanten (Resonanzgleichgewicht). Jede Spektrallinie repräsentiert einen Teilton (nach Schutte und R. Miller, 1984 [modifiziert])

Der deutsche Physiologe J. Katzenstein hatte bereits 1911 aus sich ergebenden Registrierungen festgestellt, „daß während der Falsettbildung im ganzen Falsettonbereich mit einem weit geringeren Aufwand von Atemluft gesungen wird als bei der Brusttonerzeugung.“³⁰ Das würde die Annahme Sundbergs (1997) bekräftigen, „daß im hohem Falsettregister die Phonationsfrequenz offensichtlich durch andere und bis jetzt noch nicht sicher bekannte Mechanismen, möglicherweise durch den Luftstrom, bestimmt wird.“³¹

Zu Recht äußert sich J. Sundberg (1997), „daß Grund zu der Annahme besteht, daß unter dem Begriff „Falsett“ verschiedene Formen der Phonation subsummiert werden“³² - eine detaillierte Beschreibung befindet sich bei P.-M. Fischer, in: Die Stimme des Sängers, 1993³³ -, wobei nach Rücksprache mit Sängern (Baß, Bariton) das „gestützte“ Falsett gewöhnlich für höhere Stimmtonbereiche eingesetzt wird. Demnach würde sich jenes durch seinen unvollständigen Glottisschluß charakterisierende Falsett an das „Kopfreger“, das bei allen Stimmgattungen immer als Randstimmfunktion über den gesamten Stimmumfang hochgradig an der Klanggebung beteiligt ist, nach oben anschließen (Abb. 114), „was einen

eher weiblichen Klangcharakter aufweist.³⁴ Der vorgeschriebene und notierte Falsetton in der Partie des „Wozzeck“ aus der gleichnamigen Oper auf der Tonhöhe g^1 (392 Hz) im F Schlüssel verdeutlicht das.

Als Beispiele lassen sich für die 11. und 12. Untersuchung (3. Bariton) anhand von historischen stroboskopischen Photographien Glottisverhältnisse im Falsett auf verschiedenen Stimmtonhöhen (c^1 und e^1) in Abb. 120 und 121 finden, welche zeigen, daß im Vergleich bei Steigerung der Tonhöhe (e^1) eine Zunahme der Stimmlippenspannung durch schmalere Streckung und dem schon erwähnten unvollständigen Glottisschluß charakterisiert ist.

Wenn man die Befunde der 11. und 12. Untersuchung im 13. und 14. Abschnitt (3. Bariton) miteinander vergleicht und in die Sänger-Praxis übersetzt, haben wir möglicherweise „in dem *echten* Falsetton die Erklärung für die *mezza voce*, die „halbe“ Stimme, auf der Glottisspannung durch den Tiefgriff beruhend.“³⁵ Es dürfte von gesangswissenschaftlichem Interesse sein, daß die für die Bildung des Haupt- und Trägerfrequenzbereichs gemittelten Daten oben genannter Untersuchungen beim 3. Bariton nahezu identisch sind, was in den Untersuchungsberichten bereits dargelegt wurde. Nach Aussagen und Demonstrierung des 3. Baritons (und des 1. Basses) läßt sich das gestützte Falsett zum Vollton verstärken und kann die Ansicht von Hartlieb (1969), „wonach sich die im Falsett automatisch geregelte Stimme bei genügender Übung zum Vollton verstärken läßt“³⁶, bekräftigen.

Im Vergleich mit dem 1. und 2. Bariton wurden bei der dritten Vp. derselben Gruppe die als zusätzliche Energiespitze in Form von Teiltonverstärkungen aufgetretenden Clusterungen des F_3 und F_4 in den Untersuchungsberichten im 13., 14. und 15. Abschnitt bereits dargelegt. Gesangswissenschaftlich ist von kontextueller Bedeutung, wenn bei der 11. und 12. Untersuchung mit den beim 3. Bariton zur vergleichsweise ersten Vp. zusätzlichen höheren spektralen Komponenten des 5. Obertons um 1575 Hz und 1815 Hz ein hervorragendes falsettiges Klanggepräge und überdies durch den zweiten Sprachformanten als „Treppenformant“, dessen Mittenfrequenz 730 Hz beträgt, eine Vokalqualität erreicht wird, welche ebenso in die Clusterung mündet.

Da sich Formantabstimmungen (Formantverschiebungen) nicht nur auf hohe Frauenstimmen beschränken, sondern von Altistinnen, Baritonern und Tenören angewandt werden, berichten der österreichische Physiker L. Mathelitsch und der österreichische Phoniater G. Friedrich (1995), daß im Sinne der Formantverschiebung „allerdings nicht die Intensität der Grundfrequenz des gesungenen Tons verstärkt, sondern die Intensität eines Obertons erhöht wird.“³⁷ Eine ausführliche Beschreibung und deren Auswirkungen befindet sich bei Mathelitsch und Friedrich, in: Die Stimme. Instrument für Sprache, Gesang und Gefühl, 1995, Seite 136-140.

Es ist auch aus den Spektralbildern der 11. Untersuchung im 13. Abschnitt zu entnehmen, daß von der ersten und zweiten baritonale Vp. zur vergleichsweise dritten Vp. konträre Klangqualitäten produziert worden sind, welche durch die Formantfrequenzen des Ansatzrohres bestimmt werden. In auffälliger Weise kontrastieren sich die für die Unterkiefer- und Zungenkörperaktivität gemittelten Daten des F_1 um 500 Hz/1. Bariton beziehungsweise

240 Hz/3. Bariton und des F₂ um 1250 Hz/1. Bariton beziehungsweise 730 Hz/3. Bariton, wobei Erst- und Letztgenannter Wert eine Annäherung umgangssprachlicher Artikulation darstellt und sich für den offenen (kurzen) o-Laut in der Abb. 54 finden läßt.

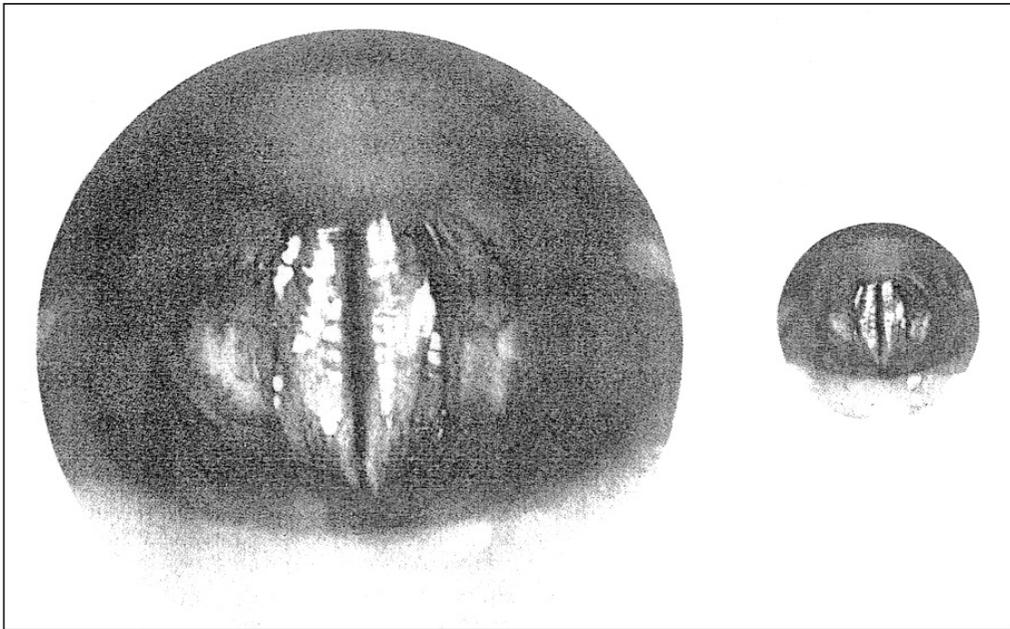


Abb. 120: Stimmlippen im Falsettregister (Bariton), Tonhöhe: c¹ (262 Hz). Glottis offen, schwarz. Die schwingenden Stimmlippenränder sind grau verwaschen. Auf der abgeflachten Oberfläche ordnet sich der Schleim an der Grenze der Randschwingungen streifenförmig an (nach Musehold, 1913 [modifiziert])

Im Hinblick der vokalausgleichenden (vokangleichenden) und registermischenden Deckungsfunktion machen auch Messungen bei der ersten Vp. der Gruppe von Baßstimmen und bei der dritten Vp. der Gruppe von Alt-Mezzostimmen deutlich, daß die für die Bildung der hohen Sängerformanten nötige Clusterung durchaus gelingen kann. Vorliegende Befunde der 1., 2. und 8. Untersuchung im 2., 3. und 10. Abschnitt verdeutlichen das. Näher betrachtet kann anhand vorliegender Befunde des 10. und 2. Abschnitts der jeweiligen ersten und dritten Vp. der Gruppen von Baß- und Alt-Mezzostimmen die Beobachtung der Stimmdeziner Seidner et al. (1982) bekräftigen, daß „der relative Pegel des Sängerformantbereichs bei den Männerstimmen insgesamt höher ist als bei den Frauenstimmen.“³⁸

Die Clusterung kann auch, wie die 5., 6. (gedeckt) und 8. Untersuchung im 7. (2. Baß), 8. (2. Baß) und 10. Abschnitt (2. u. 3. Baß) zeigt, durch teilweisen Funktionsausfall und den sich hieraus ergebenden Fehlererscheinungen zwangsweise hervorgerufen werden. Die Befunde verdeutlichen das. Dem 2. Baß fällt es aus gesangstechnischen Gründen nicht leicht, den Unterschied zwischen gedeckter und ungedeckter Stimmformung darzustellen, was durch Vorgabe zu annähernd umgekehrten Interpretationen führt (8. Abschnitt). Vergleicht

man die Spektralbilder und Untersuchungsberichte des 1. Basses im 8. Abschnitt (gedeckt/ungedeckt), so könnte dies den Versuchen Winckels (1952) widersprechen (s. S. 201). Da jedoch die Zahl der trainierten Vpn. auf ein Minimum beschränkt ist und darüber hinaus nicht alle Stimmgattungen erfaßt, verbieten sich generelle Schlußfolgerungen.

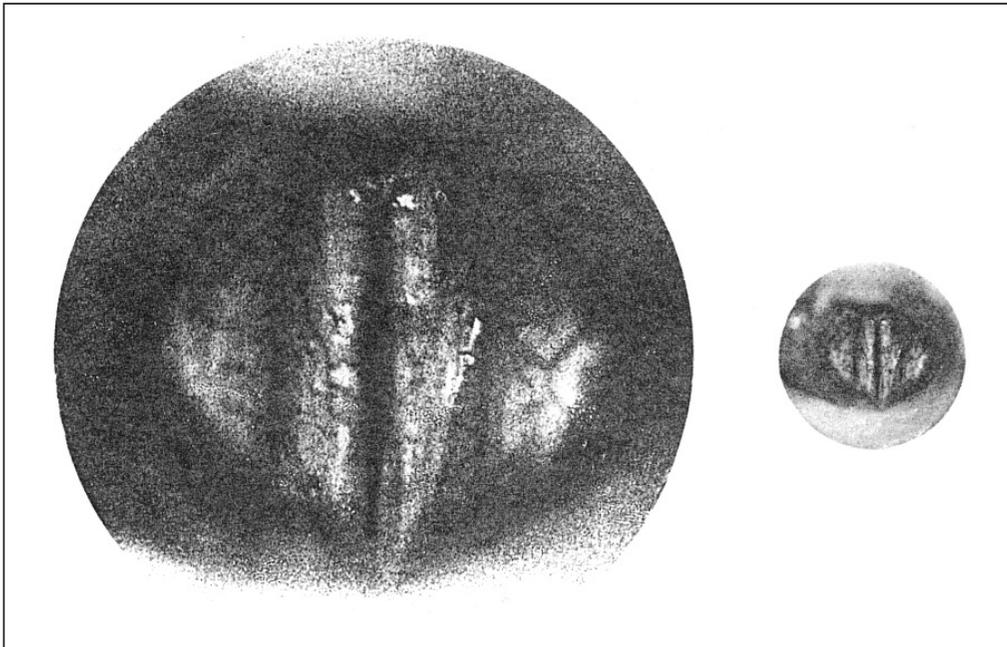


Abb. 121: Stimmlippen im Falsettregister (Bariton). Tonhöhe: e¹ (330 Hz). Glottis offen, aber schmaler als bei c¹. Ränder verwaschen. Auf der relativ wenig erschütterten Stimmlippenoberfläche sind Gefäße sichtbar (nach Musehold, 1913 [modifiziert])

Kehren wir bezüglich des Stimmklanges der weniger trainierten Vpn. zu den in diesem Kontext stehenden Erläuterungen zurück, was wir auf Seite 270-272 ausführten, so differenziert G. Rohmert (²1992), daß „zum Beispiel die tiefen Rückenmuskeln einen Einfluß auf die Halswirbelsäule ausüben und damit auf die Kopfhaltung. Diese beeinflusst wiederum die Schädelmuskeln (bis zur mimischen Muskulatur), aber auch die Rachen- und damit die Artikulationsmuskulatur. Von hier reicht der Einfluß bis zu den falschen Stimmlippen, dem Überdruckventil. Man kann diese „Hilfs“-Funktionskette auch in die umgekehrte Richtung verfolgen. Eine verspannte Kehlkopfmuskulatur, das heißt eine zu hohe mediale Kompression erzwingt eine starke Ausatemtendenz (Ausatemungsmuskulatur, tiefe Rückenmuskulatur). Dieser Vorgang verspannt die Vokaltraktmuskulatur (Constrictorenkette, Zunge) bis in die mimische Muskulatur infolge eines durch den subglottischen Luftdruck hochgetriebenen Kehlkopfes oder mit Hilfe einer Zungengrundmanipulation, die aktiv den Kehlkopf niederdrückt.“³⁹ „Jede extreme Position (hoch oder tief fixiert) ändert die Stützbedingungen (Appoggio - Bedingungen) und damit auch die Impedanz.“⁴⁰

Auch Lacina stellt 1982 fest, „daß forciertes Atmen infolge gewaltsamen Hebens des Kehlkopfes hervorgerufen wird und das es ferner durch übertriebenes Tondecken zur Verengung des Ansatzrohres und zum gewaltsamen Senken des Kehlkopfes kommt.“⁴¹

Von Interesse sind auch die Aussagen der italienischen Stimmärzte M. De Santis und S. Fratarcangeli, welche 1969 finden, „daß durch unsichere Schätzung der Resonanz infolge Gehörverlust im hohen Frequenzbereich die erschwerte Reproduzierbarkeit der hohen Töne erklärt werden kann.“⁴²

In obigem Zusammenhang deuten vorliegende Befunde im 8. und 9. Abschnitt auf einen beim 2. und 3. Baß durch Abhängigkeit des Kehlkopfes von den Bewegungen der Artikulation hochgetriebenen Kehlkopf hin (Konsonant [k] (lat. [c]) und offener (kurzer) i-Laut).

Vergleicht man die ermittelte Frequenz des F₁ der 6. Untersuchung mit der Abb. 117 für den Vokal [a], so bestätigt sich die annähernd hohe Larynxposition beim 2. Baß (annähernd gedeckte Stimmformung) und 3. Baß zur vergleichsweise gesenkten Position der ersten Vp.. Dieser Wert (500 Hz) läßt sich auch in der Abb. 122 finden. Bestätigt werden kann auch der ermittelte Frequenzwert des F₂, der als mittlerer Sängerformant bei offenerer Mundöffnung und heller Klangfarbe zusätzlich für die akustische Wirkung des Nasaltrakts verantwortlich ist.

Bereits Winckel (1953) schloß aus seinen Beobachtungen, daß sich die Sängerstimme auch im Spektralbereich um 1200 Hz (F₂) durch etwas ausgeprägtere Teiltonenergien auszeichnet, was durch Morosow (1977) bestätigt wurde.

Bewegt sich beim 1. Baß (8. Abschnitt) hier ein mit der Abb. 117 übereinstimmender F₂-Sängerformantwert um 850 Hz, so bestätigt sich anhand ermittelter Daten beim 2. und 3. Baß eine wiederum hohe Larynxposition. Da der zweite Formant der hinteren Vokale bei gesungenen Vokalen höher liegt, läßt sich die Frequenz auch in der Abb. 122 finden.

Läßt sich bei der 7. Untersuchung im 9. Abschnitt, deren „Klangprodukt der sogenannte helle Knödel ist“⁴³ (gaumige Stimmgebung), ein für die Vokalqualität durch Wölbung des Zungengrundes (M. palatoglossus) nach Zurückziehen der Vorderzunge bei fixiertem Hyoid verantwortlicher erniedrigter Frequenzwert des F₂ um 1250 Hz beim 2. Baß finden (Abb. 48), welcher sich beim 1. Baß bei gesenkter Larynxposition um 1500 Hz bewegt und mit der Abb. 117 übereinstimmt, so ist der Befund des 3. Basses gleicher Untersuchung durch Abschluß zur Cavitas nasi infolge Velumüberspannung mit fehlendem 1. Nasalformanten FN₁ und mittlerer Sängerformantfrequenz des F₂ charakterisiert. In diesem Zusammenhang zeigt sich, daß durch Freigebung der pharyngo-nasalen Passage des 1. Basses zur vergleichweisen eingeschränkten derselben beim 2. Baß (750 Hz bis 900 Hz) ein F₂-Frequenzwert um 760 Hz bis 1000 Hz ermittelt wurde, der durch zusätzliche Mitschwingung der Luft im Nasaltrakt zu einer optimalen Schallübertragungsfunktion geführt hat. Beeinflussend vermitteln *Nasal-konsonanten* ([m],[n],[ŋ]) „neben Tastempfindungen ein starkes Resonanzgefühl, weil die Schalleitung einzig durch den Nasaltrakt Knochenteile des Schädels zum intensiven Mitschwingen veranlaßt und damit auch eine stärkere vibratorische Übertragung zum Innenohr bewirkt.“⁴⁴

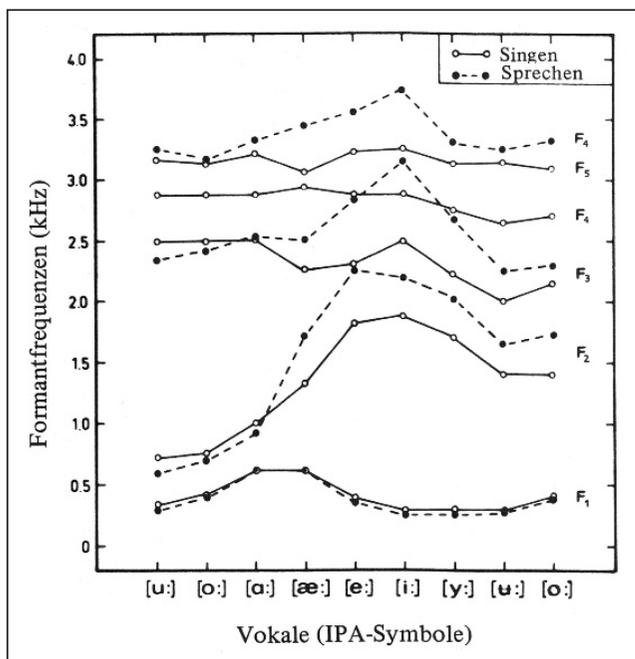


Abb. 122: Durchschnittliche Formantfrequenzen bei den auf der Abszisse angegebenen Vokalen, gesprochen von Nichtsängern und gesungen von vier Sängern (gestrichelte und durchgezogene Linien). Zweiter und dritter Formant der vorderen Vokale liegen bei gesungenen Vokalen tiefer. Der fünfte Formant beim Singen liegt tiefer als der vierte Formant bei gesprochenen Vokalen (nach Sundberg, 1974)

„Auch ohne emotionale Einflüsse kommt es beim „Kehlig-Singen“ zu solchen Einengungen, die sich durch stärkere Wölbungen des Zungengrundes, durch Verengungen im Mundrachen und durch Hochstellung des Kehlkopfes verstärken. Dabei tritt eine „Rückverlagerung“ des Stimmklanges im Sinne des „Knödelns“ ein (Annäherung des Zungengrundes an die Pharynxrückwand, d. Verf.). Diese unangenehme Stimmgebung verarmt an Obertönen, kann jedoch nach Ansicht des deutschen Stimmarztes G. Kittel (1985/1986) das Singen besonders hoher Töne erleichtern.“⁴⁵

Andererseits ist aus den Spektralbildern der 4., 5. und 8. Untersuchung im 6., 7. und 10. Abschnitt ersichtlich, daß es sich um eine Vielzahl bereits dargelegter Verhaltensmuster der zweiten und dritten Vp. der Gruppe von Baßstimmen handelt und der Zungenkörper beziehungsweise Zungengrund „als falscher (unphysiologischer) Opponent für irgendwelche schlecht innervierten Kehlmuskeln (Aufhängemechanismus) mißbraucht werden muß“⁴⁶, um den Larynx aktiv nach unten zu drücken. Näher analysiert wird die Vorder- und Mittelzunge unter Beteiligung des *Griffelfortsatz-Zungenbein-Muskel (M. styloglossus)* (Abb. 105) durch den *M. hyoglossus* ganz nach dem Zungengrunde zurückgezogen. Infolge Verengung im Mesopharynx kommt es nach Ansicht des Autors augenblicklich zur Abwehrreaktion, wobei die Zungenmasse den Zungengrund und damit den Larynx tief drückt, Klangprodukt ist nach Ansicht von Stimmexperten (P. Lohmann ¹1938, ²1964, D. Cvejić 1983/1984) der sogenannte „dunkle Knödel“. Jene zur symptomatischen Disposition stehende gaumige Stimmgebung wird in Tabelle 3 diskutiert.

Aus den Ergebnissen der 4. und 5. Untersuchung im 6. und 7. Abschnitt wird auch ersichtlich, daß mit dem verminderten ermittelten Meßdaten des grundfrequenzverstärkenden

tiefen Sängerformanten F_1 um 400 Hz (4. Untersuchung) und um 400 Hz bis 450 Hz (5. Untersuchung) beim 1. Baß zur vergleichsweise zweiten und dritten Vp. jene bedeutsamen Merkmale vorliegen, die der Stimme *Wärme, Weicheit, Volumen* und *eine abgerundete Form* verleihen. Das ist für die Vokalartikulation und Entstehung der vokalischen Klangfarbe sehr wichtig und beweist eine fundierte Stimmgesundheit dieses qualitativen Basses. Der untere Gesangsformant (F_1) liegt im Frequenzbereich des ersten Sprachformanten (F_1) von [o:] oder [e:] (Abb. 106) und ist analog oben genannter Merkmale - „wie auch Goldhan nachwies - relativ schwer auszumachen.“⁴⁷ Dies kann bestätigt werden und überdies seine schmale Bandbreite. Der Stimmwissenschaftler W. Goldhan berichtet (³2001), daß dieser Sängerformant „leider weniger erforscht ist als der obere. Das liegt vor allem an der Schwierigkeit, ihn aus dem Gesamtklang akustisch herauszufiltern, da sein Frequenzbereich der gleiche ist wie für die ersten Sprachformanten der Vokale [e] und [o]. Auch kann angenommen werden, daß er, vergleichbar mit der Lage des oberen Gesangsformanten, mit den unterschiedlichen Stimmgattungen variiert.“⁴⁸

„Von der Stimmwissenschaft wird selbstverständlich in keiner Weise bestritten, daß die starken und hohen Schwingungen des Kehlkopfes und der Stimmlippen, vereint mit denen des Schalles, sich auch auf die Körperpartien übertragen, aber sie werden durch die weiche und seröse Beschaffenheit der Gewebe so kräftig gedämpft, daß sie nur noch als subjektive Empfindungen gewertet werden können.“⁴⁹ Dies zeigen die von W. Trendelenburg (1942) aufgenommenen Oszillogramme (Abb. 123). Von einer Baßstimme wurde der Ton A (= 110 Hz) gesungen. Aus den Oszillogrammen „geht einwandfrei und deutlich hervor, daß die den Stimm„glanz“ erzeugenden höheren Frequenzen, die Obertöne, die der Luftschall enthält und dem Ohr übermittelt, nur vor der Mundöffnung und an der Kehlkopfwand mit deutlicher Amplitude enthalten sind.“⁵⁰ Doch beginnen sie schon an der Backe zu schwinden. Mit zunehmender Entfernung vom Kehlkopf „blieb an der Brustwand und am Schädeldach fast nur noch die Grundschiwingung übrig (s. 4. Untersuchung/1. Baß/Ton E = 82 Hz, d. Verf.). Für die Resonanz des Anblaseorgans kommen nur die Luftröhre und die Bronchien in Frage. Die *Lungenbläschen (Alveolen)* sind mit den *Bronchien* durch sehr enge Röhren verbunden, die den Schall nicht mehr durchlassen (W. Trendelenburg, 1942). Der Grund für das starke Mitschwingen der Brust (Stimmfremitus bei tiefer Tonlage) liegt also in der tiefen Lage der Resonanz (Eigenfrequenz der Luft des Luftröhrensystems und der Brustwand). Dieses Mitschwingen der Brust hat bekanntlich zur Bezeichnung „Bruststimme“ Anlaß gegeben.“⁵¹

Diagnostiziert man bei Anhören der Gesangsaufnahme den Stimmklang der 2. Alt-Mezzo-stimme, so wird im Zusammenhang mit den spektralen Analysen aller Untersuchungen deutlich, daß eine Vielzahl von Fehlfunktionen zu markanten Ergebnissen geführt hat. Zeigt sich demnach, daß „jeder Überdruck auf die Stimmlippen deren elastische Vibration beeinträchtigt und zum Pressen führt, wobei das Vibrato immer schwächer, der Ton immer steifer wird (s. 9. Untersuchung im 11. Abschnitt), dem Schrei näher kommt“⁵² „und auf der Steifheit der Bauch- und Brustmuskulatur beruhen kann“⁵³ (vermehrter [vergrößerter] Trachealzug). Hierbei kommt es zum Anpressen der *Taschenbänder* (Abb. 85), *d. h. durch die Ligg. vestibulares*

bedingten Taschenfalten (Plicae vestibulares [„falsche Stimmlippen“]) an die Stimmlippen. So wird uns die Diagnose klarer, wenn ein Strömungsglottogramm, das durch Lautstärkeveränderungen oder Phonationsmodi (links bzw. rechts) und Adduktionskraftänderungen (rechts) beeinflusst wird, gefertigt wird. Die Abb. 111 veranschaulicht das. Im oben genannten Falle wird der Ton bei hoher Adduktionskraft d. h. „Preßphonation“ phoniert, welche als solche Phonationsform „durch einen hohen subglottischen Druck und einen geringen transglottischen Luftstrom bzw. durch einen hohen glottischen Widerstand gekennzeichnet ist.“⁵⁴

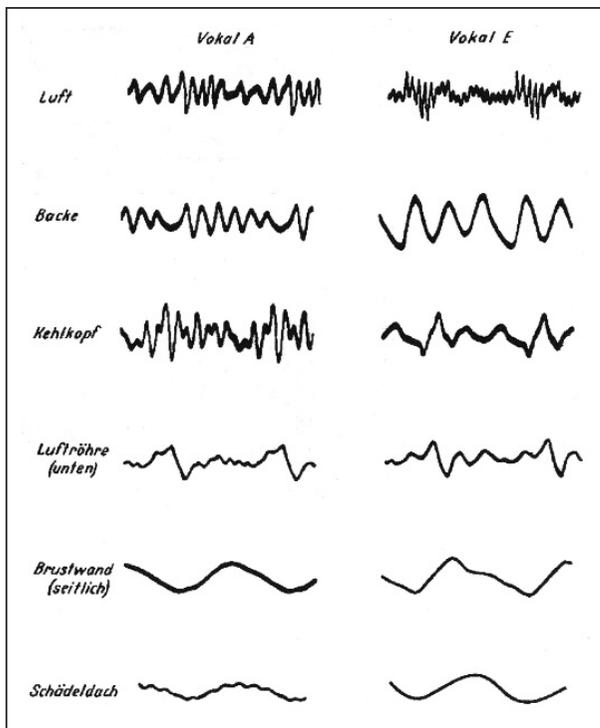


Abb. 123: Luftschall und Körperwandschwingungen beim Singen der Vokale [a] und [e]; (Baß). Tonhöhe A (110 Hz) (nach W. Trendelenburg, 1942 aus P.-M. Fischer, 1993)

Der deutsche Stimmphysiologe K. Hartlieb bemerkt (1952), „daß die Beobachtung des rhythmischen Atemstoßes beim Sänger auch zum Begriff der Stütze führt. „Jeder auf dem rhythmischen Atem schwingende Ton ist gestützt“ (K. Hartlieb). Sobald aber - was für die Stimmen mit labilem Vibrato typisch ist - die nicht automatisch und ebenmäßig verlaufende Bewegung von Zwerchfell und Glottis schwankt oder aussetzt, verliert der Ton die Stütze. Er wird „gerade“ oder „bricht ab“. Die Stütze ist nach K. Hartlieb weniger eine konstante Spannung der Bauchmuskulatur als vielmehr *der aus dem Zwerchfell federnde Atem*, der sich im Vibrato auswirkt und damit eine außerordentliche Bedeutung für die Qualität der Klangbildung hat.“⁵⁵

Erfolgt bezüglich des Vibratos anhand eines ebenmäßigen wellenförmigen Verlaufs eine periodische nahezu sinusförmige „Tonhöhen- und Lautstärkemonulation mit einer Modulationsfrequenz von 4-7 Hz (Sjöström 1948; Winckel 1953; Pommez 1962), welche durch eine rhythmische Aktivitätsschwankung der Phonationsmuskulatur, insbesondere der inneren

Kehlkopfmuskeln entsteht“⁵⁶, so kommt es hier nicht zu einer regelmäßigen Schwingung, die der Phonationsfrequenz entspricht bzw. eine kontinuierliche Pulsation aufweist. Folglich wird „bei Preßphonation die Glottogramm-Amplitude kleiner, die Schlußphase ist länger, der subglottische Druck ist hoch, der Schallpegel ist niedrig und die Glottisöffnungsfläche ist klein.“⁵⁷

Von Bedeutung ist der transglottische Luftstrom, der, so sei erinnert, mit der Wellenform des Luftstroms durch die Glottis erste Informationen über den Primärschall liefert (Abb. 31 [u. 21]), den Grad der Adduktionsaktivität widerspiegelt und mit dem Spektrum des Primärschalls eng verbunden ist. Beide beschreiben auf verschiedene Art den Schall. Die *Wellenform*, auch als das durch die Inversfilterung erhaltene - *Strömungsglottogramm* bezeichnet, „resultiert aus der Tatsache, daß der von den Lungen kommende Luftstrom durch die schwingenden Stimmlippen in eine Folge von Luftpulsen zerlegt wird und die Summe der den Schall bildenden Sinuswellen darstellt. Das *Primärschallspektrum* beschreibt nur einen bestimmten Aspekt des Primärschalls, nämlich seine Teiltonzusammensetzung. Dem Spektrum können wir entnehmen, welche Frequenzen Teiltöne des Signals sind und wie stark diese Komponenten sind. Die Beziehung zwischen Spektrum und Wellenform ist daher auf folgende einfache Art und Weise herzustellen: Die Sinuskurven aller Teiltöne des Spektrums werden mit ihren entsprechenden Amplituden aufsummiert. Damit erhält man eine Wellenform, die diesem Spektrum entspricht. Bezüglich der Relationen zwischen Spektrum und Wellenform kann daraus folgende Faustregel abgeleitet werden: Je glatter und sinusähnlicher die Wellenform, desto leiser die hohen Teiltöne, beziehungsweise je diskontinuierlicher die Änderungen in den Wellenzügen, desto stärker die hohen Teiltöne im Spektrum.“⁵⁸

Als Beispiele lassen sich die Spektralbilder des 7. (1. Baß), 2., 4., 12. (3. Alt), 13. u. 14. Abschnitts (3. Bariton) finden und zeigen die bestehende enge Korrelation zwischen dem Spektrum und der Wellenform eines Signals. In eindrucksvoller Weise zeigen beispielsweise die Sonagramme des 2. und 4. Abschnitts, wie die periodischen nahezu sinusförmigen Modulationen der Phonationsfrequenzen die hier ausgeprägt pulsatorisch in den Obertönen steigen und fallen und damit als Charakteristikum gut trainierter Sängerstimmen aufzufassen sind. „Die Regularität der Modulation wird als Zeichen sängerischer Perfektion betrachtet. Je regelmäßiger das Vibrato, desto technisch perfekter ist der Sänger.“⁵⁹

Zu den oben erläuterten Darlegungen muß bei genauerer Betrachtung gesagt werden, „daß das gleiche Spektrum zu verschiedenen Wellenformen gehören kann. Die Abb. 111 verdeutlicht das. Der Grund dafür ist, daß das Resultat der Summation der Wellenzüge von den Phasenbeziehungen zwischen den Sinuskurven abhängt (das heißt von ihrer Synchronisation).“⁶⁰ Abb. 124 zeigt in einer schematischen Darstellung eines Strömungsglottogramms, das Offen- und Schlußphase von annähernd gleicher Dauer sind.

Der schwedische Stimmwissenschaftler Sundberg betont (1997), „daß die Beziehung zwischen Wellenform und dem Spektrum des Primärschalls lange Zeit ungeklärt war. Eine Reihe von Meßgrößen zur Beschreibung des Strömungsglottogramms wurde vorgeschlagen, wie zum Beispiel Offenquotient (Öffnungsquotient), Geschwindigkeitsquotient, Arbeitszyklus und andere.“⁶¹

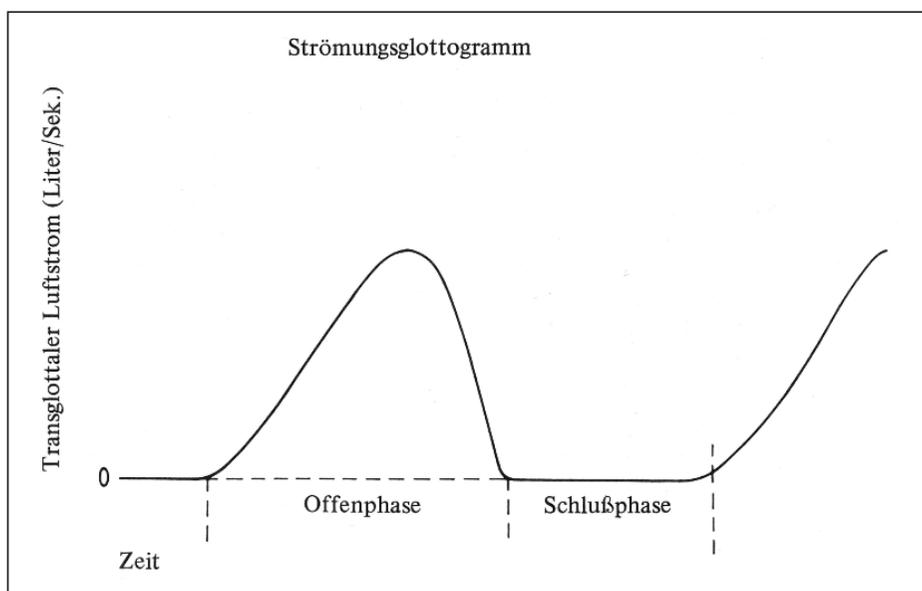


Abb. 124: Schematisierte Darstellung eines Strömungsglottogramms (nach Sundberg, 1997)

Anstatt die Zeit, in der die Glottis durchgehend offen ist, ins Verhältnis zur Gesamtdauer des Bewegungszyklus zu setzen, wurde oft auch das Verhältnis von Öffnungszeit zu Verschlusszeit angegeben und *Öffnungsquotient* (*ÖQ*) genannt, wobei „es bisher *nicht* zu zeigen gelang, daß jener irgendeine akustische- oder Timbrerelevanz besitzt.“⁶²

Es ist kein Qualitätszeichen des 2. Alt, wenn in der Gesamtneigung zur Unterbetonung der körperlichen Spannung und folglich zu geringer Spannungsfähigkeit im Ansatzrohr die Velumschlaffheit (Zutiefstellen des Kehlkopfes mit Hilfe einer Zungengrundmanipulation) und Überbetonung der dunkleren tieferen Resonanzen mit einem bei Frauenstimmen weniger hörbar „dunklen Knödelklang“ nur eines der Symptome darstellt. „Zeigen sich erstens durch charakteristisches Näseln, das als eine verfehlte Resonanzeinstellung gedeutet werden kann und zweitens durch eine besondere Art von schwacher Konsonantierung verbunden mit einer eigentümlichen Dumpfheit und Metallosigkeit und mit übertriebenem Luftverbrauch beziehungsweise Luftgeräusche als typischer Beiklang, so sind die Folgen überluftetes Crescendo, Verlust des Klangkerns, Verkleinerung des Stimmvolumens und Überanstrengung des Organs durch unverhältnismäßig großen Luftanstrom, der vergeblich im Stimmband-schluß nach Halt sucht und die nicht energisch geschlossenen Stimmlippen zu ihrem Nachteil erschüttert. Der Sänger hat dann das Gefühl, die „Macht über den Atem“ verloren zu haben“⁶³ (2., 3., 4., 11. u. 12. Abschnitt). Solche Phonationsform ist durch einen „sehr geringen glottischen Widerstand gekennzeichnet, der Luftverbrauch wächst und die Phonation wird „behaucht““⁶⁴, sie ist „nicht tragend, nicht klingend, schwächer, unfähig der *Messa di voce*.“⁶⁵

Unter dem Aspekt „einer Hauchphonation und mehr noch bei stimmhaftem Flüstern wird kein Glottisschluß erreicht; damit geht der Luftstrom nie bis auf Null, Druck und Schallpegel

sind niedrig und die Glottisöffnungsfläche ist sehr groß.⁶⁶ Die Abb. 111 verdeutlicht das. Nähere Einzelheiten über Besonderheiten des Flüsterns wurden bereits auf Seite 110 expliziert.

Auch der 1. Alt singt mit überluffeter Stimme, was durch Kernlosigkeit charakterisiert ist. Die Widerspiegelung kann im Spektrum abgelesen werden. Entweder äußert sich dies zum Beispiel im gestörten Luft- und Klangmischungsverhältnis, was zur Mittelstimmisolierung führt (2. Abschnitt), im Ton, der fast nicht mehr gehalten werden konnte (4. Abschnitt) (auch 2. Alt) oder durch den deutlichen Energiezuwachs (12. Abschnitt).

Überhaupt führt der Ausfall der Randstimmfunktion (Kopfstimmfunktion) infolge mangelhafter Atemfunktion zur Isolierung der anderen Register, was einer ungedeckten Stimmformung gleichkommt. Verfolgen wir den Untersuchungsbericht auf Seite 123, so haben wir „einen qualitativen Stimmfehler, der auf eine falsche Gesangstechnik beruht. Stimmphysiologisch betont Lacina (1982), daß die Stimmabschwächung in den verschiedensten Pneumo-Phono-Resonanzsystemen lokalisiert sein kann, einmal durch ungenügenden Anschluß des Brustregisters an das Mittelregister, zum anderen durch ungenügendes Appoggio, wobei die schwachen hohen Töne ihre Ursache im falschen Tondecken haben.“⁶⁷ Der Phonetiker O. von Essen (1951) „bestimmt die Durchschlagskraft und Tragbarkeit der Stimme ganz einfach durch die Intensität des Maskierungsgeräusches.“⁶⁸

Gelingt es nicht, wie im Falle der interpretierten Koloraturpassage des 2. Alt, die ausgeprägte Registerfehlleistung zwischen h und f^1 - „Iro (1961) verwendete die Bezeichnung „Registerdivergenz“⁶⁹ -, welche durch Frequenzunterbrechung charakterisiert ist, abzubauen, so entsteht durch die stimmliche Fehlfunktion schließlich die chronische Form. „Die Registerdivergenz schafft für die Altstimme gerade in jener Zone die schwierigsten Probleme, wo der Komponist von ihr den stärksten Ausdruck verlangt. Je höher nun die Bruststimme über ihre gesetzmäßige Grenze hinaufgezogen wird, desto schwächer fällt die darauffolgende Mittelstimme ab. Die Übergangsgrenze tritt nun sehr individuell in Erscheinung. Manche Altstimmen, besonders aber Mezzo zeigen schon beim h Verlangen in die Mittelstimme einzutreten, ihr c^1 klingt in Bruststimme hochgeschraubt, überspannt. In anderen Fällen wird sich die Bruststimme noch bis d^1 in angenehmem Klangcharakter behaupten. Es¹ aber soll unbedingt, auch beim Kontra-Alt mit Mittelstimme genommen werden.“⁷⁰

Aus dem, was wir im VI. Kapitel auf Seite 106 ausführten, „drängt sich die Erkenntnis auf, so die schwedische Stimmbildnerin V. Werbeck-Svärdström (51994), daß das rechte Stimmband gleichsam in drei voneinander verschieden schwingende „Gebiete“ eingeteilt ist (wodurch zum Beispiel das Falsett entsteht), das linke dagegen nur in zwei. Die beiden Stimmbänder stehen also in einem Schwingungsverhältnis zu einander wie 3:2 (Abb. 125). Und so heißt es weiter, daß sich das linke Stimmband willkürlich ein- und ausschalten läßt. Wenn man das linke Stimmband beim Singen mit einschaltet, hebt sich die Tonhöhe etwas, weil es eben zarter, „dünner“ ist. Es wirkt wie die dünnere Saite auf dem Streichinstrument tonerhöhend. Diese drei „Gebiete“ haben sich in bezug auf ihre Schwingungstendenzen erst in unserer Zeit entwickelt, in alten Zeiten war das anders - so daß eine Art Trennung und

„Übergänge“ entstanden sind. Welcher Sänger kennt nicht die gefürchteten Übergänge von der sogenannten Bruststimme zu den Tönen der Mittellage und von diesen zu den Kopftönen! Die Schwingungen der drei Gebiete gehen nicht mehr so organisch flüssig ineinander über, wie das in früheren Zeiten durchaus der Fall war. So können wir auch an der Mundszunge in bezug auf die Art, wie sie sich bewegt und die Sprachformen bildet, eine ähnliche Dreigliedertheit im kleinen erkennen. *Man hat also in der Mundszunge ebenfalls einen Hinweis auf den ganzen Menschen vor sich.*⁷¹ Auf Seite 100 und 168 wurde bereits zu letzterem Sachverhalt beigetragen.

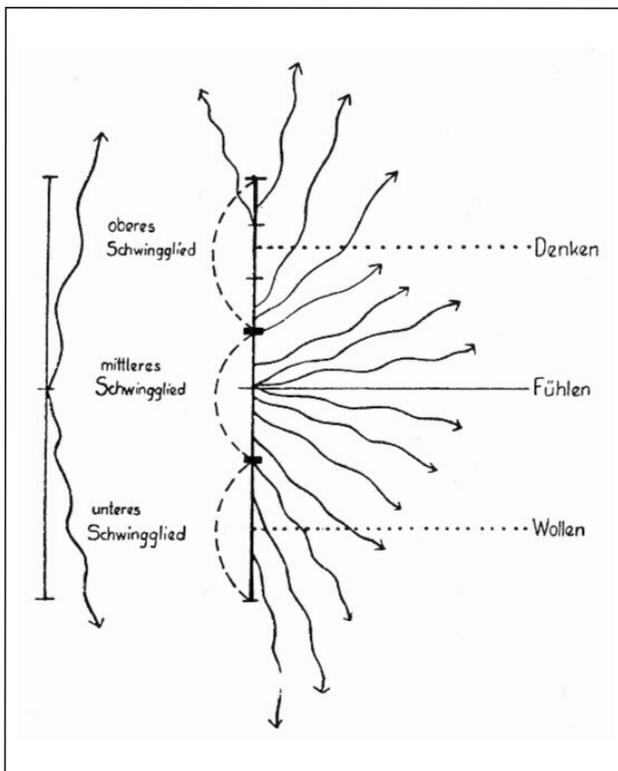


Abb. 125: Schematische Darstellung einer intimen Beobachtung drei voneinander getrennt schwingener Zentren der rechten Stimmlippe. Das obere Schwingglied sendet seine Schwingungen alle in die Richtung nach oben. Beim mittleren Gebiet dagegen schwingt die eine Hälfte nach oben, die andere Hälfte nach unten, und aus dem dritten Gebiete strömen alle Schwingungen nach unten.

Weiter zeigt sich, fußend auf einer im Jahre 1913 begründeten Weltanschauungslehre Rudolf Steiners (1861-1925), in einer philosophisch-anthroposophischen Betrachtungsweise, daß diese drei verschiedenen schwingenden Teile der rechten Stimmlippe in einem inneren Verhältnis zum ganzen Menschen stehen, insofern er ein Gedanken-, Gefühls- und Willenswesen ist - man kann auch sagen, insofern er ein Kopf-, Brust- und Gliedmaßenmensch ist, und zwar steht das oberste Schwing-Gebiet der rechten Stimmlippe in Beziehung zu dem Menschen als Gedankenwesen, das mittlere Gebiet zu dem Menschen als Gefühlswesen und das unterste zu dem Menschen als Willenswesen (nach Werbeck-Svärdström, ⁵1994 [modifiziert])

Es dürfte von gesangswissenschaftlichem Interesse sein, daß die oben genannten Erkenntnisse Parallelen zur Verteilung der Körpervibrationen aufweisen, wobei die linke Brustseite entsprechend anatomischer Gegebenheiten weniger vibriert. Auf Seite 62 wurde hierauf eingegangen.

„Jede einseitige Betonung der tiefen Resonanzen ist falsch und hat schwere Fehler im Gefolge.“⁷² Überbetonung der dunklen tieferen Resonanzen kann zu Dumpfheit (s. Kap. VII, 2 u. 12/2. Alt), Hohlheit (s. Kap. VII, 6/2. Baß), Überluftung (s. Kap. VII, 2 u. 12 [„Teiltonloch“]/2. Alt, 10/3. Baß), Kernlosigkeit (s. Kap. VII, 3, 4 u. 11/2. Alt, (auch 2. Bariton), 6/2. Baß u. 10/3. Baß) wie zu dicker Tongebung (s. Kap. VII, 9 u. 10/3. Baß) und falschem Bruststimmgebrauch (s. Kap. VII, 2 u. 4/2. Alt) führen. Denn wie bereits erwähnt, löst die einseitige

Einstellung auf die tiefen Resonanzen in den Registern eine Einstellung aus, die das Balanceverhältnis zugunsten der Masse zerstört.

Ebenso ist, wie dies die erste Alt-Mezzostimme praktiziert, „jede einseitige Betonung der hohen Resonanzen falsch und hat schwere Fehler im Gefolge. Überbetonung der hohen vorderen Resonanzen kann Überhelligkeit, Grellheit, Schärfe, Verengung sowie Mittelstimmisolation nach sich ziehen“⁷³ (s. Kap. VII, (2), 3, 4, 11 u. 12 und die unter Abb. 22 ausgeführten Ergänzungen). „Denn: die einseitige Einstellung auf die hohen Resonanzen löst eben in den Registern eine Einstellung aus, die das Balanceverhältnis zwischen Masse und Spannung zugunsten der Spannung zerstört.“⁷⁴

Der tschechische Phoniater und Stimmforscher O. Lacina bemerkt (1982), „daß die scharfe Stimme oder der scharfe Ton weitere Forschungen erfordern werden. Es gibt seiner Meinung nach keine genaue Grenze des Übergangs zwischen durchschlagender Stimme, der Stimme mit überanstrengter „Spitze“ und der Stimme, die scharf, blechartig, schneidend singt. Die scharfe Stimme und der scharfe Ton werden ohne Zweifel auch durch fehlenden Farbenreichtum charakterisiert. Deshalb ist anzunehmen, daß der scharfe Ton durch übertriebene Verengung des Ansatzrohres entsteht“⁷⁵ - was anhand von Befunden bestätigt werden kann-, überdies eine hohe Larynxposition mit Glottisschlußfestigkeit aufweist und assoziiert ist mit einem bei Frauenstimmen weniger hörbar „hellen Knödelklang“.

„In der Überbetonung der i-Tendenz, in der einseitigen Forderung der lächelnden Mundstellung, in der bevorzugten Anwendung der hellen Resonanzen und des Vordersitzes und demzufolge in der Vernachlässigung des „Körperklanges“ haben wir eine sehr häufige Ursache für das gleichsam angeübte Zuhochstellen des Kehlkopfes zu suchen.“⁷⁶ Im 2. Abschnitt des VII. Kapitels wurde hierauf eingegangen.

Kehren wir bezüglich der Trichterwirkung zu den Erläuterungen zurück, welche wir im 11. Abschnitt des VII. Kapitels auf Seite 224 ausführten, „so ist hierbei von größtem Einfluß die vorgeschobene - aber muskulär nicht verspannte - Lippenform, welche die Mundwinkel heranzieht, durch Abduzieren der Ober- und Unterlippe den Schalltrichter verlängert und damit jeden scharfen oder gar plärrenden Charakter des Klangproduktes unterbindet.“⁷⁷

„Nur die wenigsten Gesangsinstrumente haben von Natur aus keine bestimmbare Tendenz nach den ausgesprochenen Färbungen hell oder dunkel hin. Die glücklichen Stimmen sind sehr selten, die das Helldunkel ausbalanciert schon in sich tragen.“⁷⁸

Versteht man unter subjektiven Vibrationen eine klangliche Ausnutzung, die das „Nasale“ über dem Velum nicht als Besonderheit in die Klangzusammensetzung hörbar macht, so wird hier entweder bei schlaffer beziehungsweise träger Haltung (Zutiefstellen des Kehlkopfes) der vermehrte Teil und bei straffer beziehungsweise steifer Haltung (Zuhochstellen des Kehlkopfes) der verminderte Teil der Luftzufuhr über diesen Weg umgeleitet.

Anderenteils ist „die Variabilität des Stimmklanges wesentlich von der Beweglichkeit und Flexibilität sowie vom Tonus des weichen Gaumens abhängig.

Wenn der weiche Gaumen steif ist, wird die Stimme monoton sein, weil eine der Aufgaben des weichen Gaumens ist, auf die wechselnden Tonhöhen mit winzigen Veränderungen

im Muskeltonus zu reagieren, die ihn fast unsichtbar heben und senken. Wenn der weiche Gaumen träge ist, hängt er im hinteren Mundraum durch wie ein schwerer Vorhang, der die Vibrationen schluckt und dämpft. Unter solchen Bedingungen ist es für den Ton schwer, klar durch die Mundhöhle zu wandern. Ein Teil wird am Durchgang festgehalten und der andere Teil wird durch die Nase umgeleitet. Nasalität kommt meist von einem trägen, schlaffen weichen Gaumen.“⁷⁹

Letzteres steht in Bezug zur 4., 5. und 8. Untersuchung im 6., 7. und 10. Abschnitt mit dem Ergebnis erreichter Energiekonzentrationen, die sich beim 2. und 3. Baß aufgrund deutlich eingeschränkter Schallübertragungsfunktion zu den höher- und hochliegenden Formantebereichen hin verlagert haben, was eine Elimination der Obertöne höherer Teilfrequenzen entbehrt.

Gibt also der Gaumensegelspanner *M. tensor veli palatini*, (Abb. 95 u. 96), welcher horizontal in die bewegliche Muskelplatte des weichen Gaumens einstrahlt und das Ostium der *Tuba auditiva* öffnet, - was dem Beginn eines Gähngefühls gleicht -, die Luftpassage zwischen Meso- und Epipharynx hinter dem *Velum palatinum* (Abb. 85 u. 131), nicht differenziert frei, so kann keine freischwebende Form des Vokals entstehen. „Begünstigt wird die gewünschte Gaumensegelstellung durch die Vorstellung des inneren breiten Lächelns, das über der Oberlippe mit der Nase als Mittelpunkt einen spannungsvollen Zug zu den Ohren hin ausführt. In der Gesangspädagogik ist dieses Gefühl der Öffnung des Nasenrachenraumes unter dem Namen „Breitspannung“ geläufig. Eine ideale sängerische Einstellung des Ansatzrohres liegt in der Verbindung von freudiger Breitspannung und elastischem Tiefgriff als Öffnung der Kehle.“⁸⁰

Obwohl es sich bei der dritten und ersten Vp. der Gruppen von Alt-Mezzo- und Baßstimmen um resonanzreiche Stimmen handelt, muß aber auch betont werden, daß vorliegende Befunde der 3., 6., 7., 9. und 10. Untersuchung im 4., 8., 9., 11. und 12. Abschnitt *keine* Clusterung im Trägerfrequenzbereich aufweisen.

Die Stimmediziner Seidner et al. (1982) berichten, daß „für den Sängerformantbereich sowohl eine Vokalabhängigkeit, die bei den tiefen Männerstimmen stärker hervortritt als auch eine Tonhöhenabhängigkeit unterschiedlicher Tendenz besteht. Die Ergebnisse zahlreicher Spektraluntersuchungen bestätigen das.“⁸¹ Andererseits gibt es für Sundberg (1997) „gute Gründe anzunehmen, daß der in Abb. 122 bei allen Vokalen diskutierte Extraformant im Bereich um 3 kHz identisch ist mit der nötigen Clusterung jenem Formanten der Modellversuche (Sundberg, 1974, Childers et al., 1983), der eine starke Abhängigkeit von den inneren Kehlkopfdimensionen offenbarte.“⁸² Hierzu verweisen wir auf die ausführliche Darstellung der 13. Untersuchung im 15. Abschnitt, welche für die Auswertung der Spektrogramme zur gelungenen Clusterbildung der hohen Sängerformanten relevant ist.

Bei Betrachtung vorliegender Befunde der 6. Untersuchung im 8. Abschnitt (1. Baß) kann trotz gedeckter Stimmformung und dennoch fehlender Klangfeldverschmelzung des F₃ und F₄ aber übereinstimmend mit der Abb. 122 bestätigt werden, daß die mit der Larynxsenkung verbundene Erweiterung des Ventrikels mit der Senkung der für den vierten Formanten ty-

pischen Frequenz von 3,5 kHz auf 2,8 kHz einhergeht. Hier bestätigt sich die Winckel'sche These (1952), daß bei einer geschulten Baßstimme zur vergleichsweise weniger trainierten Stimme „nicht die Vergrößerung der Teiltonzahl, sondern ihre Beschränkung auf das richtige Maß zu den Charakteristika der guten Singstimme gehört.“⁸³ Die unter Abb. 22 ausgeführten Ergänzungen erläutern das. Demnach wird deutlich, „daß bei Verringerung des Frequenzabstandes zwischen zwei Formanten (F₃ und F₄) die Schallübertragungsfähigkeit des Ansatzrohres in unmittelbarer Nähe der Formantfrequenzen und auch zwischen diesen beiden Formantfrequenzen zunimmt.“⁸⁴

„Die zu große Zahl von Teiltönen ist der Grund, warum Bässe oft so rauh klingen, da ja die höheren Teiltöne als Dissonanzen zum Grundton (welcher nach neuesten Stimmforschungen im Spektralbild schwächer ausgeprägt ist, d. Verf.) auftreten. Der Wohlklang der Stimme beruht auf einer Beschränkung der Teiltöne, die auch vom Baß erreicht werden kann“⁸⁵ oder, anders gesagt, „durch die Elimination der Obertöne höherer Frequenzen zu einem reineren Gesamtton beiträgt und den Gesangsformanten noch deutlicher in Erscheinung treten läßt.“⁸⁶ In diesem Zusammenhang läßt sich der für die 8. Untersuchung im 10. Abschnitt ermittelte Frequenzwert des F₄ um 2700 Hz, welcher durch Clusterung mit dem dritten Formanten um 1750 Hz in Erscheinung tritt, nahezu übereinstimmend auch in der Abb. 122 finden.

Betreffs fehlender Klangfeldverschmelzung der vierten Silbe des gesungenen Wortes „Vivificantem“ (8. Abschnitt) ist die erste Vp. der Gruppe von Baßstimmen durch artikulatorische Einstellung mithin einer minimalen Modifikation des Ansatzrohres in der Lage dennoch den auditiven Effekt zu erreichen (Abb. 93 b, 98, 108 b u. 127 b).

Infolge stimmbildnerischer Praxis und Gesangsforschung durch R. Faltin (1999) sind hier in hoher Stimmtonlage (S. 149 u. 199) im Vergleich zur tiefen Lage (S. 168) und/oder beim Übergang von der tiefen zur hohen Lage in Passaggiolage (S. 131 u. 219) die Gaumenbögen schlank und dünn nach oben geformt. Gesangsphysiologisch detaillierte Beschreibungen mit dazugehörigen äußerst interessanten Abbildungen (zum Teil farbig) befinden sich hierzu bei der oben genannten Autorin auf Seite 26-37, in: Singen lernen? Aber logisch. Von der Technik des klassischen Gesanges (1999)⁸⁷.

Fällt dabei „der Unterkiefer führungslos herab, so ist er niemals locker und richtig funktionierend, sondern schlaff, nicht selten sogar schlotternd. Gesangsphysiologisch sind diese Fakten begründbar, indem sich bei eklatanter Unterkieferbewegung (was eine vorübergehende Stilllegung desselben beim Tonansetzen nicht ausschließt) nach Ausschaltung häufiger Kaubewegung als Hilfsmuskulatur infolge verkümmertener öffnender Aktivität am weichen Gaumen eine allmähliche Eröffnung der hohen Kopfräume und richtige Ansatzfähigkeit einstellt. Der Unterkiefer wird dann durch entsprechende technische Übungen in ein übergeordnetes Spannungssystem eingliedert und agiert nicht mehr ohne Führung durch die in der oberen Kopfhälfte gelegene, hinaufspannende sowie durch die herunterspannende Kiefer- und Nackenmuskulatur.“⁸⁸

Aus dem, was wir im V. VII. und VIII. Kapitel auf Seite 84, 156, 159, 168, 219, 287 und

297 über den hohen (kopfigen) Ansatz („Hochgriff“) beziehungsweise Öffnung des Nasaltrakts ausführten, kommt die Gesangspädagogin E. Sittner (1968) zu einer ähnlichen stimm-bildnerischen Aussage, wenn sie, obwohl wissenschaftlich nicht belegbar und zu subjektiver Empfindung greifend, schreibt: „In der Vorstellung des Sängers endet der oberste Teil des Ansatzrohres in einer in starker Spannung schräg zum Hinterkopf errichteten Bogenform, die mit zunehmender Tonhöhe immer schmaler und spitzer wird. Dieses Bogengefühl, im Ansatzgefühl großer Sänger existent, wird sehr hoch lokalisiert wahrgenommen, kann also nicht durch die Wölbung der Gaumenbögen allein erklärt werden. Der Kehlkopf ist hierbei von jeglicher falschen Mithilfe ausgeschaltet.“⁸⁹

Kehren wir in diesem Sinne zu den Ergebnissen der 6. Untersuchung zurück, so hat sich musikhistorisch bereits J. S. Bach (1685-1750) „in der taufrischen, lebendig dahinflutenden Musik des Et in spiritum sanctum durch das Wort „vivificantem“ begeistern lassen; er stellt den Geist als den „der da lebendig macht“ dar“⁹⁰ (Notenbeispiel 13).



Notenbeispiel 13: J. S. Bach: „Messe h-moll“ für Soli, Chor, Orchester und Orgel BWV 232, Orchester-Part der Baß-Aria Nr. 18 (Ausschnitt), Leipzig 1738/1739, (nach Schweitzer, 1958)

Bei aller Schönheit der Baßaria „Et in spiritum sanctum Dominum“ (Credo), aber gesangs-technisch-artikulatorischer Erschwernis der vierten Silbe auf der Tonhöhe e¹ im F-Schlüssel, müssen wir dennoch davon ausgehen, daß durch Unterbrechung des der 3. Artikulationszone zugehörigen vorangestellten stimmlosen velar-postdorsalen Explosivlautes [k] (Tabelle 5) (lat. [c]) der freiströmende Luftstrom infolge eines Verschlusses zwischen Zungenrücken und hinterem Teil des harten Gaumens gebremst wird, was sogleich die Einstellungsnotwendigkeiten für den nachfolgenden Vokal bestimmt. Dazu weist Goldhan (³2001) ohne Literaturangabe auf eine lautgenetische und akustische Erklärung hin, die F.-W. Oeken bündig formuliert hat: „So fällt das [a] verschieden aus, wenn ein [p], [t] oder [k] vorangestellt ist, da sich die Zunge noch in der Stellung der Explosivlaute befindet, während die Vokalschwingungen den Mundresonator passieren. Dabei sollen die phonetischen Übergänge bei niedrigen Grundtonfrequenzen stärker hervortreten.“⁹¹ Zudem ist aber zuberücksichtigen, daß „falsch gelagerte Konsonanten auch die Vokalartikulation an falsche Stellen ziehen. Die Bildung eines zu weit rückwärts gelagerten [ç] (ich-Laut) oder [k] ist geeignet, jedem nachfolgenden Vokal eine falsche Richtung zu geben und damit die ganze Vokalisation zu weit nach rückwärts zu verlagern.“⁹² „Demnach beeinflusst nicht nur der Vokal, sondern auch der Konsonant im artikulatorischen Kontext die Amplitude der Sängerformanten. Eine Erklärung sei auch bei T. Shipp (1975) gegeben, der betont, „daß stimmhafte Konsonanten eine tiefere und stimmlose Konsonanten eine höhere Larynxposition bewirken.“⁹³ Hervorzuheben ist

auch, daß der Frikativ „nicht die Stimmhaftigkeit eines folgenden oder vorausgehenden Vokales annehmen und zum W tendieren darf, zum Beispiel fand - wand. seufzt - seuwzt, Würfel - Würwel usw.“⁹⁴

Genetisch bestimmen drei Phasen die Explosivae: „Bilden eines Verschlusses (*Implosion*), sein halten mit dem damit verbundenen Luftdruckanstieg hinter der Artikulationsstelle (*Plosion*) und plötzliches Lösen der Verschlusses (*Explosion*).“⁹⁵

Da in der deutschen Sprache gerade bei stimmlosen Explosivlauten Muskelspannung und intraoraler Druck hinter der Artikulationsstelle größer ist als bei stimmhaften Verschlusslauten, muß sich dies durch physiologische Einschaltung des M. geniohyoideus, welcher das Hyoid zwangsläufig in Richtung nach vorn oben zieht (Abb. 105), auf den nachfolgenden Vokal und dessen Teiltonstruktur negativ auswirken, so daß es gemäß Befund der 6. Untersuchung im 8. Abschnitt trotz gedeckter Stimmformung der ersten Vp. zu einer getrennten Bildung des dritten und vierten Sängermanenten gekommen ist. Mit diesem Vorgang entsteht keine koartikulatorische Präsenz.

Für die 9. Untersuchung (11. Abschnitt) könnte dies ebenfalls von Relevanz sein, wenn dem Y-Laut ein stimmloses [f] vorangestellt wird. Wird hier „der Luftstrom durch die Hemmstelle Unterlippe-obere Schneidezähne behindert, entsteht das Reibegeräusch des labiodentalen [f]“⁹⁶ (Tabelle 5). Die Ergebnisse oben genannter Untersuchung geben hierzu den Hinweis, daß unter der Berücksichtigung gesamter Symptomatik trotz vorangestelltem Strömungskonsonanten bei den beiden ersten Mezzostimmen der Glottiswiderstand, „der als das Verhältnis zwischen subglottischem Druck und transglottischem Luftstrom (Wellenform, S. 282) definiert wird“⁹⁷, inkonstant bleibt, obwohl durch jenen Konsonanten eine vorzügliche Zügelung der Ausatmung bzw. heilsame Konzentration der Atemspannung bewerkstelligt wird. Die klanglichen Energieverteilungen der Spektren verraten zudem, daß es zu einem falschen Gebrauch des stimmhaften Lateralengelautes [l] (Tabelle 5) zur vergleichsweise dritten Vp. gekommen ist, zumal dieser „deutsche Sprachlaut durch seinen „hellen“ i-haltigen Klang charakterisiert ist“⁹⁸ und „für die höhere Lage vieler Stimmen als Kändler des Kuppelklanges und als Zungenentspanner anzusehen ist.“⁹⁹ Zudem spricht, anders gesagt, das Resultat einer elektroakustischen Klanganalyse dafür, „daß das helle alveolar-koronal gebildete [l] Resonanzfelder mit dem i-Vokal gemeinsam hat.“¹⁰⁰ Bei Betrachtung der Befunde erklärt sich nun auch, warum bei der dritten Alt-Mezzostimme zur vergleichsweise ersten und zweiten Vp. derselben Gruppe die Schallübertragungsfähigkeit des Ansatzrohres in unmittelbarer Nähe der Formantfrequenzen zunimmt, was zwar zur Verringerung des Frequenzabstandes zwischen drei Formanten (F₃, F₄, F₅) geführt hat, aber nicht zu einer Clusterung.

Für die 7. Untersuchung (9. Abschnitt) sind die oben genannten Erläuterungen ebenfalls von Relevanz und erklären unter der Beeinflussung bestehender Vokal- und Tonhöhenabhängigkeit die hierdurch bei ausbleibender Klangfeldverschmelzung des Trägerfrequenzbereichs entstandenen ausgeprägten Teilfrequenzen des 1. Basses oberhalb des F₃.

Auch bei der 10. Untersuchung tritt keine Clusterung im Trägerfrequenzbereich hervor, was ebenfalls der Grund für die Vokal- und Tonhöhenabhängigkeit zu sein scheint.

Vergleicht man die Befunde des 2. und 3. Abschnitt der dritten Vp. der Gruppe von Alt-Mezzostimmen mit den Spektrogrammen des 1. Basses im 9. Abschnitt, so bestätigt sich, daß nach Arbeiten von Seidner et al. (1982) „der Sängerformantbereich bei den Männer- gegenüber den Frauenstimmen weniger breit ist.“¹⁰¹

Weitere Betrachtungen im Zusammenhang mit den spektralen Ergebnissen der 3. Untersuchung im 4. Abschnitt machen deutlich, daß vergleichsweise zu den beiden ersten Alt-Mezzostimmen von der studentischen dritten Vp. derselben Gruppe eine optimale Vokalqualität produziert wird. Dies zeigt sich an der durch die Grundfrequenz (F_0) eindeutig verstärkten Intensität der Frequenz des vokalbestimmenden F_2 um 1750 Hz. „Bei der Erhöhung der Grundfrequenz verändern sich auch die Obertöne, ihr Abstand wird größer“¹⁰², was analysiert, „daß bei Steigerung der Lautstärke sich die Amplituden der höheren Obertöne stärker erhöhen als die Amplituden der tieferen oder, anders gesagt, je lauter ein Vokal phoniert wird, desto mehr dominieren im Spektrum die Obertöne. Zu den auf Seite 72 (Abb. 38) und Seite 282 erläuterten Darlegungen muß wiederholt erwähnt werden, daß zwischen dem Spektrum und der Wellenform eines Signals eine enge Wechselwirkung besteht. Eine Faustregel besagt: Je stärker die Diskontinuitäten der Wellenform, desto stärker sind die hochfrequenten Partialtöne im Spektrum.“¹⁰³ Die Spektrogramme verdeutlichen das. „Um die Teiltöne des Primärspektrums mit den Resonanzmaxima des Vokaltrakts in Übereinstimmung zu bringen, paßt sich die Tonhöhe mit ihrem Spektrum den Resonanzmaxima an.“¹⁰⁴ „Das geschieht immer dann, wenn die Grundschiwingung eines gesungenen Tons höher als der erste Formant bei normaler Sprache liegt“¹⁰⁵ (Abb. 126). In diesem Fall „nimmt die Energie des abgestrahlten Gesamtschalls deutlich zu, weil die resonatorischen Möglichkeiten des Systems optimal genutzt werden.“¹⁰⁶ Da die Kieferhaltung nicht nur vom jeweiligen Vokal abhängt, sondern auch noch von der Tonhöhe, wird eine optimale Anpassung der Kieferöffnungsweite erreicht. Die dehrenden und kehlensenkenden Auswirkungen der Gähnbewegung wurden für die sängerische Tongebung optimal genutzt (Abb. 127 b). Die Spektren bestätigen das. „Wenn dann bei größerer Mundöffnung die Stimmstärke zunimmt, so liegt das nicht daran, daß aus einem weit offenen Munde mehr Schall heraustreten kann, sondern an den akustischen Folgen der *Formantabstimmung*“¹⁰⁷ (*Formantverschiebung*). Nun erklärt sich auch, warum bei der Gesangsstudentin zur vergleichsweise ersten und zweiten Vp. der Gruppe von Alt-Mezzostimmen die Schallübertragungsfähigkeit des Ansatzrohres in unmittelbarer Nähe der Formantfrequenzen zunimmt, was zwar zu einem trägerfrequenten breitbandigen Sängerformantbereich des F_3 um 2750 Hz und F_4 um 3750 Hz geführt hat, aber unter der wahrscheinlichen Beeinflussung bestehender Vokal- und Tonhöhenabhängigkeit nicht zu einer Klangfeldverschmelzung.

Die spektralen Verläufe widerspiegeln eine gedeckte Stimmformung, welche unmittelbar mit dem Tiefgriff in Zusammenhang steht.

Die österreichische Gesangspädagogin E. Sittner berichtet (1968), daß „großes dramatisches Geschehen immer auf „Tiefgriff“ abzielt. Eine starke Spannung gürtelabwärts hält das Zwerchfell nieder, das in federnder Bereitschaft zu explosiver Entladung drängt und die

Luft dem Gefühl des Sängers nach bis ans Schädeldach schleudert, wo sie wie durch Fang- und Greifkräfte des Kopfes festgehalten wird. Eine Spreizwirkung zwischen oberem Brustkorb und Kreuz sowie zwischen den Flanken tritt stark in Erscheinung. Der Kehlkopf folgt dem Tiefgriff und senkt sich, der Hals ist „offen und weit“. Auch im oberen Ansatzrohr macht sich die herunterziehende Wirkung basaler Kräfte geltend: Die Gaumenbögen sind niedriger und breiter gewölbt als im Piano. In der gesamten Gesangseinstellung wird durch Dehnung, Spannung, Streckung der Zustand größtmöglicher Aufweitung erreicht; die einzelnen Instrumententeile scheinen nahe aneinander gerückt, die Resonanzräume in enger Verbindung zueinander bilden die größtmögliche Einheit.¹⁰⁸ Daß mit Bezug auf die obige Untersuchung (4. Abschnitt) die Gaumenbögen in hoher Stimmtonlage schlank und dünn nach oben geformt sind, erbrachten neuere Gesangsforschungen (Faltin, 1999). Auf Seite 288 wurde hierauf eingegangen.

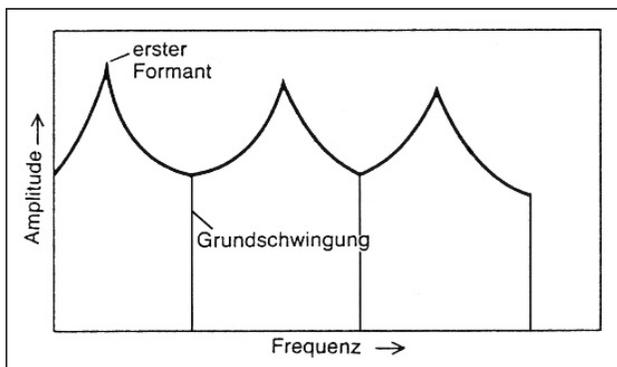


Abb. 126: Der Beitrag zur Lautstärke ist um so größer, je höher der Ton gesungen wird. Da Vokal und Tonhöhe von der Veränderung des Mund- und Rachenraumes und der Weite der Kieferöffnung abhängen, liegt bei deutlicher Zunahme der Energie des abgestrahlten Gesamtschalls die Grundfrequenz (F_0) weit über den ersten Sprachformanten (F_1) des jeweiligen Vokals (aus Sundberg, 21998 [modifiziert])

Stroboskopische Beobachtungen durch Luchsinger (1953) erbrachten, „daß in vier von fünf Fällen eine deutliche Verdünnung der Stimmlippen bei der Deckung zu sehen ist.“¹⁰⁹

Die Epiglottis richtet sich stark auf; die Aryknorpel sind etwas nach hinten gedreht, so daß unter Bereitstellung gesangswissenschaftlich-expliziter Dimensionen eine ausgeprägte (relativ) gleichmäßige Vibratozeichnung entstand (Tabelle 3). Die Verläufe der F_2 -Sängerformantfrequenz, die zusätzlich für die akustische Wirkung des Nasaltrakts verantwortlich sind, zeigen ein schönes Beispiel. Man sieht im Spektrum der dritten Alt-Mezzostimme zur vergleichsweise ersten und zweiten Vp. derselben Gruppe einen kontinuierlich klar verstärkt durchgezeichneten Verlauf dieses Formanten, der bis 1250 Hz reicht und sich zum Teil mit dem ersten Vokalformanten (F_1) überlagert. Ganz zweifelsfrei treten hier die Vorgänge der gedeckten und ungedeckten Stimmformung spektral in Erscheinung. Die Charakteristika des offenen Singens wurde bereits im 2. Abschnitt des VII. Kapitels dargelegt. Wie es zu Fehlinnervationen kommen kann und der singende Phonationsvorgang beziehungsweise gesangsartikulatorische Ablauf durch unphysiologische Opponenten gestört wird und damit jeglicher „Mangel an Grundlage“ (ital., *manca il fondo*) entsteht, wird in den Untersuchungsberichten, aber auch im 5. Abschnitt des VII. Kapitels und in diesem Kapitel, dargelegt.

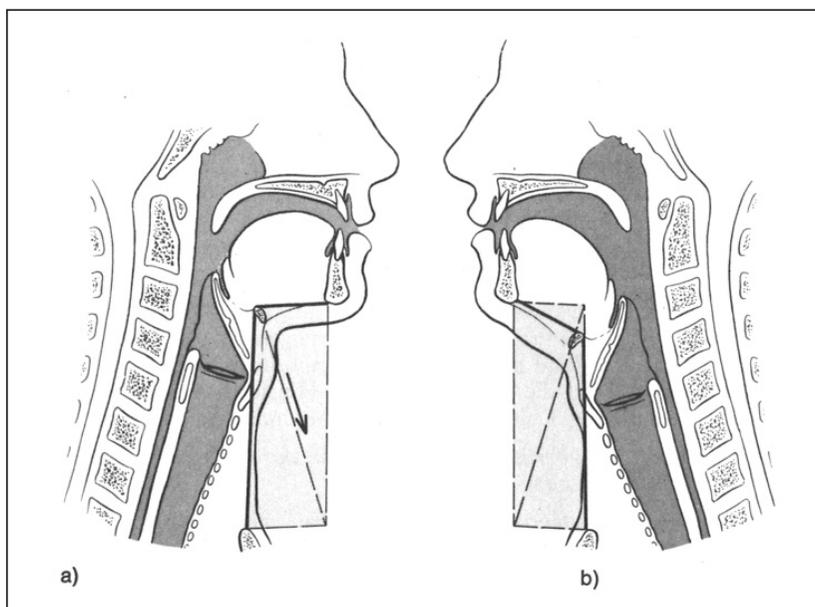


Abb. 127a u. b: Schema der durch Gähnen bewirkten Schallraumerweiterung: hier sogenanntes „Höflichkeitsgähnen“ mit geschlossenem Mund. Bestimmend ist die Veränderung der ausgezogenen Linie vom rechten Winkel zum stumpfen Winkel. Bei gegensinniger Bewegung der sich aufwölbenden Zunge in Richtung auf Rachen und Zäpfchen kommt es zum „Knödel“. Beim Gähnen mit geschlossenem Mund ziehen der M. geniohyoideus und der M. sternohyoideus nach dem Gesetz vom Parallelogramm der Kräfte das Zungenbein schräg nach unten (siehe auch Abb. 105). Dieser Bewegung folgt der Kehlkopf; er tritt tiefer. Kehlkopf- und Rachenräume werden geweitet. Auf diese Weise gewinnt der Kehlkopf eine besonders vorteilhafte Stellung für die Stimmerzeugung. Gähnen dient daher als Lockerungsübung, um den harten Glottisschlag zusammen mit den bestehenden Verspannungen im gesamten Vokaltrakt zu beseitigen (nach Fernau-Horn, 1956 aus Habermann, ³2001 und Wirth, ⁴1995 [modifiziert])

Mit Ausnahme des vorher abgesehenen 6. Untersuchungsbeispiels im 8. Abschnitt konnte ohne vorherige Absprache bezüglich auditiver Analysierung bei Anhören der Gesangsaufnahmen festgestellt werden, daß das 1., 3., 5., 10., 12. und 13. Untersuchungsbeispiel im 2., 4., 7., 12., 14. und 15. Abschnitt des VII. Kapitels mittels diskreter Stimmfarbänderung von den jeweils dritten Vpn. der Gruppen von Alt-Mezzo- und Baritonstimmen und von der ersten Vp. der Gruppe von Baßstimmen gedeckt gesungen wurde. Wie mehrmalig angesprochen handelt es sich hierbei um einen Effekt, der sich analog oben genannter Untersuchungen nachfolgend vom [ɑ:],[ɑ:],[ε],[e:],[æ]=(Diphthong, dtsh. orthogr. ai, ei) und i:-Laut zur leichten [ɔ],[ɔ],[œ],[ø:],[œ]=(Diphthong) und y:-Färbung vollzieht. Die stimmphysiologischen Charakteristika der gedeckten Stimmformung wurden in dieser Arbeit bereits dargelegt und zahlreich gestreift, wobei der Larynx augenblicklich in elastisch tiefer Position verharrt, um eine grelle oder gar zu flache Vokalisation zu vermeiden. Ent-

sprechend einer fundierten gesunden Singweise floß zudem der praktizierende Tiefgriff aus der Hilfsvorstellung „inhalare la voce“ mit ein, denn „vom akustischen Standpunkt her bewirkt der „Tiefgriff“ nicht nur eine Zunahme der Lautstärke, sondern bringt durch Erhöhung der Teiltonzahl, durch stärkere Formantenzeichnung und Regelmäßigkeit der Amplitude eine Verbesserung der Tragfähigkeit und Schönheit des Tones.“¹¹⁰

Die Gesangspädagogin M. Sparber berichtet (1984), „daß in der Stimmbildung unser Ziel nicht nur der minimale Luftverbrauch ist, sondern auch ein möglichst geringer „subglottischer Druck“. Erst damit wird strömende Luft in schwingende Luft, in tragfähigem Klang umgewandelt.“¹¹¹ Auf Seite 160 wurde hierauf eingegangen.

„Um eine ideal durchgemischte Stimme zu erarbeiten, muß der Stimmbildner in allen Registern eine möglichst einheitliche Klangfarbe anstreben. *Tatsache ist aber, daß der Heligkeitsgrad der Vokale nach der Höhe zunimmt, was eine allmähliche geringe Dunklerfärbung der Vokale zur Folge haben muß.* Gleichzeitig wirkt das Runden oder gemäßigte Decken der Vokale mit zunehmender Höhe dem Höherentreten des Kehlkopfes entgegen und sorgt für eine gute Registermischung, besonders beim Übergang zur Hochoktave“¹¹² (Kopfregister, Abb. 114).

Der dänische Opernsänger und Gesangspädagoge Helge Rosvaenge (1897-1972) berichtet (1964), „daß das „Decken“ eines Tones mit einem Verdunkeln des Tones nichts zu tun hat. Bei vielen deutschen Sängern ist dies aber der Fall, und in internationalen Fachkreisen wird darum auch vom „deutschen Decken“ gesprochen, wenn beim Übergang eine Verdunklung der Töne eintritt. Wir wollen das Gegenteil erzielen. Durch intensivere Schwingungen der Stimmbänder soll der Klang der Töne beim „Decken“ heller werden (verstärkte Oberfrequenz), so daß der Zuhörer das Gefühl hat, der Sänger singt in der Höhe offener.“¹¹³ „Rosvaenge erwähnte gern den Begriff der Halbdeckung und demonstrierte es mit der Beimischung des offenen ö-Vokals, z. B. zum Grundvokal „A“ oder „O“ und erreichte einen zwar gedeckten, jedoch nicht abgedunkelten leuchtenden Ton.“¹¹⁴ In diesem Zusammenhang spricht Kasper (1992) vom „O“igen Einheitsklang, der fälschlicherweise auch als Kuppel- oder Deckungsklang bekannt ist.“¹¹⁵ Gemeint ist hier ein offener (kurzer) o-Laut.

Der Deckungsvorgang ist nach Ansicht des deutschen Gesangspädagogen H. Blaschke (1981) „das Resultat einer verstärkten Randstimmfunktion, häufig auch mit *voix mixte* bezeichnet, so daß sich ihm folgende Definition aufdrang:

Das Decken des Gesangstons ist:

1. eine Stimmenschutz-(Schon-)Funktion ab einer gewissen Lage zur Höhe hin zwecks Entlastung des M. vocalis, von der verstärkten Randstimmfunktion ausgehend als physiologische Voraussetzung;
2. ein klangästhetisches Ausdrucksmittel in allen Lagen, bedingt durch sprachspezifische und interpretatorische Aspekte.“¹¹⁶

Die Stimme klingt weich, „rund“ und metallisch voluminös, „der Charakter der einzelnen

Vokale kann besser beibehalten werden (Pielke 1912; Schilling 1914; Nadoleczny 1925, d. Verf.) „-Appelman (1967) nennt das „Vokalmigration“-¹¹⁷, die Textverständlichkeit, der Lagen- und Vokalausgleich sind gewährleistet. Der Sänger hat das Gefühl für den richtigen Stimmsitz, das Ansatzrohr ist für die Artikulation frei von Verspannungen. Die Hilfsvorstellungen „appoggiarsi in testa“ und „appoggiarsi in petto“ erleichtern diesen Vorgang.“¹¹⁸ Während beim offenen Singen „aufgrund stroboskopischer Beobachtungen durch Luchsinger (1951) der M. thyreoarytaenoideus internus kontrahiert ist,“¹¹⁹ ist beim Decken der M. cricothyroideus stärker angespannt, so daß durch dessen Verursachung mittels Kippvorganges eine Streckung und vermehrte Spannung der Stimmlippen und damit ein Länger- und Schmälerwerden bewirkt wird.

Mit dem offenen und gedeckten Singen beschäftigt sich der schweizerische Stimmmediziner R. Luchsinger, der 1973¹²⁰ und 1975¹²¹ feststellt, daß durch Demonstration einer Altistin bei Zunahme des Grundtones (217 Hz) und der Teiltöne nach dem Übergang zum gedeckten Gesang (Klangfarbenwechsel) die Amplituden der Stimmlippenschwingungen deutlich vergrößert sind (Abb. 128 u. 129).

Vergleicht man die Spektralbilder von Baß- Bariton- und Alt-Mezzostimmen, so fällt bei letzterer Stimmgattung die stärkere Betonung der Grundfrequenz auf.

Die für die Klangfarbenerzeugung mit zunehmender Tonhöhenlage wachsende Bedeutung der Grundfrequenz - hier am Beispiel der Koloratur (S. 131) - ist bei tiefen Frauenstimmen stärker ausgeprägt (Luchsinger 1973 u. 1975; Schultz-Coulon und Wenn 1986; Sundberg 1997). Jene erstreckt sich - und dies ist vergleichsweise in den Sonagrammen deutlich zu erkennen - über einen Tonhöhenbereich der Tessitur von cis¹ (278 Hz) bis g² (784 Hz) mit einem klar verstärkt durchgezeichneten Verlauf, wobei die wachsende Grundfrequenz, wenn auch zunächst schwächer, bereits mit der Ligatur in der Tonhöhenlage a (220 Hz) beginnt. Den Grund dafür sehen wir in der diskret gedeckten Gesangstechnik der Studentin, die schon vorbereitend vom tiefsten Ton an mit dem Deckvorgang beginnt und nicht erst - wie vielfach empfohlen wird - eine Quart vor den Registerübergängen. Sind die Spektren der beiden ersten Alt-Mezzostimmen infolge Klangfarbenwechsel durch Frequenzunterbrechungen charakterisiert, was einer Vernichtung der Vokalqualität durch *Registerfehlleistungen* gleichkommt, so tritt hier *keine* plötzliche Veränderung des Schalldruckpegels mit dem Registerwechsel ein. Wie unsere Untersuchungen zeigen ist dies notwendig, um den Vokalcharakter aufrecht zu erhalten.

Und es ist kein Qualitätszeichen der studentischen dritten Vp. der Gruppe von Baßstimmen, wenn durch eine Vielzahl bereits dargestellter Symptome beim Aufwärtssingen des 7. Untersuchungsbeispiels (9. Abschnitt) eine Registerdivergenz eintritt.

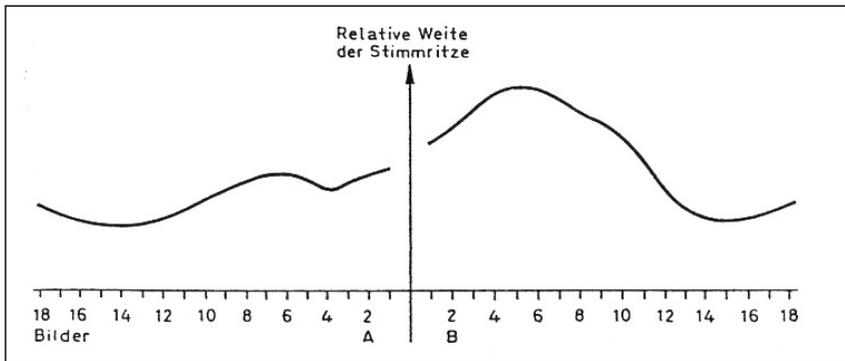


Abb. 128: Klangfarbenwechsel der Altstimme (Darstellung 1). Ton: a, 85 dB in 1m Distanz von der Versuchsperson; der Pfeil zeigt die Wendung des Stimmtimbre an, A = Offene Stimmgebung; B = gedeckte Stimmgebung (die Amplituden sind deutlich vergrößert) (nach Luchsinger, 1973)

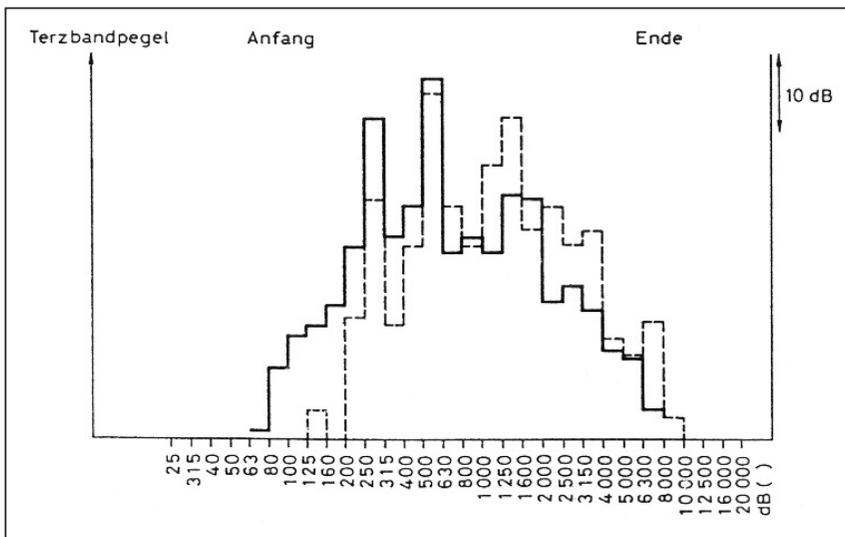


Abb. 129: Klangfarbenwechsel der Altstimme (Darstellung 2). Ton: a. — = Offene Stimmgebung; ----- = gedeckte Stimmgebung (nach Luchsinger, 1973)

„Im allgemeinen wird der Schallpegel eines Vokals nahezu völlig durch die Amplitude des stärksten Teiltones im Spektrum bestimmt. Dieser Teilton ist in der Regel derjenige, welcher der Frequenz des ersten Formanten am nächsten liegt. Unter der Voraussetzung einer niedrigen Grundtonhöhe ist dieser Teilton ein Oberton.“¹²² Der Befund im 6. Abschnitt (als Beispiel) verdeutlicht das. Und der von der Schließungsgeschwindigkeit abhängige Schallpegel (physikalische Lautstärke), der hier den gekennzeichneten Bereich größten Schwärzungsgrades wiedergibt, ist naturgemäß auf die Phonationslautstärke (subjektive Lautstärke) durch den bestimmenden subglottalen Druck der jeweiligen Vp. zurückzuführen. Die Sonagramme im 11. Abschnitt veranschaulichen vergleichsweise das.

Hervorzuheben ist der subglottale Druck, der wahrscheinlich nicht erhöht ist und nicht nur für die oben genannte Untersuchung (2. Abschnitt), sondern möglicherweise für alle Untersuchungen der trainierten Vpn. richtungsweisend ist.

Würde man die Ergebnisse der trainierten Vpn. den Faktoren der myoelastisch-aerodynamischen Theorie zuordnen, „so liegt eine „Strömungsphonation“ (stärkere Abduktion) vor, welche noch zu einem suffizienten Glottisschluß führt (weicher Stimmeinsatz, d. Verf.). Bei Strömungsphonation ist die Amplitude hoch, die Schlußphase lang, der Druck hat mittlere Werte, der Schallpegel ist hoch und die Glottisöffnungsfläche groß.“¹²³ Abb. 111 verdeutlicht das.

Kehren wir bezüglich des Stimmklanges der trainierten Vpn. im obigen und zu den in diesem Zusammenhang stehenden Erläuterungen zurück, was wir im II. Kap. (S. 47), V. Kap. (S. 69, 77 u. Abb. 35), VII. Kap. (S. 224) und VIII. Kap. (S. 269) ausführten, so fanden aber Schutte und Miller (1988), daß „der Tiefpunkt in der subglottalen Druckkurve während der Offenphase der Glottis dem minimalen subglottalen Druck entspricht, der mit den Druckwerten übereinstimmt, die bis jetzt publiziert worden sind (Kitzing et al., 1982). Diese Werte wurden bisher immer von ungeübten Probanden während des Singens oder Sprechens gewonnen. Unsere jetzigen Daten stammen jedoch von einem professionellen Sänger und unterscheiden sich von Nichtsängern dadurch, daß das Minimum des subglottalen Druckes während der Schlußphase oft niedriger ist als das Minimum während der offenen Phase. Dies läßt sich durch den sehr raschen Glottisschluß bei geübtem Singen erklären. Dadurch entsteht im Zusammenhang mit einer starken Anregung des Ansatzrohres ein hoher subglottaler Druckgipfel, der von einem starken Druckabfall gefolgt wird.

Aus den Ergebnissen, die von Sängern bisher nicht vorliegen, kann abgeleitet werden, daß die zeitlichen Verhältnisse zwischen Schluß- und Offenphase der Glottis und die auftretenden Druckverläufe sehr bedeutungsvoll sind. Ein in dieser Hinsicht ungünstiges Verhalten kann die sonst wirksame Resonanzabstimmung mit dem Ansatzrohr sehr nachteilig beeinflussen.“¹²⁴ Aus dem, was wir im VIII. Kapitel (S. 282 u. Abb. 124) ausführten, „wirken einerseits die Phasenverhältnisse der Glottisschwingungen und die auftretenden Druckverläufe auf die Resonanzabstimmung mit den Ansatzräumen ein, andererseits beeinflußt diese Resonanzabstimmung die Tonhöhe und die Dauer des Glottisschlusses. Reflexmechanismen zur Einstellung des glottischen Widerstandes auf den subglottischen Druck werden von zentralen Steuerungsvorgängen überlagert, die von Hörwahrnehmungen (audiophonatorische Kontrolle), Kinästhesien und auch Vibrationsempfindungen ausgehen und so die Ansatzräume zur Klangbildung bewußt ausformen können.“¹²⁵

Dabei ist, wie mehrmalig angesprochen, neben einer elastisch vertikalen Larynxposition verbundenen Erweiterung der Ventriculi Morgagni mit Weitung der Sinus piriformis beziehungsweise aller Dimensionen der oberhalb der Simmlippenebene gelegenen supraglottalen Räume nebst lateraler Öffnung der Tuba auditiva auch ein gewisser nasaler Anteil für die Tragfähigkeit des Tones von entscheidender Bedeutung. Die Sängerformanten, so sei erinnert, „treffen nicht nur von außen ins Mittelohr, sondern auch von innen. Die Eustachischen

Röhren arbeiten dabei vermutlich als Hochpaßfilter, was eine Durchlüftung der Ohrtrumpete zur Folge hat und ein optimaler Luftdruckausgleich zwischen Ohr und Kehlraum hergestellt wird.“¹²⁶

Das Velum begünstigt mit wenigen Ausnahmen eine gesunde nasale Setzung.“¹²⁷ Bei den Konsonanten „[p],[t],[k],[b],[d],[g] hebt es sich bis zur hinteren Rachenwand und schließt diesen Raum weitgehend ab.“¹²⁸ Die Auswertung der 6. Untersuchung im 8. Abschnitt bestätigt das.

Kommt es zu einem luftdicht getrennten Abschluß des Nasopharynx vom Oropharynx, der überwiegend vom M. levator veli palatini bestimmt wird und als höchster Grad der Verengung beim angestregten Sprechen und besonders beim Schlucken seine Vollendung findet, dann bilden die dem Velum gegenüberliegenden kontrahierenden Pars pterygopharyngea des M. constrictor pharyngis superior häufig durch Vorwölbung den *Passavant'schen (Ring-) Wulst* (benannt nach dem deutschen Chirurgen Philipp Gustav Passavant 1815-1893), so daß zuzüglich zweier Falten der seitlichen Pharynxwand ein *velopharyngealer Sphinkter* entsteht (Abb. 130), was sogleich eine Blockierung des Zuganges der für den Kunstgesang erforderlichen lateralen Öffnung der Tuba auditiva zur Folge hat.

Beim kunstgerechten Singen wölbt der Passavantsche Wulst „sich nicht vor, und es bleibt zwischen dem hochgewölbten weichen Gaumen und der hinteren Rachenwand eine winzige Öffnung bestehen, die nach Passavant nicht größer sein darf als 13 qmm, weil eine größere Öffnung einen näselnden Stimmklang zur Folge haben würde. Diese winzige Öffnung genügt aber, um eine Verbindung der Luftfüllung des Rachens mit der der darüberliegenden Räume herzustellen, eine Brücke - il ponticello nannten die Italiener sie in genialer Vorahnung der Wirklichkeit - über die hinweg die Schallschwingungen des gesungenen Tones sich auf die Luftfüllung der oberen Hohlräume ausdehnen können und sie gleichfalls in Schwingungen versetzen. Diese Schwingungen wirken auf die in den Schleimhäuten dieser Räume endenden Nerven des Tastsinnes, und so kommen sie dem Sänger zu Bewußtsein, der sie seit alters her „Kopffresonanz“ nennt.“¹²⁹

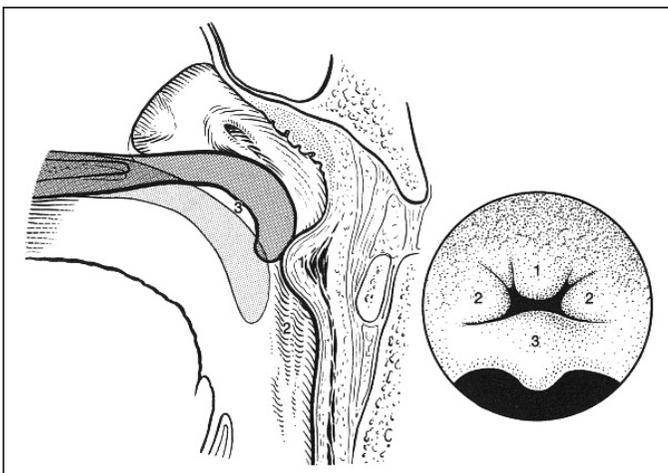


Abb. 130: Schema des Verschlusses im oberen Rachen. 1= Passavantscher Wulst in Rachenmitte, 2 = Falten der seitlichen Rachenwand, 3 = Hinterfläche des Gaumensegels mit Zäpfchen (nach Tarneaud aus Habermann, ³ 2001)

„Mit Nasalität wird ein nasaler Beiklang des Stimme bezeichnet, der - im Gegensatz zum offenen Näseln - ästhetisch akzeptiert wird (zumindest nicht stört), die Tragfähigkeit der Stimme erhöht und manchmal im Rahmen künstlerischer Stimmbildung bewußt angestrebt wird.“¹³⁰

Insgesamt entsteht „folgendes Klangspektrum: Mundluftweg - heller Stimmklang, Nasenluftweg - runder Stimmklang.“¹³¹ Das hieraus ergebene Klangmischungsverhältnis zwischen meso- und epipharyngealem Bereich (Abb. [85] u. 131) findet in der Koloraturpassage der dritten Vp. von Alt-Mezzostimmen ihr Äquivalent, indem die bereits in der Tonhöhenlage um cis^1 falsetthaft leicht klingende Stimme durch die Dominanz der aus dem Oberklang begünstigten Randschwingungen verstärkt wird und demzufolge der klangliche Weg zu einer freien Höhe ohne Komplikationen, weder in der unteren Passaggiolage zwischen h (247 Hz) und f^1 (349 Hz) noch in der oberen kritischen Umstellphase zwischen es^2 (678 Hz) und f^2 (698 Hz), gelingt. Die Stimme konnte somit gekonnt von der Tiefe bis in die Höhe ohne merkliche Passaggi geführt werden.

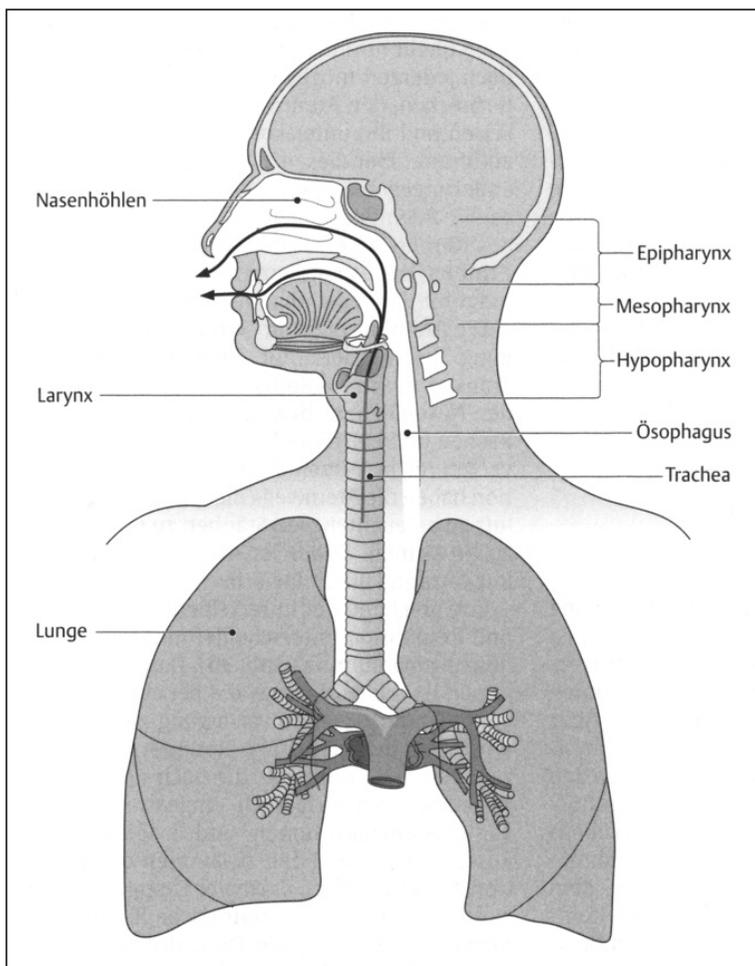


Abb. 131: Atmungsorgane und Luftführung durch Mund und Nasenhöhle (nach Spiecker-Henke, 1997)

Vergleicht man die Untersuchungsergebnisse aller weiblichen Vpn. so bestätigt sich auditiv und anhand der Koloraturbefunde, daß bei dieser Alt-Mezzostimme ein *ausgeglichenes Einregister* einer gut ausgebildeten Gesangstimme vorliegt. Bei einwandfreier Stimmtechnik erscheinen die harmonischen Teiltöne in großer Gleichförmigkeit.

Daß Werbeck-Svärdström (1994) dem rechten Stimmband eine funktionelle Eigenständigkeit zuspricht (s. S. 284), liegt in der Asymmetrie des Körpers begründet. Daß die Asymmetrie aber überwunden werden soll, hat schon G. B. Lamperti (1975) erkannt. Er schreibt dazu: „Wenn beide Seiten des Körpers gleichsinnig arbeiten, ist instinktives Singen möglich; wird das begleitet von übereinstimmender Arbeit beider Seiten des Halses und Synchronizität der Stimmbänder, ist der zentrierte Ton möglich. Die Balance zwischen beiden Seiten ist das Hauptresultat objektiven Übens. Nur wenige Stimmen haben diesen perfekten Ausgleich von Natur, weil meistens eine Seite des Körpers schwach ist. Diese Seite muß gestärkt werden. Einseitiges Singen ist der Hauptgrund für ruinierte Stimmen.“¹³²

Die stimmbildnerische Praxis zeigt, daß „in der tiefen Lage die Randstimmfunktion dominant angesetzt werden muß, wobei bereits hier der Oberklang als Register mitgenutzt wird. Erst so ist ein nahtloses überblenden der Stimmbandfunktionen und deren Register zur Höhe hin möglich. Es gibt bei dieser Art des Gesangs keine abrupten Registerwechsel, weil in der Übergangslage keine Muskelmassenkonfiguration entsteht.“¹³³

Die deutsche Gesangspädagogin R. Faltin berichtet (2001), „daß der Grund für eine unbefriedigende Höhe meist in der Mittellage liegt. Nur sind die Fehler dort nicht so auffällig, weil es meist trotzdem noch einigermaßen gut klingt. Wenn der Stimmaufbau bis zum Passaggio, also der Übergangslage, nicht so funktioniert, daß man nahtlos in die hohe Lage gehen kann, entstehen automatisch Probleme. Und es heißt weiter, daß zur klanglichen Einstellung der unteren Lage noch die Frage der Vokalbehandlung kommt. Es besteht ein gewaltiger Unterschied zwischen der Einstellung des Klangraums für gesprochene und gesungene Vokale. Sängerbische Vokalisierung und Vokalausgleich müssen unbedingt in der unteren Stimmlage vorbereitet werden. Nur so ist der Übergang zur Höhe zu realisieren. Es muß, bildlich gesprochen, die „Schiene zur Höhe“ schon in der tieferen Lage vorhanden sein.“¹³⁴

Und wenn sich der Student nach hergestellter tiefer Inhalationsstellung just augenblicklich der sogenannten „Löffelform“, einer speziellen tiefen Zungenstellung mit begünstigter Vornlage, welche einen tiefen Zungengrund erlaubt (Abb. 9 mit dem Hinweis für die Erarbeitung des Vokalausgleichs befindet sich bei Stamm, in: Kraftvoll entspanntes Singen, 2002, S. 21)¹³⁵, bedient, kann sich bei Aufrichtung der Epiglottis durch diesen Vorgang der Stimmklang, wie dies bei den trainierten Vpn. der Fall ist, zum freien Ton entfalten. Die Auswertung der Sonagramme beweisen das. Jener für sängerbische Vokalisierung, Lagen- und Vokalausgleich geschaffene, durch „Löffelhaltung“ des Zungenkörpers, vergleichsweise zu Abb. 93 b größere Raum im Ansatzrohr erfüllt nach dem Phoniater und Stimmforscher V. Gall (1999) den Zweck, daß „mit hoher Energie eine Frequenz zwischen 2500 Hz und 3000 Hz abgestrahlt wird.“¹³⁶ Eine detaillierte Beschreibung oben genannter Fakten befindet sich bei den Autoren.

Pielke beobachtete bereits 1910¹³⁷ und durch Erweiterung der Erkenntnisse über offene und gedeckte Stimmführung 1912, daß beim Deckungsvorgang „der Sänger beim Aufwärts-singen etwa im Tonhöhensegment d^1-f^1 „ausgleicht“, indem die Vokale dunkler gefärbt werden und die Mundstellung mehr der geschlosseneren sich nähert.“¹³⁸ „Unterhalb von c^1 können seiner Meinung nach alle Vokale in reiner Form erzeugt werden, indem der Stimmaparat die offene Einstellung, das Hinaufrücken des Kehlkopfes aufzeigt. Der Sanitätsrat W. Pielke stellte weiterhin fest, daß das Maß der gedeckten oder offenen Tonführung nach der Höhe von Stimmlage, Timbre und Volumen abhängig ist.“¹³⁹

Gelangt der vokalausgleichende (vokangleichende) und registermischende mäßig labialisierte Deckungsvorgang, der einen strahlenden obertonreichen Stimmklang charakterisiert zur Anwendung, so bleibt - wie dies die Spektrogramme der trainierten Vpn. repräsentieren - die Vokalqualität erhalten. Wenn, anders gesagt, sich Phonationsfrequenz und Stimmtimbre im spektralen Ablauf *nicht* ändern, so sind diese Merkmale auf die Erhaltung des Vokalcharakters zurückzuführen. Hierzu zeigen Abb. 10 und Abb. 11 - die Abbildungen der Spektrogramme befinden sich bei Stamm, in: Kraftvoll entspanntes Singen, 2002, S. 28¹⁴⁰ - in einem äußerst interessanten Ergebnis die Ausprägung gelungener Sonagrammversionen einer trainierten Vp. (Baß/Sänger und Gesangspädagoge H. Stamm), welche eine bewußt laienhaft gesungene Vokalfolge und eine Vokalfolge mit perfektem Vokalausgleich ([a],[e],[i],[o],[u]) sang.

Hervorzuheben ist in obigem Zusammenhang der für die formbare Zungenkörperstellung verantwortlich gemittelte Frequenzwert des zweiten Vokalformanten um 2500 Hz beim 3. Alt, dessen hohe Energieanreicherung das Resultat erfüllter Einstellungsqualitäten ist. Mit spektrographischer Deutlichkeit repräsentiert sich ein mit dem gesangstechnischen Terminus „Vordersitz“, welcher „generell mit dem M. vocalis in engem Kontakt steht“¹⁴¹, in unmittelbarem Kontext stehender Koloraturwert und erklärt eine gute Vokalqualität und dominante Körperklangfunktion der Gesangsstudentin.

Seidner et al. (1982) berichten, „daß vor allem bei Frauenstimmen zwei Intensitätsmaxima im Sängerformantbereich auftreten können, welche bei 2,5 kHz bis 3 kHz und bei 3 kHz bis 4 kHz liegen.“¹⁴² Demnach würde das erste Intensitätsmaximum mit dem gemittelten Frequenzwert des zweiten Sprachformanten um 2500 Hz übereinstimmen und erklärt die bereits auf Seite 131 und oben genannten Merkmale. Bestätigt werden kann somit die Annahme von Schultz-Coulon et al. (1979), „daß die Sängerstimme auch in den Nebenformantgebieten des Stimmspektrums über stärkere Teiltonenergien verfügt, die den Gesamtschalldruckpegel mit beeinflußt, während dieser bei den Normalstimmen im wesentlichen durch die Teiltonamplituden der Formantbereiche bestimmt wird.“¹⁴³ Die Beurteilung des zweiten Intensitätsmaximums im Sängerformantbereich mit den darüber deutlich auftretenden Harmonischen wurde bereits auf Seite 131 und 133 ausführlich dargelegt. Das Ergebnis läßt klar erkennen, daß sich mit zunehmender Tonhöhenlage der Stimme die Formantfrequenzen nach oben verschieben und der lineare Frequenzabstand zwischen den Intensitätsmaxima wächst.

IX Schlußbetrachtung

Es ist im Rahmen gesangswissenschaftlicher Untersuchungen versucht worden, funktionale Stimmtechniken innerhalb der Stimmregister durch die Sonagraphie näher zu kommen. Bezüglich der Stimmregister bestanden im gesangswissenschaftlichen Schrifttum keine eindeutigen Festlegungen, die eine Einteilung in zwei- oder drei Hauptregisterformen vorsieht. Mit einer Drei-Register-Theorie - eine ausführliche Beschreibung befindet sich bei P.-M. Fischer, in: Die Stimme des Sängers, 1993¹ - sich gegenüberstehenden Zwei-Register-Theorie - eine ausführliche Beschreibung befindet sich bei Seidner und Wendler, in: Die Sängerstimme, (31997)² - gehören die Stimmregister trotz vieler Forschungsansätze noch heute zu den umstrittensten Problemen der Gesangswissenschaft und es ist, aus dieser Perspektive durch den österreichischen Phoniater und Stimmforscher F. Frank (21994) betrachtet, „auch noch nicht restlos geklärt, ob die Registerfunktionen in einer bestimmten Beziehung zur Stimmgattung stehen.“³

Zeigt die Abb. 104 stimmphysiologisch ausgerichtete Begriffe, welche V. Barth (11983, 42000) „für das unterschiedliche Schwingungsverhalten der Stimmlippen Voll-, Mittel- und Randstimmfunktion nennt“⁴, so leitet die Abb. 114 ihre Beziehungen, wie Goldhan (32001) bemerkt, „von subjektiven körperlichen Resonanz-, Schwingungs- und Vibrationsempfindungen ab. An die Wortstämme Brust- und Kopf- werden je nach der Gruppenzugehörigkeit einfach die Worte Register, Stimme, Resonanz oder Ton angehängt, zum Beispiel heißen die Register danach Brust- und Kopfreister.“⁵

Obwohl der Hochgeschwindigkeitsfilm von Luchsinger (1957)⁶ deutlich drei Hauptfunktionen der Stimmlippenmuskulatur - eine Beschreibung der Rand- und Vollfunktion befindet sich auf Seite 45, [219] und 150, bei Fischer-Klotz, 1978, S. 74 und P.-M. Fischer, 1993, S. 96/97 - zeigt, bleibt das „Mittelregister“ als Teilfunktion in der mittleren Lage bei stärkerer Streckung und Spannung des Stimmlippenmuskels mit kleineren, schnelleren Schwingungsformen bei verringertem Masseanteil und allmählich sich schließender Stimmritze“⁷ Gegenstand zahlreicher kontroverser Diskussionen (s. hierzu Abb. IV, 16 bei P.-M. Fischer, in: Die Stimme des Sängers, 1993). Ergänzend führen Frank und Sparber (1972) dazu aus, „daß Bedenken vor allem gegen den Begriff der Mittelstimme von jenen Autoren erhoben wurden, welche nur Bruststimme und Falsett anerkannten, bis zuletzt van den Berg (1960)⁸ den Begriff der Mittelstimme für den seiner Meinung nach falschen Begriff der Kopfstimme verwendete. Damit scheint zumindest nomenklatorisch eine Klärung der früher vielfach auch mit dem Falsett verwechselten Kopfstimme gegeben. Und weil die Bezeichnung Mittelstimme oder *voix mixte* nach Frank und Sparber jedoch nur beim Singen in der Einregistermethode vertretbar ist, haben sie im Falle der Registerisolierung bewußt auf die immer noch übliche Bezeichnung Kopfstimme zurückgegriffen, wohl wissend, daß auch diese Bezeichnung nicht ganz zutreffend ist.“⁹

„Treten Stimmregister bei der nicht geübten Durchschnittstimme mehr in den Vordergrund als es beim ausgebildeten Kunstsänger feststellbar ist“¹⁰, macht sich dies meist als Regi-

sterdivergenz bemerkbar. „Durch die beim Aufwärts- und Abwärtssingen verschiedenen Registerübergänge wird eine unruhige Tonführung mit einem anklingenden Tremolo hörbar.“¹¹ „Da das mit einem Senken des Kehlkopfes verbundene Dazuschalten des *M. cricothyroideus* für eine reibungslose Funktion des von der Gesangspädagogik für höhere Töne immer wieder geforderte „Decken“ verantwortlich ist, ist mit dem Eintritt dieses Muskels in den Stimmablauf ein Registerwechsel verbunden. Die Aktivität dieses so wesentlichen Muskels beginnt bei Männern um 150 Hz (etwa d), bei Frauen ca. eine Oktave höher. Sie stellen allerdings nur einen Annäherungswert dar, welcher je nach Mensch und Situation variiert. Einige Töne können physiologisch „richtig“ auf verschiedene Weise produziert werden (amphotere Töne). Deshalb erstreckt sich der Umschaltpunkt beim Mann etwa über den Bereich $H-f$, bei der Frau eine Oktave höher $h-f^1$. Hier muß das Brustregister zugunsten des Mittelregisters und seiner engen Beziehung zu den Randschwingungen aus physikalischen Gründen nachlassen“¹², betont der Gesangspädagoge und Musikwissenschaftler B. Göpfert (2002).

Frank und Sparber berichten 1970, daß „nach neueren gesangspädagogischen Erkenntnissen nur in der *Einregistermethode* gesungen werden soll“¹³, welche „dadurch charakterisiert ist, daß bereits beim tiefsten Ton des Stimmumfangs auch die Klangcharakteristika des obersten Tonbereiches mitschwingen müssen; die Register dürfen nicht als solche erkennbar sein.“¹⁴ Frank folgert, „daß die Registerisolierung eine verpönte Singart ist, welche auch die stimmliche Leistung stark belastet.

Obwohl das Singen im Einregister verlangt wird, hält man allgemein an der bisher üblichen Registereinteilung fest. Eine Problematik in der Stimmbildung stellt die forcierte Entwicklung von Höhe und Tiefe dar. Meistens wird vor allem mit der Ausbildung zur Höhe zu bald begonnen, was vielfach zu einer passagären Arbeitshyperämie führt und auch die Ausbildung im Einregister behindert.“¹⁵ „Das isolierte Höherziehen des Brustregisters stellt einen gewaltsamen, stimmschädigen Akt dar (Forcieren), die Verbindung des *M. vocalis* zu den Randbezirken der Stimmlippe ist unterbrochen. Beim Nachlassen der Überspannung schlägt die Stimme dann abrupt in einen dünnen Klang um, sie kickst. Der nötige Übergang wurde zum Kontrast, weil der verkrampfte Stimmuskel sich nicht mehr abspannen konnte, um allmählich die neue Funktion zuzulassen. Können sich durch falschen Stimmgebrauch Brust- und Kopfregister nicht zum „Einregister“ verbinden, liegt eine sogenannte „Registerdivergenz“ vor, die den befriedigenden künstlerischen Einsatz der Singstimme unmöglich macht.“¹⁶

Aus diesem Grunde sind die Mischungsmöglichkeiten beider Register (Brustregister, Kopfregister [oder Falsett]) von besonderem Interesse, was zumeist mit den Termini „Voix mixte“, „Voce mista“, „Mittelstimme“ oder „Mittelregister“ belegt ist.

Die Phoniater und Stimmforscher Seidner und Wendler meinen (21982), „daß sich die Zwei-Register-Theorie an den natürlichen Voraussetzungen orientiert - ein Brust- und Kopfregister bei Frauenstimmen wird von einem „Modal- (Brust- und Kopfregister als mittleres Register) und Falsettregister (hohes Register) bei Männerstimmen“¹⁷ unterschieden - und die Drei-Register-Theorie bereits die Ergebnisse sängerischer Stimmbildung einbezieht, die

einen Ausgleich zwischen Registern durch klangliche Mischung herbeiführt („Übergangregister“). Das Mittelregister geht ohne Zweifel vom Gebiet der amphoteren Klänge aus und stellt dessen sängerisch-künstlerische Ausweitung dar. Im Bereich der amphoteren Klänge ist es am ehesten möglich, mit jener Registermischung zu singen, die sich in der Voix mixte äußert (Voix mixte-Register nach Stern). Interessant ist die Ansicht von Stern, der geäußert hat, je mehr amphotere Töne man bei einem Sänger finde, desto besser stehe es um seine Stimmproduktion. Man könne die Anzahl der amphoteren Töne als Kriterium für die Güte einer Stimme ansehen. „Amphotere Töne und Voix mixte - nur scheinbar zwei Kriterien enthaltende Begriffe -, je weiter ihre Grenzen nach oben und unten sich strecken, desto einheitlicher, homogener, natürlicher, und nicht in letzter Linie, klangschöner und an ungezählten Schattierungen reicher wird die Stimmgebung.“¹⁸ Diese Aussagen wurden 1997 durch neue Einsichten revidiert. Eine ausführliche Beschreibung befindet sich in der oben genannten Literaturangabe.

Nach diesen Aussagen kommt der Theaterwissenschaftler J.M. Fischer in seinem 1993 erschienenen Werk „Große Stimmen“ - von Enrico Caruso bis Jessye Norman - der Bedeutung der Voix mixte ebenso näher, wenn er schreibt, daß unabhängig von den eher der Zwei-Register-Theorie neigenden Autoren, welche „die Mittelstimme, das Mittelregister für schwer abgrenzbar halten, die Existenz solcher „gemischten Töne“ nicht bestritten wird. Es gibt auch Fachleute, die gerade die Ausbildung der im Übergang zwischen beiden Registern liegenden amphoteren Töne (Merkel, 1857)¹⁹ und damit der Voix mixte für eine gute Stimmleistung für unabdingbar halten und die Stimmqualität an der Ausdehnung dieses Bereichs nach oben und unten messen.“²⁰ Näher definiert bilden amphotere Töne „jene Zonen in der Tonskala, in denen sich beim Aufwärts- und Abwärtssingen die Register völlig decken“²¹ (Abb. 132). „Eine gut ausgearbeitete Voix mixte-Technik kann den Männerstimmen sehr hilfreich sein beim Erklimmen der hohen Töne, die bis ins zweite Drittel des 19. Jahrhunderts ja noch mit der Kopfstimme gebildet wurden, bevor die Bruststimme - „unter Verzicht auf Falsett und Fistel“²² - für die Bildung immer höherer Töne herangezogen wurde, was eine immer größere physische und auch psychische Belastung darstellte.“²³

Es wurden ganze Silben und Wörter für die Untersuchungen spektrographisch gefertigt. Der Autor hat anhand ausgewählter Literaturbeispiele die gesamte Phrase beziehungsweise tatsächlich den gesamten Abschnitt der jeweiligen Arie beziehungsweise Partie, welcher nur zum Teil sonographiert, aber nicht zur gesangswissenschaftlichen Auswertung bestimmt wurde, singen lassen. Nach Analyse und auditivem Erlebnis konstatieren wir, daß eine gut ausgearbeitete Voix-mixte-Technik außer beim 3. Alt auch beim 1. Baß und 3. Bariton vorliegt und kann nach Aussagen von Frank und Sparber (1973) eine Bestätigung finden, daß „sich die Mittelstimme oder Voix mixte jedoch nur beim Singen in der Einregistermethode, wo in diesem Stimmlagenbereich auch die Frequenzen des Brustregisters anklingen, vertreten läßt. Bei der Isolierung der Register wäre diese Bezeichnung jedoch ungenau.“²⁴ Die sängerischen Leistungen im 12., 13. und 14. Abschnitt beim 3. Alt und 1. Bariton konnten nicht ausreichend überzeugen, was damit zusammenhängt, daß ein echtes mezza voce-

piano und ein echter Falsetton meist nur von Spitzensängern demonstriert werden kann. Da beim 3. Alt dennoch ein ausgeglichenes Einregister vorliegt, kann anhand obigem Arbeitsverlaufes und auditiver Analysierung möglicherweise davon ausgegangen werden, daß auch beim 1. Bariton eine gut ausgearbeitete Voix-mixte-Technik vorliegt.

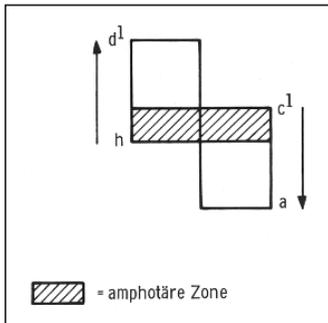


Abb. 132: Registerverschiebung beim Aufwärtssingen und beim Abwärts-singen (nach Frank aus Bieslaski und Frank [Hrsg.], 21994)

„So war von jeher die Unterrichtspraxis bemüht, den klanglichen Ausgleich anzustreben, indem sie - vereinfacht ausgedrückt - dem Brustregister Kopffresonanz und dem Kopffregister Körperresonanz anübte. Hierdurch wurde aber die Existenz einer gemischten Lage, eben besagter „voix mixte“, immer deutlicher“²⁵, befindet die Gesangspädagogin G. Kaintoch (1996). Mit anderen Worten hebt P. Nitsche hervor (1970), daß der Kunstsänger „unter auditiver Kontrolle lernt, den Mechanismus des Kopffregisters mit in den des Brustregisters herunterzunehmen, den des Brustregisters in den Lagenbereich des Kopffregisters zu erweitern, bis die Gefahrenstelle von beiden Seiten her breit überlappt ist.“²⁶ Frank und Sparber betonen (1972), „daß sich nach ihrer Erfahrung bei der Durchschnittsstimme solche Überschneidungen fast nie nachweisen lassen, weshalb die Erklärung nahe liegt, daß es sich hierbei nicht um etwas physiologisches, sondern um ein Kunstprodukt handelt, welches durch eine geschickte Verwendung und Veränderung des Ansatzrohres zustande kommt. Dieses Phänomen erklären sie sich unter anderem auch durch die Verwendung der sogenannten Einregistermethode bei der Kunstgesangsstimme.“²⁷

Interessant ist, daß bereits der deutsche Komponist und Kapellmeister Johann Friedrich Agricola (1720-1774)²⁸ „den Sängern eine brustige oder kopfige Veranlagung zugesteht, die sich auf den Grundklang auswirkt - eine Annahme, die auf die Differenzierung in Stimmtypen hinzielt. Teilt man die Sänger in zwei Gruppen - in kopfig und brustig veranlagte -, so resultieren im heutigen Sinne lyrische und dramatische Stimmen. Bezieht man die Klangstruktur des Mittelregisters, in dem die antagonistischen Gegensätze des Brust- und Kopffregisters aufgehoben sind, mit ein, sind die lyrisch-dramatischen Zwischenfächer das Ergebnis“²⁹ (Schema 4).

Ein technisch perfekter Sänger wie der schwedische Tenor Nicolai Gedda (*1925) „verblüffte in seiner besten Zeit (etwa in seiner berühmten Aufnahme der Arie des Sobinin aus Michail Glinkas *Ein Leben für den Zaren*) mit hohen C, Des und D (1046 Hz, 1110 Hz, 1174

Hz, d. Verf.), die alle mit einer so raffinierten Voix mixte gebildet waren, daß der ungeschulte Zuhörer sie für Bruststimmene hielt und entsprechend bejubelte, zu Recht bejubelte auf der anderen Seite, denn auch diese Technik fällt keinem Sänger in den Schoß.³⁰

Auch die Gesangspädagogin G. Kaintoch kommt in ihrem 1996 erschienenen Buch „Wunderbares Phänomen Stimme“ der Bedeutung der Voix mixte in der Unterrichtspraxis näher, wenn sie schreibt: „Wie F. Martiensen-Lohmann (1956, 1986) zum Beweis der *Mittelstimme* anführt, so muß diese anerkannt werden, denn wie sonst ließe sich das Faktum erklären, daß zum Beispiel eine Wagner'sche Brünnhilde ihr gewaltiges hohes c³ (1046 Hz, d. Verf.) - oder aber „eine Elisabeth im *Tannhäuser* das strahlende hohe h (988 Hz d. Verf.) in der Hallen-Arie“³¹ - keinesfalls mit Kopfstimme bestreiten könnte und das andererseits vom Brustregister in dieser Höhe überhaupt nicht die Rede sein kann und aus technischen Spannungsverhältnisgründen auch nicht sein darf.“³² „Und genauso ist auch ein einwandfreies hohes c (1046 Hz, d. Verf.) des Manrico (vgl. // *Trovatore*, Abb. 3) in seiner strahlenden Form bei deutlicher Mühelosigkeit immer volle Mittelstimme.“³³ Und es heißt weiter, daß „eine hellglänzende Verdi'sche Tenorpartie (etwa der Herzog in *Rigoletto*) den Tenor am leichtesten den Begriff des strahlenden Mittelstimmcharakters wird lehren können.“³⁴ Wie wir bereits auf Seite 55 und 274 und im obigen erwähnten, betont auch G. Kaintoch (1996), daß „bei den Bemühungen der Unterrichtspraxis, den Registerausgleich zu schaffen noch ein sehr bemerkenswertes Phänomen zutage trat, nämlich, daß die Kopfstimme (Synonym: *Randstimme*) durch kein anderes Register hin nach unten begrenzt ist. Dies läßt erahnen, wie differenziert und vielschichtig das Geschehen im Bereich der Stimmlippen sein muß.“³⁵ Mit anderen Worten führt Martiensen-Lohmann (1956, 1986) hierzu aus, daß „das Kopffregister als Piano-funktion - und nur als solche! - die gesamte Lage der Bruststimme mitbestreitet, also auch die Tiefe.“³⁶ Auch der Phoniater V. Barth stellt fest (2000), daß „die Schwingungen des Stimmlippenepithels jedoch als der Amplitudenbewegung überlagertes Bewegungsphänomen immer nachweisbar sind. Die Randstimme ist also in allen Tonhöhen bei der Tonentstehung vorhanden und das verbindende Element aller Töne verschiedener Tonhöhen“³⁷ (Abb. 66 u. 107).

X Abbildungen (farbig)

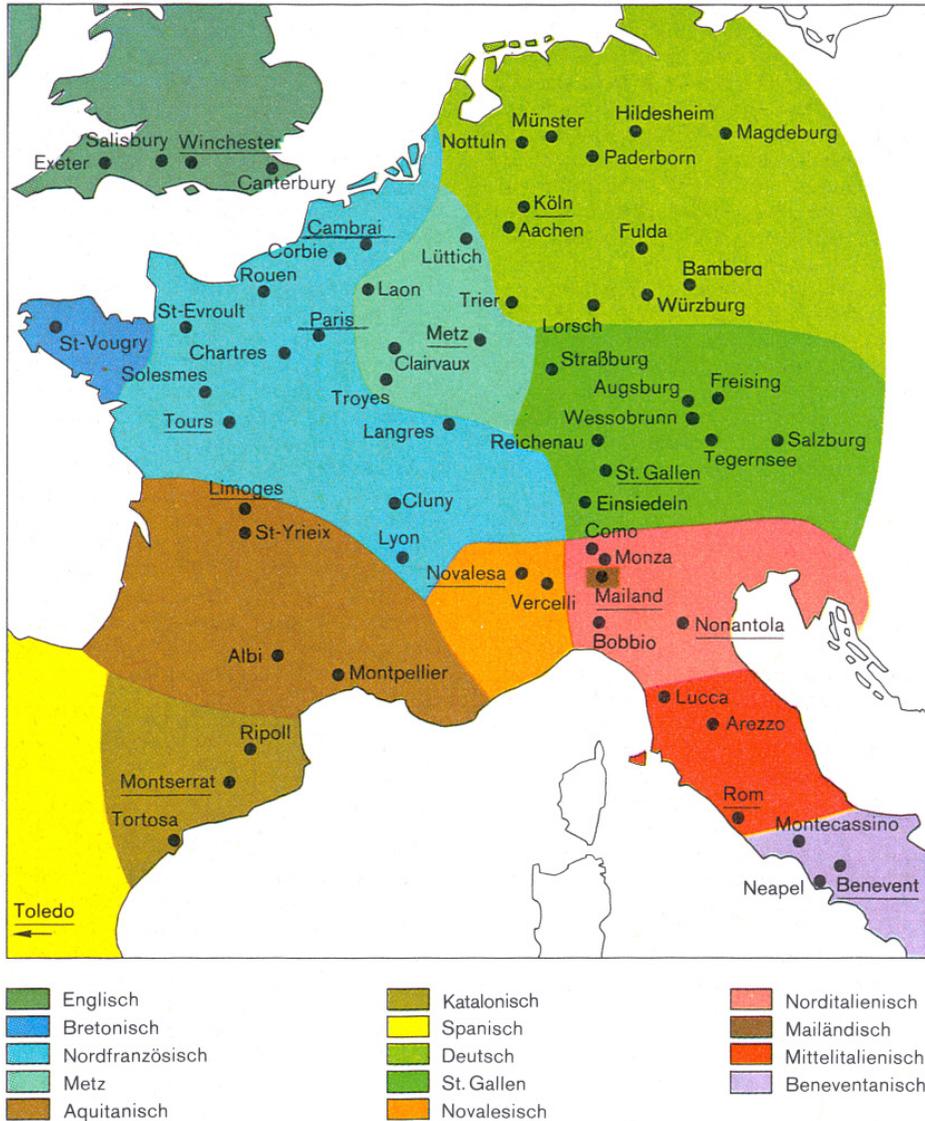
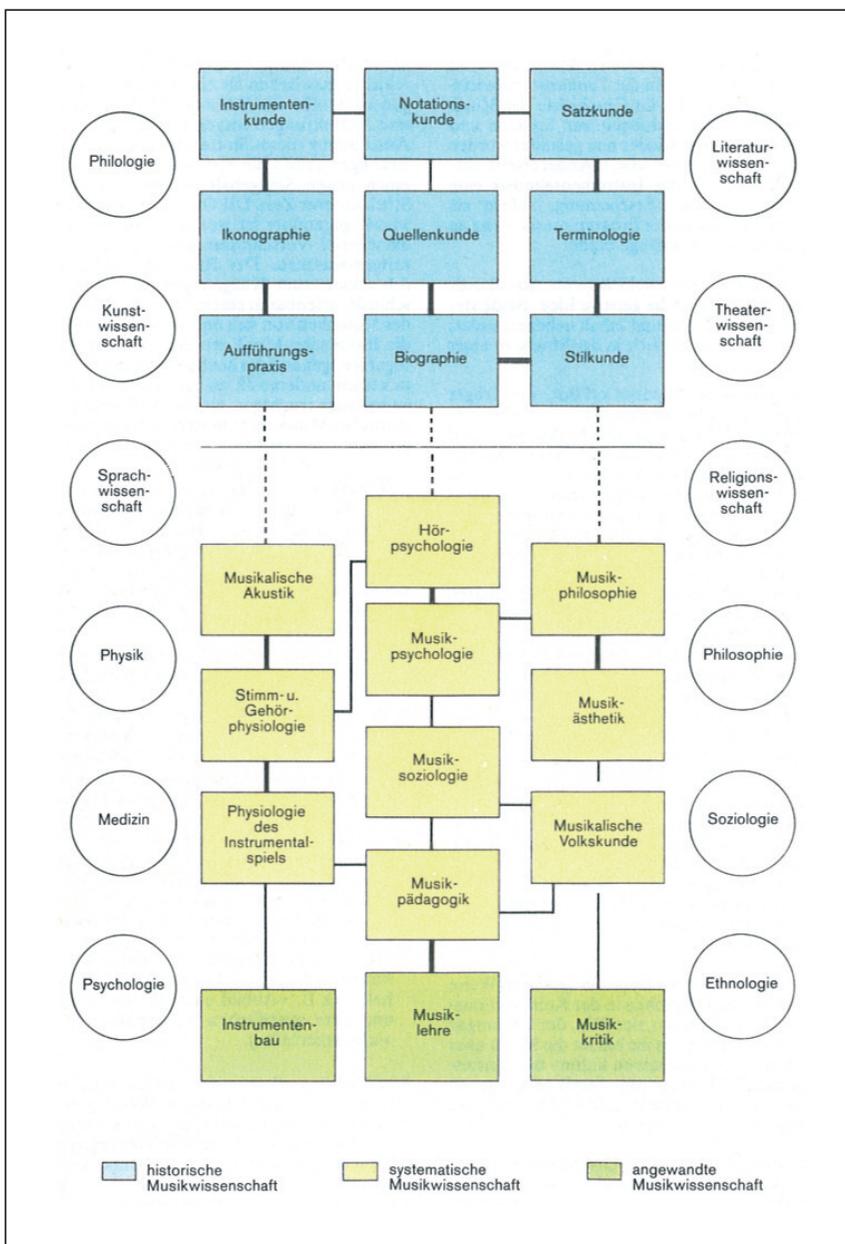


Abb. 2: Die zentralen Sänger- und Schreibschulen des ma. Chorals mit ihren Einflußbereichen (nach Michels, 2001)



Tab. 1: Die musikwissenschaftlichen Teilgebiete und Hilfswissenschaften (nach Michels, 202001)

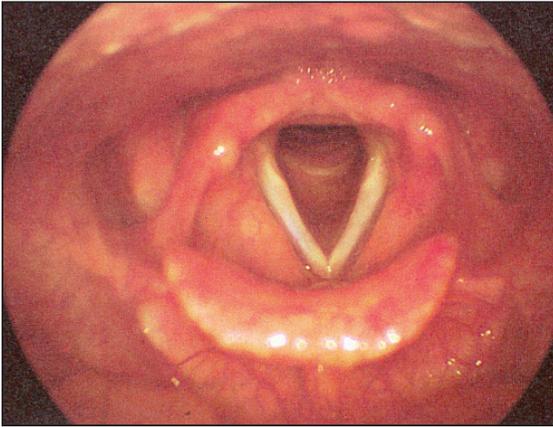


Abb. 11: Kehlkopf bei Betrachtung mit dem Lupenlaryngoskop (aus Birmmeyer, 41987 nach Becker et al., 1983 [modifiziert])

Abb. 15: Kehlkopf bei direkter Laryngoskopie unter mikroskopischer Sicht. Im Bild oben befindet sich die vordere Kommissur der Stimmbänder, unten ist der versteifte Narkosetubus (*Woodbridge*) gut erkennbar. Der Kehldeckel ist nicht sichtbar, weil das Laryngoskop seiner laryngealen Fläche anliegt und ihn dadurch verdeckt. An der mit Pfeil bezeichneten Stelle des linken Stimmbandes ist ein Polyp abgetragen und die Wundfläche mit Fibrinkleber versiegelt worden. Man beachte den Seitenunterschied des Kehlkopfbildes bei direkter gegenüber indirekter Sicht (Birmmeyer, 41987 aus Gastpar, Kastenbauer und Behbehani, 1979 [modifiziert])

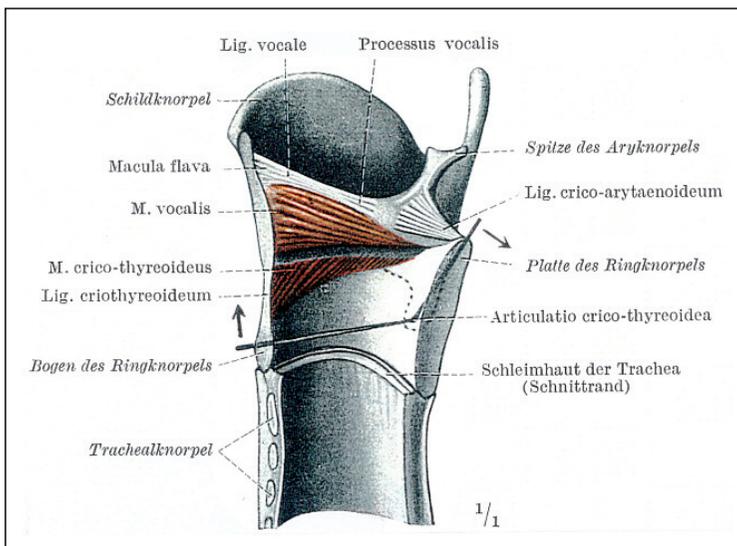
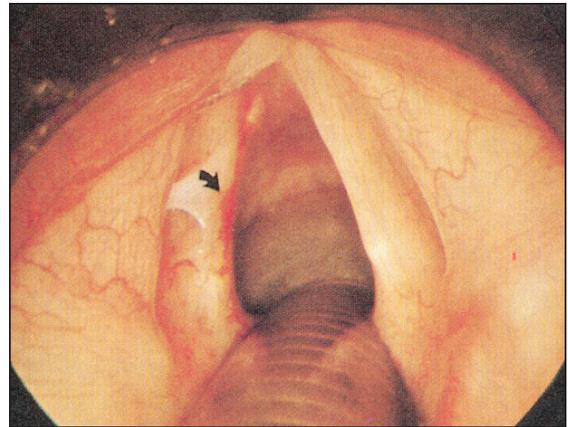


Abb. 60: Spannapparat des Kehlkopfes. Eine Änderung der Spannung der Stimmlippen erfolgt passiv durch Kippung des Schildknorpels (M. cricothyreoideus) und aktiv durch Kontraktion des M. vocalis. Die Bewegung des Ringknorpels gegenüber dem Schildknorpel im Cricothyreoidgelenk ist durch Winkelhebel und Pfeile veranschaulicht (nach Braus, 1934 aus Lullies, 1953 [modifiziert])

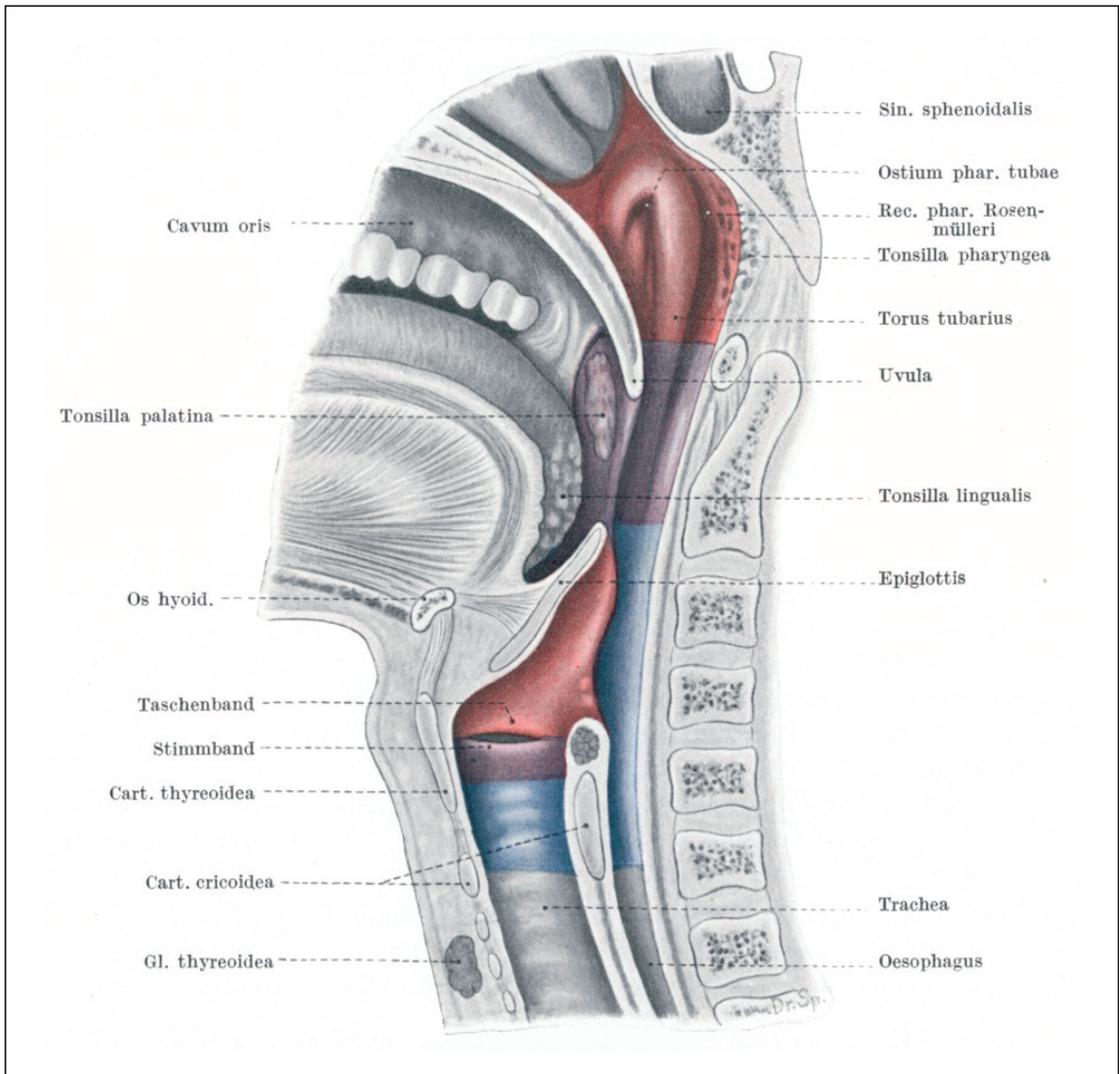


Abb. 85: Etagen des Pharynx und Larynx. Pharynx: Epipharynx (Nasopharynx) rot, Mesopharynx (Oropharynx) violett, Hypopharynx (Laryngopharynx) blau. Larynx: Vestibulum laryngis rot, Rima glottidis violett, subglottischer Raum blau (aus Falk, 1943 [modifiziert])

XI Werkverzeichnis

(Die Namen der Bearbeiter und Herausgeber stehen in runden, die der Textdichter in eckigen Klammern)

1. Bühnenwerke

Beethoven, L. v.: Fidelio, Große Oper in zwei Aufzügen (Soldan, K.); Nr. 8, S. 67, Platten-Nr. 10563, C.F.Peters, Frankfurt a. M., 1933/1961

Berg, A.: Wozzeck, Oper in drei Akten (15 Szenen)(Klein, F.H.); op.7, S. 63, U.E. 7382 Universal Edition A.G., Wien

Flotow, F.v.: Martha oder Der Markt zu Richmond, Romantisch-komische Oper in vier Akten (Kogel, G.); Nr. 12, S. 156, Platten-Nr. 9768, C.F. Peters, Frankfurt a. M.

Nicolai, O.: Die lustigen Weiber von Windsor, Komisch-phantastische Oper in drei Akten (Soldan, K.); Nr. 1, S. 26, Platten-Nr. 7749, Edition Peters, Leipzig

Weber, C.M.v.: Der Freischütz, Romantische Oper in drei Aufzügen (Soldan, K.); Nr. 5, S. 49, Platten-Nr. 10471 Edition Peters, Leipzig

2. Chorwerke

Brahms, J.: Rhapsodie für eine Altstimme, Männerchor und Orchester, op. 53 [Goethe, J.W.v.]; S. 10, Philharmonia Nr. 152, Universal Edition A.G., Wien

3. Kirchliche Kompositionen

a) Messen

Bach, J.S.: Messe h-moll für Soli, Chor, Orchester und Orgel BWV 232, Nr. 18, S. 148, J.S.B. IV. 1., Breitkopf & Härtel, Wiesbaden

4. Vokalwerke (Lieder mit Klavierbegleitung)

Beethoven, L.v.: Adelaide [Matthisson, F.v.]. In: 30 ausgewählte Lieder (Friedlaender, M.; Unger, M.) (Ausgabe für tiefe Stimme), op. 46, Nr. 2, S. 11, Platten-Nr. 9784, Edition Peters, Leipzig

Schubert, F.: Grenzen der Menschheit [Goethe, J.W.v.]. In: Band III (Friedlaender, M.) (Ausgabe für tiefe Stimme), D 716, Nr. 30, S. 144, Platten-Nr. 8828, Edition Peters, Leipzig

XII Verzeichnis der im Text genannten Quellen

I Einleitung

1. Kurzer geschichtlicher Überblick zu den Stimmgattungen

- 1) Biehle, H.: Die Stimmkunst, (I, Geschichtliche Grundlagen), Leipzig 1931, S. 14 u. 16. In: Fischer, P.-M.: Die Stimme des Sängers, Stuttgart 1993, S. 22
- 2) Holmes, G.: Die Geschichte der Laryngologie von der frühesten Zeit bis zur Gegenwart, Übers. aus dem Engl., Koerner, O., Berlin 1887, S. 12-21. In: Fischer, P.-M.: Die Stimme des Sängers, Stuttgart 1993, S. 24
- 3) Fischer, P.-M.: Die Stimme der Sängers. Analyse ihrer Funktion und Leistung - Geschichte und Methodik der Stimmbildung, Stuttgart 1993, S. 24 u. 25
- 4) Herzfeld, F.: Magie der Stimme, Berlin 1961, S. 31
- 5) siehe Anhang
- 6) Wichmann, K.: Der Ziergesang und die Ausführung der Appoggiatura, Leipzig 1966, S. 12
- 7) Michels, U.: dtv-Atlas zur Musik. Systematischer Teil. Historischer Teil: Von den Anfängen bis zur Renaissance, Band 1, München ²⁰2001, S. 115
- 8) Riemann, H.: Musiklexikon -Sachteil-, Mainz 1967, S. 19
- 9) Haefliger, E.: Die Kunst des Gesangs. Geschichte-Technik-Repertoire, Mainz ⁴2000, S. 145
- 10) Müller-Heuser, F.: Vox humana. Ein Beitrag zur Untersuchung der Stimmästhetik des Mittelalters, Kölner Beiträge zur Musikforschung XXVI, Regensburg 1963, S. 108. In: Fischer, P.-M.: Die Stimme des Sängers, Stuttgart 1993, S. 26
- 11) Doll, I.: Offenes und gedecktes Singen aus stimmbildnerischer Sicht. Sprache - Stimme - Gehör 6 (1982), S. 16
- 12) Mancini, G. B.: Pensieri e riflessioni pratiche sopra il canto figurato, Wien 1774. In: Doll, I.: Offenes und gedecktes Singen aus stimmbildnerischer Sicht. Sprache - Stimme - Gehör 6 (1982), S. 16
- 13) siehe Anhang
- 14) Riemann, H.: Musiklexikon - Sachteil -, Mainz 1967, S. 853
- 15) Krumbacher, A.: Die Stimmbildung der Redner im Altertum bis auf die Zeit Quintilians. Rhetorische Studien X, Paderborn 1921, S. 66. In.: Fischer, P.-M.: Die Stimme des Sängers, Stuttgart 1993, S. 26
- 16) siehe Anhang
- 17) Müller-Heuser, F.: Vox humana. Ein Beitrag zur Untersuchung der Stimmästhetik des Mittelalters, Kölner Beiträge zur Musikforschung XXVI, Regensburg 1963, S. 134f. In: Fischer, P.-M.: Die Stimme des Sängers, Stuttgart 1993, S. 26

- 18) Wörner, K. H.: Geschichte der Musik, Göttingen 1954, ⁴1965, S. 106
- 19) Biehle, H.: Stimmkunde für Redner, Schauspieler, Sänger und Stimmkranke, Berlin 1970, S. 20. In: Fischer, P.-M.: Die Stimme des Sängers, Stuttgart 1993, S. 25 u. 26
- 20) siehe Anhang
- 21) Sittner, E.: Wege zum Kunstgesang, Wien 1968, S. 68
- 22) Riemann, H.: Musiklexikon - Sachteil -, Mainz 1967, S. 30 u. 947
- 23) Göpfert, B.: Handbuch der Gesangskunst. In: Schaal, R. (Hrsg.): Taschenbücher zur Musikwissenschaft, Band 110, Wilhelmshaven ²1991, S. 95
- 24) Riemann, H.: Musiklexikon - Sachteil -, Mainz 1967, S. 329
- 25) Göpfert, B.: Stimmtypen und Rollencharaktere in der deutschen Oper von 1815-1848, Wiesbaden 1977, S. 34 u. 40
- 26) Martiensen-Lohmann, F.: Der Opersänger. Berufung und Bewährung, Mainz 1943, S. 38 u. 39
- 27) Pfau, W.: Klassifizierung der menschlichen Stimme. In: Hals-, Nasen- und Ohrenheilkunde. Zwanglose Schriftenreihe, Band 22, Leipzig 1973, S. 13
- 28) Riemann, H.: Musiklexikon - Sachteil -, Mainz 1967, S. 448
- 29) Göpfert, B.: Stimmtypen und Rollencharaktere in der deutschen Oper von 1815-1848, Wiesbaden 1977, S. 64
- 30) Oehlmann, W.: Reclams Liedführer, Stuttgart ²1977, S. 140
- 31) Herzfeld, F.: Magie der Stimme, Berlin 1961, S. 69
- 32) Geering, A.: Art. Gesangspädagogik MGG IV, (1955), Sp. 1919. In: Fischer, P.-M.: Die Stimme des Sängers, Stuttgart 1993, S. 31
- 33) Haböck, F.: Die Kastraten und ihre Gesangskunst, Stuttgart 1927, S. 223. In: Fischer, P.-M.: Die Stimme des Sängers, Stuttgart 1993, S. 31
- 34) Haböck, F.: Die Kastraten und ihre Gesangskunst, Stuttgart 1927, S. 223. In: Fischer, P.-M.: Die Stimme des Sängers, Stuttgart 1993, S. 233
- 35) Goldschmidt, H.: Handbuch der Deutschen Gesangspädagogik, Leipzig 1896, S. 8. In: Fischer, P.-M.: Die Stimme des Sängers, Stuttgart 1993, S. 31
- 36) Tosi, P. F.: Opinioni de' cantori antichi e moderni o sieno Osservazioni sopra il canto figurato, Bologna 1723. In.: Fischer, P.-M.: Die Stimme des Sängers, Stuttgart 1993, S. 31
- 37) Tosi, P. F.; Agricola, J. F.: Anleitung zur Singkunst, Berlin 1757, Reprint Leipzig 1966. In: Fischer, P.-M.: Die Stimme des Sängers, Stuttgart 1993, S. 31
- 38) Mancini, G. B.: Pensieri e riflessioni pratiche sopra il canto figurato, Wien 1774. In: Fischer, P.-M.: Die Stimme des Sängers, Stuttgart 1993, S. 31 u. 32
- 39) Hiller, J. A.: Anweisung zum musikalisch richtigen Gesange, Leipzig 1774 (²1798). Derselbe: Anweisung zum musikalisch-zierlichen Gesange, Leipzig 1780, Neudruck Leipzig 1976. In: Fischer, P.-M.: Die Stimme des Sängers, Stuttgart 1993, S. 32

Anhang

- 5) Schisma (griech.-lat.): „Trennung“, Spaltung der kirchlichen und theologischen Einheit aus kirchenrechtlichen Gründen, aber nicht dogmatische (Häresie) Trennung und Bildung selbständiger Teile in einer Kirchengemeinschaft.
- 13) Schola cantorum (griech.-lat.): Die wohl eindrucksvollste Schola cantorum, der Platz für Sänger und Vorleser, gerettet aus der alten, als typisches Element aus dem 6. Jahrhundert, frühchristlichen Kirche, befindet sich im Mittelschiff der „Chiesa di San Clemente“ in Roma.
In der Neuzeit wurde die Bezeichnung Schola cantorum für verschiedene Konservatorien gewählt, so die einzige, im deutschsprachigen Raum, seit 1934 bestehende Schola cantorum Basiliensis, Lehr- und Forschungsinstitut für alte Musik in Basel, gegründet vom Schweizer Dirigenten Paul Sacher (1906-1999).
- 16) Ausgangspunkt der Tonsilben der Guidonischen Solmisationslehre ist der Vers des Johannes Diaconus. „**Ut** queant laxis, **Resonare** fibris **Mira** gestorum **Famuli** tuorum **Solve** polluti **Labi**rerarum. Sancte Johannes.“-
Es wird jedoch vermutet, daß die Tonsilben schon vor Guido von Arezzo verwendet wurden und der Vers nach ihnen gereimt wurde. (Vgl. G. Lange, Zur Geschichte der Solmisation, SIMG I. 1899/1900, S. 554). In: Fischer, P.-M.: Die Stimme des Sängers, Stuttgart 1993, S. 26
- 20) Organum [Organ (griech.-lat. (-frz.) = „Werkzeug“, Stimme, Organon]: 1. im Mittelalter Bezeichnung für alle Musikinstrumente - daher auch die Orgel, Organista hieß der Orgelspieler - sowie für das menschliche Stimmorgan; 2. ein Kompositions- und Gattungsbegriff, der die Entstehung der abendländischen Mehrstimmigkeit (seit dem späten 9. Jh.) kennzeichnet; 3. in Analogie als Körperorgan bildender Teil des Organismus einer funktionellen Einheit, die aus einer Vielzahl sehr verschiedener Zellen und Geweben zusammengesetzt ist (vgl. Kap. VI, S. 97).

2. Kurzer geschichtlicher Überblick über die Erforschung der Stimmphysiologie

- 40) Panconcelli-Calzia, G.: 3000 Jahre Stimmforschung, Marburg 1961, S. 44
- 41) Luchsinger, R.: Die Stimme und ihre Störungen. In: Luchsinger, R.; Arnold, G.: Lehrbuch der Stimm- und Sprachheilkunde, Wien 21959, S. 71
- 42) Ferrein, A.: De la formation de la voix d'homme. In: Histoire et memoires de l'Academie Royale de Sciences, année 1744, Paris S. 409-432. -Vgl. Holmes, G.: Geschichte der Laryngologie von der frühesten Zeit bis zur Gegenwart, Berlin 1887, S. 37f. In: Fischer, P.-M.: Die Stimme des Sängers, Stuttgart 1993, S. 29
- 43) Panconcelli-Calzia, G.: 3000 Jahre Stimmforschung, Marburg 1961, S. 50

- 44) Garcia, M.: Physiological observations on human voice. Proc. Roy. Soc. London Ser. A a. B 7. 399 (1855). Deutsch von L. v. Schrötter: Beobachtungen über die menschliche Stimme. Mschr. Ohrenheilk. 1878, Nr. 1 u. 3-6
- 45) Essen , O. v.: Allgemeine und angewandte Phonetik, Berlin ³1962, S. 5
- 46) Hennig, C. R.: Beitrag zur Lehre der Resonanztätigkeit. In: Deutsche Gesangskunst. Fachzeitschrift für Sänger, Gesanglehrer und Gesangbeflissene, 2. Oktober-Heft, Leipzig 1900, S. 18
- 47) Panconcelli-Calzia, G.: 3000 Jahre Stimmforschung, Marburg 1961, S. 51
- 48) Bilancioni, G.: Lo specchio detto „di Clar“ è invece di Malacchia de Cristoforis. Il Val-salva, 1925, S. 400. In: Panconcelli-Calzia, G.: 3000 Jahre Stimmforschung, Marburg 1961, S. 52
- 49) Denker, A.; Kahler, O.: Handbuch der HNO-Krankheiten, 1925, S. 703. In: Panconcelli-Calzia, G.: 3000 Jahre Stimmforschung, Marburg 1961, S. 52
- 50) Panconcelli-Calzia, G.: Vox, 1925, S. 34. In: Panconcelli-Calzia, G.: 3000 Jahre Stimmforschung, Marburg 1961, S. 52
- 51) Böhme, G.: Methoden zur Untersuchung der Sprache, des Sprechens und der Stimme, Stuttgart 1978, S. 81
- 52) Birmeyer, G.: HNO-ärztlicher Spiegelkurs, Stuttgart ⁴1987, S. 51
- 53) Wirth, G.: Stimmstörungen, Köln ⁴1995, S. 67
- 54) Wendler, J.; Seidner, W.; Kittel, G.; Eysholdt, U.: Lehrbuch der Phoniatrie und Pädaudiologie, Stuttgart ³1996, S. 90
- 55) Birmeyer, G.: HNO-ärztlicher Spiegelkurs, Stuttgart ⁴1987, S. 77
- 56) Birmeyer, G.: HNO-ärztlicher Spiegelkurs, Stuttgart ⁴1987, S. 53
- 57) Habermann, G.: Stimme und Sprache. Eine Einführung in ihre Physiologie und Hygiene, Stuttgart ³2001, S. 112
- 58) Habermann, G.: Stimme und Sprache. Eine Einführung in ihre Physiologie und Hygiene, Stuttgart ³2001, S. 112
- 59) Göpfert, B.: Handbuch der Gesangskunst. In: Schaal, R. (Hrsg.): Taschenbücher zur Musikwissenschaft, Band 110, Wilhelmshaven ⁴2002, S. 161
- 60) Kleinsasser, O.: Mikrolaryngoskopie und endolaryngeale Mikrochirurgie. HNO 22 (1974), S. 33
- 61) Birmeyer, G.: HNO-ärztlicher Spiegelkurs, Stuttgart ⁴1987, S. 68
- 62) Seidner, W.; Wendler, J.: Die Sängerstimme. Phoniatische Grundlagen der Gesangs-ausbildung, Berlin ³1997, S. 187
- 63) Wirth, G.: Stimmstörungen, Köln ⁴1995, S. 68
- 64) Habermann, G.: Stimme und Sprache. Eine Einführung in ihre Physiologie und Hygiene, Stuttgart ³2001, S. 96
- 65) Wirth, G.: Stimmstörungen, Köln ⁴1995, S. 69
- 66) Seidner, W.; Wendler, J.: Die Sängerstimme. Phoniatische Grundlagen der Gesangs-ausbildung, Berlin ³1997, S. 240

- 67) Seidner, W.; Wendler, J.: Die Sängerstimme. Phoniatische Grundlagen der Gesangs-
ausbildung, Berlin ³1997, S. 83
- 68) Wirth, G.: Stimmstörungen, Köln ⁴1995, S. 71 u. 72
- 69) Wendler, J.; Seidner, W.; Kittel, G.; Eysholdt, U.: Lehrbuch der Phoniatrie und Päda-
udiologie, Stuttgart ³1996, S. 93
- 70) Habermann, G.: Stimme und Sprache. Eine Einführung in ihre Physiologie und Hy-
giene, Stuttgart ³2001, S. 98
- 71) Seidner, W.; Wendler, J.: Die Sängerstimme. Phoniatische Grundlagen der Gesangs-
ausbildung, Berlin ³1997, S. 214
- 72) Pilaj, J.: Der Computer als wertvolles Hilfsmittel in Stimmbildung und Gesang. Neue
Musikzeitung, Ausg. Jul./Aug. 2001, Regensburg, S. 32
- 73) Arnold, G. E.: Die Sprache und ihre Störungen. In: Luchsinger, R.; Arnold, G.: Lehrbuch
der Stimm- und Sprachheilkunde, Band 2, Wien ³1970, S. 14
- 74) Wängler, H.-H.: Leitfaden der pädagogischen Stimmbehandlung, Berlin ³1976, S. 1
- 75) Martiensen-Lohmann, F.: Der wissende Sänger. Gesangslexikon in Skizzen, Zürich
1956, ³1986, S. 287
- 76) Martiensen-Lohmann, F.: Der wissende Sänger. Gesangslexikon in Skizzen, Zürich
1956, ³1986, S. 288
- 77) Wängler, H.-H.: Phonetische Grundlegung der Gesangskunde? Z. Musik im Unterricht,
Heft 4, Mainz April 1955, S. 100
- 78) Essen, O. v.: Allgemeine und angewandte Phonetik, Berlin ³1962, S. 1
- 79) Essen, O. v.: Allgemeine und angewandte Phonetik, Berlin ³1962, S. 1
- 80) Essen, O. v.: Allgemeine und angewandte Phonetik, Berlin ³1962, S. 2
- 81) Hey, J.: Die Kunst des Sprechens (Der kleine Hey), Mainz 1956, S. 79
- 82) Martiensen, F.: Das bewußte Singen, Leipzig 1922. In: Fischer, P.-M.: Die Stimme des
Sängers, Stuttgart 1993, S. 41
- 83) Kasper, H.-J.: Stimmphysiologie und Stimmpsychologie für Sänger, Nonnweiler ¹1992,
S. 90
- 84) Kasper, H.-J.: Stimmphysiologie und Stimmpsychologie für Sänger, Nonnweiler ¹1992,
S. 90
- 85) Nadoleczny, M.: Untersuchungen über den Kunstgesang. I. Atem und Kehlkopfbewe-
gungen. Berlin 1923, S. 1-270
- 86) Stern, H.: Die Notwendigkeit einer einheitlichen Nomenklatur für die Physiologie,
Pathologie und Pädagogik der Stimme, Berlin-Wien 1928
- 87) Berichte, in: Internationaler Kongress Singen und Sprechen in Frankfurt a. M. 1938,
München 1938
- 88) Gesangsausbildung und Sprecherziehung. Dokumentation über die Deutsch-Österrei-
chisch-Schweizerische Studententagung (D-A-CH-Tagung) in Bigorio vom 27. April bis
01. Mai 1974. In: Vetter, H.J. (Hrsg.): Materialien und Dokumente aus der Musikpäda-
gogik, Band 7, Regensburg 1980, S. 1-56

- 89) Sparber, M.; Frank, F.: Die Mutationsstimme im Gesangsunterricht, Zürich 1980, S. 3

II Zielsetzung

1. Vorwort

- 1) Fischer, P.-M.: Die Stimme des Sängers. Analyse ihrer Funktion und Leistung - Geschichte und Methodik der Stimmbildung, Stuttgart 1993, S. 58
- 2) Belussi, G.; Visendaz, A.: Il problema dei registri vocali (I) alla luce della tecnica roentgenstratigrafica. Estr. dal 60, fasc. II, p. 139, 1949. In: Luchsinger, R.: Physiologie der Stimme. Folia phoniat. 5 (1953), S. 88 u. Die Stimme und ihre Störungen, S. 119. In: Luchsinger, R.; Arnold, G.E.: Lehrbuch der Stimm- und Sprachheilkunde, Wien ²1959
- 3) Belussi, G.; Visendaz, A.: Il problema dei registri vocali (I) alla luce della tecnica roentgenstratigrafica. Estr. dal 60, fasc. II, p. 139, 1949. In: Luchsinger, R.: Physiologie der Stimme. Folia phoniat. 5 (1953), S. 88 u. Die Stimme und ihre Störungen, S. 119. In: Luchsinger, R.; Arnold, G.E.: Lehrbuch der Stimm- und Sprachheilkunde, Wien ²1959
- 4) Sittner, E.: Wege zum Kunstgesang, Wien 1968, S. 63

2. Sonographische Registrierung und Versuchspersonen

- 5) Neppert, J.; Pétursson, M.: Elemente einer akustischen Phonetik, Hamburg ²1986, S. 79
- 6) Neppert, J.; Pétursson, M.: Elemente einer akustischen Phonetik, Hamburg ²1986, S. 79
- 7) Cvejić, D.: Die Lage des Larynx während des Singens. In: Probleme der Sängerausbildung (Hrsg. L. Spitzer), Bericht über das 4. gesangspädagogische Symposium in Bad Ischl vom 14. bis 18. März 1983. Hochschule für Musik und Darstellende Kunst in Wien, Abteilung für Sologesang und Musikdramatische Darstellung, Wien 1984, S. 46 u. 47
- 8) Schutte, H.K.; Miller, D.G.: Resonanzspiele der Gesangsstimme in ihrer Beziehung zu supra- und subglottalen Druckverläufen: Konsequenzen für die Stimmbildungstheorie. Folia phoniat. 40 (1988), S. 70

III Akustische Grundlagen der musikalischen Wahrnehmung

- 1) Stege, F.: Musik - Magie - Mystik, St. Goar 1961, S. 127
- 2) Zarlino, G.: Istitutioni harmoniche, Venetia ¹1558, ⁵1573, Faksimile, New York 1965 (I Edizione)

- 3) Wörner, K.H.: Geschichte der Musik, Göttingen 1954, ⁴1965, S. 137
- 4) Forchhammer, J.: Theorie und Technik des Singens und Sprechens, Leipzig 1921, Reprint Wiesbaden 1971, S. 18
- 5) Riemann, H.: Musiklexikon - Sachteil -, Mainz 1967, S. 355
- 6) Pétursson, M.; Neppert, J.: Elementarbuch der Phonetik, Hamburg ¹1991, S. 124
- 7) Sundberg, J.: Die Wissenschaft von der Singstimme, Bonn 1997, S. 29
- 8) Neppert, J.; Pétursson, M.: Elemente einer akustischen Phonetik, Hamburg ²1986, S. 73
- 9) Martiensen-Lohmann, F.: Der wissende Sänger. Gesangslexikon in Skizzen, Zürich 1956, ³1986, S. 108
- 10) Hamel, P.M.: Durch Musik zum Selbst, München ²1981, S. 140

IV Eigenschwingung und Resonanz

- 1) Meyer, J.: Akustik und musikalische Aufführungspraxis, Frankfurt a. M. ³1995, S. 33
- 2) Luchsinger, R.: Die Stimme und ihre Störungen. In: Luchsinger, R.; Arnold, G.E.: Lehrbuch der Stimm- und Sprachheilkunde, Band 1, Wien ³1970, S. 46
- 3) Fischer, E.: Handbuch der Stimmbildung, Tutzing 1969, S. 75
- 4) Neppert, J.; Pétursson, M.: Elemente einer akustischen Phonetik, Hamburg ²1986, S. 79
- 5) Brun, F.: Der ideale Gesangston. Z. Musik im Unterricht Heft 1/52. Jahrgang, Mainz Januar 1961, S. 369
- 6) Brun, F.: Der ideale Gesangston. Z. Musik im Unterricht Heft 1/52. Jahrgang, Mainz Januar 1961, S. 370
- 7) Kemper, J.: Stimmpflege, Mainz 1951, S. 11
- 8) Brun, F.: Der ideale Gesangston. Z. Musik im Unterricht Heft 1/52. Jahrgang, Mainz Januar 1961, S. 369
- 9) Sundberg, J.: Die Wissenschaft von der Singstimme, Bonn 1997, S. 115
- 10) Forchhammer, J.: Theorie und Technik des Singens und Sprechens, Leipzig 1921, Reprint Wiesbaden 1971, S. 383
- 11) Neppert, J.; Pétursson, M.: Elemente einer akustischen Phonetik, Hamburg ²1986, S. 44
- 12) Sundberg, J.: Die Wissenschaft von der Singstimme, Bonn 1997, S. 23, 114 u.115
- 13) Goldhan, W.: Kennzeichen der Sängerstimme, Tutzing ³2001, S. 71
- 14) Trendelenburg, F.: Einführung in die Akustik, Berlin ³1961. In: Fischer, P.-M.: Die Stimme des Sängers, Stuttgart 1993, S. 63
- 15) Sundberg, J.: Die Singstimme. In: Die Physik der Musikinstrumente, Spektrum der Wissenschaft (Verständliche Forschung), Heidelberg ²1998, S. 15

- 16) Seidner, W.; Wendler, J.: Die Sängerstimme. Phoniatische Grundlagen der Gesangs-
ausbildung, Berlin ³1997, S. 119
- 17) Meyer, J.: Akustik und musikalische Aufführungspraxis, Frankfurt a.M. ³1995, S. 33

V Zur Entstehung der Sprachformanten (Vokalformanten) und der Sängers- formanten (Gesangsformanten)

- 1) Wirth, G.: Stimmstörungen, Köln ⁴1995, S. 94
- 2) Ruth, W.: Das kunstgerechte Singen im Spiegel der Wissenschaften unserer Zeit. Z.
Musik im Unterricht Heft 2/50. Jahrgang, Mainz Februar 1959, S. 39
- 3) Sundberg, J.: Die Wissenschaft von der Singstimme, Bonn 1997, S. 24
- 4) Sundberg, J.: Die Wissenschaft von der Singstimme, Bonn 1997, S. 24, 107 u. 108
- 5) Neppert, J.; Pétursson, M.: Elemente einer akustischen Phonetik, Hamburg ²1986,
S. 95
- 6) Ruth, W.: Das kunstgerechte Singen im Spiegel der Wissenschaften unserer Zeit. Z.
Musik im Unterricht Heft 2/50. Jahrgang, Mainz Februar 1959, S. 39
- 7) Schutte, H.K.; Miller, D.G.: Resonanzspiele der Gesangsstimme in ihrer Beziehung zu
supra- und subglottalen Druckverläufen: Konsequenzen für die Stimmbildungstheorie.
Folia phoniatic. 40 (1988), S. 67, 70 u. 72
- 8) Luchsinger, R.: Physiologie der Stimme. Folia phoniatic. 5 (1953), S. 75 u. 76
- 9) Schutte, H.K.; Miller, D.G.: Resonanzspiele der Gesangsstimme in ihrer Beziehung zu
supra- und subglottalen Druckverläufen: Konsequenzen für die Stimmbildungstheorie.
Folia phoniatic. 40 (1988), S. 69
- 10) Sundberg, J.: Die Wissenschaft von der Singstimme, Bonn 1997, S. 94
- 11) Sundberg, J.: Die Wissenschaft von der Singstimme, Bonn 1997, S. 93
- 12) Pétursson, M.; Neppert, J.: Elementarbuch der Phonetik, Hamburg ¹1991, S. 132
- 13) Sundberg, J.: Die Wissenschaft von der Singstimme, Bonn 1997, S. 94
- 14) Wendler, J.; Seidner, W.; Kittel, G.; Eysholdt, U.: Lehrbuch der Phoniatrie und Päda-
udiologie, Stuttgart ³1996, S. 95
- 15) Rohmert, W.: Grundzüge des funktionalen Stimmtrainings. In: Schriftenreihe „Doku-
mentation Arbeitswissenschaft“, Band 12, Köln ⁵1989, S. 212 u. 213
- 16) Hartlieb, K.: Stimm- und Sprachheilkunde aus biokybernetischer Sicht. 1. Teil Das
Stimm- und Sprechorgan als biokybernetisches System. Folia phoniatic. 19 (1967),
S. 379
- 17) Wendler, J.; Seidner, W.; Kittel, G.; Eysholdt, U.: Lehrbuch der Phoniatrie und Päda-
udiologie, Stuttgart ³1996, S. 9
- 18) Luchsinger, R.: Physiologie der Stimme. Folia phoniatic. 5 (1953), S. 75
- 19) Luchsinger, R.: Physiologie der Stimme. Folia phoniatic. 5 (1953), S. 75

- 20) Schutte, H.K.; Miller, D.G.: Resonanzspiele der Gesangsstimme in ihrer Beziehung zu supra- und subglottalen Druckverläufen: Konsequenzen für die Stimmbildungstheorie. *Folia phoniat.* 40 (1988), S. 69
- 21) Pétursson, M.; Neppert, J.: *Elementarbuch der Phonetik*, Hamburg 1991, S. 128
- 22) Ungeheuer, G.: *Elemente einer akustischen Theorie der Vokalartikulation*, Berlin 1962, S. 49
- 23) Neppert, J.; Pétursson, M.: *Elemente einer akustischen Phonetik*, Hamburg 1986, S. 106
- 24) Sundberg, J.: *The Acoustics of the Singing Voice*, *Scient. Am.* CCXXXVI, 1977, S. 81-91
- 25) Ungeheuer, G.: *Elemente einer akustischen Theorie der Vokalartikulation*, Berlin 1962, Vorwort
- 26) Ungeheuer, G.: *Elemente einer akustischen Theorie der Vokalartikulation*, Berlin 1962, Vorwort
- 27) Ungeheuer, G.: *Elemente einer akustischen Theorie der Vokalartikulation*, Berlin 1962, S. 80
- 28) Sundberg, J.: *Die Wissenschaft von der Singstimme*, Bonn 1997, S. 140 u. 167
- 29) Fischer-Klotz, H.: *Zu einigen gesangswissenschaftlichen Grundsätzen und methodisch-pädagogischen Empfehlungen für die Gesangsausbildung - ein Beitrag zur Klärung gesangsterminologischer Probleme*. Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg 1978, S. 121, A-Dissertation
- 30) Sundberg, J.: *Die Wissenschaft von der Singstimme*, Bonn 1997, S. 165
- 31) Ungeheuer, G.: *Elemente einer akustischen Theorie der Vokalartikulation*, Berlin 1962, S. 84 u. 85
- 32) Sundberg, J.: *Die Wissenschaft von der Singstimme*, Bonn 1997, S. 34 u. 35
- 33) Sundberg, J.: *Die Wissenschaft von der Singstimme*, Bonn 1997, S. 37
- 34) Barth, E.: *Einführung in die Physiologie, Pathologie und Hygiene der menschlichen Stimme*, Leipzig 1911, S. 285 u. 286
- 35) Fant, G.: *Formant and Cavities*. 5th International Congress of the Phonetic Sciences, Münster 1964. Basel: Karger (1965), S. 120-141
- 36) Barth, E.: *Einführung in die Physiologie, Pathologie und Hygiene der menschlichen Stimme*, Leipzig 1911, S. 286
- 37) Sundberg, J.: *Die Wissenschaft von der Singstimme*, Bonn 1997, S. 172 u. 182
- 38) Husler, F.; Rodd-Marling, Y.: *Singen. Die physische Natur des Stimmorganes*, Mainz 1965, S. 82
- 39) Fuchs, J.; Hotter, H.: *Vox humana. Eine Studie über das Singen*, Stuttgart 1952, S. 24
- 40) Trenschele, W.: *Der Begriff „gesunde Nasalität“*. *Sprache - Stimme - Gehör* 18 (1994), S. 92
- 41) Sundberg, J.: *Die Wissenschaft von der Singstimme*, Bonn 1997, S. 11
- 42) Weikl, B.: *Vom Singen und von anderen Dingen*, Wien 1996, S. 75

- 43) Fischer-Klotz, H.: Zu einigen gesangswissenschaftlichen Grundsätzen und methodisch-pädagogischen Empfehlungen für die Gesangsausbildung - ein Beitrag zur Klärung gesangsterminologischer Probleme. Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg 1978, S. 72a, A-Dissertation
- 44) Winckel, F.: Physikalische Kriterien für objektive Stimmbeurteilung. Folia phoniat. 5 (1953), S. 233
- 45) Weikl, B.: Vom Singen und von anderen Dingen, Wien 1996, S. 103
- 46) Weikl, B.: Vom Singen und von anderen Dingen, Wien 1996, S. 75
- 47) Emolajew, W.G.; Morosow, W.P.; Paraschine, W.J.: Das Verfahren der Spektralanalyse von Tönen zur Untersuchung der Rolle der Nasalität bei der Stimmerzeugung des Sängers. In: Vestnik otorinolaryng. 2 (1964) - Morosow, W.P. Biofisischeskije osnovy vokalu oi retschi, Leningrad 1997. In: Fischer, P.-M.: Die Stimme des Sängers, Stuttgart 1993, S. 77
- 48) Sundberg, J.: Die Wissenschaft von der Singstimme, Bonn 1997, S. 37, 38 u. 139
- 49) Sundberg, J.: Die Wissenschaft von der Singstimme, Bonn 1997, S. 38
- 50) Gibian, G.L.: Synthesis of sung vowels. Quarterly Progress Report (MIT) 104 (1972), S. 243-247. In: Sundberg, J.: Die Wissenschaft von der Singstimme, Bonn 1997, S. 163
- 51) Sundberg, J.: Die Wissenschaft von der Singstimme, Bonn 1997, S. 162
- 52) Sundberg, J.: Die Wissenschaft von der Singstimme, Bonn 1997, S. 168 u.169
- 53) Seidner, W.; Wendler, J.: Die Sängerstimme. Phoniatische Grundlagen der Gesangsausbildung, Berlin ³1997, S. 120
- 54) Cvejić, D.: Die Lage des Larynx während des Singens. In: Probleme der Sängerausbildung (Hrsg. L. Spitzer), Bericht über das 4. gesangspädagogische Symposium in Bad Ischl vom 14. bis 18. März 1983, Hochschule für Musik und Darstellende Kunst in Wien, Abteilung für Sologesang und Musikdramatische Darstellung, Wien 1984, S. 49
- 55) Seidner, W.; Wendler, J.: Die Sängerstimme. Phoniatische Grundlagen der Gesangsausbildung, Berlin ³1997, S. 120
- 56) Wendler, J.; Seidner, W.; Kittel, G.; Eysholdt, U.: Lehrbuch der Phoniatrie und Pädaudiologie, Stuttgart ³1996 S. 78
- 57) Schultz-Coulon, H.-J.; Wenn, P.: Echtzeitspektrographische Untersuchungen an Sängern. Sprache - Stimme - Gehör 10 (1986), S. 11
- 58) Seidner, W.; Wendler, J.: Die Sängerstimme. Phoniatische Grundlagen der Gesangsausbildung, Berlin ³1997, S. 121 u. 122
- 59) Göpfert, B.: Handbuch der Gesangkunst. In: Schaal, R. (Hrsg.): Taschenbücher zur Musikwissenschaft, Band 110, Wilhelmshaven ²1991, S. 73
- 60) Bartholomew, W.T.: Acoustics of Music, New York 1942, S. 143-148. In: Fischer, P.-M.: Die Stimme des Sängers, Stuttgart 1993, S. 191
- 61) Sittner, E.: Wege zum Kunstgesang, Wien 1968, S. 63
- 62) Sundberg, J.: Die Wissenschaft von der Singstimme, Bonn 1997, S. 140 u. 141

- 63) Sundberg, J.: Die Wissenschaft von der Singstimme, Bonn 1997, S. 163
- 64) Sundberg, J.: Die Wissenschaft von der Singstimme, Bonn 1997, S. 163
- 65) Neppert, J.; Pétursson, M.: Elemente einer akustischen Phonetik, Hamburg ²1986, S. 107

VI Das Stimmorgan

- 1) Riemann, H.: Musiklexikon - Sachteil -, Mainz 1967, S. 680
- 2) Wendler, J.; Seidner, W.; Kittel, G.; Eysholdt, U.: Lehrbuch der Phoniatrie und Pädaudiologie, Stuttgart ³1996 S. 48
- 3) Barth, E.: Einführung in die Physiologie, Pathologie und Hygiene der menschlichen Stimme, Leipzig 1911, S. 67 u. 68
- 4) Wendler, J.; Seidner, W.; Kittel, G.; Eysholdt, U.: Lehrbuch der Phoniatrie und Pädaudiologie, Stuttgart ³1996 S. 48
- 5) siehe Anhang
- 6) Barth, E.: Einführung in die Physiologie, Pathologie und Hygiene der menschlichen Stimme, Leipzig 1911, S. 67 u. 68
- 7) Lullies, H.: Physiologie der Stimme und Sprache. In: Ranke, O.F.; Lullies, H.: Gehör, Stimme, Sprache, Berlin 1953, S. 170
- 8) Biesalski, P.; Frank, F. (Hrsg.): Phoniatrie-Pädaudiologie, Band 1, Stuttgart, ²1994, S. 9
- 9) Biesalski, P.; Frank, F. (Hrsg.): Phoniatrie-Pädaudiologie, Band 1, Stuttgart, ²1994, S. 9
- 10) Biesalski, P.; Frank, F. (Hrsg.): Phoniatrie-Pädaudiologie, Band 1, Stuttgart, ²1994, S. 10
- 11) Wirth, G.: Stimmstörungen, Köln ⁴1995, S. 47
- 12) Habermann, G.: Stimme und Sprache. Eine Einführung in ihre Physiologie und Hygiene, Stuttgart ³2001, S. 31
- 13) Matsushita, H.: The Vibratory Mode of the Vocal Folds in the Excised Larynx. *Folia phoniatri.* 27, 1975, S. 7-16
 Sonninen, A.; Damste, P.H.; Fokkens, J.J.; Roelofs, J.: Microdynamics in Vocal Fold Vibration. *Acta Otolaryngology* 78, 1975, S. 129-134. In: Rohmert, W.: Grundzüge des funktionalen Stimmtrainings. In: Schriftenreihe „Dokumentation Arbeitswissenschaft“, Band 12, Köln ⁵1989, S. 26 u. 28
- 14) Rohmert, W.: Grundzüge des funktionalen Stimmtrainings. In: Schriftenreihe „Dokumentation Arbeitswissenschaft“, Band 12, Köln ⁵1989, S. 167
- 15) Rohmert, G.: Der Sänger auf dem Weg zum Klang. In: Schriftenreihe „Dokumentation Arbeitswissenschaft“, Band 28, Köln ²1992, S. 132

- 16) Werbeck-Svärdström, V.: Die Schule der Stimmenthüllung. Ein Weg zur Katharsis in der Kunst des Singens. Herausgegeben von der Sektion für Redende und Musizierende Künste der Freien Hochschule für Geisteswissenschaft Goetheanum, Dornach ⁴1984, S. 45. In: Rohmert, G.: Der Sänger auf dem Weg zum Klang. In: Schriftenreihe „Dokumentation Arbeitswissenschaft“, Band 28, Köln ²1992, S. 132
- 17) Luchsinger, R.: Physiologie der Stimme. Folia phoniatic. 5 (1953), S. 87
- 18) Rohmert, G.: Der Sänger auf dem Weg zum Klang. In: Schriftenreihe „Dokumentation Arbeitswissenschaft“, Band 28, Köln ²1992, S. 131 u. 132

Anhang

- 5) Eine ausführliche Darstellung befindet sich bei Feneis, H., in: Anatomisches Bildwörterbuch der internationalen Nomenklatur, Stuttgart ⁴1974, S. 140/27

VII **Gesangswissenschaftliche Untersuchungen und Auswertungen anhand des empirischen Materials**

1. **Zur Systematik komplizierter Prozesse eines gesangsphysiologischen Ablaufs im stimmgesunden Organ**

- 1) Wirth, G.: Stimmstörungen, Köln ⁴1995, S. 47
- 2) Luchsinger, R.; Arnold, G.E.: Lehrbuch der Stimm- und Sprachheilkunde, Wien ²1959, S. 81
- 3) Musehold, A.: Allgemeine Akustik und Mechanik des menschlichen Stimmorgans, Berlin 1913, S. 66
- 4) Hartlieb, K.: Schädigungen der äußeren Kehlkopfmuskeln als Ursachen für Störungen der Sängerstimme. Folia phoniatic. 5 (1953), S. 152 u. 153
- 5) Gundermann, H.: Heiserkeit und Stimmschwäche, Stuttgart ²1989, S. 139
- 6) Wängler, H.-H.: Grundriss einer Phonetik des Deutschen, Marburg ⁴1983, S. 67
- 7) Schubiger, M.: Einführung in die Phonetik, Berlin ²1977, S. 16
- 8) Martienssen-Lohmann, F.: Der wissende Sänger. Gesangslexikon in Skizzen, Zürich 1956, ³1986, S. 113
- 9) Pompino-Marschall, B.: Einführung in die Phonetik, Berlin 1995, S. 186
- 10) Musehold, A.: Allgemeine Akustik und Mechanik des menschlichen Stimmorgans, Berlin 1913, S. 66 u. 67
- 11) Musehold, A.: Allgemeine Akustik und Mechanik des menschlichen Stimmorgans, Berlin 1913, S. 67 u. 68

- 12) Musehold, A.: Allgemeine Akustik und Mechanik des menschlichen Stimmorgans, Berlin 1913, S. 70 u. 71
- 13) Tillmann, B.; Wustrow, F.: Kehlkopf. In: Berendes, J.; Link, R.; Zöllner, F.: (Hrsg.) Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde in Praxis und Klinik, Band 4/Teil 1, Stuttgart 1982, S. 56
- 14) Wirth, G.: Stimmstörungen, Köln ⁴1995, S. 55
- 15) Biesalski, P.; Frank, F.(Hrsg.): Phoniatrie-Pädaudiologie, Band 1, Stuttgart ²1994, S. 11
- 16) Wendler, J.; Seidner, W.; Kittel, G.; Eysholdt, U.: Lehrbuch der Phoniatrie und Pädaudiologie, Stuttgart ³1996 S. 55
- 17) Rohmert, G.: Der Sänger auf dem Weg zum Klang. In: Schriftenreihe „Dokumentation Arbeitswissenschaft“, Band 28, Köln ²1992, S. 39
- 18) Luchsinger, R.: Stimmphysiologie und Stimmbildung, Wien 1951, S. 61
- 19) Zenker, W.; Zenker A.: Über die Regelung der Stimmlippenspannung durch von außen angreifende Mechanismen. Folia phoniatic. 12 (1960), S. 8
- 20) Göpfert, B.: Handbuch der Gesangskunst. In: Schaal, R. (Hrsg.): Taschenbücher zur Musikwissenschaft, Band 110, Wilhelmshaven ⁴2002, S. 141
- 21) Sonninen, A.: Über die Beteiligung der äußeren Kehlkopfmuskeln an der Längeneinstellung der Stimmlippen beim Singen. Folia phoniatic. 10 (1958), S. 26
- 22) Reinecke, W.: Empfindungen beim Singen des Idealtons. In: Die Stimme. Centralblatt für Stimm- und Tonbildung, Gesangunterricht und Stimmhygiene, Heft 10/ VI. Jahrgang, Berlin Juli 1912, S. 295
- 23) Pahn, J.; Dettmann, R.; Šram, F.: Zur Verteilung und funktionellen Auswirkung von Paresen der Stimmlippenbewegungs- und -spannmuskulatur anhand elektromyographischer Untersuchungen. Folia phoniatic. 36 (1984), S. 279
- 24) Wendler, J.; Seidner, W.; Kittel, G.; Eysholdt, U.: Lehrbuch der Phoniatrie und Pädaudiologie, Stuttgart ³1996 S. 52
- 25) Fischer, P.-M.: Die Stimme des Sängers. Analyse ihrer Funktion und Leistung - Geschichte und Methodik der Stimmbildung, Stuttgart 1993, S. 96
- 26) Wendler, J.; Seidner, W.; Kittel, G.; Eysholdt, U.: Lehrbuch der Phoniatrie und Pädaudiologie, Stuttgart ³1996 S. 56
- 27) Göpfert, B.: Handbuch der Gesangskunst. In: Schaal, R. (Hrsg.): Taschenbücher zur Musikwissenschaft, Band 110, Wilhelmshaven ⁴2002, S. 149
- 28) Fischer-Klotz, H.: Zu einigen gesangswissenschaftlichen Grundsätzen und methodisch-pädagogischen Empfehlungen für die Gesangsausbildung - ein Beitrag zur Klärung gesangsterminologischer Probleme. Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg 1978, S. 74 u. 75, A-Dissertation

2. Untersuchungen zur Kunstfertigkeit der Koloratur am Beispiel der Silbe „ja“ im Bereich der Tessitur a-g²

- 29) Husler, F.; Rodd-Marling, Y.: Singen. Die physische Natur des Stimmorganes, Mainz 1965, S. 102
- 30) Kasper, H.-J.: Stimmphysiologie und Stimmpsycho­logie für Sänger, Nonnweiler 1992, S. 29
- 31) Pielke, W.: Über „offen“ und „gedeckt“ gesungene Töne. Passow Schaefer's Beitr. 5 (1912), S. 225
- 32) Martiensen-Lohmann, F.: Der wissende Sänger. Gesangslexikon in Skizzen, Zürich 1956, ³1986, S. 62
- 33) Mancini, G.B.: Pensieri e riflessioni pratiche sopra il canto figurato, Wien 1774. In: Göpfert, B.: Handbuch der Gesangkunst. In: Schaal, R. (Hrsg.): Taschenbücher zur Musikwissenschaft, Band 110, Wilhelmshaven ⁴2002, S. 30
- 34) Kasper, H.-J.: Stimmphysiologie und Stimmpsycho­logie für Sänger, Nonnweiler 1992, S. 29
- 35) Göpfert, B.: Handbuch der Gesangkunst. In: Schaal, R. (Hrsg.): Taschenbücher zur Musikwissenschaft, Band 110, Wilhelmshaven ⁴2002, S. 101 u. 102
- 36) Iro, O.: Diagnostik und Pädagogik der Stimmbildung, Wiesbaden 1961, S. 118 u. 119
- 37) Pielke, W.: Über „offen“ und „gedeckt“ gesungene Töne. Passow Schaefer's Beitr. 5 (1912), S. 226
- 38) Sundberg, J.: Die Wissenschaft von der Singstimme, Bonn 1997, S. 97
- 39) Fischer-Klotz, H.: Zu einigen gesangswissenschaftlichen Grundsätzen und methodisch-pädagogischen Empfehlungen für die Gesangsausbildung - ein Beitrag zur Klärung gesangsterminologischer Probleme. Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg 1978, S. 123, A-Dissertation
- 40) Göpfert, B.: Handbuch der Gesangkunst. In: Schaal, R. (Hrsg.): Taschenbücher zur Musikwissenschaft, Band 110, Wilhelmshaven ⁴2002, S. 105
- 41) Mancini, G.B.: Pensieri e riflessioni pratiche sopra il canto figurato, Wien 1774. In: Göpfert, B.: Handbuch der Gesangkunst. In: Schaal, R. (Hrsg.): Taschenbücher zur Musikwissenschaft, Band 110, Wilhelmshaven ⁴2002, S. 30
- 42) Sundberg, J.: Die Wissenschaft von der Singstimme, Bonn 1997, S. 165 u. 166
- 43) Kittel, G.: Offenes und gedecktes Singen in der objektiven Stimmanalyse. In: Probleme der Sängerausbildung (Hrsg. L. Spitzer), Bericht über das 5. gesangspädagogische Symposium in Bad Ischl vom 18. bis 22. März 1985, Hochschule für Musik und Darstellende Kunst in Wien, Abteilung für Sologesang und Musikdramatische Darstellung, Wien 1986, S. 38

3. Untersuchungen zur Kunstfertigkeit des Trillers

- 44) Iro, O.: Diagnostik und Pädagogik der Stimmbildung, Wiesbaden 1961, S. 50 u. 101
- 45) Seidner, W.; Wendler, J.: Die Sängerstimme. Phoniatische Grundlagen der Gesangs-ausbildung, Berlin ³1997, S. 119
- 46) Göpfert, B.: Handbuch der Gesangskunst. In: Schaal, R. (Hrsg.): Taschenbücher zur Musikwissenschaft, Band 110, Wilhelmshaven ⁴2002, S. 119
- 47) Wängler, H.-H.: Grundriss einer Phonetik des Deutschen, Marburg ⁴1983, S. 110
- 48) Kasper, H.-J.: Stimmphysiologie und Stimmpsychologie für Sänger, Nonnweiler ¹1992, S. 85

4. Untersuchungen eines isoliert gesungenen α -Vokals im forte auf der Tonhöhe b^2

- 49) Spiecker-Henke, M.: Leitlinien der Stimmtherapie, Stuttgart 1997, S. 179 u. 180
- 50) Sundberg, J.: Die Wissenschaft von der Singstimme, Bonn 1997, S. 175 u. 176
- 51) Marion, J.-C.: Freude am Gesang - Schule der Gesangstechnik. Die hohe Kunst des Singens, Luxemburg 1998, S. 68

5. Explizite Anforderungen und Besonderheiten der Klangbildung an das Stimmorgan beim Kunstsingen

- 52) Pahn, J.; Dettmann, R.; Šram, F.: Zur Verteilung und funktionellen Auswirkung von Pa-resen der Stimmlippenbewegungs- und -spannmuskulatur anhand elektromyographi-scher Untersuchungen. Folia phoniatic. 36 (1984), S. 280 u. 281
- 53) Rohmert, W.: Grundzüge des funktionalen Stimmtrainings. In: Schriftenreihe „Doku-mentation Arbeitswissenschaft“, Band 12, Köln ⁵1989, S. 49
- 54) Rohmert, W.: Grundzüge des funktionalen Stimmtrainings. In: Schriftenreihe „Doku-mentation Arbeitswissenschaft“, Band 12, Köln ⁵1989, S. 95
- 55) Feneis, H.: Anatomisches Bildwörterbuch der internationalen Nomenklatur, Stuttgart ⁴1974, S. 116 u. 118
- 56) Wendler, J.; Seidner, W.; Kittel, G.; Eysholdt, U.: Lehrbuch der Phoniatrie und Pädaudiologie, Stuttgart ³1996, S. 314
- 57) Faulstich, G.: Singen lehren - Singen lernen. Grundlagen für die Praxis des Gesang-unterrichtes Forum Musikpädagogik (Hrsg. R.-D. Kraemer), Band 24, Augsburg 1997, S.107
- 58) Fuchs, J.; Hotter, H.: Vox humana. Eine Studie über das Singen, Stuttgart 1952, S. 31

- 59) Rohmert, G.: Der Sänger auf dem Weg zum Klang. In: Schriftenreihe „Dokumentation Arbeitswissenschaft“, Band 28, Köln ²1992, S. 123
- 60) Barth, E.: Einführung in die Physiologie, Pathologie und Hygiene der menschlichen Stimme, Leipzig 1911, S. 249
- 61) Rohmert, W.: Grundzüge des funktionalen Stimmtrainings. In: Schriftenreihe „Dokumentation Arbeitswissenschaft“, Band 12, Köln ⁵1989, S. 170
- 62) Pahn, J.; Dettmann, R.; Šram, F.: Zur Verteilung und funktionellen Auswirkung von Pa-resen der Stimmlippenbewegungs- und -spannmuskulatur anhand elektromyographi-scher Untersuchungen. Folia phoniatic. 36 (1984), S. 280
- 63) Manén, L.: Bel Canto. Die Lehre der klassischen Gesangsschulen; ihr Verfall und ihre Wiederherstellung. Musikpädagogische Bibliothek, Band 33, Wilhelmshaven 1986, S. 51
- 64) Rohmert, G.: Der Sänger auf dem Weg zum Klang. In: Schriftenreihe „Dokumentation Arbeitswissenschaft“, Band 28, Köln ²1992, S. 65
- 65) Göpfert, B.: Handbuch der Gesangskunst. In: Schaal, R. (Hrsg.): Taschenbücher zur Musikwissenschaft, Band 110, Wilhelmshaven ⁴2002, S. 148
- 66) Göpfert, B.: Handbuch der Gesangskunst. In: Schaal, R. (Hrsg.): Taschenbücher zur Musikwissenschaft, Band 110, Wilhelmshaven ⁴2002, S. 148
- 67) Sittner, E.: Großen Sängern abgelauscht. Anweisungen und Übungen zur Erlangung von Stimmkraft, Piano, Geläufigkeit, Wien 1982, S. 13 u. 14
- 68) Fuchs, J.; Hotter, H.: Vox humana. Eine Studie über das Singen, Stuttgart 1952, S. 37
- 69) Fischer-Klotz, H.: Zu einigen gesangswissenschaftlichen Grundsätzen und methodisch-pädagogischen Empfehlungen für die Gesangsausbildung - ein Beitrag zur Klärung gesangsterminologischer Probleme. Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg 1978, S. 138, A-Dissertation
- 70) Martienssen-Lohmann, F.: Der wissende Sänger. Gesanglexikon in Skizzen, Zürich 1956, ³1986, S. 31
- 71) Göpfert, B.: Handbuch der Gesangskunst. In: Schaal, R. (Hrsg.): Taschenbücher zur Musikwissenschaft, Band 110, Wilhelmshaven ⁴2002, S. 119
- 72) Fuchs, J.; Hotter, H.: Vox humana. Eine Studie über das Singen, Stuttgart 1952, S. 38
- 73) Coblenzer, H.; Muhar, F.: Atem und Stimme. Anleitung zum guten Sprechen. Schriften zur Lehrerbildung und Lehrerfortbildung, Band 13, Wien 1976, S. 68
- 74) Winckel, F.: Elektroakustische Untersuchungen an der menschlichen Stimme. Folia phoniatic. 4 (1952), S. 105
- 75) Sundberg, J.: Die Wissenschaft von der Singstimme, Bonn 1997, S. 165
- 76) Sundberg, J.: Die Wissenschaft von der Singstimme, Bonn 1997, S. 135 u. 136
- 77) Spiecker-Henke, M.: Leitlinien der Stimmtherapie, Stuttgart 1997, S. 174

- 78) Sparber, M.: Der Tiefgriff. In: Probleme der Sängerausbildung (Hrsg. L. Spitzer), Bericht über das 4. gesangspädagogische Symposium in Bad Ischl vom 14. bis 18. März 1983, Hochschule für Musik und Darstellende Kunst in Wien, Abteilung für Sologesang und Musikdramatische Darstellung, Wien 1984, S. 96 u. 97
- 79) Rohmert, G.: Der Sänger auf dem Weg zum Klang. In: Schriftenreihe „Dokumentation Arbeitswissenschaft“, Band 28, Köln ²1992, S. 32
- 80) Biesalski, P.; Frank, F. (Hrsg.): Phoniatrie - Pädaudiologie, Band 1, Stuttgart ²1994, S. 24
- 81) Biesalski, P.; Frank, F. (Hrsg.): Phoniatrie - Pädaudiologie, Band 1, Stuttgart ²1994, S. 21
- 82) Spiecker-Henke, M.: Leitlinien der Stimmtherapie, Stuttgart 1997, S. 179
- 83) Zenker, W.; Zenker, A.: Über die Regelung der Stimmlippenspannung durch von außen angreifende Mechanismen. Folia phoniatic. 12 (1960), S. 29
- 84) Pahn, J.; Dettmann, R.; Šram, F.: Zur Verteilung und funktionellen Auswirkung von Pa-
resen der Stimmlippenbewegungs- und -spannmuskulatur anhand elektromyographi-
scher Untersuchungen. Folia phoniatic. 36 (1984), S. 279
- 85) Kasper, H.-J.: Stimmphysiologie und Stimmpsychologie für Sänger, Nonnweiler ¹1992, S. 86
- 86) Prosser-Bitterlich, S.: Gesangsschule. Gesangsausbildung durch Kontrolle von Kör-
per-Gefühl-Verstand. Schriften zur Lehrerbildung und Lehrerfortbildung. Band 17, Wien
¹1979, S. 93
- 87) Göpfert, B.: Handbuch der Gesangskunst. In: Schaal, R. (Hrsg.): Taschenbücher zur
Musikwissenschaft, Band 110, Wilhelmshaven ⁴2002, S. 122 u. 145
- 88) Martienssen-Lohmann, F.: Ausbildung der Gesangsstimme, Wiesbaden 1957, S. 62

6. Untersuchungen eines isoliert gesungenen u-Vokals im piano auf der Tonhöhe E

- 89) Faller, A.: Der Körper des Menschen. Einführung in Bau und Funktion, Stuttgart ⁸1978, S. 120
- 90) Nitsche, P.: Die Pflege der Kinder- und Jugendstimme. Theoretischer Teil, Band 1, Mainz 1970, S. 44
- 91) Neppert, J.; Pétursson, M.: Elemente einer akustischen Phonetik, Hamburg ²1986, S. 104
- 92) Sittner, E.: Wege zum Kunstgesang, Wien 1968, S. 26 u. 28
- 93) Lohmann, P.: Stimmfehler - Stimmberatung, Mainz ¹1938, ²1964, S. 110 u. 111
- 94) Lohmann, P.: Die sängerische Einstellung. Vier Stimmbildungsvorträge der Schule Mar-
tianssen-Lohmann, Leipzig 1929, S. 21

7. Untersuchungen eines mit sinkender Tonhöhe exponierten Quintsprungs am Beispiel des Wortes „Kette“ im Bereich der Tessitur H-E

- 95) Neppert, J.; Pétursson. M.: Elemente einer akustischen Phonetik, Hamburg ²1986, S. 114
- 96) Martiensen-Lohmann, F.: Ausbildung der Gesangsstimme, Wiesbaden 1957, S. 49
- 97) Fischer-Klotz, H.: Zu einigen gesangswissenschaftlichen Grundsätzen und methodisch-pädagogischen Empfehlungen für die Gesangsausbildung - ein Beitrag zur Klärung gesangsterminologischer Probleme. Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg 1978, S. 58, A-Dissertation
- 98) Luchsinger, R.: Die Stimme und ihre Störungen. In: Luchsinger, R.; Arnold, G.E.: Lehrbuch der Stimm- und Sprachheilkunde, Band 1, Wien ³1970, S. 183
- 99) Spiecker-Henke, M.: Leitlinien der Stimmtherapie, Stuttgart 1997, S. 179
- 100) Neppert, J.; Pétursson. M.: Elemente einer akustischen Phonetik, Hamburg ²1986, S. 114
- 101) Wängler, H.-H.: Grundriss einer Phonetik des Deutschen, Marburg ⁴1983, S. 86
- 102) Neppert, J.; Pétursson. M.: Elemente einer akustischen Phonetik, Hamburg ²1986, S. 105
- 103) Prosser-Bitterlich, S.: Gesangsschule. Gesangsausbildung durch Kontrolle von Körper-Gefühl-Verstand. Schriften zur Lehrerbildung und Lehrerfortbildung. Band 17, Wien ¹1979, S. 79
- 104) Barth, V.: Das Instrument Stimme. In: Haefliger, E.: Die Kunst des Gesangs. Geschichte-Technik-Repertoire, Mainz ⁴2000, S. 63
- 105) Werbeck-Svårdström, V.: Die Schule der Stimmenthüllung. Ein Weg zur Katharsis in der Kunst des Singens. Herausgegeben von der Sektion für Redende und Musizierende Künste der Freien Hochschule für Geisteswissenschaft Goetheanum, Dornach ⁵1994, S. 125
- 106) Prosser-Bitterlich, S.: Gesangsschule. Gesangsausbildung durch Kontrolle von Körper-Gefühl-Verstand. Schriften zur Lehrerbildung und Lehrerfortbildung. Band 17, Wien ¹1979, S. 79

8. Vergleich objektiver sonographischer Stimmanalysen und -diagnosen des stimmtechnisch-künstlerischen Deckvorganges mit dem Nichtdeckvorgang am Beispiel der vierten Silbe des im forte gesungenen Wortes „Vivificantem“ auf der Tonhöhe e¹

- 107) Fischer-Klotz, H.; Köhler-Wellner, H.: Wesentliches zum Terminus „Gedecktes Singen“. In: Grundlegendes zur Kehlfunktion, zum Registerbegriff und zum Terminus „Decken“ im Auftrage des Studios für Stimmforschung, Hochschule für Musik „Carl Maria von

- Weber“ Dresden, Dresden 1977, S. 19
- Fischer-Klotz, H.: Zu einigen gesangswissenschaftlichen Grundsätzen und methodisch-pädagogischen Empfehlungen für die Gesangsausbildung - ein Beitrag zur Klärung gesangsterminologischer Probleme. Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg 1978, S. 64, A-Dissertation
- 108) Sundberg, J.: Die Wissenschaft von der Singstimme, Bonn 1997, S. 158
- 109) Rohmert, W.: Grundzüge des funktionalen Stimmtrainings. In: Schriftenreihe „Dokumentation Arbeitswissenschaft“, Band 12, Köln ⁵1989, S. 41
- 110) Husler, F.; Rodd-Marling, Y.: Singen. Die physische Natur des Stimmorganes, Mainz 1965, S. 135
- 111) Fernau-Horn, H.: Zur Übungsbehandlung funktioneller Stimmstörungen. Folia phoniatic. 6 (1954), S. 242
- 112) Riesch, A.: Lebendige Stimme. Stimmbildung für Sprache und Gesang, Mainz 1972, S. 54
- 113) Prosser-Bitterlich, S.: Gesangsschule. Gesangsausbildung durch Kontrolle von Körper-Gefühl-Verstand. Schriften zur Lehrerbildung und Lehrerfortbildung. Band 17, Wien ¹1979, S. 77
- 114) Leonhardt, H.: dtv-Atlas der Anatomie. Tafeln und Texte, Band 2 Innere Organe, Stuttgart ⁶1991, S. 194
- 115) Sundberg, J.: Die Wissenschaft von der Singstimme, Bonn 1997, S. 166
- 116) Luchsinger, R.: Falsett und Vollton der Kopfstimme (Beitrag zum Registerproblem), Arch. f. Ohren- usw. u. Z. f. Hals- usw. Heilk. 155 (1949), S. 507
- 117) Göpfert, B.: Handbuch der Gesangskunst. In: Schaal, R. (Hrsg.): Taschenbücher zur Musiwissenschaft, Band 110, Wilhelmshaven ⁴2002, S. 136
- 118) Luchsinger, R.: Falsett und Vollton der Kopfstimme (Beitrag zum Registerproblem), Arch. f. Ohren- usw. u. Z. f. Hals- usw. Heilk. 155 (1949), S. 514
- 119) Faltin, R.: Singen lernen? Aber logisch. Von der Technik des klassischen Gesanges. Forum Musikpädagogik, Band 39, Augsburg 1999, S. 28
- 120) Rohmert, G.: Der Sänger auf dem Weg zum Klang. In: Schriftenreihe „Dokumentation Arbeitswissenschaft“, Band 28, Köln ²1992, S. 88
- 121) Sundberg, J.: Die Wissenschaft von der Singstimme, Bonn 1997, S. 140
- 122) Sundberg, J.: Die Wissenschaft von der Singstimme, Bonn 1997, S. 167
- 123) Sundberg, J.: Die Wissenschaft von der Singstimme, Bonn 1997, S. 167
- 124) Winckel, F.: Elektroakustische Untersuchungen an der menschlichen Stimme. Folia phoniatic. 4 (1952), S. 107
- 125) Blaschke, H.: „Gedechte Töne“. In: Probleme der Sängerausbildung (Hrsg. L. Spitzer), Bericht über das 3. gesangspädagogische Symposium in Bad Ischl vom 23. bis 27. März 1981, Hochschule für Musik und Darstellende Kunst in Wien, Abteilung für Sologesang und Musikdramatische Darstellung, Wien 1981, S. 91

9. Untersuchungen der zweiten Silbe des im forte gesungenen Wortes „gelingt“ auf der Tonhöhe e¹

- 126) Neppert, J.; Pétursson, M.: Elemente einer akustischen Phonetik, Hamburg ²1986, S. 200
- 127) Krüger, I.: Atemfibel, Schule Schlaffhorst-Andersen, Eldingen 1979, S. 30
- 128) Wängler, H.-H.: Grundriss einer Phonetik des Deutschen, Marburg ⁴1983, S. 154
- 129) Reinecke, W.: Die Kreuzung der Resonanzen und das Decken der Töne. In: Die Stimme. Centralblatt für Stimm- und Tonbildung. Gesangunterricht und Stimmhygiene, Heft 6/VI. Jahrgang, Berlin März 1912, S. 175
- 130) Linklater, K.: Die persönliche Stimme entwickeln, ein ganzheitliches Übungsprogramm zur Befreiung der Stimme, München 1997, S. 96
- 131) Sundberg, J.: Die Wissenschaft von der Singstimme, Bonn 1997, S. 87
- 132) Kasper, H.-J.: Stimmphysiologie und Stimmpsychologie für Sänger, Nonnweiler ¹1992, S. 71

10. Untersuchungen eines im fortissimo lang anhaltenden Tons (Ligatur) am Beispiel des Wortes „Triumph“ auf der Tonhöhe cis¹

- 133) Fuchs, J.; Hotter, H.: Vox humana. Eine Studie über das Singen, Stuttgart 1952, S. 31
- 134) Lohmann, P.: Stimmfehler - Stimmberatung, Mainz ¹1938, ²1964 S. 30
- 135) Kasper, H.-J.: Stimmphysiologie und Stimmpsychologie für Sänger, Nonnweiler ¹1992, S. 63
- 136) Lohmann, P.: Stimmfehler - Stimmberatung, Mainz ¹1938, ²1964, S. 102 u. 110
- 137) Sittner, E.: Großen Sängern abgelauscht. Anweisungen und Übungen zur Erlangung von Stimmkraft, Piano, Geläufigkeit, Wien 1968, S. 61

11. Untersuchungen eines mit steigender Tonhöhe exponierten Duodezimensprungs und abwärts führender kleiner Sekunde am Beispiel des Wortes „Fülle“ im Bereich der Tessitur ais-e²-dis²

- 138) Sittner, E.: Großen Sängern abgelauscht. Anweisungen und Übungen zur Erlangung von Stimmkraft, Piano, Geläufigkeit, Wien 1968, S. 30
- 139) Sundberg, J.: Die Wissenschaft von der Singstimme, Bonn 1997, S. 118
- 140) Biesalski, P.; Frank, F. (Hrsg.): Phoniatrie - Pädaudiologie, Band 1, Stuttgart ²1994, S. 289
- 141) Sundberg, J.: Die Wissenschaft von der Singstimme, Bonn 1997, S. 237

- 142) Gössler, W.: Revolution der Stimmbildung (I. Gesetz der Pendelung), Augsburg 1955, S. 24. In: Faulstich, G.: Singen lehren - Singen lernen. Grundlagen für die Praxis des Gesangunterrichtes. Forum Musikpädagogik (Hrsg. R.-D. Kraemer), Band 24, Augsburg 1997, S. 112
- 143) Kasper, H.-J.: Stimmphysiologie und Stimmpsychologie für Sänger, Nonnweiler ¹1992, S. 29
- 144) Fischer-Klotz, H.: Zu einigen gesangswissenschaftlichen Grundsätzen und methodisch-pädagogischen Empfehlungen für die Gesangsausbildung - ein Beitrag zur Klärung gesangsterminologischer Probleme. Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg 1978, S. 72b, A-Dissertation
- 145) Schutte, H.K; Miller, D.G.: Resonanzspiele der Gesangsstimme in ihrer Beziehung zu supra- und subglottalen Druckverläufen: Konsequenzen für die Stimmbildungstheorie. Folia phoniat. 40 (1988), S. 72
- 146) Neppert, J.; Pétursson, M.: Elemente einer akustischen Phonetik, Hamburg ²1986, S. 104

12. Untersuchungen eines in mezza voce isoliert gesungenen e-Vokals im Bereich der Tessitur c²-a²

- 147) Barth, V.: Das Instrument Stimme. In: Haefliger, E.: Die Kunst des Gesangs. Geschichte-Technik-Repertoire, Mainz ⁴2000, S. 71
- 148) Barth, V.: Das Instrument Stimme, In: Haefliger, E.: Die Kunst des Gesangs. Geschichte-Technik-Repertoire, Mainz ⁴2000, S. 71
- 149) Luchsinger, R.: Privatbesitz, Film aus dem Jahre 1957. In: Fischer, P.-M.: Die Stimme des Sängers, Stuttgart 1993, S. 97

13. Untersuchungen des frei im Vortrag in mezza voce gesungenen Wortes „Morden“ im Bereich der Tessitur cis¹-d

- 150) Marion, J.-C.: Freude am Gesang - Schule der Gesangstechnik. Die hohe Kunst des Singens, Luxemburg 1988, S. 51
- 151) Martiensen-Lohmann, F.: Ausbildung der Gesangsstimme, Wiesbaden 1957, S. 37
- 152) Pétursson, M.; Neppert, J.: Elementarbuch der Phonetik, Hamburg ¹1991, S. 91
- 153) Habermann, G.: Die Bedeutung des Kehlraums für die emotionale Färbung der Vokale. Eine phoniatisch-radiologische Studie. Arch. klin. exp. Ohr.-, Nas.-u. Kehlk. Heilk. 195 (1970), S. 278
- 154) Pétursson, M.; Neppert, J.: Elementarbuch der Phonetik, Hamburg ¹1991, S. 75
- 155) Glockner, A.: Der Kunstgesang, München 1979, S. 132

- 156) Ludwig, C.: Lehrbuch der Physiologie. Leipzig u. Heidelberg 1858. In: Luchsinger, R.: Physiologie der Stimme. Folia phoniatic. 5 (1953), S. 92
- 157) Goerttler, K.: Die Anordnung, Histologie und Histogenese der quergestreiften Muskulatur im menschlichen Stimmband, Z. f. Anat. u. Entw.-Gesch., Band 115, Leipzig 1950, S. 352. In: Husler, F.; Rodd-Marling, Y.: Singen. Die physische Natur des Stimmorganes, Mainz 1965, S. 43 u. Abb. 29
- 158) Rohen, J.W.: Über den konstruktiven Bau des M. vocalis bei Mensch und Primaten, HNO 16 (1968), S. 111. In: Wendler, J.; Seidner, W.; Kittel, G.; Eysholdt, U.: Lehrbuch der Phoniatrie und Pädaudiologie, Stuttgart 31996, S. 55
- 159) Husler, F.; Rodd-Marling, Y.: Singen. Die physische Natur des Stimmorganes, Mainz 1965, S. 44 u. 114
- 160) Tillmann, H.G.; Mansell, P.: Phonetik, Stuttgart 1980, S. 256
- 161) Spiecker-Henke, M.: Leitlinien der Stimmtherapie, Stuttgart 1997; S. 191

14. Untersuchungen des im gestützten Falsett gesungenen Wortes „Schein“ auf der Tonhöhe g¹

- 162) Neppert, J.; Pétursson, M.: Elemente einer akustischen Phonetik, Hamburg 21986, S. 129
- 163) Luchsinger, R.: Stimmphysiologie und Stimmbildung, Wien 1951, S. 63
- 164) Gümmer, P.: Erziehung der menschlichen Stimme, Kassel 51970, S. 27
- 165) Husler, F.; Rodd-Marling, Y.: Singen. Die physische Natur des Stimmorganes, Mainz 1965, S. 88
- 166) Fischer, P.-M.: Die Stimme des Sängers. Analyse ihrer Funktion und Leistung - Geschichte und Methodik der Stimmbildung, Stuttgart 1993, S. 185
- 167) Fischer, P.-M.: Die Stimme des Sängers. Analyse ihrer Funktion und Leistung - Geschichte und Methodik der Stimmbildung, Stuttgart 1993, S. 185
- 168) Luchsinger, R.: Falsett und Vollton der Kopfstimme (Beitrag zum Registerproblem), Arch. f. Ohren- usw. u. Z. f. Hals- usw. Heilk. 155 (1949), S. 507
- 169) Husler, F.; Rodd-Marling, Y.: Singen. Die physische Natur des Stimmorganes, Mainz 1965, S. 89
- 170) Lullies, H.: Physiologie der Stimme und Sprache. In: Ranke, O.F.; Lullies, H.: Gehör, Stimme, Sprache, Berlin 1953, S. 211

15. Untersuchungen eines im fortissimo gesungenen i-Vokals am Beispiel des Wortes „Adelaide“ auf der Tonhöhe d¹

- 171) Sundberg, J.: Die Wissenschaft von der Singstimme, Bonn 1997, S. 165

- 172) Pétursson, M.; Neppert, J.: Elementarbuch der Phonetik, Hamburg ¹1991, S. 133
 173) Barth, V.: Das Instrument Stimme. In: Haefliger, E.: Die Kunst des Gesangs. Geschichte-Technik-Repertoire, Mainz ⁴2000, S. 70
 174) Sundberg, J.: Die Wissenschaft von der Singstimme, Bonn 1997, S. 165 u. 175

VIII Ergebnisse

- 1) Schutte, H.K.; Miller, D.G.: Resonanzspiele der Gesangsstimme in ihrer Beziehung zu supra-und subglottalen Druckverläufen: Konsequenzen für die Stimmbildungstheorie. Folia phoniatic. 40 (1988), S.70
- 2) Schutte, H.K.; Miller, D.G.: Resonanzspiele der Gesangsstimme in ihrer Beziehung zu supra-und subglottalen Druckverläufen: Konsequenzen für die Stimmbildungstheorie. Folia phoniatic. 40 (1988), S.71 u. 72
- 3) Sittner, E.: Wege zum Kunstgesang, Wien 1968, S. 10
- 4) Spiecker-Henke, M.: Leitlinien der Stimmtherapie, Stuttgart 1997, S. 115
- 5) Sittner, E.: Wege zum Kunstgesang, Wien 1968, S. 9
- 6) Bruns, P.: Minimalluft und Stütze, Berlin 1929, S. 5-114
- 7) Iro, O.: Diagnostik und Pädagogik der Stimmbildung, Wiesbaden 1961, S. 121
- 8) Cvejić, D.: Die Lage des Larynx während des Singens. In: Probleme der Sängerausbildung (Hrsg. L. Spitzer), Bericht über das 4. gesangspädagogische Symposium in Bad Ischl vom 14. bis 18. März 1983, Hochschule für Musik und Darstellende Kunst in Wien, Abteilung für Sologesang und Musikdramatische Darstellung, Wien 1984, S. 52
- 9) Barth, V.: Das Instrument Stimme. In: Haefliger, E.: Die Kunst des Gesangs. Geschichte-Technik-Repertoire, Mainz ⁴2000, S. 66
- 10) Sparber, M.: Der Tiefgriff. In: Probleme der Sängerausbildung (Hrsg. L. Spitzer), Bericht über das 4. gesangspädagogische Symposium in Bad Ischl vom 14. bis 18. März 1983, Hochschule für Musik und Darstellende Kunst in Wien, Abteilung für Sologesang und Musikdramatische Darstellung, Wien 1984, S. 96
- 11) Gümmer, P.: Erziehung der menschlichen Stimme, Kassel ⁵1970, S. 29
- 12) Sparber, M.: Der Tiefgriff. In: Probleme der Sängerausbildung (Hrsg. L. Spitzer), Bericht über das 4. gesangspädagogische Symposium in Bad Ischl vom 14. bis 18. März 1983, Hochschule für Musik und Darstellende Kunst in Wien, Abteilung für Sologesang und Musikdramatische Darstellung, Wien 1984, S. 97
- 13) Cvejić, D.: Die Lage des Larynx während des Singens. In: Probleme der Sängerausbildung (Hrsg. L. Spitzer), Bericht über das 4. gesangspädagogische Symposium in Bad Ischl vom 14. bis 18. März 1983, Hochschule für Musik und Darstellende Kunst in Wien, Abteilung für Sologesang und Musikdramatische Darstellung, Wien 1984, S. 49

- 14) Reid, C.L.: The Free Voice, a Guide to Natural Singing, New York: Coleman-Ross 1965.
In: Rohmert, W.: Grundzüge des funktionalen Stimmtrainings. In: Schriftenreihe „Dokumentation Arbeitswissenschaft“, Band 12, Köln ⁵1989, S. 56
- 15) Hoppe, G.; Frommhold, W.: Tomographische Studien zur Funktion des menschlichen Kehlkopfes. II. Mitteilung: Bewegungen des Zungenbeines. Folia phoniatic. 17 (1965), S. 162
- 16) Hoppe, G.; Frommhold, W.: Tomographische Studien zur Funktion des menschlichen Kehlkopfes. II. Mitteilung: Bewegungen des Zungenbeines. Folia phoniatic. 17 (1965), S. 162
- 17) Fleischer, H.: Die Stimmatmung. Wiss. Z. Univ. Halle, Ges.-Sprachw. VI/2, Halle (Saale) 1956, S. 280
- 18) Fleischer, H.: Die Stimmatmung. Wiss. Z. Univ. Halle, Ges.-Sprachw. VI/2, Halle (Saale) 1956, S. 280
- 19) Iro, O.: Diagnostik und Pädagogik der Stimmbildung, Wiesbaden 1961, S. 121
- 20) Berg, J. van den.; Moll, J.: Zur Anatomie des menschlichen Musculus vocalis, Z. f. Anat. u. Entw.-Gesch., Band 118 (1951), S. 465
Berg, J. van den.: Myoelastic aerodynamic theory of voice production. J. Speech Res. 1 (1958), S. 227
Cavagna, G.A.; Margaria, R.: Airflow rates and efficiency changes during phonation. Ann. N.Y. Acad. Sci. 155 (1968), S. 152. In: Wendler, J.; Seidner, W.; Kittel, G.; Eysholdt, U.: Lehrbuch der Phoniatrie und Pädaudiologie, Stuttgart ³1996, S. 52
- 21) Fleischer, H.: Die Stimmatmung. Wiss. Z. Univ. Halle, Ges.-Sprachw. VI/2, Halle (Saale) 1956, S. 280
- 22) Reinecke, W.: Die Kreuzung der Resonanzen und das Decken der Töne. In: Die Stimme. Centralblatt für Stimm- und Tonbildung, Gesangunterricht und Stimmhygiene, Heft 6/VI. Jahrgang, Berlin März 1912, S. 175
- 23) Reinecke, W.: Die Kehlkopfstellung beim Singen. In: Die Stimme. Centralblatt für Stimm- und Tonbildung, Gesangunterricht und Stimmhygiene, Heft 3/VI. Jahrgang, Berlin Dezember 1911, S. 77
- 24) Zenker, W.; Zenker, A.: Über die Regelung der Stimmlippenspannung durch von außen angreifende Mechanismen. Folia phoniatic. 12 (1960), S. 15
- 25) Cvejić, D.: Die Lage des Larynx während des Singens. In: Probleme der Sängerausbildung (Hrsg. L. Spitzer), Bericht über das 4. gesangspädagogische Symposium in Bad Ischl vom 14. bis 18. März 1983, Hochschule für Musik und Darstellende Kunst in Wien, Abteilung für Sologesang und Musikdramatische Darstellung, Wien 1984, S. 48
- 26) Wendler, J.; Seidner, W.; Kittel, G.; Eysholdt, U.: Lehrbuch der Phoniatrie und Pädaudiologie, Stuttgart ³1996, S. 54
- 27) Cvejić, D.: Die Lage des Larynx während des Singens. In: Probleme der Sängerausbildung (Hrsg. L. Spitzer), Bericht über das 4. gesangspädagogische Symposium in Bad Ischl vom 14. bis 18. März 1983, Hochschule für Musik und Darstellende Kunst in Wien,

- Abteilung für Sologesang und Musikdramatische Darstellung, Wien 1984, S. 48
- 28) Schutte, H.K.; Miller, R.: Resonance Balance in Register Categories of the Singing Voice: A Spectral Analysis Study, *Folia phoniat.* 40 (1984), S. 290
- 29) Seidner, W.; Wendler, J.: Zur Physiologie und künstlerischen Anwendung des männlichen Falsetts. *HNO-Informat.* 2/1992, S. 43, 44 u. 47
- 30) Katzenstein, J.: Über Brust-, Mittel- und Falsettstimme. *Passow-Schaefers Beitr.* 4 (1911), S. 283
- 31) Sundberg, J.: Die Wissenschaft von der Singstimme, Bonn 1997, S. 82
- 32) Sundberg, J.: Die Wissenschaft von der Singstimme, Bonn 1997, S. 63
- 33) Fischer, P.-M.: Die Stimme des Sängers. Analyse ihrer Funktion und Leistung - Geschichte und Methodik der Stimmbildung, Stuttgart 1993, S. 183-185
- 34) Frank, F.; Sparber, M.: Über die objektiven Differenzierungsmöglichkeiten zwischen Kopfstimme, Falsett und Pfeifregister, *M Schr. Ohrenheilk. (Wien)* 106 9 (1972), S. 486
- 35) Fischer, E.: Handbuch der Stimmbildung, Tutzing 1969, S. 95
- 36) Frank, F.; Sparber, M.: Über die objektiven Differenzierungsmöglichkeiten zwischen Kopfstimme, Falsett und Pfeifregister, *M Schr. Ohrenheilk. (Wien)* 106 9 (1972), S. 487
- 37) Mathelitsch, L.; Friedrich, G.: Die Stimme. Instrument für Sprache, Gesang und Gefühl, Berlin 1995, S. 138
- 38) Seidner, W.; Schutte, H.K.; Endler, W.J.; Rauhut, A.: Zur Ausprägung des hohen Sängersformanten bei verschiedenen Stimmgattungen, *Abstracts Xth Congr. Union European Phoniaticians*, Prag 1982, S. 155
- 39) Rohmert, G.: Der Sänger auf dem Weg zum Klang. In: Schriftenreihe „Dokumentation Arbeitswissenschaft“, Band 28, Köln 1992, S. 22 u. 23
- 40) Cvejić, D.: Die Lage des Larynx während des Singens. In: Probleme der Sängerausbildung (Hrsg. L. Spitzer), Bericht über das 4. gesangspädagogische Symposium in Bad Ischl vom 14. bis 18. März 1983, Hochschule für Musik und Darstellende Kunst in Wien, Abteilung für Sologesang und Musikdramatische Darstellung, Wien 1984, S. 49
- 41) Lacina, O.: Versuch einer Klassifikation der Gesangsstimmfehler. *Folia phoniat.* 34 (1982), S. 90
- 42) Santis, M. De.; Fratarcangeli, S.: Indigani spettrofonometriche et audiometriche nelle disodie dei cantanti. *Valsalva* 45 (1969), p. 188-195. In: Lacina, O.: Versuch einer Klassifikation der Gesangsstimmfehler. *Folia phoniat.* 34 (1982), S. 90
- 43) Lohmann, P.: Stimmfehler - Stimmberatung, Mainz 1938, 1964, S. 102
- 44) Trenchel, W.: Der Begriff „gesunde Nasalität“. *Sprache - Stimme - Gehör* 18 (1994), S. 93
- 45) Kittel, G.: Offenes und gedecktes Singen in der objektiven Stimmanalyse. In: Probleme der Sängerausbildung (Hrsg. L. Spitzer), Bericht über das 5. gesangspädagogische Symposium in Bad Ischl vom 18. bis 22. März 1985, Hochschule für Musik und Darstellende Kunst in Wien, Abteilung für Sologesang und Musikdramatische Darstellung, Wien 1986, S. 33

- 46) Husler, F.; Rodd-Marling, Y.: Singen. Die physische Natur des Stimmorganes, Mainz 1965, S. 82
- 47) Goldhan, W.: Untersuchungen zum Intensitätsvibrato, Diss. Humboldt-Universität, Berlin 1972, S. 89-93. In: Fischer, P.-M.: Die Stimme des Sängers, Stuttgart 1993, S. 76
- 48) Goldhan, W.: Kennzeichen der Sängerstimme, Tutzing ³2001, S. 50
- 49) Fischer, P.-M.: Die Stimme des Sängers. Analyse ihrer Funktion und Leistung - Geschichte und Methodik der Stimmbildung, Stuttgart 1993, S. 170
- 50) Fischer, P.-M.: Die Stimme des Sängers. Analyse ihrer Funktion und Leistung - Geschichte und Methodik der Stimmbildung, Stuttgart 1993, S. 170
- 51) Luchsinger, R.: Physiologie der Stimme. Folia phoniatic. 5 (1953), S. 109
- 52) Iro, O.: Diagnostik und Pädagogik der Stimmbildung, Wiesbaden 1961, S. 121
- 53) Lacina, O.: Versuch einer Klassifikation der Gesangsstimmfehler. Folia phoniatic. 34 (1982), S. 89
- 54) Sundberg, J.: Die Wissenschaft von der Singstimme, Bonn 1997, S. 60
- 55) Hartlieb, K.: Die Sängeratmung und Wirkung in neuer Sicht (Manuskript). Folia phoniatic. 4 (1952), S. 53. In: Luchsinger, R.: Physiologie der Stimme. Folia phoniatic. 5 (1953), S. 77
- 56) Schultz-Coulon, H.-J.; Battmer, R.D.: Die quantitative Bewertung des Sängervibratos. Folia phoniatic. 33 (1981), S. 1
- 57) Sundberg, J.: Die Wissenschaft von der Singstimme, Bonn 1997, S. 118
- 58) Sundberg, J.: Die Wissenschaft von der Singstimme, Bonn 1997, S. 107 u. 108
- 59) Sundberg, J.: Die Wissenschaft von der Singstimme, Bonn 1997, S. 221
- 60) Sundberg, J.: Die Wissenschaft von der Singstimme, Bonn 1997, S. 107
- 61) Sundberg, J.: Die Wissenschaft von der Singstimme, Bonn 1997, S. 111
- 62) Sundberg, J.: Die Wissenschaft von der Singstimme, Bonn 1997, S. 111
- 63) Lohmann, P.: Stimmfehler - Stimmberatung, Mainz ¹1938, ²1964, S. 42, 48, 103 u. 104
- 64) Sundberg, J.: Die Wissenschaft von der Singstimme, Bonn 1997, S. 60
- 65) Lacina, O.: Versuch einer Klassifikation der Gesangsstimmfehler. Folia phoniatic. 34 (1982), S. 89
- 66) Sundberg, J.: Die Wissenschaft von der Singstimme, Bonn 1997, S. 118
- 67) Lacina, O.: Versuch einer Klassifikation der Gesangsstimmfehler. Folia phoniatic. 34 (1982), S. 90
- 68) Essen, O.v.: Ein einfaches Maß für die Durchschlagskraft der Stimme. Folia phoniatic. 3 (1951), S. 119-122. In: Lacina, O.: Versuch einer Klassifikation der Gesangsstimmfehler. Folia phoniatic. 34 (1982), S. 90
- 69) Seidner, W.; Wendler, J.: Die Sängerstimme. Phoniatische Grundlagen für die Gesangsausbildung, Berlin ²1982, S. 88
- 70) Iro, O.: Diagnostik und Pädagogik der Stimmbildung, Wiesbaden 1961, S. 119

- 71) Werbeck-Svärdström, V.: Die Schule der Stimmenthüllung. Ein Weg zur Katharsis in der Kunst des Singens. Herausgegeben von der Sektion für Redende und Musizierende Künste der Freien Hochschule für Geisteswissenschaft Goetheanum, Dornach ⁵1994, S. 45, 118 u. 119
- 72) Lohmann, P.: Stimmfehler - Stimmberatung, Mainz ¹1938, ²1964, S. 110
- 73) Lohmann, P.: Stimmfehler - Stimmberatung, Mainz ¹1938, ²1964, S. 110
- 74) Lohmann, P.: Stimmfehler - Stimmberatung, Mainz ¹1938, ²1964, S. 110
- 75) Lacina, O.: Versuch einer Klassifikation der Gesangsstimmfehler. *Folia phoniatic.* 34 (1982), S. 90
- 76) Lohmann, P.: Stimmfehler - Stimmberatung, Mainz ¹1938, ²1964, S. 46
- 77) Fischer, E.: Handbuch der Stimmbildung, Tutzing 1969, S. 82
- 78) Lohmann, P.: Stimmfehler - Stimmberatung, Mainz ¹1938, ²1964, S. 68
- 79) Linklater, K.: Die persönliche Stimme entwickeln, ein ganzheitliches Übungsprogramm zur Befreiung der Stimme. München 1997, S. 107
- 80) Göpfert, B.: Handbuch der Gesangskunst. In: Schaal, R. (Hrsg.): Taschenbücher zur Musikwissenschaft, Band 110, Wilhelmshaven ²1991, S. 68
- 81) Seidner, W.; Schutte, H.K.; Endler, W.J.; Rauhut, A.: Zur Ausprägung des hohen Sängersformanten bei verschiedenen Stimmgattungen, Abstracts Xth Congr. Union European Phoniaticians, Prag 1982, S. 154 u. 155
- 82) Sundberg, J.: Die Wissenschaft von der Singstimme, Bonn 1997, S. 166
- 83) Schultz-Coulon, H.-J.; Wenn, P.: Echtzeitspektrographische Untersuchungen an Sängern. *Sprache - Stimme - Gehör* 10 (1986), S. 11
- 84) Sundberg, J.: Die Wissenschaft von der Singstimme, Bonn 1997, S. 148
- 85) Winckel, F.: Elektroakustische Untersuchungen an der menschlichen Stimme. *Folia phoniatic.* 4 (1952), S. 104
- 86) Mathelitsch, L.; Friedrich, G.: Die Stimme. Instrument für Sprache, Gesang und Gefühl, Berlin, ¹1995, S. 133
- 87) Faltin, R.: Singen lernen? Aber logisch. *Forum Musikpädagogik*, Band 39, Augsburg 1999, S. 26-37
- 88) Sittner, E.: Wege zum Kunstgesang, Wien 1968, S. 14 u. 15
- 89) Sittner, E.: Wege zum Kunstgesang, Wien 1968, S. 12, 28 u. 29
- 90) Schweitzer, A.: Johann Sebastian Bach, Leipzig 1958, S. 648
- 91) Goldhan, W.: Kennzeichen der Sängerstimme, Tutzing ³2001, S. 60
- 92) Lohmann, P.: Stimmfehler - Stimmberatung, Mainz ¹1938, ²1964, S. 108
- 93) Frank, F.: Zum Synchronverhalten von Kehle und Zwerchfell. In: Probleme der Sängerausbildung (Hrsg. L. Spitzer), Bericht über das 5. gesangspädagogische Symposium in Bad Ischl vom 18. bis 22. März 1985, Hochschule für Musik und Darstellende Kunst in Wien, Abteilung für Sologesang und Musikdramatische Darstellung, Wien 1986, S. 8
- 94) Krech, H.: Hochlautung und Kunstgesang. *Wiss. Z. Univ. Halle, Ges.- Sprachw.* VI/5, Halle (Saale) 1957, S. 888

- 95) Wängler, H.-H.: Grundriss einer Phonetik des Deutschen, Marburg ⁴1983, S. 120
- 96) Spiecker-Henke, M.: Leitlinien der Stimmtherapie, Stuttgart 1997, S. 194
- 97) Sundberg, J.: Die Wissenschaft von der Singstimme, Bonn 1997, S. 59
- 98) Wängler, H.-H.: Grundriss einer Phonetik des Deutschen, Marburg ⁴1983, S. 154
- 99) Lohmann, P.: Stimmfehler - Stimmerberatung, Mainz ¹1938, ²1964, S. 34
- 100) Essen, O.v.: Allgemeine und angewandte Phonetik, Berlin ³1962, S. 91
- 101) Seidner, W.; Schutte, H.K.; Endler, W.J.; Rauhut, A.: Zur Ausprägung des hohen Sän-
gerformanten bei verschiedenen Stimmgattungen, Abstracts Xth Congr. Union Euro-
pean Phoniaticians, Prag 1982, S. 155
- 102) Müller, K.; Ölberg, H.: Grundlagen der Sprachschallanalyse (Sonographie). Innsbrucker
Beiträge zur Kulturwissenschaft, Sonderheft 40. Herausgegeben von der Innsbrucker
Gesellschaft zur Pflege der Geisteswissenschaften, Innsbruck 1976, S. 68
- 103) Sundberg, J.: Die Wissenschaft von der Singstimme, Bonn 1997, S. 105 u. 111
- 104) Seidner, W.; Wendler, J.: Die Sängerstimme. Phoniatische Grundlagen der Gesangs-
ausbildung, Berlin ³1997, S. 123
- 105) Sundberg, J.: Die Singstimme. In: Die Physik der Musikinstrumente, Spektrum der Wis-
senschaft (Verständliche Forschung), Heidelberg ²1998, S. 19
- 106) Seidner, W.; Wendler, J.: Die Sängerstimme. Phoniatische Grundlagen der Gesangs-
ausbildung, Berlin ³1997, S. 123
- 107) Seidner, W.; Wendler, J.: Die Sängerstimme. Phoniatische Grundlagen der Gesangs-
ausbildung, Berlin ³1997, S. 124 u. 125
- 108) Sittner, E.: Wege zum Kunstgesang, Wien 1968, S. 30
- 109) Luchsinger, R.: Physiologie der Stimme. Folia phoniatic. 5 (1953), S. 88
- 110) Sparber, M.: Der Tiefgriff. In: Probleme der Sängerausbildung (Hrsg. L. Spitzer), Bericht
über das 4. gesangspädagogische Symposium in Bad Ischl vom 14. bis 18. März 1983,
Hochschule für Musik und Darstellende Kunst in Wien, Abteilung für Sologesang und
Musikdramatische Darstellung, Wien 1984, S. 97
- 111) Sparber, M.: Der Tiefgriff. In: Probleme der Sängerausbildung (Hrsg. L. Spitzer), Bericht
über das 4. gesangspädagogische Symposium in Bad Ischl vom 14. bis 18. März 1983,
Hochschule für Musik und Darstellende Kunst in Wien, Abteilung für Sologesang und
Musikdramatische Darstellung, Wien 1984, S. 97
- 112) Fischer-Klotz, H.; Köhler-Wellner, H.: Wesentliches zum Terminus „Gedecktes Singen“.
In: Grundlegendes zur Kehlfunktion, zum Registerbegriff und zum Terminus „Decken“
im Auftrage des Studios für Stimmforschung, Hochschule für Musik „Carl Maria von
Weber“ Dresden, Dresden 1977, S. 18
- 113) Rosvaenge, H.: Leitfaden für Gesangsbeflissene, München 1964, S. 43 u. 44
- 114) Blaschke, H.: „Gedechte Töne“. In: Probleme der Sängerausbildung (Hrsg. L. Spitzer),
Bericht über das 3. gesangspädagogische Symposium in Bad Ischl vom 23. bis 27. März
1981, Hochschule für Musik und Darstellende Kunst in Wien, Abteilung für Sologesang
und Musikdramatische Darstellung, Wien 1981, S. 88

- 115) Kasper, H.-J.: Stimmphysiologie und Stimmpsihologie für Sänger, Nonnweiler ¹1992, S. 41
- 116) Blaschke, H.: „Gedechte Töne“. In: Probleme der Sängerausbildung (Hrsg, L. Spitzer), Bericht über das 3. gesangspädagogische Symposium in Bad Ischl vom 23. bis 27. März 1981, Hochschule für Musik und Darstellende Kunst in Wien, Abteilung für Sologesang und Musikdramatische Darstellung, Wien 1981, S. 91
- 117) Appelman, D.R.: The science of vocal pedagogy. Indiana University Press, Bloomington 1967. In: Sundberg, J.: Die Wissenschaft von der Singstimme, Bonn 1997, S. 161
- 118) Doll, I.: Offenes und gedechtes Singen aus stimmbildnerischer Sicht. Sprache - Stimme - Gehör 6 (1982), S. 17
- 119) Luchsinger, R.: Stimmphysiologie und Stimmbildung, Wien 1951, S. 53
- 120) Luchsinger, R.: Registrierung des Klangfarbenwechsels im Niveau der Stimmlippen-ebene. Folia phoniatic. 25 (1973), S. 421
- 121) Luchsinger, R.: Zeitdehneraufnahmen der Stimmlippenbewegungen beim offenen und gedechten Singen. Folia phoniatic. 27 (1975), S. 88
- 122) Sundberg, J.: Die Wissenschaft von der Singstimme, Bonn 1997, S. 112
- 123) Sundberg, J.: Die Wissenschaft von der Singstimme, Bonn 1997, S. 118, 119 u. 182
- 124) Schutte, H.K.; Miller, D.G.: Resonanzspiele der Gesangsstimme in ihren Beziehungen zu supra- und subglottalen Druckverläufen: Konsequenzen für die Stimmbildungstheorie. Folia phoniatic. 40 (1988), S. 69, 70 u. 72
- 125) Wendler, J.; Seidner, W.; Kittel, G.; Eysholdt, U.: Lehrbuch der Phoniatrie und Pädaudiologie, Stuttgart ³1996, S. 67
- 126) Rohmert, G.: Der Sänger auf dem Weg zum Klang. In: Schriftenreihe „Dokumentation Arbeitswissenschaft“, Band 28, Köln ²1992, S. 75 u. 80
- 127) Krech, H.: Hochlautung und Kunstgesang. Wiss. Z. Univ. Halle. Ges.- Sprachw. VI/5, Halle (Saale) 1957, S. 885
- 128) Göpfert, B.: Handbuch der Gesangkunst. In: Schaal, R. (Hrsg.): Taschenbücher zur Musikwissenschaft, Band 110, Wilhelmshaven ⁴2002, S. 118
- 129) Ruth, W.: Über den Einfluß der Schluckmechanik auf den Klang des Gesangstones. Folia phoniatic. 4 (1952), S. 257
- 130) Wendler, J.; Seidner, W.; Kittel, G.; Eysholdt, U.: Lehrbuch der Phoniatrie und Pädaudiologie, Stuttgart ³1996, S. 78 u. 241
- 131) Kasper, H.-J.: Stimmphysiologie und Stimmpsihologie für Sänger, Nonnweiler ¹1992, S. 69
- 132) Lamperti, G.B.: Vocal wisdom, New York 1957. In: Rohmert, G.: Der Sänger auf dem Weg zum Klang. In: Schriftenreihe „Dokumentation Arbeitswissenschaft“, Band 28, Köln ²1992, S. 132
- 133) Kasper, H.-J.: Stimmphysiologie und Stimmpsihologie für Sänger, Nonnweiler ¹1992, S. 86

- 134) Faltin, R.: Die richtigen Bilder speichern. In: Die Stimme verstehen, Bericht über Fragen an die Gesangspädagogin Renate Faltin. Z. Opernwelt, 42. Jahrgang Nr. 04/April, Berlin 2001, S. 22
- 135) Stamm, H.: Kraftvoll entspanntes Singen. Anleitung zur Technik nebst einigen Ratschlägen für junge Opern- und Konzertsänger, Darmstadt 2002, S. 21
- 136) Gall, V.: Resonanz - ein Abbild physischer und psychischer Balance. In: Dokumentation 1999 des Bundesverbandes Deutscher Gesangspädagogen. In: Göpfert, B.: Handbuch der Gesangskunst. In: Schaal, R. (Hrsg.): Taschenbücher zur Musikwissenschaft, Band 110, Wilhelmshaven 42002, S. 121
- 137) Pielke, W.: Über „offen“ und „gedeckt“ gesungene Töne. Passow Schaefer Beitr. 5 (1912), S. 215
- 138) Fischer-Klotz, H.; Köhler-Wellner, H.: Wesentliches zum Terminus „Gedecktes Singen“. In: Grundlegendes zur Kehlfunktion, zum Registerbegriff und zum Terminus „Decken“ im Auftrage des Studios für Stimmforschung, Hochschule für Musik „Carl Maria von Weber“ Dresden, Dresden 1977, S. 21
- 139) Fischer-Klotz, H.; Köhler-Wellner, H.: Wesentliches zum Terminus „Gedecktes Singen“. In: Grundlegendes zur Kehlfunktion, zum Registerbegriff und zum Terminus „Decken“ im Auftrage des Studio für Stimmforschung, Hochschule für Musik „Carl Maria von Weber“ Dresden, Dresden 1977, S. 21
- 140) Stamm, H.: Kraftvoll entspanntes Singen. Anleitung zur Technik nebst einigen Ratschlägen für junge Opern- und Konzertsänger, Darmstadt 2002, S. 28
- 141) Göpfert, B.: Handbuch der Gesangskunst. In: Schaal, R. (Hrsg.): Taschenbücher zur Musikwissenschaft, Band 110, Wilhelmshaven 42002, S. 121
- 142) Seidner, W.; Schutte, H.K.; Endler, J.; Rauhut, A.: Zur Ausprägung des hohen Sängersformanten bei verschiedenen Stimmgattungen, Abstracts Xth Congr. Union European Phoniaticians, Prag 1982, S. 155
- 143) Schultz-Coulon, H.-J.; Battmer, R.D.; Riechers, H.: Der 3-kHz-Formant - ein Maß für die Tragfähigkeit der Stimme? II. Die trainierte Singstimme. Folia phoniatic. 31 (1979), S. 311

IX Schlußbetrachtung

- 1) Fischer, P.-M.: Die Stimme des Sängers. Analyse ihrer Funktion und Leistung - Geschichte und Methodik der Stimmbildung, Stuttgart 1993, S. 90-105
- 2) Seidner, W.; Wendler, J.: Die Sängerstimme Phoniatische Grundlagen der Gesangsausbildung, Berlin 31997, S. 91-105
- 3) Biesalski, P.; Frank, F.(Hrsg.): Phoniatrie - Pädaudiologie, Band 1, Stuttgart 21994, S. 283

- 4) Barth, V.: Das Instrument Stimme. In: Haefliger, E.: Die Kunst des Gesangs. Geschichte-Technik-Repertoire, Mainz ⁴2000, S. 70-72
- 5) Goldhan, W.: Kennzeichen der Sängerstimme, Tutzing ³2001, S. 81
- 6) Luchsinger, R.: Privatbesitz. Film aus dem Jahre 1957. In: Fischer-Klotz, H.: Zu einigen gesangswissenschaftlichen Grundsätzen und methodisch-pädagogischen Empfehlungen für die Gesangsausbildung - ein Beitrag zur Klärung gesangsterminologischer Probleme. Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg 1978, S. 74, A-Dissertation
- 7) Fischer-Klotz, H.: Zu einigen gesangswissenschaftlichen Grundsätzen und methodisch-pädagogischen Empfehlungen für die Gesangsausbildung - ein Beitrag zur Klärung gesangsterminologischer Probleme. Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg 1978, S. 74, A-Dissertation
- 8) Berg, J. van den.: Vocal Ligaments versus Registers. Curr. Probl. Phoniatr. logoped., vol. I., pp. 19-34 (Karger, Basel/New York 1960). In: Frank, F.; Sparber, M.: Über die objektiven Differenzierungsmöglichkeiten zwischen Kopfstimme, Falsett und Pfeifregister, Mschr. Ohrenheilk. (Wien) 106 9(1972), S. 486
- 9) Frank, F.; Sparber, M.: Über die objektiven Differenzierungsmöglichkeiten zwischen Kopfstimme, Falsett und Pfeifregister, Mschr. Ohrenheilk. (Wien) 106 9 (1972), S. 486
- 10) Frank, F.; Sparber, M.: Über die objektiven Differenzierungsmöglichkeiten zwischen Kopfstimme, Falsett und Pfeifregister, Mschr. Ohrenheilk. (Wien) 106 9 (1972). In: Böhme, G.: Methoden zur Untersuchung der Sprache, des Sprechens und der Stimme, Stuttgart 1978, S. 71
- 11) Biesalski, P.; Frank, F.(Hrsg.): Phoniatrie - Pädaudiologie, Band 1, Stuttgart ²1994, S. 284
- 12) Göpfert, B.: Handbuch der Gesangskunst. In: Schaal, R.(Hrsg.): Taschenbücher zur Musikwissenschaft, Band 110, Wilhelmshaven ²1991, S. 84 u. 85; ⁴2002, S. 141
- 13) Frank, F.; Sparber, M.: Stimmumfänge bei Erwachsenen aus neuer Sicht. Folia phoniatr. 22 (1970). S. 403
- 14) Biesalski, P.; Frank, F.(Hrsg.): Phoniatrie - Pädaudiologie, Band 1, Stuttgart ²1994, S. 285
- 15) Biesalski, P.; Frank, F.(Hrsg.): Phoniatrie - Pädaudiologie, Band 1, Stuttgart ²1994, S. 284
- 16) Göpfert, B.: Handbuch der Gesangskunst. In: Schaal, R. (Hrsg.): Taschenbücher zur Musikwissenschaft, Band 110, Wilhelmshaven ⁴2002, S. 140 u. 141
- 17) Wendler, J.; Seidner, W.; Kittel, G.; Eysholdt, U.: Lehrbuch der Phoniatrie und Pädaudiologie, Stuttgart ³1996, S. 76
- 18) Seidner, W.; Wendler, J.: Die Sängerstimme. Phoniatrie Grundlagen für die Gesangsausbildung, Berlin ²1982, S. 86
- 19) Merkel, C.L.: Anatomie und Physiologie des menschlichen Stimm- und Sprachorgans (Anthropophonik), Leipzig 1857

- 20) Fischer, J.M.: Grosse Stimmen - von Enrico Caruso bis Jessye Norman -, Stuttgart 1993, S. 609
- 21) Biesalski, P.; Frank, F.(Hrsg.): Phoniatrie - Pädaudiologie, Band 1, Stuttgart ²1994, S. 284
- 22) Göpfert, B.: Stimmtypen und Rollencharaktere in der deutschen Oper von 1815-1848, Wiesbaden 1977, S. 38
- 23) Fischer, J.M.: Grosse Stimmen - von Enrico Caruso bis Jessye Norman -, Stuttgart 1993, S. 609
- 24) Frank, F.; Sparber, M.: Über die objektiven Differenzierungsmöglichkeiten zwischen Kopfstimme, Falsett und Pfeifregister, Mschr. Ohrenheilk. (Wien) 106 9 (1972), S. 486
- 25) Kaintoch, G.: Wunderbares Phänomen Stimme, Wiesbaden 1996, S. 102
- 26) Nitsche, P.: Die Pflege der Kinder- und Jugendstimme. Theoretischer Teil, Band 1, Mainz 1970, S. 36 u. 37
- 27) Frank, F.; Sparber, M.: Über die objektiven Differenzierungsmöglichkeiten zwischen Kopfstimme, Falsett und Pfeifregister, Mschr. Ohrenheilk. (Wien) 106 9 (1972), S. 485
- 28) Agricola, J.F.: Anleitung zur Singkunst, Berlin 1757, Reprint Leipzig 1966 (Übers. vgl. Tosi, P.F.: Opinioni de' Cantori antichi e moderni o sieno Osservazioni sopra il canto figurato, Bologna 1723, In: Göpfert, B.: Stimmtypen und Rollencharaktere in der deutschen Oper von 1815-1848, Wiesbaden 1977, S. 38
- 29) Göpfert, B.: Stimmtypen und Rollencharaktere in der deutschen Oper von 1815-1848, Wiesbaden 1977, S. 37 u. 38
- 30) Fischer, J.M.: Grosse Stimmen - von Enrico Caruso bis Jessye Norman -, Stuttgart 1993, S. 609
- 31) Martiensen-Lohmann, F.: Der wissende Sänger. Gesangslexikon in Skizzen, Zürich 1956, ³1986, S. 240
- 32) Kaintoch, G.: Wunderbares Phänomen Stimme, Wiesbaden 1996, S. 102 u. 103
- 33) Martiensen-Lohmann, F.: Der wissende Sänger. Gesangslexikon in Skizzen, Zürich 1956, ³1986, S. 240 u. 241
- 34) Martiensen-Lohmann, F.: Der wissende Sänger. Gesangslexikon in Skizzen, Zürich 1956, ³1986, S. 315
- 35) Kaintoch, G.: Wunderbares Phänomen Stimme, Wiesbaden 1996, S. 103
- 36) Martiensen-Lohmann, F.: Der wissende Sänger. Gesangslexikon in Skizzen, Zürich 1956, ³1986, S. 313
- 37) Barth, V.: Das Instrument Stimme. In: Haefliger, E.: Die Kunst des Gesangs. Geschichte-Technik-Repertoire, Mainz ⁴2000, S. 71

XII Bibliographie

Abkürzungen

Die folgende Zusammenstellung unterrichtet auch über Abkürzungen außerhalb des Verzeichnisses der im Text genannten Quellen und der Bibliographie: ¹⁾S. 191, 289, 313, ²⁾S. 179, 313, ³⁾S. 218, 253, 262, 313.

Arch.	Archivio/Archiv
ASHA	American Speech - Language - Hearing Association
BWV ¹⁾	W. Schmieder, <i>Thematisch-systematisches Verzeichnis der musikalischen Werke von J.S. Bach</i> , Leipzig 1950
D ²⁾	O.E. Deutsch, Schubert, <i>Thematic catalogue of all his works in chronological order</i> , London 1951
Folia phoniatic.	Folia phoniatica
HAB	Herzog August Bibliothek, Wolfenbüttel
HNO	Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde
IPK	Institut für Phonetik und Kommunikationsforschung der Universität Bonn (1967-1969). Forschungsberichte des Instituts für Kommunikationsforschung und Phonetik der Universität Bonn werden nach Umbenennung seit 1970 weiter unter angegebener Abkürzung veröffentlicht
J.	Journal
JASA	Journal of the Acoustical Society of America
JSHR	Journal of Speech and Hearing Research
MGG	Die Musik in Geschichte und Gegenwart. Allgemeine Enzyklopädie der Musik, hrsg. von F. Blume, Kassel und Basel 1949-1973/1979, hrsg. von L. Finscher, Stuttgart und Kassel seit 1994, 2. Auflage
MIT	Massachusetts Institute of Technology
M Schr.	Monatsschrift
op. ³⁾	Opus
Rev.	Revue
RISM	Repertoire International des Sources Musicales (1971ff)
SIMG	Sammelbände der Internationalen Musikgesellschaft (1899-1914)
Z.	Zeitschrift
ZfMw	Zeitschrift für Musikwissenschaft (1918-1935)
ZIMG	Zeitschrift der Internationalen Musikgesellschaft (1899-1914)

- Agricola, J.F.: Anleitung zur Singkunst, Winter, Berlin 1757. Faksimile-Neudruck ohne ital. Original mit Einführung und Kommentar, hrsg. von Kurt Wichmann, VEB Deutscher Verlag für Musik, Leipzig 1966, Faksimile-Neudruck mit ital. Original, hrsg. von Erwin R. Jacobi, Moeck, Celle 1966, Faksimile-Neudruck, Bärenreiter, Kassel 1966, hrsg. und kommentiert von Thomas Seedorf, Kassel 2002 (übers. aus dem Ital., vgl. Tosi, P.F.: Opinioni..., 1723)
- Appelman, D.R.: The science of vocal pedagogy, Indiana University Press, Bloomington 1967
- Ardran, G.M.; Kemp, F.H.: The mechanism of the larynx. I. The movements of the arytenoid and cricoid cartilages. Brit. J. Radiol. 39 (1966), S. 641
- Arnold, G. E.: Die Sprache und ihre Störungen. In: Luchsinger, R.; Arnold, G. E.: Lehrbuch der Stimm- und Sprachheilkunde, Band 2, Springer, Wien 31970
- Barth, E.: Einführung in die Physiologie, Pathologie und Hygiene der menschlichen Stimme, Thieme, Leipzig 1911
- Barth, E.: Wissenschaft und Kunstgesang. In: Die Stimme. Centralblatt für Stimm- und Tonbildung, Gesangunterricht und Stimmhygiene, Heft 2 u. 3/VI. Jahrgang, Berlin November u. Dezember 1911, S. 40-45 u. 71-74
- Barth, V.: Das Instrument Stimme. In: Haefliger, E.: Die Kunst des Gesangs. Geschichte-Technik-Repertoire, Schott, Mainz 42000
- Bartholomew, W.T.: Acoustics of music, Prentice-Hall, New York 1942
- Batta, A.: Opera. Komponisten-Werke-Interpreten, Könenmann, Köln 1999
- Becker, W., et al.: Atlas der Hals-Nasen-Ohren-Krankheiten, Thieme, Stuttgart 21983
- Behrendt, J.-E.: Das Dritte Ohr. Vom Hören der Welt, Rowohlt, Reinbek 1993
- Bellermann, J.F.: Anonymi scriptio de musica. Bachii senioris introductio artis musicae..., Berolini 1841 (ohne Verlag)
- Belussi, G.; Visendaz, A.: Il problema dei registri vocali (I) alla luce della tecnica roentgen-stratigrafica. Arch. ital. di Otologia, Rinologia e Laryngologia, Estr. dal 60, fasc. II, p. 139, (1949)
- Berg, J. van den.; Moll, J.: Zur Anatomie des menschlichen Musculus vocalis. Z. f. Anat. u. Entw.-Gesch., Band 118 (1951), S. 465
- Berg, J. van den.: Myoelastic aerodynamic theory of voice production. J. Speech Res. 1 (1958), S. 227
- Berg, J. van den.: Vocal ligaments versus registers. Curr. Probl. Phoniater. logoped., vol. I, p. 19-34, Karger, Basel/New York 1960
- Berichte, in: Internationaler Kongreß Singen und Sprechen in Frankfurt a. M. 1938, Oldenbourg, München/Berlin 1938
- Biehle, H.: Die Stimmkunst, Band 1, Geschichtliche Grundlagen, Kistner & Siegel, Leipzig 1931
- Biehle, H.: Stimmkunde. Für Redner, Schauspieler, Sänger und Stimmkranke, Sammlung Göschen, Band 60/60a, de Gruyter, Berlin 21970
- Biesalski, P.; Frank, F. (Hrsg.): Phoniatrie - Pädaudiologie, Band 1, Thieme, Stuttgart 21994

- Bilancioni, G.: Lo specchio detto „di Clar“ è invece di Malacchia de Cristoforis. Il Valsalva, 1925
- Birmeyer, G.: HNO-ärztlicher Spiegelkurs, Thieme, Stuttgart 41987
- Blaschke, H.: „Gedechte Töne“. In: Probleme der Sängerausbildung (Hrsg. L. Spitzer), Bericht über das 3. gesangspädagogische Symposium in Bad Ischl vom 23. bis 27. März 1981, Hochschule für Musik und Darstellende Kunst in Wien, Abteilung für Sologesang und Musikdramatische Darstellung, Wien 1981, S. 86-91
- Böhme, G.: Methoden zur Untersuchung der Sprache, des Sprechens und der Stimme, Fischer, Stuttgart 1978
- Brache, C.: Sing und sprich mit Belcanto-Technik. Ein deutscher Weg zur Tonsinn-Motorik und der Akustik des Idealtones, Eckernförde 21951, O. Schulz Druckerei, Königsberg (ohne Jahrgang)
- Bräuer, A.: Stimmwissenschaft und Stimmkunst. In: Die Stimme. Centralblatt für Stimm- und Tonbildung, Gesangunterricht und Stimmhygiene, Heft 6/XVI. Jahrgang, Berlin März 1922, S. 105-111
- Braus, H.: Anatomie des Menschen, Band 2, Eingeweide von C. Elze, Springer, Berlin 21934
- Brücke, E.: Grundzüge der Physiologie und Systematik der Sprachlaute, Gerold's Sohn, Wien 1856
- Brun, F.: Der ideale Gesangton. Z. Musik im Unterricht, Heft 1/52. Jahrgang, Mainz Januar 1961, S. 369-370
- Brunner, R.: Gesangstechnik, Feuchtinger & Gleichauf, Regensburg 21993
- Bruns, P.: Minimalluft und Stütze, Göritz, Berlin 21929
- Caccini, G. (detto Romano): Le nuove musiche, Firenze 1601. In Firenze appresso i Giorgio Marescotti 1601. II Edizione, Novamente con somma diligenza reviste, corrette & ristampate 1602. In Venetia appresso Alessandro Raverii 1602. In dieser Ausgabe bezeichnet sich der Verfasser als Musico del Serenissimo Gran Duca di Toscana. (Vgl. Abbildung des Titelblattes der venezianischen Ausgabe 1602, in: Haefliger, E.: Die Kunst des Gesangs, Schott, Mainz 42000, S. 32. Faksimile-Neudruck, hrsg. v. F. Mantica, Roma 1930, u. hrsg. v. Fr. Vatielli, Roma 1934, engl. in: O. Strunk, Source Readings in Music Hist., New York 1950
- Cavagna, G.A.; Margaria, R.: Airflow rates and efficiency changes during phonation. Ann. N.Y. Acad. Sci. 155 (1968), S. 152
- Chiba, T.; Kajiyama, M.: The vowel. Its nature and structure. The Phonetic Society of Japan, Tokyo 11941
- Childers, D.G.; Yea, J.J.; Boccheri, E.L.: Source vocal tract interaction in speech and singing synthesis, in: Proc. of Stockholm Music Acoustics Conference 1983 (SMAC 83) (Nr. 1), hrsg. v. A. Askenfelt, S. Felicetti, E. Jansson und J. Sundberg, S. 125-141. Kungliga Musik Högskolan Stockholm

- Coblener, H.; Muhar, F.: Atem und Stimme. Anleitung zum guten Sprechen. Schriften zur Lehrerbildung und Lehrerfortbildung, Band 13, Österreichischer Bundesverlag für Unterricht, Wissenschaft und Kunst, Wien 1976
- Cvejić, D.: Die Lage des Larynx während des Singens. In: Probleme der Sängerausbildung (Hrsg. L. Spitzer), Bericht über das 4. gesangspädagogische Symposium in Bad Ischl vom 14. bis 18. März 1983, Hochschule für Musik und Darstellende Kunst in Wien, Abteilung für Sologesang und Musikdramatische Darstellung, Wien 1984, S. 43-52
- Czermak, J.N.: Der Kehlkopfspiegel und seine Verwendung für Physiologie und Medizin. Arch. f. Sprach- u. Stimmphysiologie, Leipzig 1860, ²1863. [Berichtigt: Engelmann, Leipzig 1863]
- Dahlhaus, C.: Musikästhetik. TB 255, Theoretica Band 8, Gerig, Köln ³1976, (¹1967)
- Denker, A.; Kahler, O.: Handbuch der HNO-Krankheiten, Springer, Berlin 1925
- Dmitriev, L.; Kiselev, A.: Relationships between the formant structure of different types of singing voices and the dimensions of supraglottic cavities. Folia phoniat. 31 (1979), S. 238-241
- Doll, I.: Offenes und gedecktes Singen aus stimmbildnerischer Sicht. Sprache - Stimme - Gehör 6 (1982), S. 16-19
- Duden: Fremdwörterbuch, Band 5, Bibliographisches Institut, Mannheim ⁴1982
- Dunn, H.K.: The calculation of vowel resonances, and an electrical vocal tract. JASA 22 (1950), S. 740-753
- Eicken, C. v.; Schulz van Treeck, A.: Atlas der Hals-Nasen-Ohrenkrankheiten, Thieme, Stuttgart ³1951
- Ermolajew, W.G.; Morosow, W.P.; Paraschine, W.J.: Das Verfahren der Spektralanalyse von Tönen zur Untersuchung der Rolle der Nasalität bei der Stimmerzeugung des Sängers. In: Vestnik otorynolaryng. 2 (1964)
- Essen, O. v.: Ein einfaches Maß für die Durchschlagskraft der Stimme. Folia phoniat. 3 (1951), S. 232-239
- Essen, O. v.: Allgemeine und angewandte Phonetik, Akademie-Verlag, Berlin ³1962
- Faller, A.: Der Körper des Menschen. Einführung in Bau und Funktion, Thieme, Stuttgart ⁸1978
- Falk, P.: Einführung in die Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde, Thieme, Leipzig 1943
- Faltin, R.: Singen lernen? Aber logisch. Von der Technik des klassischen Gesanges. Forum Musikpädagogik, Band 39, Wißner, Augsburg 1999
- Faltin, R.: Die richtigen Bilder speichern. In: Thema: Die Stimme verstehen, Bericht über Fragen an die Gesangspädagogin Renate Faltin. Z. Opernwelt, 42. Jahrgang Nr. 04/April, F. Berlin-Verlag, Berlin 2001, S. 22
- Fant, G.: Modern instruments and methods for acoustic studies of speech. Proc. VIII Int. Congr. Linguists, Oslo Univ. Press., Oslo 1958, auch veröffentlicht in: Acta Polytechnica Scandinavica, Physics including Nucleonics Series No.1 (1958)
- Fant, G.: Acoustic theory of speech production, Mouton & Co., The Hague, ¹1960

- Fant, G.: Formant and cavities. 5th International Congress of Phonetic Sciences, Münster 1964. Basel: Karger (1965), S. 120-141
- Faulstich, G.: Singen lehren - Singen lernen. Grundlagen für die Praxis des Gesangunterrichtes. Forum Musikpädagogik (Hrsg. R.-D. Kraemer), Band 24, Wißner, Augsburg 1997
- Feneis, H.: Anatomisches Bildwörterbuch der internationalen Nomenklatur, Thieme, Stuttgart 1974
- Ferrein, A.: De la Formation de la voix l'homme. In: Histoire et mémoires de l'Académie Royale des Sciences, année 1741, Paris 1744, p. 409-432
- Fernau-Horn, H.: Zur Übungsbehandlung funktioneller Stimmstörungen. Folia phoniat. 6 (1954), S. 239-245
- Fernau-Horn, H.: Prinzip der Weitung und Federung in der Stimmtherapie. HNO 5 (1956), S. 365-368
- Fischer, E.: Handbuch der Stimmbildung, Schneider, Tutzing 1969
- Fischer, J.M.: Grosse Stimmen - von Enrico Caruso bis Jessye Norman -, Metzler, Stuttgart/Weimar 1993
- Fischer, P.-M.: Die Stimme der Sängers. Analyse ihrer Funktion und Leistung - Geschichte und Methodik der Stimmbildung, Metzler, Stuttgart/Weimar 1993
- Fischer-Klotz, H.; Köhler-Wellner, H.: Wesentliches zum Terminus „Gedecktes Singen“. In: Grundlegendes zur Kehlfunktion, zum Registerbegriff und zum Terminus „Decken“ im Auftrage des Studios für Stimmforschung, Hochschule für Musik „Carl Maria von Weber“ Dresden, Dresden 1977, S. 1-28
- Fischer-Klotz, H.: Zu einigen gesangswissenschaftlichen Grundsätzen und methodisch-pädagogischen Empfehlungen für die Gesangsausbildung - ein Beitrag zur Klärung gesangsterminologischer Probleme. Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg 1978, A-Dissertation
- Fleischer, H.: Die Stimmattung. Wiss. Z. Univ. Halle, Ges.-Sprachw. VI/2, Halle (Saale) 1956, S. 279-282
- Forchhammer, J.: Theorie und Technik des Singens und Sprechens, Breitkopf & Härtel, Leipzig 1921, Neudruck Sändig oHG., Wiesbaden 1971
- Frank, F.: Zum Synchronverhalten von Kehle und Zwerchfell. In: Probleme der Sängerausbildung (Hrsg. L. Spitzer), Bericht über das 5. gesangspädagogische Symposium in Bad Ischl vom 18. bis 22. März 1985, Hochschule für Musik und Darstellende Kunst in Wien, Abteilung für Sologesang und Musikdramatische Darstellung, Wien 1986, S. 7-18
- Frank, F.: Hygiene, Altersabhängigkeit und Störungen der Singstimme. In: Biesalski, P.; Frank, F. (Hrsg.): Phoniatrie - Pädaudiologie, Band 1, Thieme, Stuttgart 1994
- Frank, F.; Donner, F.: Wissenschaftliche Auswertung des stimmtechnisch-künstlerischen Deckvorganges. In: Probleme der Sängerausbildung (Hrsg. L. Spitzer), Bericht über das 5. gesangspädagogische Symposium in Bad Ischl vom 18. bis 22. März 1985, Hochschule für Musik und Darstellende Kunst in Wien, Abteilung für Sologesang und Musikdramatische Darstellung, Wien 1986, S. 19-29

- Frank, F.; Sparber, M.: Stimmumfang bei Erwachsenen aus neuer Sicht. *Folia phoniat.* 22 (1970), S. 403-412
- Frank, F.; Sparber, M.: Über die objektiven Differenzierungsmöglichkeiten zwischen Kopfstimme, Falsett und Pfeifregister, *M Schr. Ohrenheilk.* (Wien) 106 9 (1972), S. 485-490
- Fritzell, B.: The velopharyngeal muscles in speech. An electromyographic and cinéradiographic study. *Acta oto-laryngol.* (Stockholm), Suppl. 250 (1969), S. 1-81
- Fuchs, J.; Hotter, H.: *Vox humana*. Eine Studie über das Singen, Selbstverlag, Stuttgart 1952
- Gall, V.: Resonanz - ein Abbild physischer und psychischer Balance. Bericht, in: 11. Jahreskongreß des Bundesverbandes Deutscher Gesangspädagogen in Freiburg vom 09.-11. April 1999, Hochschule für Musik Freiburg/Br.
- Garcia, M.: Physiological observations on human voice. *Proc. Roy. Soc. London Ser. A a. B* 7, 399 (1855). Deutsch von L. v. Schrötter: Beobachtungen über die menschliche Stimme. *M Schr. Ohrenheilk.* 1878, Nr. 1 u. 3-6
- Gastpar, H.; Kastenbauer, E.R.; Behbehani, A.A.: Erfahrungen mit einem humanen Fibrinkleber bei operativen Eingriffen im Kopf-Hals-Bereich. *Z. Laryngologie, Rhinologie, Otologie* 58 (1979), S. 394
- Geering, A.: Art. Gesangspädagogik, MGG IV, Bärenreiter, Kassel/Basel 1955, Sp. 1919
- Gegenbaur, C.: Die Epiglottis, vergleichende anatomische Studie; mit 2 Tafeln, Engelmann, Leipzig 1892
- Gesangsausbildung und Sprecherziehung. Dokumentation über die Deutsch-Österreichisch-Schweizerische Studientagung (D-A-CH-Tagung) in Bigorio/Svizzera vom 27. April bis 01. Mai 1974. In: Vetter, H.J. (Hrsg.): Materialien und Dokumente aus der Musikpädagogik, Band 7, Bosse, Regensburg 1980, S. 1-56
- Gibian, G.L.: Synthesis of sung vowels. *Quarterly Progress Report (MIT)* 104 (1972), S. 243-247
- Glockner, A.: *Der Kunstgesang*, Karthause, München 1979
- Göpfert, B.: *Stimmtypen und Rollencharaktere in der deutschen Oper von 1815-1848*, Breitkopf & Härtel, Wiesbaden 1977
- Göpfert, B.: *Handbuch der Gesangskunst*. In: Schaal, R. (Hrsg.): Taschenbücher zur Musikwissenschaft, Band 110, Noetzel, Wilhelmshaven ²1991
- Göpfert, B.: *Handbuch der Gesangskunst*. In: Schaal, R. (Hrsg.): Taschenbücher zur Musikwissenschaft, Band 110, Noetzel, Wilhelmshaven ⁴2002
- Goertler, K.: Die Anordnung, Histologie und Histogenese der quergestreiften Muskulatur im menschlichen Stimmband. *Z. f. Anat. u. Entw.-Gesch.*, Band 115, Leipzig 1950, S. 352-401
- Gössler, W.: *Revolution der Stimmbildung*, Band 1, Gesetz der Pendelung, Selbstverlag, Augsburg 1955
- Goldhan, W.: Untersuchungen zum Intensitätsvibrato, Diss. Humboldt-Universität, Berlin 1972
- Goldhan, W.: *Kennzeichen der Sängerstimme*, Schneider, Tutzing ³2001

- Goldschmidt, H.: Handbuch der Deutschen Gesangspädagogik, Breitkopf & Härtel, Leipzig 1896
- Gundermann, H.: Heiserkeit und Stimmchwäche, Fischer, Stuttgart ²1989
- Gümmer, P.: Erziehung der menschlichen Stimme, Bärenreiter, Kassel ⁵1970
- Haase, R.: Über das disponierte Gehör, Fragmente, Heft 4, Doblinger, Wien/München 1977
- Habermann, G.: Die Bedeutung des Kehlrums für die emotionale Färbung der Vokale. Eine phoniatisch-radiologische Studie. Arch. klin. exp. Ohr-, Nas.- u. Kehlk. Heilk. 195 (1970), S. 270-290
- Habermann, G.: Stimme und Sprache. Eine Einführung in ihre Physiologie und Hygiene, Thieme, Stuttgart ³2001
- Haböck, F.: Die Kastraten und ihre Gesangkunst. Eine gesangsphysiologische Kultur- und musikhistorische Studie, Deutsche Verlagsanstalt, Stuttgart/Berlin/Leipzig 1927
- Haefliger, E.: Die Kunst des Gesangs. Geschichte-Technik-Repertoire, Schott, Mainz ⁴2000
- Hamel, P.M.: Durch Musik zum Selbst - wie man Musik neu erleben und erfahren kann, Deutscher Taschenbuch Verlag/Bärenreiter, München/Kassel ²1981
- Hammerschmidt-Gollwitzer, J.: Wörterbuch der medizinischen Fachausdrücke, Goldmann, München ²1977
- Hartlieb, K.: Die Sängeratmung und Wirkung in neuer Sicht (Manuskript). Folia phoniata. 4 (1952), S. 53
- Hartlieb, K.: Schädigungen der äußeren Kehlkopfmuskeln als Ursachen für Störungen der Sängerstimme. Folia phoniata. 5 (1953), S. 146-166
- Hartlieb, K.: Stimm- und Sprachheilkunde aus biokybernetischer Sicht. Teil 1: Das Stimm- und Sprechorgan als biokybernetisches System. Folia phoniata. 19 (1967), S. 368-387
- Hartlieb, K.: Praktikum der Stimm- und Sprachheilkunde aus biokybernetischer Sicht, Reinhardt, München/Basel 1969
- Helmholtz, H. v.: Die Lehre von den Tonempfindungen als physiologische Grundlage für die Theorie der Musik, Viehweg, Braunschweig 1863. Reprographischer Nachdruck, Olms, Hildesheim ⁷1968, der von R. Wachsmuth hrsg. 6. Auflage, Viehweg & Sohn, Braunschweig 1913
- Hennig, C. R.: Beitrag zur Lehre der Resonanztätigkeit. In: Deutsche Gesangkunst. Fachzeitschrift für Sänger, Gesanglehrer und Gesangsbeflissene (Hrsg. P. Bruns-Molar), 2. Oktober-Heft, S. 17-18; 1. November-Heft, S. 29, Merseburger, Leipzig 1900
- Herzfeld, F.: Magie der Stimme, Ullstein, Berlin 1961
- Hey, J.: Die Kunst des Sprechens (Der kleine Hey), Schott, Mainz 1956
- Hiller, J. A.: Anweisung zum musikalisch-richtigen Gesange, Junius, Leipzig ²1798
- Hiller, J. A.: Anweisung zum musikalisch-zierlichen Gesange, Junius, Leipzig 1780, Neudruck Peters, Leipzig 1976
- Hirano, M.: The vocal cord during phonation. Igako Ayumi 80 (1972), S. 622-627
- Hirano, M.: Morphological structure of the vocal cord as a vibrator and its variations. Folia phoniata. 26 (1974), S. 88

- Hirano, M.: Phonosurgery: Basic and clinical investigations. Official Report of the 76th Annual Convention of the Oto-Rhino-Laryngological Society of Japan, 1975, auch veröffentlicht in: *Otologia (Fukuoka)* 21, Suppl. 1, (1975)
- Hirano, M.: Structure of the vocal fold in normal and disease states. *ASHA Reports* 11 (1981), S.11-30
- Hirano, M.: The role of the layer structure of the vocal fold in register control. *Vox humana (Sonninen-Festschrift)*, University of Jyväskylä, *Papers Speech Res.* 5 (1982), S. 50
- Holmes, G.: Die Geschichte der Laryngologie von der frühesten Zeit bis zur Gegenwart. [Be-richtigt: Die Geschichte der Laryngologie von den frühesten Zeiten bis auf die Gegen-wart], Übers. aus dem Engl. von O. Koerner, Hirschwald, Berlin 1887
- Hoppe, G.; Frommhold, W.: Tomographische Studien zur Funktion des menschlichen Kehlkopfes. II. Mitteilung: Bewegung des Zungenbeines. *Folia phoniat.* 17 (1965), S. 161-171
- Husler, F.; Rodd-Marling, Y.: Singen. Die physische Natur des Stimmorganes, Schott, Mainz 1965, Neuausgabe 2001
- Iro, O.: Diagnostik und Pädagogik der Stimmbildung, Erdmann, Wiesbaden 1961
- Johansson, C.; Sundberg, J.; Willbrand, H.: X-ray study of articulation and formant frequen-cies in two female singers, in: *Proc. of Stockholm Music Acoustics Conference 1983 (SMAC 83)* (Nr. 1), hrsg. v. A. Askenfelt, S. Felicetti, E. Jansson und J. Sundberg, S. 203-218. Kungliga Musik Högskolan Stockholm
- Kafka-Lützwow, A.: Physiologie von Atmung, Stimme und Sprache. In: Biesalski, P.; Frank, F. (Hrsg.): *Phoniatrie - Pädaudiologie*, Band 1, Thieme, Stuttgart 21994
- Kaintoch, G.: Wunderbares Phänomen Stimme, Capella, Wiesbaden 1996
- Kasper, H.-J.: Stimmphysiologie und Stimmpsychologie für Sänger, Burr, Nonnweiler-Otzenhausen 11992
- Katzenstein, J.: Über Brust-, Mittel- und Falsettstimme. *Passow-Schaefers Beitr.* 4 (1911), S. 271-301
- Kemper, J.: Stimmpflege, Schriftenreihe Bausteine für Musikerziehung und Musikpflege, B 2, Schott, Mainz 1951
- Kirikae, J.; Sato, T.; Oshima, H.; Nomoto, K.: Vibration of the body during phonation of vowels. In: *Rev. de Laryngologie, Otologie, Rhinologie* 87 (1964), S. 317-345
- Kittel, G.: Offenes und gedecktes Singen in der objektiven Stimmanalyse. In: *Probleme der Sängerausbildung* (Hrsg. L. Spitzer), Bericht über das 5. gesangspädagogische Sympo-sion in Bad Ischl vom 18. bis 22. März 1985, Hochschule für Musik und Darstellende Kunst in Wien, Abteilung für Sologesang und Musikdramatische Darstellung, Wien 1986, S. 30-45
- Kitzing, P.; Carlborg, B.; Löfqvist, A.: Aerodynamic and glottographic studies of the laryngeal vibratory cycle. *Folia phoniat.* 34 (1982), S. 216-224
- Kleinsasser, O.: Mikrolaryngoskopie und endolaryngeale Mikrochirurgie, *HNO* 22 (1974), S. 33, auch veröffentlicht in: Schattauer, Stuttgart 21976

- Kloiber, R.; Konold, W.: Handbuch der Oper (2 Bände), Deutscher Taschenbuch Verlag/Bärenreiter, München/Kassel ⁸1994
- Krech, H.: Hochlautung und Kunstgesang. Wiss. Z. Univ. Halle, Ges.- Sprachw. VI/5, Halle (Saale) 1957, S. 883-890
- Kretschmer, E.: Körperbau und Konstitution, Springer, Berlin 1936
- Krüger, I.: Atemfibel. Schule Schlaffhorst-Andersen, Eldingen 1979
- Krumbacher, A.: Die Stimmbildung der Redner im Altertum bis auf die Zeit Quintilians. Rhetorische Studien X, Diss. Universität Würzburg, Universitätsdruckerei, Würzburg 1920, Becker, Würzburg 1920, Paderborn 1921
- Lacina, O.: Versuch einer Klassifikation der Gesangsstimmfehler. Folia phoniatic. 34 (1982), S. 88-91
- Lamperti, G. B.: Vocal wisdom, Taplinger Publishing Company, New York 1957
- Lange, G.: Zur Geschichte der Solmisation, SIMG I, 1899/1900, S. 535-622
- Lanz, T.v.; Wachsmuth, W.: Praktische Anatomie, Lehr- und Hilfsbuch der anatomischen Grundlagen ärztlichen Handelns, Band 1, 2. Teil: Hals, Springer, Berlin 1955
- Large, J. (Hrsg.): Contributions of voice research to singing, Houston (USA) 1980
- Lehmann, L.: Meine Gesangkunst, Bote und Bock, Berlin ³1922
- Leonhardt, H.: dtv-Atlas der Anatomie. Tafeln und Texte, Band 2: Innere Organe, Thieme/Deutscher Taschenbuch Verlag, Stuttgart/München ⁶1991
- Lexikon Medizin: Urban & Schwarzenberg, München 1984/1987. Sonderausgabe 1997
- Lindblom, B.; Sundberg, J.: Acoustical consequences of lip, tongue, jaw and larynx movements. JASA 50 (1971), S. 1166-1179
- Linklater, K.: Die persönliche Stimme entwickeln, ein ganzheitliches Übungsprogramm zur Befreiung der Stimme, deutsch von T.M. Mertz, Reinhardt, München ¹1997
- Lohmann, P.: Die sängerische Einstellung. Vier Stimmbildungsvorträge der Schule Martienssen-Lohmann, Kahnt, Leipzig 1929, Neudruck 1962, Kahnt, Lindau
- Lohmann, P.: Stimmfehler - Stimmberatung, Schott, Mainz ¹1938, ²1964
- Luchsinger, R.: Falsett und Vollton der Kopfstimme (Beitrag zum Registerproblem). Arch. f. Ohren- usw. u. Z. f. Hals- usw. Heilk. 155 (1949), S. 505-519
- Luchsinger, R.: Stimmphysiologie und Stimmbildung, Springer, Wien 1951
- Luchsinger, R.: Physiologie der Stimme. Folia phoniatic. 5 (1953), S. 58-127
- Luchsinger, R.: Privatbesitz, Film aus dem Jahre 1957
- Luchsinger, R.: Die Stimme und ihre Störungen. In: Luchsinger, R.; Arnold, G. E.: Lehrbuch der Stimm- und Sprachheilkunde, Springer, Wien ²1959
- Luchsinger, R.: Die Stimme und ihre Störungen. In: Luchsinger, R.; Arnold, G. E.: Lehrbuch der Stimm- und Sprachheilkunde, Band 1, Springer, Wien ³1970
- Luchsinger, R.: Registrierung des Klangfarbenwechsels im Niveau der Stimmlippenebene. Folia phoniatic. 25 (1973), S. 416-423
- Luchsinger, R.: Zeitdehneraufnahmen der Stimmlippenbewegungen beim offenen und gedeckten Singen. Folia phoniatic. 27 (1975), S. 88-92

- Ludwig, C.: Lehrbuch der Physiologie, Winter, Leipzig/Heidelberg ²1858
- Lullies, H.: Physiologie der Stimme und Sprache. In: Ranke, O.F.; Lullies, H.: Gehör, Stimme, Sprache, Springer, Berlin 1953
- Mancini, G. B.: Pensieri e riflessioni pratiche sopra il canto figurato, Bologna 1723, Ghelen, Wien 1774, Milano ²1777 (verändert), appresso Gius. Galeazi. Faksimile, II Edizione, Bologna 1970 (= Bibl. musica Bononiensis 2/41). Neudruck hrsg. von A. Della Corte, in: Canto e bel canto, Torino, Paravia 1933. (Vgl. hierzu Abb. 4 [Della maniera di aprire la bocca], in: Moser, H.J.: Art. Gesangskunst, MGG IV, (1955), Sp. 1901-1902)
- Manén, L.: Bel Canto. Die Lehre der Klassischen Italienischen Gesangschulen; ihr Verfall und ihre Wiederherstellung. Musikpädagogische Bibliothek, Band 33, Noetzel, Wilhelmshaven 1986
- Marion, J.-C.: Freude am Gesang - Schule der Gesangstechnik. Die hohe Kunst des Singens, Schortgen Editions, Luxemburg 1998
- Martienssen, F.: Das bewußte Singen, Grundlegung des Gesangstudiums, Kahnt, Leipzig ²1923
- Martienssen-Lohmann, F.: Der Opersänger. Berufung und Bewährung, Schott, Mainz 1943
- Martienssen-Lohmann, F.: Der wissende Sänger. Gesangslexikon in Skizzen, Atlantis, Zürich ¹1956, ³1986
- Martienssen-Lohmann, F.: Ausbildung der Gesangsstimme, Erdmann, Wiesbaden 1957
- Mathelitsch, L.; Friedrich, G.: Die Stimme. Instrument für Sprache, Gesang und Gefühl, Springer, Berlin ¹1995
- Matsushita, H.: The vibratory mode of the vocal folds in the excised larynx. Folia phoniat. 27 (1975), S. 7-16
- Merkel, C.L.: Anatomie und Physiologie des menschlichen Stimm- und Sprachorgans (Anthropophonik), Abel, Leipzig 1857
- Meyer, J.: Akustik und musikalische Aufführungspraxis, Bochinsky, Frankfurt a. M. ³1995
- Michels, U.: dtv-Atlas zur Musik. Systematischer Teil. Historischer Teil: Von den Anfängen bis zur Renaissance, Band 1, Deutscher Taschenbuch Verlag/Bärenreiter, München/Kassel ²⁰2001
- Minnigerode, B.: Untersuchungen zur Bedeutung der extralaryngealen Muskulatur für den Phonationsakt unter besonderer Berücksichtigung des Musculus cricopharyngeus. Arch. klin. exp. Ohr-, Nas.- u. Kehlk. Heilk. 188 (1967), S. 604-623
- Morosow, W.P. Biofisischeskije osnovi vokalnoi retschi, Nauka, Leningrad 1977
- Moser, M.; Kittel, G.: Darstellung der Stimmlippenbewegung mittels digitaler Hochgeschwindigkeitserfassung. Sprache - Stimme - Gehör 2 (1990), S. 74
- Müller, J.: Handbuch der Physiologie des Menschen, Hölscher, Coblenz ¹1837, ²1840
- Müller, K.; Ölberg, H.: Grundlagen der Sprachschallanalyse (Sonographie). Innsbrucker Beiträge zur Kulturwissenschaft, Sonderheft 40. Herausgegeben von der Innsbrucker Gesellschaft zur Pflege der Geisteswissenschaften, Innsbruck 1976

- Müller-Heuser, F.: Vox humana. Ein Beitrag zur Untersuchung der Stimmästhetik des Mittelalters, Kölner Beiträge zur Musikforschung XXVI, Regensburg 1963, S. 80 u. 100
- Musehold, A.: Allgemeine Akustik und Mechanik des menschlichen Stimmorgans, Springer, Berlin 1913
- Nadoleczny, M.: Untersuchungen über den Kunstgesang. I. Atem und Kehlkopfbewegungen. Springer, Berlin 1923
- Nadoleczny, M.: Physiologie der Stimme und Sprache, Springer, Berlin 1925
- Negus, V.E.: The mechanism of the larynx, Heinemann Medical Books Ltd., London 1929
- Negus, V.E.: The mechanism of phonation. Acta oto-laryngol. 22 (1935), S. 393-419
- Negus, V.E.: The comparative anatomy and physiology of the larynx, Heinemann Medical Books Ltd., London 1949
- Nehrlich, C.G.: Die Gesangkunst, oder die Geheimnisse der großen italienischen und deutschen Gesangsmeister alter und neuer Zeit vom physiologischen, ästhetischen und pädagogischen Standpunkte aus betrachtet, mit Berücksichtigung aller Erfordernisse, von denen die vollendete Ausbildung eines Sängers abhängig ist, Teubner, Leipzig ²1860
- Neppert, J.; Pétursson, M.: Elemente einer akustischen Phonetik, Buske, Hamburg ²1986
- Nitsche, P.: Die Pflege der Kinder- und Jugendstimme. Theoretischer Teil, Band 1, Schott, Mainz 1970, Neuauflage 2000
- Nordström, P.-E.: Female and infant vocal tracts simulated from male area functions. J. Phonetics 5 (1977), S. 81-92
- Oehlmann, W.: Reclams Liedführer, Reclam jun., Stuttgart ²1977
- Pahn, J.; Dettmann, R.; Šram, F.: Zur Verteilung und funktionellen Auswirkung von Paresen der Stimmlippenbewegungs- und -spannmuskulatur anhand elektromyographischer Untersuchungen. Folia phoniat. 36 (1984), S. 273-283
- Panconcelli-Calzia, G.: Ein binokularer Stirnspiegel, in: Forschungs- und Unterrichtspraxis. In: Vox - Mitteilungen aus dem phonetischen Laboratorium der Universität Hamburg, 01. August 1925, Heft 8, S. 34-35
- Panconcelli-Calzia, G.: Der erste Kehlkopfspiegel: Babingtons „Glottisscope“ (1829-1835). Mediz. Welt (1935), H. 48, S. 1752-1757
- Panconcelli-Calzia, G.: 3000 Jahre Stimmforschung, Elwert, Marburg 1961
- Parow, J.: Funktionelle Atmungstherapie, Haug, Heidelberg ⁴1980
- Pernkopf, E.: Topographische Anatomie des Menschen, Band 3, Urban & Schwarzenberg, München 1952
- Peterson, G.E.; Barney, H.L.: Control methods used in a study of the vowels. JASA 24 (1952), S. 175-184
- Pétursson, M.; Neppert, J.: Elementarbuch der Phonetik, Buske, Hamburg ¹1991
- Pfau, W.: Klassifizierung der menschlichen Stimme. In: Hals-, Nasen- und Ohrenheilkunde. Zwanglose Schriftenreihe, Band 22, Barth, Leipzig 1973
- Pielke, W.: Über die Register der menschlichen Stimme und Bericht über experimentelle Untersuchungen der sogenannten Deckung gesungener Vokale. ZIMG 12 (1911), S. 239

- Pielke, W.: Über „offen“ und „gedeckt“ gesungene Töne. Passow Schaefers Beitr. 5 (1912), S. 215-231
- Pilaj, J.: Der Computer als wertvolles Hilfsmittel in Stimmbildung und Gesang. Neue Musikzeitung, Ausg. Jul./Aug. 2001, ConBrio Verlagsgesellschaft mbH, Regensburg, S. 32
- Pommez, J.: Etude acoustique du vibrato de la voix chantée. Rev. Laryng. (Bordeaux) 83 (1962), S. 249-264
- Pompino-Marschall, B.: Einführung in die Phonetik, de Gruyter, Berlin 1995
- Prosser-Bitterlich, S.: Gesangsschule. Gesangsausbildung durch Kontrolle von Körper-Gefühl-Verstand. Schriften zur Lehrerbildung und Lehrerfortbildung, Band 17, Österreichischer Bundesverlag Gesellschaft m.b.H., Wien 1979
- Rauber, A.; Kopsch, F.: Lehrbuch und Atlas der Anatomie des Menschen, Abteilung 4, Thieme, Leipzig 1919/29
- Rausch, A.: Untersuchungen zur Vokalartikulation im Deutschen. In: Beiträge zur Phonetik von Heinrich Kelz und Arsen Rausch, IPK-Forschungsberichte Band 30, S. 35-82, Buske, Hamburg 1972
- Reid, C.L.: The free voice, a guide to natural singing, Coleman-Ross, New York 1965
- Reid, C. L.: Voice: Psyche and soma, Joseph Patelson Music House, New York 1975
- Reid, C.L.: Funktionale Stimmentwicklung, Schott, Mainz 32001
- Reinecke, W.: Die Kehlkopfstellung beim Singen. In: Die Stimme. Centralblatt für Stimm- und Tonbildung, Gesangunterricht und Stimmhygiene, Heft 3/VI. Jahrgang, Berlin Dezember 1911, S. 74-77
- Reinecke, W.: Die Kreuzung der Resonanzen und das Decken der Töne. In: Die Stimme. Centralblatt für Stimm- und Tonbildung, Gesangunterricht und Stimmhygiene, Heft 6/VI. Jahrgang, Berlin März 1912, S. 173-177
- Reinecke, W.: Empfindungen beim Singen des Idealtons. In: Die Stimme. Centralblatt für Stimm- und Tonbildung, Gesangunterricht und Stimmhygiene, Heft 10/VI. Jahrgang, Berlin Juli 1912, S 293-299
- Riemann, H.: Musiklexikon - Sachteil -, Schott, Mainz 1967
- Riesch, A.: Lebendige Stimme. Stimmbildung für Sprache und Gesang, Schott, Mainz 1972
- Rohen, J. W.: Über den konstruktiven Bau des M. vocalis bei Mensch und Primaten. HNO 16 (1968), S. 111
- Rohmert, G.: Der Sänger auf dem Weg zum Klang. In: Schriftenreihe „Dokumentation Arbeitswissenschaft“, Band 28, O. Schmidt, Köln 21992
- Rohmert, W. (Hrsg.): Grundzüge des funktionalen Stimmtrainings. Institut für Arbeitswissenschaft der Technischen Hochschule Darmstadt. In: Schriftenreihe „Dokumentation Arbeitswissenschaft“, Band 12, O. Schmidt, Köln 51989
- Rosenberg, A.E.: Effect of glottal pulse shape on the quality of natural vowels. JASA 49 (1971), S. 583-588
- Rossi, E.: Neue Grundlagen für den Sprech- und Gesangsunterricht, Reinhardt, München/Basel 1965

- Rosvaenge, H.: Leitfaden für Gesangsbeflissene, Obpacher, München 1964
- Roth, A.; Staehelin, M.: Die „klassische“ Kontrapunktlehre der zweiten Jahrhunderthälfte. Kommentar (VIII. 8) zu Gioseffo Zarlinos „Istitutioni harmoniche“, Venetia 51573, Appresso Francesco dei Franceschi Senese. Drittes Buch, S. 31, Delle Proprietà del numero Senario & delle sue parti; & come tra / loro si ritroua la forma d'ogni Consonanza musicale. / Cap. 15. In: Konrad, U.; Roth, A.; Staehelin, M.: Musikalischer Lustgarten. Kostbare Zeugnisse der Musikgeschichte, Ausstellung der HAB vom 05. Mai bis zum 01. Dezember 1985. Kat.-Nr. 47, S. 99-100, Schäfer Druckerei GmbH, Hannover
- Rothenberg, M.: A new inverse-filtering technique for deriving the glottal airflow waveform during voicing. *JASA* 53 (1973), S. 1632-1645
- Rothenberg, M.: The voice source in singing, in: *Research aspects of singing* 33 (1981), S. 15-33. Kungliga Musik Högskolan Stockholm
- Rousselot, P.J.: *Principes de Phonétique expérimentale*, Didier, Paris 21924, (1897)
- Ruth, W.: Über den Einfluß der Schluckmechanik auf den Klang des Gesangstones. *Folia phoniat.* 4 (1952), S. 253-260
- Ruth, W.: Das kunstgerechte Singen im Spiegel der Wissenschaften unserer Zeit. *Z. Musik im Unterricht*, Heft 2/50. Jahrgang, Mainz Februar 1959, S. 39-41
- Ruth, W.: Die wesentlichen Voraussetzungen des kunstgerechten Singens. I. Teil, Heft 4 (1963), S. 119- 122; II. Teil, Heft 5 (1963), S. 155-158; III. Teil, Heft 6 (1963), S. 188-191, 15. Jahrgang. Die Bühnengenossenschaft, Fachblatt für die deutschen Theater. Amtliches Organ der Genossenschaft Deutscher Bühnen-Angehöriger
- Rzhevkin, S.N.: Certain results of the analysis of a singers voice. In: J. Large (Hrsg.), *Contributions of voice research to singing*, Houston (USA) 1980, S. 335. - Nachdruck aus *Soviet Physics Acoustics* 2 (1956), S. 215-220
- Santis, M. De.; Fratarcangeli, S.: Indigani spettrofonometriche et audiometriche nelle disodie dei cantanti. *Il Valsalva* 45 (1969), p. 188-195
- Sauveur, J.: *Acoustique. Sur la détermination d'un son fixe (1700) - Acoustique. Sur un nouveau système de musique (1701) - Système général des intervalles des sons & son application à tous les systèmes & à tous les instrumens de musique (1701)*. Als Schriften veröffentlicht, in: *Histoire et mémoires de l'Académie Royale des Sciences*, Paris, hrsg. von B. Le Bovier de Fontenelle, 1701-1713. (Vgl. hierzu *MGG XIV* (2005), Sp. 1027)
- Schaner-Wolles, Ch.: *Biolinguistik*. In: Biesalski, P.; Frank, F. (Hrsg.): *Phoniatrie - Pädaudiologie*, Band 1, Thieme, Stuttgart 21994
- Schilling, R.: Die Deckung des Gesangstons im Röntgenbild. *Arch. exper. u. klin. Phonetik* 1 (1914), S. 129
- Schilling, R.: Der Musculus sternothyreoideus und seine stimmphysiologische Bedeutung. *Arch. Sprach- u. Stimmheilk.* 1 (1937), S. 65-87
- Schilling, R.: Über den Spannungsmechanismus der Stimmlippen. *HNO-Arzt* 31 (1940), S. 112-121
- Schönhärl, E.: *Die Stroboskopie in der praktischen Laryngologie*, Thieme, Stuttgart 1960

- Schubiger, M.: Einführung in die Phonetik, Sammlung Göschen, Band 2203, de Gruyter, Berlin ²1977
- Schultz-Coulon, H.-J.; Battmer, R.-D.; Riechers, H.: Der 3-kHz-Formant - ein Maß für die Tragfähigkeit der Stimme? II. Die trainierte Singstimme. *Folia phoniat.* 31 (1979), S. 302-313
- Schultz-Coulon, H.-J.; Battmer, R.D.: Die quantitative Bewertung des Sängervibratos. *Folia phoniat.* 33 (1981), S.1-14
- Schultz-Coulon, H.-J.; Wenn, P.: Echtzeitspektrographische Untersuchungen an Sängern. *Sprache - Stimme - Gehör* 10 (1986), S. 9-14
- Schutte, H.K.; Miller, D.G.: Resonanzspiele der Gesangsstimme in ihrer Beziehung zu supra- und subglottalen Druckverläufen: Konsequenzen für die Stimmbildungstheorie. *Folia phoniat.* 40 (1988), S. 65-73
- Schutte, H.K.; Miller, R.: Resonance balance in register categories of the singing voice: A spectral analysis study. *Folia phoniat.* 36 (1984), S. 289-295
- Schweitzer, A.: Johann Sebastian Bach, VEB Breitkopf & Härtel, Leipzig 1958
- Seidner, W.; Schutte, H.K.; Endler, W.J.; Rauhut, A.: Zur Ausprägung des hohen Sängerformanten bei verschiedenen Stimmgattungen, Abstracts Xth Congr. Union European Phoniatricians, Prag 1982, S. 154-155
- Seidner, W.; Wendler, J.: Die Sängerstimme. Phoniatische Grundlagen für die Gesangsausbildung, Henschel Berlin ²1982; Heinrichshofen, Wilhelmshaven/Locarno/Amsterdam ²1982
- Seidner, W.; Schutte, H.K.; Wendler, J.; Rauhut, A.: Dependence of the high singing formant on pitch and vowel in different voice types, in: Proc. of Stockholm Music Acoustics Conference 1983 (SMAC 83) (Nr. 1), hrsg. v. A. Askenfelt, S. Felicetti, E. Jansson und J. Sundberg, S. 261-268. Kungliga Musik Högskolan Stockholm
- Seidner, W.; Wendler, J.: Zur Physiologie und künstlerischen Anwendung des männlichen Falsetts. *HNO-Informat.* 2/1992, S. 41-49
- Seidner, W.; Wendler, J.: Die Sängerstimme. Phoniatische Grundlagen der Gesangsausbildung, Henschel Berlin ³1997
- Shipp, T.: Vertical laryngeal position during continuous and discrete vocal frequency change. *JSHR* 18 (1975), S. 707-718
- Shipp, T.; Izdebski, K.: Vocal frequency and vertical larynx positioning by singers and non-singers. *JASA* 58 (1975), S. 1104-1106
- Sieber, F.: Vollständiges Lehrbuch der Gesangkunst, theoretisch - praktisch, Heinrichshofen, Magdeburg ²1878
- Siebs, Th.: Deutsche Aussprache. Reine und gemäßigte Hochlautung. (Hrsg. v. de Boor, H. u. Mitarb.), de Gruyter, Berlin ¹⁹1969. In: Schaner-Wolles, Ch.: Biolinguistik. In: Biesalski, P.; Frank, F. (Hrsg.): Phoniatrie - Pädaudiologie, Band 1, Thieme, Stuttgart ²1994
- Sittner, E.: Wege zum Kunstgesang, Lafite, Wien 1968

- Sittner, E.: Großen Sängern abgelauscht. Anweisungen und Übungen zur Erlangung von Stimmkraft, Piano, Geläufigkeit, Lafite, Wien 1982
- Sjöström, L.: Experimentell-phonetische Untersuchungen des Vibratophänomens der Singstimme. X. Nordischer Otolaryng. Kongreß, 12. bis 14. 06. 1947, Stockholm, auch veröffentlicht in: Acta oto-laryngol. (Stockholm) 67 (1948), S. 123-130
- Sonninen, A.: Is the length of the vocal cords the same at all different levels of singing? Acta oto-laryngol. (Stockholm), Suppl. 118 (1954), S. 219
- Sonninen, A.: The role of the external laryngeal muscles in length-adjustment of the vocal cords in singing. Acta oto-laryngol. (Helsinki/Stockholm), Suppl. 130 (1956), S. 9
- Sonninen, A.: Über die Beteiligung der äußeren Kehlkopfmuskeln an der Längeneinstellung der Stimmlippen beim Singen. Folia phoniat. 10 (1958), S. 5-29
- Sonninen, A.: The significance of „tracheal“ and „oesophageal opening“ in high-pitched singing. De therapia vocis et loquelae der Int. Gesellsch. für Log. u. Phoniater., Int. Kongreß, Wien (1965), S. 93-99
- Sonninen, A.: The external frame function in the control of pitch in the human voice. Ann. N.Y. Acad. Sci. 155 (1968), S. 68-90
- Sonninen, A.; Damste P.H.; Fokkens J.J.; Roelofs, J.: Microdynamics in vocal fold vibration. Acta oto-laryngol. 78 (1975), S. 129-134
- Sparber, M.: Der Tiefgriff. In: Probleme der Sängerausbildung (Hrsg. L. Spitzer), Bericht über das 4. gesangspädagogische Symposium in Bad Ischl vom 14. bis 18. März 1983, Hochschule für Musik und Darstellende Kunst in Wien, Abteilung für Sologesang und Musikdramatische Darstellung, Wien 1984, S. 95-100
- Sparber, M.; Frank, F.: Die Mutationsstimme im Gesangsunterricht, Verlag Musikhaus Pan AG, Zürich 1980
- Spiecker-Henke, M.: Leitlinien der Stimmtherapie, Thieme, Stuttgart 1997
- Stamm, H.: Kraftvoll entspanntes Singen. Anleitung zur Technik nebst einigen Ratschlägen für junge Opern- und Konzertsänger, Thiasos, Darmstadt 2002
- Stampa, A.: Atem, Sprache und Gesang, Bärenreiter, Kassel 1956
- Stauder, W.: Einführung in die Akustik. In: Schaal, R. (Hrsg.): Taschenbücher zur Musikwissenschaft, Band 22, Noetzel, Wilhelmshaven 31990
- Stege, F.: Musik - Magie - Mystik, Reichl, St. Goar 1961
- Stern, H.: Die Notwendigkeit einer einheitlichen Nomenklatur für die Physiologie, Pathologie und Pädagogik der Stimme, Urban & Schwarzenberg, Berlin/Wien 1928
- Strauss, R.: Geleitwort zur Oper *Capriccio*, op. 85, Wien, 07. April 1942. In: Ein Konversationsstück für Musik in einem Aufzug (dem Dirigenten Clemens Krauss gewidmet), Klavierauszug mit Text von E.G. Klussmann, 8453, Schott, Mainz
- Sundberg, J.: Formant structure and articulation of spoken and sung vowels. Folia phoniat. 22 (1970), S. 28-48

- Sundberg, J.: Production and function of the singing formant. In: Report of the 11th Congress of the International Musicological Society, Band 2, hrsg. von H. Glahn, S. Sorenson und P. Ryom, Edition Wilhelm Hansen, København 1972, S. 679-688
- Sundberg, J.: The source spectrum in professional singing. *Folia phoniat.* 25 (1973), S. 71-90
- Sundberg, J.: Articulatory interpretation of the „singing formant“. *JASA* 55 (1974), S. 838-844
- Sundberg, J.: The acoustics of the singing voice, *Scient. Am.* CCXXXVI, 1977, S. 81-91
- Sundberg, J.: Effects of the vibrato and the singing formant on pitch. *Musicologica Slovaca* 6 (1978a), S. 51-69
- Sundberg, J.: Die Wissenschaft von der Singstimme. Deutsche Übersetzung von F. Pabst unter Mitarbeit von D. Mürbe, Band 86 der Orpheus-Schriftenreihe zu Grundlagen der Musik, hrsg. von Martin Vogel, Orpheus; Verlag für systematische Musikwissenschaft GmbH, Bonn 1997
- Sundberg, J.: Die Singstimme. In: *Die Physik der Musikinstrumente, Spektrum der Wissenschaft (Verständliche Forschung)*, Akademischer Verlag, Heidelberg ²1998, S. 14-21
- Sundberg, J.; Nordström, P.-E.: Raised and lowered larynx: The effect on vowel formant frequencies. *J. of Research in Singing* 6 (1983), S. 7-15
- Tarneau, J.: *Traité pratique de phonologie et de phoniatrie - avec collaboration de S. Borel-Maisonny, Maloine, Paris 1941*
- Thienhaus, E.: Neuere Versuche zur Klangfarbe und Lautstärke von Vokalen. *Z. techn. Physik* 15 (1934), S. 637-641
- Tillmann, B.; Wustrow, F.: Kehlkopf. In: Berendes, J.; Link, R.; Zöllner, F.: (Hrsg.) *Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde in Praxis und Klinik*, Band 4/Teil 1, Thieme, Stuttgart ²1982
- Tillmann, H.G.; Mansell, P.: *Phonetik. Lautsprachliche Zeichen, Sprachsignale und lautsprachlicher Kommunikationsprozeß*, Klett-Cotta, Stuttgart 1980
- Titze, I.: Biomechanics and distributed-mass models of vocal fold vibration. In: *Vocal fold physiology. Proc. of the Vocal Fold Physiology Conference*, Kurume, Jan. 15-19, 1980 (ed. by Kenneth N. Stevens and Minoru Hirano), p. 245-270 (University of Tokyo Press, Tokyo 1981)
- Tonndorf, W.: Die Mechanik bei der Stimmlippenschwingung und beim Schnarchen. *Z. Hals-, Nas. u. Ohrenheilk.* 12 (1925), S. 637-641
- Tosi, P. F.: *Opinioni de' cantori antichi e moderni o sieno Osservazioni sopra il canto figurato*, Bologna, per Lelio dalla Valpe, 1723; Übersetzt und mit Anmerkungen versehen von Johann Friedrich Agricola: *Anleitung zur Singkunst*, Winter, Berlin 1757. Neuausgabe: con note ed esempi di Luigi Leonesi, Napoli, per F. di Gennaro et A. Morano, 1904. Neudruck hrsg. von A. Della Corte, in: *Canto e bel canto*, Torino, Paravia 1933. Neudruck Bologna 1968
- Trendelenburg, F.: *Einführung in die Akustik*, Springer, Berlin ³1961

- Trendelenburg, W.: Neuere Ergebnisse der Stimmphysiologie. Arch. f. Sprach- u. Stimmphysiol. u. Sprach- u. Stimmheilk. 6, Heft 3/4 (1942), S. 69
- Trenschel, W.: Der Begriff „gesunde Nasalität“. Sprache - Stimme - Gehör 18 (1994), S. 90-93
- Ungeheuer, G.: Elemente einer akustischen Theorie der Vokalartikulation, Springer, Berlin 1962
- Vennard, W.: Singing, the mechanism and the technic, Fischer, New York 1967
- Vennard, W.; Hirano, M.; Ohlala, J.; Fritzell, B.: A series of four electromyographic studies. National Assoc. Teachers of Singing Bull, Band 27 (1970), Nr. 1, S. 16-21; Nr. 2, S. 30-37; Nr. 3, S. 26-32; Nr. 4, S. 22-30
- Wängler, H.-H.: Phonetische Grundlegung der Gesangskunde? Z. Musik im Unterricht, Heft 4, Mainz April 1955, S. 99-102
- Wängler, H.H.: Physiologische Phonetik, Elwert, Marburg 1972
- Wängler, H.-H.: Leitfaden der pädagogischen Stimmbehandlung, Marhold, Berlin ³1976
- Wängler, H.-H.: Grundriss einer Phonetik des Deutschen, Elwert, Marburg ⁴1983
- Weigl, B.: Vom Singen und von anderen Dingen, Kremayr & Scherian, Wien 1996
- Weiß, D.: Naturwissenschaftliches zum Registerproblem, Mschr. Ohrenheilk. 70 (1936), S. 562-575
- Wendler, J.; Seidner, W.: Lehrbuch der Phoniatrie, Thieme, Leipzig ²1987
- Wendler, J.; Seidner, W.; Kittel, G.; Eysholdt, U.: Lehrbuch der Phoniatrie und Pädaudiologie, Thieme, Stuttgart ³1996
- Werbeck-Svärdström, V.: Die Schule der Stimmenthüllung. Ein Weg zur Katharsis in der Kunst des Singens. Hrsg. von der Sektion für Redende und Musizierende Künste der Freien Hochschule für Geisteswissenschaft Goetheanum, Philosophisch-Anthroposophischer Verlag am Goetheanum, Dornach/Schweiz ⁴1984 u. ⁵1994
- Wichmann, K.: Der Ziergesang und die Ausführung der Appoggiatura, VEB Deutscher Verlag für Musik, Leipzig 1966
- Winckel, F.: Elektroakustische Untersuchungen an der menschlichen Stimme. Folia phoniatic. 4 (1952), S. 93-113
- Winckel, F.: Physikalische Kriterien für objektive Stimmbeurteilung. Folia phoniatic. 5 (1953), S. 232-252
- Winckel, F.: Phänomene des musikalischen Hörens. Ästhetisch-Naturwissenschaftliche Betrachtungen, Hesses, Berlin/Wunsiedel 1960
- Wirth, G.: Stimmstörungen, Deutscher Ärzte-Verlag, Köln ⁴1995
- Wörner, K. H.: Geschichte der Musik, Vandenhoeck & Ruprecht, Göttingen 1954, ⁴1965
- Wyke, B.D.: Laryngeal neuromuscular control system in singing. A review of current concepts. Folia phoniatic. 26 (1974), S. 295-306
- Zarlino, G.: Istitutioni harmoniche, Faksimile, Venetia ¹1558; Appresso Francesco dei Franceschi Senese, Venetia ⁵1573; Faksimile, Broude Bros., New York 1965 (I Edizione)

- Zarlino, G.: Istitutioni harmoniche, Venetia ⁵1573, in: Schmieder 1332. In: Musik, Alte Drucke bis etwa 1750, beschrieben von W. Schmieder, Mitarbeit von G. Hartweg, Klostermann, Frankfurt a. M. 1967 (Kataloge der HAB, Die neue Reihe, Band 12)
- Zarlino, G.: Istitutioni harmoniche, Venetia ⁵1573, in: RISM B VI², S. 906-908
- Zenk, H.: Zarlinos „Istitutioni harmoniche“ als Quelle zur Musikanschauung der italienischen Renaissance, in: ZfMw 12 (1929-30), S. 540-578
- Zenker, W.; Zenker, A.: Über die Regelung der Stimmlippenspannung durch von außen angreifende Mechanismen. Folia phoniat. 12 (1960), S. 1-36
- Zenker, W.: Vocal muscle fibres and their motor and plates. In: Brewer, D.W.: Research potentials in voice physiology. State University of New York, 1964, S. 7
- Zenker, W.; Glaninger, J.: Die Stärke des Trachealzuges beim lebenden Menschen und seine Bedeutung für die Kehlkopfmechanik. Z. Biol. 111 (1959), S. 154-164
- Zöllner, F.: Anatomie, Physiologie, Pathologie und Klinik der Ohrtrompete und ihrer diagnostisch-therapeutischen Beziehungen zu allen Nachbarschaftserkrankungen, Springer, Berlin 1942