

UNIVERSITÄTSKLINIKUM HAMBURG-EPPENDORF

Aus der Klinik und Poliklinik für Hör-, Stimm- und Sprachheilkunde
des Universitätsklinikums Hamburg-Eppendorf
Klinikdirektor: Univ.-Prof. Dr. M. M. Hess

Bühnensprechen professioneller Sopranistinnen

Akustische Analysen unterschiedlicher Sprechweisen auf Opernbühnen

Dissertation

zur Erlangung des Grades eines Doktors der Medizin
an der Medizinischen Fakultät des Universitätsklinikums Hamburg-Eppendorf

vorgelegt von:

Regine Hermann
aus Horb a.N.

Hamburg 2015

**Angenommen von der
Medizinischen Fakultät der Universität Hamburg am: 13.05.2015**

**Veröffentlicht mit Genehmigung der
Medizinischen Fakultät der Universität Hamburg.**

Prüfungsausschuss, der/die Vorsitzende: Prof. Dr. M. Hess

Prüfungsausschuss, zweite/r Gutachter/in: PD Dr. H. Kutta

1 Arbeitshypothese und Fragestellung	4
2 Einleitung	5
2.1 Häufigkeit des Bühnensprechens auf deutschen Bühnen im Vergleich mit internationalen Bühnen.....	6
2.2 Unterschied der Theaterpraxis an deutschen Opernhäusern zu internationalen Bühnen.....	8
2.3 Geschichtliche Gründe für die unterschiedliche Entwicklung der Theaterpraxis auf der Opernbühne.....	9
2.3 Theoretische Hintergründe.....	11
2.3.1 Der Sängerformant	11
2.3.2 Der Sängerformant bei Frauen	13
2.3.3 Der Sprecherformant.....	15
3 Material und Methoden.....	19
3.1 Probanden	19
3.2 Tonaufnahmen und abgeleitete Parameter	19
3.3 Akustische Analyse.....	21
3.4 Perzeptuelle Evaluation	22
3.5. LTAS	22
4 Ergebnisse	23
4.1 mittlere Lautstärke der Sprechprobe.....	23
4.2 mittlere Sprechstimmlage.....	25
4.3 Sprechgeschwindigkeit.....	27
4.4 Perzeptuelle Evaluation	28
4.5 Gesamt Long Term Average Spektrum aller Probandinnen.....	30
4.6 Einzeldarstellung der LTAS-Grafiken	32
4.6.1 LTAS der Probandin A.....	33
4.6.2 LTAS der Probandin B.....	35
4.6.3 LTAS der Probandin C.....	37
4.6.4 LTAS der Probandin D.....	39
4.6.5 LTAS der Probandin E.....	41
4.6.6 LTAS der Probandin F	43
4.6.7 LTAS der Probandin G	45
4.6.8 LTAS der Probandin H.....	47
4.6.9 LTAS der Probandin I	49
4.6.10 LTAS der Probandin J	51
4.7 Gesamtdarstellung der Einzelergebnisse aller LTAS	53
4.8 Zusammenfassung der Ergebnisse der LTAS.....	55
4.9. Alpha-Ratio.....	57
4.10 EGG.....	57
5 Diskussion.....	58
5.1 Einleitung	58
5.2 Auswertung der Ergebnisse und Schlussfolgerungen.....	59
5.3 Ansatz einer neuen Betrachtung und Beurteilungsmöglichkeit von zwei zu vergleichenden LTAS	63
6 Zusammenfassung	65
7 Literatur- und Quellenverzeichnis.....	66
8 Danksagung	68
9 Lebenslauf.....	69
10 Eidesstattliche Versicherung	70

1 Arbeitshypothese und Fragestellung

Auf der Opernbühne existieren bei gesprochenen Texten im Wesentlichen zweierlei Arten des Sprechens:

- die sängerisch geprägte Sprechstimme, die quasi gesungen klingt und als künstlich-opernhaft zu bezeichnen ist,
- die normal gestützte Sprechstimme, wie sie üblicherweise auch im Sprechtheater zu vernehmen ist - wohlgemerkt nicht die alltägliche private Stimmgebung.

In dieser Arbeit werden diese beiden Stile einander gegenübergestellt und miteinander verglichen in Bezug auf Lautstärke und Frequenz mit Hilfe eines LTAS; zusätzlich wurde ein EGG ausgewertet und der Alpha-Ratio ermittelt.

Wenn Sänger den weit verbreiteten künstlich opernhafte Sprechstil benutzen, so meist aus der Intention heraus, der Gesangstechnik mehr zu vertrauen als einer nicht geschulten Schauspiel-Sprechstimme.

Die Arbeitshypothese lautet daher, dass die künstlich opernhafte Sprechweise akustische Parameter des Singens aufweist und das normal gestützte Sprechen die Parameter der Sprechstimme.

Nach Auswertung der Untersuchungen soll die Frage geklärt werden, ob aufgrund der akustischen Analysen Unterschiede zwischen beiden Sprechstilen festzustellen sind. Wenn ja soll weiter untersucht werden, ob diese Sprechweisen mehr dem Sprechen oder dem Singen zuzuordnen sind.

Es soll keine geschmackliche oder qualifizierende Wertung vorgenommen werden.

Dies obliegt ohnehin der Arbeit des Regisseurs und der Darsteller.

2 Einleitung

Dialoge gehören zum Alltag auf deutschen Opernbühnen.

Sicherlich gilt das Hauptaugenmerk in der Oper dem Gesang. Die Bedeutung der Sprechstimme nimmt trotzdem immer mehr Raum ein, was sich darauf zurückführen lässt, dass sich im Rahmen des deutschen Regietheaters eine eigene Kultur entwickelt hat, die im Sinne des "Sängerdarstellers" nach Felsenstein oder Stanislawski (Roselt, 2008) mehr schauspielerische Fähigkeiten erfordert und damit auch eine fundierte Sprechtechnik in den Dialogen verlangt. Jedoch hört man auf der Opernbühne nicht nur dieses gut gestützte Sprechen, welches dem Sprechen des Schauspielers entspricht. Häufig wird auch eine künstliche, opernhafte Stimmgebung dargeboten, die von den Vertretern des modernen deutschen Regietheaters als weniger glaubhaft beurteilt wird.

Welches sind die Beweggründe dieser unnatürlichen Tongebung?

Einerseits mag die Vermutung dahinterstecken, der Sänger schone die Singstimme, indem er den gesprochenen Teil seiner Partie in einer sängerhaften Attitüde gestaltet.

Andere mögen es als emotional intensiver empfinden.

Wieder andere glauben, sich dadurch als erfahrene Sänger erkennen zu geben. Diese multizentrische randomisierte prospektive Studie widmet sich den messbaren akustischen Unterschieden beider Sprechstile.

2.1 Häufigkeit des Bühnensprechens auf deutschen Bühnen im Vergleich mit internationalen Bühnen

Sprechen auf der Opernbühne ist überwiegend ein Merkmal deutschsprachiger Opernhäuser. Auf internationalen Bühnen werden nicht viele Opern oder Operetten mit Dialog gespielt.

Wie aus Tabelle 1 hervorgeht, waren in Deutschland in der Spielzeit 2007/2008 unter den zehn meist gespielten Opern und Operetten sechs Werke mit Dialog. Tabelle 2 hingegen zeigt in einer Auflistung der Spielzeiten 2007/2008 bis 2011/2012 an internationalen Häusern unter den meist gespielten Opern und Operetten lediglich zwei Opern mit Dialog.

Zudem werden diese beiden Opern (Carmen und Die Zauberflöte) auch häufig gänzlich ohne Dialog gespielt.

Für Carmen gibt es von George Bizet alternativ zu den Dialogen auch eine französische Rezitativ-Fassung. Die Zauberflöte wird teilweise ohne Dialoge oder auch nur mit sehr kurzen Dialogtexten aufgeführt.

Aufgrund der kürzeren Probenzeiten, die weniger schauspielerische Feinarbeit zulassen, und der geringeren Notwendigkeit, Dialog auf der Opernbühne zu sprechen, fällt die Diskrepanz beider Sprechstile vorwiegend an deutschsprachigen Theatern auf.

Tab 1: Die zehn meist gespielten Opern und Operetten in Deutschland in der Spielzeit 2007/2008

(vgl. Arnold Jacobshagen, Musiktheater, 2010, S. 10,11)

	Titel	Aufführungen (Inszenierungen)
1	Die Zauberflöte	453 (40)
2	La Bohème	280 (30)
3	Hänsel und Gretel	252 (29)
4	La Traviata	228 (20)
5	Die Fledermaus	208 (20)
6	Le nozze di Figaro	208 (19)
7	Im weißen Rössl	203 (14)
8	Orpheus in der Unterwelt	183 (11)
9	Der Freischütz	178 (22)
10	Carmen	171 (18)

Tab 2: Die zehn meist gespielten Opern an internationalen Häusern in den Spielzeiten 2007/08 bis 2011/2012 (operabase 2013)

	Titel	Aufführungen
1	La Traviata	629
2	La Bohème	580
3	Carmen	573
4	Zauberflöte	571
5	Tosca	504
6	Le nozze di Figaro	494
7	Il Barbiere di Siviglia	469
8	Madama Butterfly	465
9	Rigoletto	434
10	Don Giovanni	433

gelb unterlegt: Opern und Operetten mit Dialog

2.2 Unterschied der Theaterpraxis an deutschen Opernhäusern zu internationalen Bühnen

In Deutschland kann sich eine Probenphase für eine Operninszenierung durchaus auf acht bis zwölf Wochen erstrecken, wohingegen internationale Bühnen nach persönlicher Erfahrung der Verfasserin selten mehr als vier Wochen Zeit zur Probenarbeit geben.

Diese unterschiedliche Zeitdauer begründet sich vorwiegend durch den Aufbau der Theater. In Deutschland gibt es ca. 150 Theater in öffentlicher Trägerschaft. Diese haben ein festes künstlerisches Ensemble, bestehend aus Orchester, Chor und Solisten mit entsprechenden Tarifverträgen. Gäste werden nach Bedarf engagiert.

Im Ausland existiert dagegen überwiegend der sogenannte „Stagione-Betrieb“. In der kürzeren Theatersaison ist es möglich, mit günstigeren Betriebskosten und somit geringeren Subventionen einen Theaterbetrieb aufrecht zu halten. Diese Theater haben einen Minimalanteil an Orchestermusikern, teilweise einen kleinen Chor und keine Solisten im festen Engagement. Die restlichen Künstler, die zu einer Inszenierung nötig sind, werden von Produktion zu Produktion zusätzlich engagiert. Da diese Kräfte individuell bezahlt werden müssen, wird die Probenzeit so kurz wie möglich gehalten.

Dies hat Auswirkungen auf die Gestaltung der Probenarbeit:

Bei einer länger andauernden Probenphase kann mehr Akzent auf die Ausarbeitung der psychologischen Anteile einer Inszenierung - und somit auch der Dialoge - gelegt werden. Die Regisseure legen größten Wert auf eine glaubhafte Darstellung der einzelnen Rollen im Sinne des Schauspiels und betreiben akribisch Charakterstudien einer Rolle, egal ob gesungen, gesprochen oder keines von beidem. Theater mit Stagione-Betrieb nutzen die beiden Wochen der Opernregie, welche vor den Proben mit Orchester und Bühnentechnik verbleiben, dazu, die Positionen festzulegen, von denen aus die Sänger agieren. Schauspielerische Interpretationen spielen eine eher untergeordnete Rolle.

Diese Besonderheiten sind sicher den subventionierten festen Theaterengagements in Deutschland auf der einen beziehungsweise dem Stagione-Betrieb auf der anderen Seite geschuldet.

2.3 Geschichtliche Gründe für die unterschiedliche Entwicklung der Theaterpraxis auf der Opernbühne

Stanislawski, Felsenstein

Ein kurzer Abriss der Regietheater-Geschichte

Grundsätzlich scheint es eine *contradictio in adiecto*, in der artifiziellen Welt der Oper eine realistische Situation vermitteln zu wollen. Die Opernbühne eignet sich nicht unbedingt dazu, Probleme schauspielerisch glaubhaft darzustellen. Glücklicherweise steht die Musik im Zentrum; sie transportiert die Botschaft.

Die deutschsprachigen Regisseure, die sich in der Tradition von Stanislawski und Felsenstein verwurzelt wissen, legen großen Wert darauf, dass die Figuren auf der Bühne mit all ihren persönlichen Facetten gezeigt und dargestellt werden. Nicht nur die musikalische Ausdruckskraft soll die Geschichte transportieren, sondern in gleicher Weise die schauspielerische.

Bei Opern und Operetten mit Dialog stellt der gesprochene Part des Stückes eine große Herausforderung dar. Dies mag zum einen daran liegen, dass der Sänger während seines Studiums selbstverständlich besser im Singen als im Sprechen ausgebildet worden war. Zum anderen ist es eine besondere Herausforderung, Übergänge vom Singen zum Sprechen natürlich und glaubhaft wirken zu lassen.

Unter anderen war es Konstantin Stanislawski, der 1888 eine Gesellschaft für Kunst und Literatur gründete mit dem Vorsatz, "gebildete Schauspieler der Opern- und der Schauspielbühne zu schaffen". In seinen Schriften liest man: "Die Zeit des Darstellers ist gekommen... In der Oper brauchen wir nicht nur gute Sänger, sondern auch gute Darsteller. Schauspielkunst und gesanglich-musikalisches Können müssen einander entsprechen."

Neben ihm waren es das Théâtre libre, welches André Antoine 1887 in Paris gründete, Otto Brahm 1888 mit seiner Freien Bühne und nicht zuletzt Max Reinhardt 1904 am Deutschen Theater in Berlin, die ähnliche Gedanken formulierten.

Mit der Gründung der Komischen Oper in Berlin 1947 entstand dann eine neue Dimension der Darstellung auf der Opernbühne. Dem Wunsch Walter Felsensteins, einen "Sängerdarsteller" auf der Opernbühne zu etablieren, wurde mit Nachdruck entsprochen. Das Bedürfnis weg vom puren Zur-

Schaustellen und von sportlich beeindruckenden Gesangsdarbietungen hin zu einem Gesamtbühneneindruck war wegweisend.

Dazu gehörte auch - speziell im deutschen Repertoire - ein angemessenes Sprechen auf der Bühne. Das (auch heute noch) häufig eingesetzte opernhafte künstliche Sprechen wurde unter Regisseuren dieser Gesinnung verbannt. Der Sänger sollte in seiner Darstellung natürlich und überzeugend wirken. Um die Persönlichkeitsstruktur einer Rolle voll auszuarbeiten, hat die normal gestützte Sprechweise mit Abstand mehr Ausdrucksmöglichkeiten.

Felsenstein formuliert seine These folgendermaßen: "Musiktheater ist, wenn eine Handlung mit singenden Menschen zur theatralischen Realität und vorbehaltlosen Glaubwürdigkeit wird." Die Tradition der Komischen Oper Berlin wurde ab 1981 von Harry Kupfer in seiner Funktion als Chefregisseur und Operndirektor weitergeführt. Er verstand sich in der Nachfolge Stanislawskis, Walter Felsensteins als auch Bertold Brechts.

Ein weiterer Vertreter des modernen Regietheaters war der Regisseur Walter Neuenfels, der sich in Sachen Operndialog mehrere Lösungswege ausdachte. In einem Interview der Zeitschrift „Theater der Zeit“ im Mai 2006 äußerte er sich: „Wenn ein Sänger, der in einer Gesangslage drin ist, etwas sagen soll, macht mich das immer rasend, weil ich immer zwei, drei Zeilen die Musik geschädigt finde. (...) Die kommen nicht runter.“ (wörtlich zitiert). Neuenfels geht sogar so weit, dass er in einer Hamburger Fidelio-Inszenierung die Sänger während der Dialogszenen stumm agieren ließ, während die Dialoge über Lautsprecher eingespielt wurden. In einer Stuttgarter Inszenierung der Entführung aus dem Serail besetzte er die Partien sowohl mit einem Sänger als auch mit einem Schauspieler (außer der Sprechrolle des Bassa Selim). Die von ihm empfundene Differenz zwischen Schauspiel und Singspiel wird sogar so weit auf die Spitze getrieben, dass er den Dialog zwischen Blonde und Osmin zweimal sprechen lässt. Einmal von den Sängern im üblichen Operntonfall (inklusive des Fremdsprachenakzentes) und anschließend vom Schauspielerpaar. Dies waren radikale Ansätze, das unnatürliche opernhafte Sprechen durch professionelle Schauspielerstimmen zu ersetzen.

Weitere Regisseure wie Peter Sellers, Peter Zadek, Ruth Berghaus bemühten sich, im Sinne des "realistischen Musiktheaters" neue und erlebbare Umsetzungen beizusteuern.

2.3 Theoretische Hintergründe

2.3.1 Der Sängerformant

Nachdem sich Hermann Gutzmann sen. in Berlin um die Jahrhundertwende den Sprachstörungen, vor allem dem Stottern, zuwendete und somit die Phoniatrie ins Leben rief, wurde von wissenschaftlicher Seite auch der Erforschung der Stimme mehr Aufmerksamkeit zuteil.

Musikgeschichtlich entwickelte sich die Oper im 19. Jh. rasant in Richtung immer größer werdender Orchester und entsprechend ausladenderer Opernhäuser.

Rossini schrieb in den Dreißigerjahren des 19. Jahrhunderts in „Wilhelm Tell“ ein hohes C in die Partie, welches der Überlieferung nach von Gilbert Duprez zum ersten Mal in Bruststimme gesungen wurde. Nachfolgend passten sich die Kompositionen in puncto Orchesterstarke an dieses größere Stimmvolumen an. Es wurden immer größere Opernhäuser mit größeren Buhnenhausern gebaut. Die Durchsetzungsfähigkeit der Stimme und die damit einhergehende Textverständlichkeit spielten nun eine immer bedeutendere Rolle.

Im Kampf um die akustische Vormachtstellung in den Opernhäusern kam der Sangergesundheit eine neue Bedeutung zu. Größere Gagen, größere Mobilität, größere Stimmforderungen waren bestimmte Gründe dafür, dass sich die Forschung mit dem Thema „Stimme“ und „Tragfähigkeit“ zu beschäftigten begann.

Schon 1934 beschäftigte sich Bartholomew mit dem heute sogenannten „Sängerformanten“ in seiner Schrift „Physical definition of good voice-quality“, 1934. Er erkannte, dass die Intensität des Sängerformanten mit der Stimmlage (voice classification) und der Lautstärke (vocal intensity) der Grundfrequenz zusammenhängt. Außerdem vermutete er in der Kehlkopffinnenweite einen bedeutsamen Einfluss für die Bildung des Formanten um 2800 Hz.

In der zweiten Hälfte des 20. Jhs. machten sich dann weitere Wissenschaftler um die Erforschung der menschlichen Sing- und Sprechstimme verdient, allen voran Johan Sundberg.

Bereits 1968 erschien der erste Artikel Sundbergs zu diesem Thema: „Formant frequencies of bass singers“.

1972 stellte er erstmalig in seinem Artikel „a perceptual function of the singing formant“ den Zusammenhang her zwischen der Existenz dieses Formanten und seiner Funktion. Sundberg stellte die Hypothese auf, dass sich der opernhafte Klang einer Singstimme durch die unterschiedlichen spektralen Eigenschaften von Orchester und Profi-Opernsänger entwickelte. Ein Orchesterklang erzeugt in der spektralen Langzeitanalyse – sowohl bei Wagner als auch bei Mozart – ein Energiemaximum bei ca. 450 Hz. Der Umstand, dass die Opernstimme ein zusätzliches spektrales Maximum um 2800 Hz aufweist, verleiht der Sängerstimme den Vorteil, tragfähiger zu sein gegenüber Orchesterklängen und somit ein laut spielendes Orchester übertönen zu können. (Abb. 1)

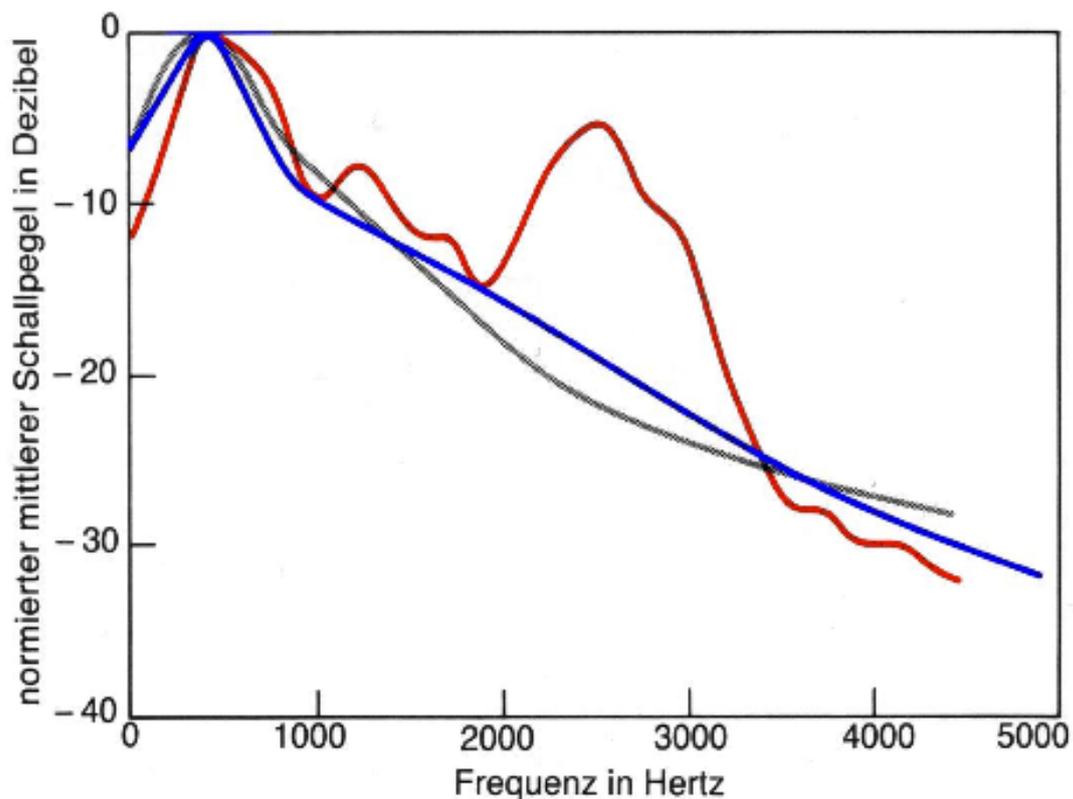


Abb. 1: LTAS eines Orchesters (blau), normal gestützter Sprache (grau) und eines Sängers (rot)
Sundberg, 1972 „A perceptual function of the singing formant“ S. 62-63

1974 untersuchte Sundberg in seinem Artikel „Articulatory interpretation of the "singing formant"“ (Sundberg, 1974) die Ursachen des lokalen Maximums im Spektralbereich um 2800 Hz in akustischen Analysen männlicher Opernstimmen. Anhand von Röntgenaufnahmen stellte er einen Zusammenhang her zwischen Veränderungen des Vokaltraktes und dem Vorhandensein eines „Extraformanten“ in diesem Frequenzbereich. Er zeigte, dass der Querdurchmesser des Kehlkopfes im Bereich des Sinus Morgagni und des Sinus piriformis ein wichtiger Faktor für die Bildung des Sängerformanten ist und damit auch der damit einhergehenden Clusterung der höheren Formantenfrequenzen.

Der Profisänger ist in der Lage, das Ansatzrohr so zu formen, dass die Formanten 3, 4 und 5 ein Cluster im Bereich von 2800 Hz bilden.

Dieses Phänomen wertete er als charakteristisch für den Unterschied zwischen der männlichen Sprechstimme und der Opern- bzw. Konzertstimme.

2.3.2 Der Sängerformant bei Frauen

Die Forschung zum Sängerformanten bezog sich anfänglich in erster Linie auf Arbeiten mit Männerstimmen.

Ob - und gegebenenfalls in welcher Ausprägung - sich ein Sängerformant auch bei Sopranistinnen nachweisen lässt, ist bis heute Gegenstand mannigfaltiger Diskussionen.

1985 berichtete Seidner et al. in der Schrift „Dependence of the high singing formant on pitch and vowel in different voice types“ (Seidner, 1985) über eine höhere Frequenz des Sängerformanten bei Frauen im Vergleich zu Männern. Bei Frauenstimmen beobachteten sie eine Doppelspitze der Formanten bei 2500 Hz bis 3000 Hz und 3000 Hz bis 4000 Hz. Die Intensität der Formanten war bei Frauen geringer und die Formanten lagen bei Frauen enger beieinander als bei Männerstimmen.

Bloothoofst stellte 1985 Untersuchungen an mit allen vier Stimmgattungen, die er in seiner Arbeit „The sound level of the singer's formant in professional singing“ (Bloothoofst, 1985) veröffentlichte. Er fand einen bemerkenswerten Unterschied in den Intensitäten der Formanten: Die Intensität der Formanten bei Männern

waren sehr einheitlich in den Pegeln (max. Differenz von 4 dB), Frauen hingegen wiesen größere Differenzen auf (max. Differenz von 24 dB), wobei die Altistinnen die höchsten dB-Pegel aufwiesen. Diese waren selbst stärker als diejenigen der Männerstimmen, bei Sopranistinnen fanden sie hingegen eher geringere Intensitäten der Formanten.

Außerdem fanden sie einen bemerkenswerten Unterschied im maximalen Schalldruckpegel zwischen Sängerinnen und Laiensängerinnen – wesentlich größer als dies bei Männern der Fall war. Die Berufssängerinnen konnten deutlich lauter singen als die Laiensängerinnen.

Johan Sundberg stellt sich in seinem Buch „Die Wissenschaft von der Singstimme“ (Sundberg, 1987) die Frage, wie es einer Sopranistin gelingt, sich gegen eine laute Orchesterbesetzung durchzusetzen, auch wenn die Amplitude der Sängerformanten im Vergleich zu Männern deutlich geringer ausfällt. Er erklärt dies so: „Sobald der Normalwert der Frequenz des ersten Formanten niedriger als die Phonationsfrequenz selbst ist, ändert er sich auf eine Frequenz in der Nähe der Phonationsfrequenz.“ (S. 172/173) Praktisch gesprochen: bei den Vokalen „u“ und „i“ liegt der erste Formant sehr tief – bei Frauen zwischen 300 und 350 Hz. Dies entspricht in musikalischer Notation ungefähr einem e', was der tiefen Lage der Sopranistin entspricht. Singt eine Sopranistin oberhalb dieser Lage – was meistens der Fall ist - beginnt die Sängerin vor allem mit der Kieferöffnung den ersten Formanten in Richtung Phonationsfrequenz einzustellen. Dadurch verstärkt sich die Lautstärke des Tones („in Extremfällen bis zu 30 dB“). Dieses Prinzip erklärt die Durchsetzungskraft von Sopranistinnen.

2.3.3 Der Sprecherformant

Nicht nur die Erforschung der Singstimme wurde in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts vorangetrieben, auch die Sprechstimme war mehrfach Thema wissenschaftlicher Betrachtungen.

Johan Sundberg veröffentlichte in seiner Studie „An articulatory interpretation of the 'singing formant'“ (Sundberg 1972) eine Abbildung, in der die Formantenfrequenzen singender und normal gesprochener Aufnahmen verglichen wurden. Daraus geht eine deutlich höhere Formanten-Frequenz für die Formanten 2, 3 und 4 des gesprochenen Textes hervor. (Abb. 2)

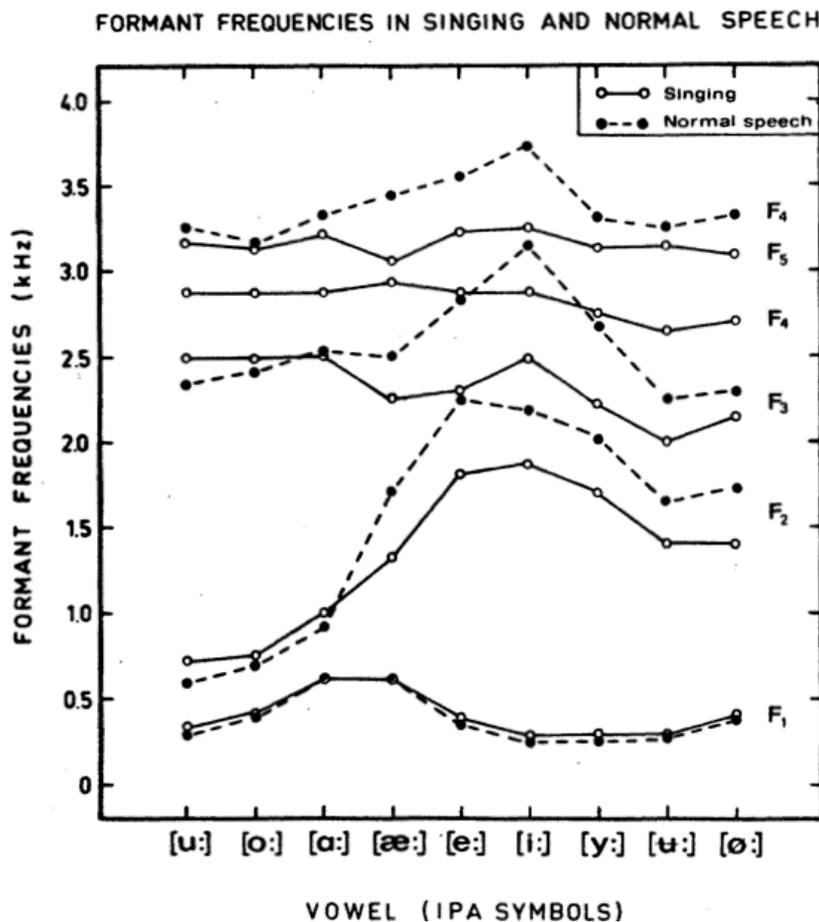


Abb. 2: Vergleich von normal gesprochenen und gesungenen Formantenfrequenzen (Sundberg 1972)

Timo Leino kümmerte sich in seinen Studien vorwiegend um die Sprechstimme. In seiner Studie „Long Term Average Spectrum study on speaking voice quality in male actors“ (Leino 1994) berichtete er von einem Schauspielerformanten in der „guten Sprechstimme“ von Schauspielern - in Anlehnung an den von Sundberg benannten Sängerformanten. Sein Frequenzmaximum ist allerdings ca. 1000 Hz höher und schwächer ausgeprägt.

In Abbildung 3 sieht man den Vergleich der LTAS eines finnischen Schauspielers, eines Baritons und eines Basses. Der Sprecher las einen Text, die Sänger wurden gebeten, ein finnisches Volkslied in tiefer entspannter Lage zu singen. Die Pegeldifferenz der Formanten in der akustischen Analyse beträgt zwischen dem gesprochenen Text des Schauspielers und den Singstimmen 20 dB. Beide Sänger haben ihren Sängerformanten unter 3000 Hz, wohingegen der maximale Peak des Schauspielers bei ca. 3700 Hz liegt.

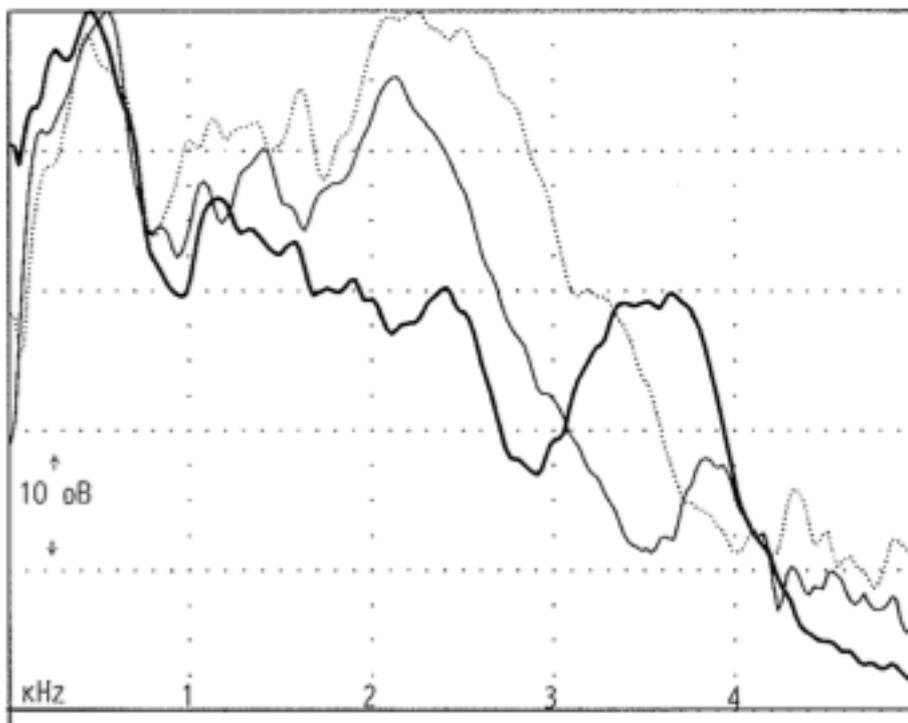


Abb. 3: LTAS eines Schauspielers (dicke Linie), eines Baritons (dünne Linie) und eines Basses (gepunktete Linie) aus Leino „Long Term Average Spectrum study on speaking voice quality in male actors“, (Leino 1994, S. 209)

Nawka et al. fanden in ihrer Studie 1997 ähnliche Ergebnisse wie Leino 1994. Sie untersuchten fünf männliche Schauspieler, fünf stimmgesunde Männer und fünf Männer, die heiser waren. Sie fanden den typischen Peak zwischen 3150 Hz und 3700 Hz mit einer Erhöhung von 10 dB bei den Sängern (Mittelfrequenz bei 3400 Hz). Die normalen Stimmen zeigten ebenfalls eine Erhöhung, aber schwächer. Keine Verstärkung war bei den heiseren Stimmen zu bemerken.

Die Mehrzahl der Arbeiten untersuchten Männerstimmen. Um so interessanter für diese vorliegende Arbeit war deshalb die Studie von Hannah Elisabeth Stoffels, Utrecht, in *Acoustic Analysis of Actresses' Voices* (Stoffels 2011), in der sie 18 professionelle Schauspielerinnen bat, dieselbe Textstelle auf zweierlei Arten zu rezitieren: eine alltägliche Sprechweise wurde der emotional, schauspielerischen („dramatic“) gegenübergestellt. Die Sprechqualität, welche Frau Stoffels untersuchte und mit "dramatic" bezeichnete, ist die übliche, im Theater gut hörbare und variable Stimme des geschulten Schauspielers, unserer Sprechweise des normal Gestützten vergleichbar.

In den LTAS-Analysen fand sie eine erhöhte spektrale Energie für die Sprechweise „dramatic“ im Bereich 3500 Hz, die allerdings bei den Schauspielerinnen nicht so stark ausgeprägt ist wie bei männlichen Schauspielern, aber stärker bei emotionaler Sprechweise im Gegensatz zu normaler Sprechweise. Zusätzlich zeigen die Schauspielerinnen eine erhöhte spektrale Energie in der emotionalen Sprechweise zwischen 5 bis 8 kHz. Unter 3500 Hz zeigten diese Schauspielerinnen keine spektrale Verstärkung in Form einer erhöhten spektralen Energie.

Ihre Annahme besteht darin, dass die Erhöhung im Bereich von 3 bis 4 kHz durch Resonanzen des Vokaltraktes begründet ist, verstärkte Bereiche zwischen 5 bis 8 kHz glottalen Ursprungs seien.

Average spectrum

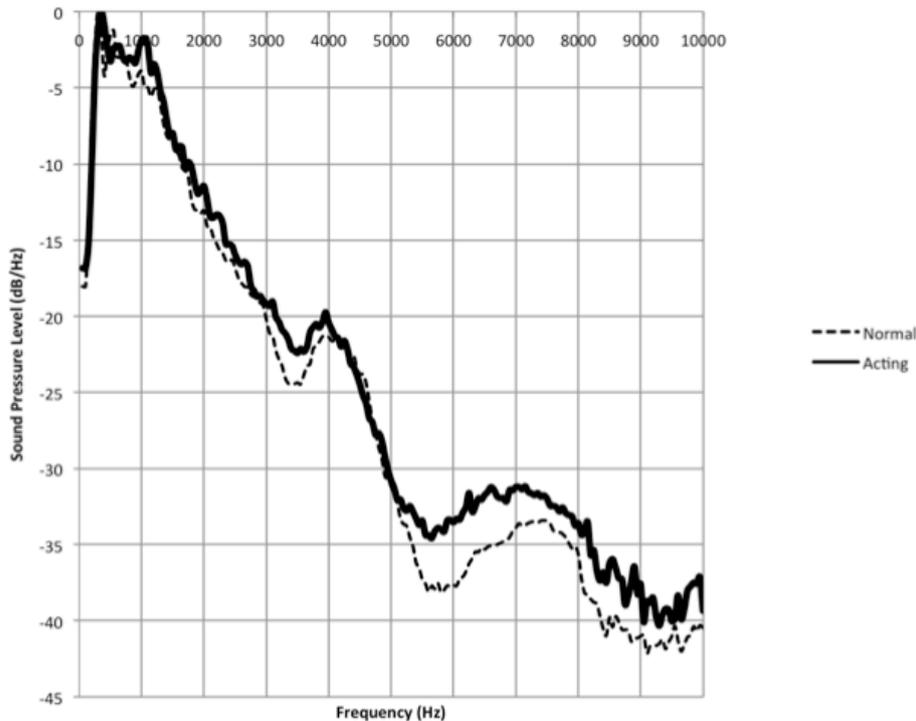


Abb. 4: Vergleich der LTAS von 18 Schauspielerinnen, die einen Text in „normaler“ Sprechweise (gestrichelte Linie) und „dramatic“ (durchgehende Linie) phonierten (Stoffels 2011)

Da die Arbeit von Frau Stoffels sich einem ähnlichen Thema widmet (lediglich im Bereich Sprechtheater), war sie für diese Arbeit häufig Ausgangspunkt für technische Überlegungen wie die Verwendung der Software PRAAT, mit der die Analyse von LTAS, Frequenz und Lautstärke vorgenommen wurde, dem Berechnen des Alpha-Ratio und der Analyse eines EEGs.

Nach diesen vorliegenden Arbeiten wird deutlich, dass eine Studie zu den Einzelheiten des Bühnensprechens bei Sopranistinnen bislang aussteht.

3 Material und Methoden

3.1 Probanden

An der Studie nahmen 10 Sopranistinnen teil. Die Sängerinnen waren zwischen 25 und 46 Jahre alt (im Durchschnitt 34,4 Jahre). Sie waren zwischen 1 und 24 Jahre im festen Engagement an deutschen Theatern engagiert (im Durchschnitt seit 9,4 Jahren). Alle hatten zuvor Gesang an Musikhochschulen studiert.

Ein Fragebogen wurde jeweils ausgefüllt mit Fragen nach einer Raucheranamnese, Medikamente, dem Stimmumfang und der Lage der Registerübergänge in der Stimme. Dabei stellte sich heraus, dass keine der Probandinnen Raucherin war und keine war zum Zeitpunkt der Aufnahme erkrankt. Drei der Probandinnen nahmen die Antibabypille. Sie nahmen keine weiteren Medikamente ein.

3.2 Tonaufnahmen und abgeleitete Parameter

Die Tonaufnahmen wurden gemacht mit dem Ziel, ein Long Term Average Spektrum zu erhalten und daraus den Alpha-Ratio zu ermitteln. Darüber hinaus wurde ein Elektrogloottogramm (EGG) abgeleitet. Dieses Signal wird über Hautelektroden in Kehlkopfhöhe aufgenommen und zeigt den Verlauf des glottalen Schwingungsverlaufs (der Stimmlippen). Aus dem Signal lässt sich der Quotient „closed quotient“ errechnen.

Die Aufnahmen wurden in echoarmen Räumen durchgeführt mit einem Headset der Firma AKG (C520 Vocal) mit einem Mikrofonabstand von 4 cm.

Als USB-Audio-Interface wurde das Fast-Track-Pro mit 2 Eingängen der Firma M-Audio benutzt. Ein Kanal wurde für das Mikrofonsignal verwendet, der andere für das EGG-Signal (Electro Glottograph von EGGs for singers, Groningen). Die akustische Analyse der Aufnahmen erfolgte mit dem Programm PRAAT, welches von Boersma und Weenink (Zitat Boersma 2006 in JASA 119(3)) entwickelt wurde. Die in dieser Software einzigartige Methode zur Berechnung der tonhöhenkorrigierten LTAS berücksichtigt neben der Anpassung des Analysefensters an die Grundhöhe auch stimmlose Bereiche. Hierdurch ist das resultierende Spektrum näher an der Realität als ein unkorrigiertes LTAS-Spektrum.

Die Aufnahmekette wurde für die Angabe des Lautstärkepegels in dB(A) kalibriert. Hierzu wurde Breitbandrauschen aus dem Audiometer AT900, Hersteller Auritec, Hamburg, über den Hörer eines Kopfhörers (Hersteller Beyer dynamic) im Abstand von 4 cm zum Mikrofon des Headsets präsentiert und mit der Software (Aufnahmepegel 100%) aufgezeichnet. Der Abstand von 4 cm entspricht dem auch von den Sprecherinnen verwendeten Abstand des Mikrofons zum Mund. Der Schallpegel wurde im Abstand von 30 cm mit dem Schallpegelmesser Voltcraft 322 in dB(A) gemessen. Der von PRAAT ermittelte Pegel dieser Aufnahme war 34,5 dB geringer als der vom Schallpegelmesser angezeigte Wert. Daher wurden die mit PRAAT ermittelten Pegel der Stimmaufnahmen um diesen Wert korrigiert.

Für die akustische Analyse von Sprechaufnahmen ist es günstig, wenn der Sprecher frei (ohne Lesetext) und ohne Denkpausen spricht. Auch sollte der Text nicht zu schauspielerischer Interpretation verleiten. Hierfür bietet sich das Reihensprechen (fortlaufende Zahlen, Monatsnamen usw.) an. Für diese Studie wurden die fortlaufenden Monatsnamen eine Minute lang gesprochen, jeweils für die gestützte und opernhafte Technik. Dies wurde zur Sicherheit einmal wiederholt. Somit hatte man vier Aufnahmen à eine Minute. Die Dauer von einer Minute wurde gewählt, weil das LTAS nach dieser Zeit stabil ist.

Die Anweisung vor den Tonaufnahmen war derart gestaltet, dass die Sopranistinnen zwei Klangqualitäten des Opernbühne-Sprechens imitieren sollten, welche sie durch eine Vielzahl an Erfahrungen kannten. Die Monatsnamen sollten so gesprochen werden, dass der eine Sprechstil vorurteilsmäßig einer Operndiva zuzuordnen ist, mit übertriebener Resonanzstrategie. Die andere Art sollte ein gut hörbar gestütztes Sprechen sein mit normalem Duktus. Die Sängerinnen wurden angehalten, nach Möglichkeit keine großen Tonhöhenunterschiede zu produzieren. Bei der Evaluation könnte sonst eine falsche Assoziation entstehen, dass ungewöhnlich hohes Sprechen mit einem opernhafte künstlichen Stil verwechselt wird.

Die Aufnahmen wurden dabei zwischen den unterschiedlichen Sprechstilen nicht unterbrochen. Man hatte somit unveränderte akustische Bedingungen innerhalb der Aufnahme.

3.3 Akustische Analyse

Mit Hilfe der Software PRAAT Version 5.2.08 wurde die Analyse von Frequenz, Lautstärkepegel und des Long Term Average Spektrums (LTAS) durchgeführt. In PRAAT gibt es eine Option, um pitch-corrected LTAS zu erhalten. Diese wertet nur die stimmhaften Teile der Aufnahmen aus und ist daher weniger anfällig für Störgeräusche (Boersma & Kovacic 2006).

Für die LTAS wurde eine Bandbreite von 50 Hz und eine Frequenzspanne von 10000 Hz verwendet, um vergleichbar zur Studie von Frau Stoffels zu sein.

Unter anderem auch um hier vergleichbar mit Stoffels und Leino (2009) zu sein, wurde der höchste Peak des Spektrums zu 0 dB gesetzt, um innerhalb der Grafiken einen deutlichen Unterschied zwischen dem künstlichen Opernsprechen und dem normal gestützten Bühnensprechen visualisierbar zu machen. (Stoffels 2012)

Außerdem wurden anhand von PRAAT die mittlere Lautstärke und die mittlere Frequenz ermittelt. Der Alpha-Ratio wurde mittels Excel tabelliert und errechnet. Bei der Formel von Frøkjær-Jensen und Prytz (1976, pp. 6,12) wird die mittlere spektrale Energie des Tieftonbereichs von der mittleren spektralen Energie im Hochtonbereich subtrahiert. Für den Wert Alpha 5 wird hierbei der mittlere Pegel im Bereich von 50 bis 1000 Hz von dem mittleren Pegel im Bereich von 1000 bis 5000 Hz subtrahiert. Der Wert Alpha 10 ergibt sich analog mit einem oberen Bereich von 1 bis 10 kHz.

3.4 Perzeptuelle Evaluation

Für die perzeptuelle Analyse wurde eine Stelle aus dem Text beider Sprechstile ausgeschnitten (Mai, Juni, Juli). Somit ergaben sich für zehn Sängerinnen 20 Ausschnitte. Auf der Evaluations-CD wurden diese Ausschnitte dreimal randomisiert dargeboten, sodass sich auf der CD 60 Ausschnitte in zufälliger Abfolge befinden. Alle Experten erhielten dieselbe CD. Die drei Monatsnamen Mai, Juni und Juli wurden gewählt, weil kein Reibelaut wie „r“ vorkommt. Ein „r“ hätte beim opernhafte Stil unter Umständen mit der Zunge gerollt werden können und somit durch die reine Aussprache als opernhafte künstlich detektiert werden können. Außerdem werden Randeffekte beim Ansetzen und Ausklingen der Stimme, die bei Januar und Dezember auftreten könnten, vermieden.

Fünf Spezialisten im Alter von 35 bis 60 Jahren führten die perzeptuelle Evaluation durch. Ein Regisseur, ein HNO-Arzt, ein Sänger, eine Chefdisponentin eines Opernhauses und eine Gesangspädagogin wurden gebeten, die Merkmale "opernhafte gesprochen" (0%) oder "natürlich gesprochen" (100%) in einer visuell fließenden Skala zuzuordnen.

3.5. LTAS

Die zentrale Analyse dieser Arbeit ist das Long Term Average Spectrum (LTAS), analysiert durch das System PRAAT, welches in der Lage ist, in einer Aufnahme über einen gewählten Zeitraum (in unserem Fall exakt eine Minute) das Spektrum zu messen und in einer Graphik leicht übersichtlich zu visualisieren.

Das Long Term Average Spektrum, zu deutsch Langzeit-Mittelwert-Spektrum, stellt die Verteilung der durchschnittlichen Schallenergie als Funktion der Frequenz dar.

Man erkennt in dieser Art Spektrum mehrere Gipfel. Die erste Spitze liegt bei ca. 500 Hz und korreliert mit dem 1. Formanten. Die zweite Spitze befindet sich im Bereich von 2000 bis 3000 Hz und wird von Johan Sundberg als „Sängerformant“ bezeichnet. Er fällt bei Frauen schwächer aus als bei Männern.

(Sundberg, Die Wissenschaft von der Singstimme, 1997, S. 177/178)

4 Ergebnisse

4.1 mittlere Lautstärke der Sprechprobe

Tab. 3: Lautstärkemessung

Probandin	Minimum dB	Median dB	Maximum dB	Mittel dB	Standard- Abweichung
A opernhaft	24,4	70,0	84,5	73,87	17,79
normal	26,1	64,4	87,2	73,87	19,45
B opernhaft	18,0	68,6	85,1	73,87	20,08
normal	24,4	61,9	83,5	73,87	19,71
C opernhaft	20,7	71,5	85,6	73,87	16,88
normal	25,5	66,1	83,5	73,87	19,92
D opernhaft	19,4	65,3	82,8	73,87	22,54
normal	25,0	55,6	84,8	73,87	21,77
E opernhaft	25,7	73,1	81,2	73,87	11,29
normal	24,6	71,3	83,4	73,87	12,09
F opernhaft	41,4	70,6	85,0	73,87	11,02
normal	48,6	72,7	81,4	73,87	09,00
G opernhaft	22,4	62,2	87,1	73,87	20,92
normal	24,7	65,9	85,1	73,87	18,89
H opernhaft	22,3	70,6	86,9	73,87	16,54
normal	25,3	71,5	83,5	73,87	15,38
I opernhaft	24,9	67,5	82,0	73,87	19,47
normal	27,6	62,4	83,5	73,87	19,26
J opernhaft	20,8	66,3	87,4	73,87	13,84
normal	30,0	73,6	81,8	73,87	12,35

blau: Zunahme des Schalldruckpegels von opernhaft zu normal intraindividuell

grün: Abnahme des Schalldruckpegels von opernhaft zu normal intraindividuell

Die Aufnahmen wurden in ihrer Lautstärke so angepasst, dass jede eine mittlere Lautstärke von 73,87 dB hatte. Dies entspricht der Aufnahme, die bei Vollaussteuerung die geringste mittlere Lautstärke hatte. Danach wurde mit Hilfe der PRAAT-Analyse die Auswertung erstellt.

In dieser Tabelle sieht man jeweils zuerst das opernhafte Sprechen und in der Zeile darunter das normale Sprechen abgebildet.

Bei den Medianwerten ist zu erkennen, dass sechs Sopranistinnen (nämlich Probandin A, B, C, D, E und I) lauter bei opernhafter Tongebung intonierten (grün markiert). Hingegen sprechen vier Sängerinnen bei der normalen Tongebung lauter als bei der opernhafte. Dies sind Probandin F, G, H und J (in blau gekennzeichnet).

Was die leiseste Aufnahme einer Probandin angeht, so intonierten neun von zehn Sopranistinnen beim opernhafte Sprechen leiser als beim normalen gestützten Sprechen.

Was die lauteste Aufnahme angeht, so ergaben sich bei sechs Sopranistinnen größere Schallpegeldrucke im opernhafte Sprechen als beim normal gestützten Sprechen (Probandin B, C, F, G, H und J). Vier Sopranistinnen erreichten beim normal gestützten Sprechen größere Lautstärken.

4.2 mittlere Sprechstimmlage

Tab. 4: **Mittlere Sprechstimmlage der Probandinnen**

Probandin	Minimum Hz	Median Hz	Maximum Hz	Mittel Hz	Standard-Abweichung
A opernhaft	138	291	436	284	63,20
normal	121	197	285	197	23,18
B opernhaft	126	286	499	286	52,51
normal	141	246	340	243	36,68
C opernhaft	135	303	426	230	44,24
normal	126	216	388	219	30,59
D opernhaft	172	327	425	315	57,67
normal	132	235	294	226	30,00
E opernhaft	170	275	378	277	29,75
normal	134	217	388	213	23,40
F opernhaft	118	277	516	281	71,24
normal	118	178	584	177	19,55
G opernhaft	172	260	454	265	52,97
normal	108	215	394	224	41,93
H opernhaft	134	273	388	271	27,43
normal	157	204	560	204	15,04
I opernhaft	149	229	353	234	32,16
normal	120	172	230	172	21,19
J opernhaft	129	349	525	349	72,85
normal	124	189	575	187	15,56

blau: Zunahme der Tonhöhe von opernhaft zu normal intraindividuell

grün: Abnahme der Tonhöhe von opernhaft zu normal intraindividuell

Obwohl bei den Aufnahmen darum gebeten wurde, keine Tonhöhenveränderungen vorzunehmen, ist bei den Frequenzmessungen sowohl im Median als auch im Mittel durchgehend eine höhere Tongebung im opernhafte Stil zu erkennen (grün markiert). Dies ist bemerkenswert und wird in der Diskussion besprochen werden.

Die Sopranistinnen (Probandin B und H) intonieren in tiefer Sprechstimmlage in opernhafte Sprechweise tiefer als bei normal gestütztem Sprechen. Sieben Sängerinnen dagegen sprechen auch in ihren tiefen Lagen im opernhafte Stil höher als bei normal gestütztem Sprechen (Probandinnen A, C, D, E, G, I und J). Probandin G spricht bei beiden Sprechstilen gleich tief.

In den höchsten Frequenzen sprechen vier Sopranistinnen in normal gestützter Sprechweise höher als in opernhafte Stil (Probandin E, G, H, und J), wohingegen sechs Sopranistinnen in den höchsten Spitzen des Sprechens wie im Mittel höher im opernhafte Sprechen intonieren als im normal gestützten.

4.3 Sprechgeschwindigkeit

Tab. 5: **Sprechgeschwindigkeit**

Probandin	Anzahl der Silben pro Minute
A opernhaft	140
normal	140
B opernhaft	140
normal	152
C opernhaft	140
normal	103
D opernhaft	91
normal	146
E opernhaft	196
normal	202
F opernhaft	224
normal	196
G opernhaft	84
normal	119
H opernhaft	149
normal	168
I opernhaft	154
normal	147
J opernhaft	168
normal	178

blau: Zunahme der Geschwindigkeit von opernhaft zu normal intraindividuell

grün: Abnahme der Geschwindigkeit von opernhaft zu normal intraindividuell

weiß: opernhafter und normaler Sprechstil sind gleich schnell.

Zu erkennen ist, dass drei Probandinnen in der opernhafte Sprechweise schneller sprachen als in der normalen Tongebung.

Sechs Probandinnen hingegen waren langsamer beim opernhafte Sprechen.

Eine Probandin sprach beide Sprechweisen gleich schnell.

4.4 Perzeptuelle Evaluation

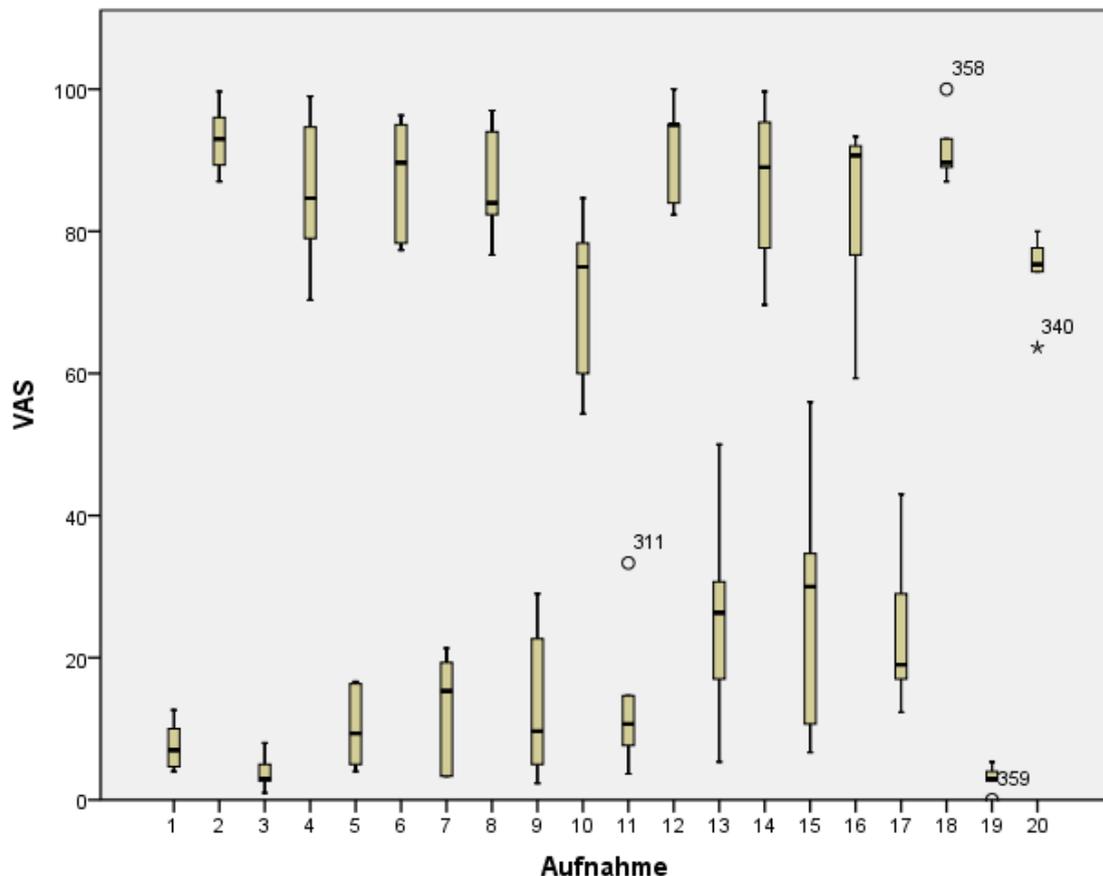


Abb. 5: Statistik perzeptuelle Evaluation

In der Abb. 5 sind die gemittelten Angaben der Spezialisten auf der visuellen Analogskala (VAS) aufgetragen. Die dreifach wiederholte Aufnahme jedes Sprechstils wurde dabei für jeden Spezialisten zu einem Wert zusammengefasst. Auf der Abbildung erkennt man, dass die Sprechstile jeweils intraindividuell ausnahmslos eindeutig zugeordnet wurden. Für die interindividuelle Betrachtung ergibt sich eine Überlappung von Aufnahme 10 und Aufnahme 15. Die Experten-Einstufung für den Stil "normal gestützt" unterscheidet sich signifikant von der Experten-Einstufung für "opernhaft" ($p < 0,01$, T-Test für verbundene Stichproben).

Dies belegt die Verwertbarkeit der Aufnahmen für die folgenden akustischen Analysen.

Tabelle 6: **Beschriftung aus Statistik, Abb. 5**

Nummer	Probandin	Sprechstil
1	A	opernhaft gesprochen
2	A	normal gestützt gesprochen
3	B	opernhaft gesprochen
4	B	normal gestützt gesprochen
5	C	opernhaft gesprochen
6	C	normal gestützt gesprochen
7	D	opernhaft gesprochen
8	D	normal gestützt gesprochen
9	E	opernhaft gesprochen
10	E	normal gestützt gesprochen
11	F	opernhaft gesprochen
12	F	normal gestützt gesprochen
13	G	opernhaft gesprochen
14	G	normal gestützt gesprochen
15	H	opernhaft gesprochen
16	H	normal gestützt gesprochen
17	I	opernhaft gesprochen
18	I	normal gestützt gesprochen
19	J	opernhaft gesprochen
20	J	normal gestützt gesprochen

4.5 Gesamt Long Term Average Spektrum aller Probandinnen

Die erste Abbildung des Kapitels 4.5 (Abb. 6) zeigt eine Zusammenfassung aller zehn LTAS in einer Graphik.

Man erkennt mehrere Peaks und Plateaus beider Sprechstile. Wie in Kapitel 2.3 erwähnt, sind für die Resonanzstrategie der Sprech- und Singstimme die spektralen Maxima vor allem zwischen 2500 Hz und 4500 Hz von Interesse. In dieser Arbeit werden die Maxima von 1500 Hz bis 10.000 Hz besprochen, da die tiefer liegenden Frequenzen nicht erheblich für den Sprecher- bzw. Sängerformanten sind. Über 10.000 Hz wurde nicht gemessen. Wenn nachfolgend von einem ersten oder zweiten Peak/Plateau die Rede sein wird, so gilt dies folglich erst ab der Frequenzregion über 1500 Hz.

Auf den ersten Blick sind einige Grundtendenzen festzuhalten:

1. Opernhaft-künstliches Sprechen

Der erste Peak der Gesamtgraphik des opernhaften Sprechens (rote Linie) im Bereich ab 1500 Hz liegt bei ca. 2900 Hz. Eine weitere spektrale Erhöhung erkennt man bei 3500 Hz bis 3800 Hz. Hier bleibt der Wert der spektralen Verstärkung auf einem Niveau bei ca. 18 dB konstant in Form eines Plateaus. Danach fällt die Linie stark ab.

2. Normal-gestütztes Sprechen

Im Verlauf der Kurven des normalen Sprechstils (schwarze Linie) lassen sich über 1500 Hz zwei wesentliche Spitzen erkennen: eine Spitze, die ca. bei 2800 Hz liegt, und eine zweite bei ca. 4000 Hz.

3. Man kann einen deutlichen Pegelabfall des opernhafte künstlerischen Sprechens erkennen nach der zweiten Erhöhung bei ca. 3850 Hz, beim normal gestützten Sprechen nach 4200 Hz.

4. Ab einer Frequenz von 5700 Hz bis zu 10.000 Hz verlaufen die Pegel beider Sprechweisen nahezu identisch.

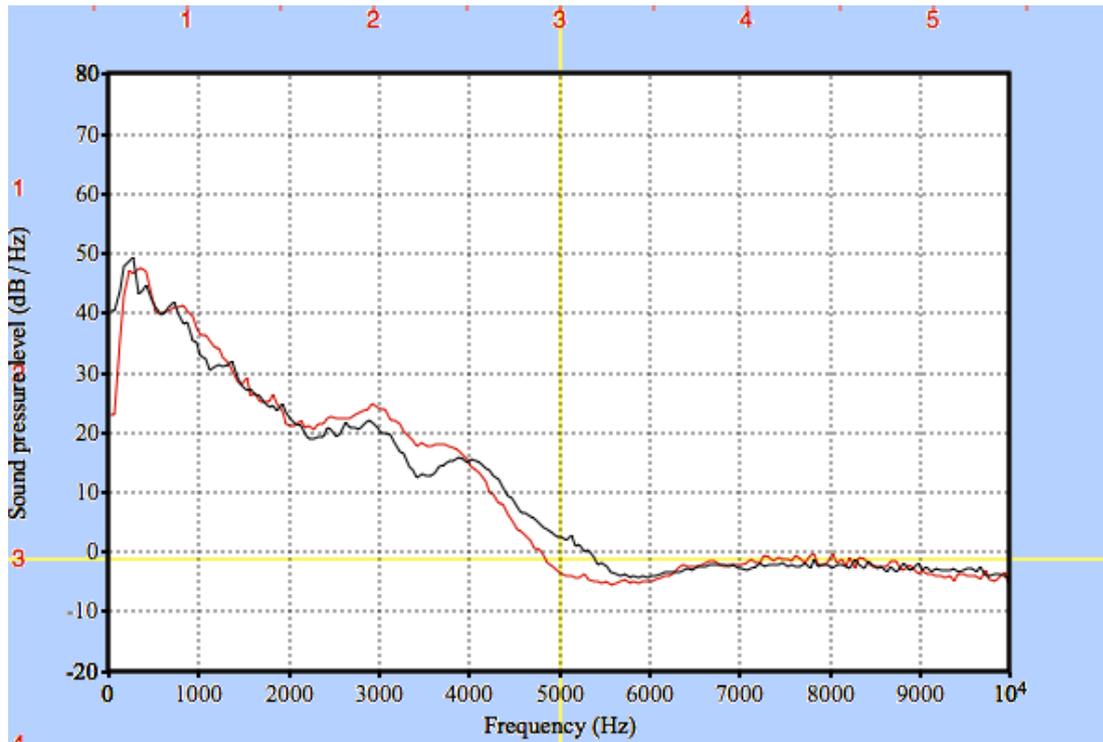


Abb. 6: **gemittelt**es LTAS aller 10 Sopranistinnen

rot: LTAS der opernhafte Sprechweise

schwarz: LTAS der normal gestützte Sprechweise

Tabelle 7: **spektrale Erhöhungen der jeweiligen Sprechstile der Probandinnen in Frequenzbereichen**

	spektr. Erhöhung rot (opernhafte)	spektr. Erhöhung schwarz (normal gestützt)
Frequenz	2900 Hz 3500 bis 3800 Hz (Plateau)	2800 Hz 4000 Hz

4.6 Einzeldarstellung der LTAS-Grafiken

Betrachtet man alle LTAS genauer, so erkennt man, dass sich ein Peak im Gesamt-LTAS als Kumulus aus mehreren unterschiedlich gearteten spektralen Erhöhungen entpuppt. So müssen diese Erhöhungen im Einzelnen in Augenschein genommen werden, da die Ausprägung der Erhöhungen variieren (Anzahl und Form). Zur besseren Übersicht befindet sich am Ende eines jeden Spektrums eine Tabelle mit den jeweils relevanten Peaks bzw. Plateaus beider Sprechstile - wie bereits beim Gesamt-LTAS vorgenommen. Zu Beginn einer jeden Beschreibung der Einzelergebnisse lässt eine Nummerierung gemäß der Beschreibung beim Gesamt-LTAS eine inhaltliche Zuordnung zu. Außerdem befinden sich nach jeder Tabelle unter dem Vermerk „Besonderheit“ die Abweichungen jedes einzelnen Spektrums von den Grundtendenzen des Gesamt-LTAS, welche in Kapitel 4.5 zusammengefasst sind.

Da letztlich jede graphische Linie als oszillierende Form erscheint, wenn man die Frequenzbereiche und Pegelwerte entsprechend engmaschig aufträgt, müssen die Begriffe Peak, Plateau und steiler Pegelabfall für diese Arbeit genauer definiert werden:

- von Peak wird gesprochen, wenn innerhalb eines Frequenzbereichs von weniger als 300 Hz die Pegel mehr als 2 dB ausschlagen.

- es handelt sich um ein Plateau, wenn man keine größere Pegelabweichung als 2 dB in einem Frequenzbereich innerhalb von 300 Hz erkennen kann.

(In der Arbeit „Research on the singing voice in retrospect“, Sundberg 2003, wird die Frage gestellt, ab welcher Amplitude man von einem Sängerformanten sprechen darf. Es werden Werte zwischen 10 und 20 dB genannt. Bei Leino 1994 wird vom Sprecherformanten gesprochen bei einem Unterschied von 6 dB. Im Vergleich damit ist ein Peak mit 2 dB Unterschied recht gering. Da wir aber die beiden Sprechstile lediglich intraindividuell vergleichen, kann eine Aussage getroffen werden. Außerdem soll nachfolgend unter Sänger- oder Sprecherformant lediglich das spektrale Energiemaximum im Bereich des Sänger- oder Sprecherformanten gemeint sein.)

- als stark abfallende Pegel wurde ein Bereich bezeichnet, bei welchem die Werte innerhalb von 1000 Hz um mehr als 10 dB sinken.

Die Parameter Peak, Plateau und abfallender Pegel wurden willkürlich bestimmt.

4.6.1 LTAS der Probandin A

1. Man erkennt im Spektrum der ersten Probandin (Abb.7) in der akustischen Analyse des opernhaften Sprechstils zwei Peaks und ein Plateau: die Peaks bei 2300 Hz und 3750 Hz, das Plateau zwischen 2550 und 3050 Hz.
2. In der Analyse des normal gestützten Sprechens sieht man zwei Peaks. Die beiden Spitzen des normal gestützten Sprechens befinden sich bei 2600 Hz und 3800 Hz.
3. der Abfall des Pegels ist beim normal gestützten Sprechen mit 3800 Hz relativ niedrig
4. ab 5700 Hz ist die normal gestützte Sprechweise durchweg stärker als die opernhaft künstliche.

Besonderheit:

- die zweite Erhöhung des opernhaft künstlichen Sprechstils hat die Form eines Plateaus und nicht die eines Peaks.
- starker Abfall des Pegels beim normal gestützten Sprechen etwas niedrig mit 3800 Hz
- ab 5700 Hz aufwärts erfährt die normal gestützt gesprochene Linie durchweg eine größere Verstärkung als die opernhaft künstlich gesprochene.

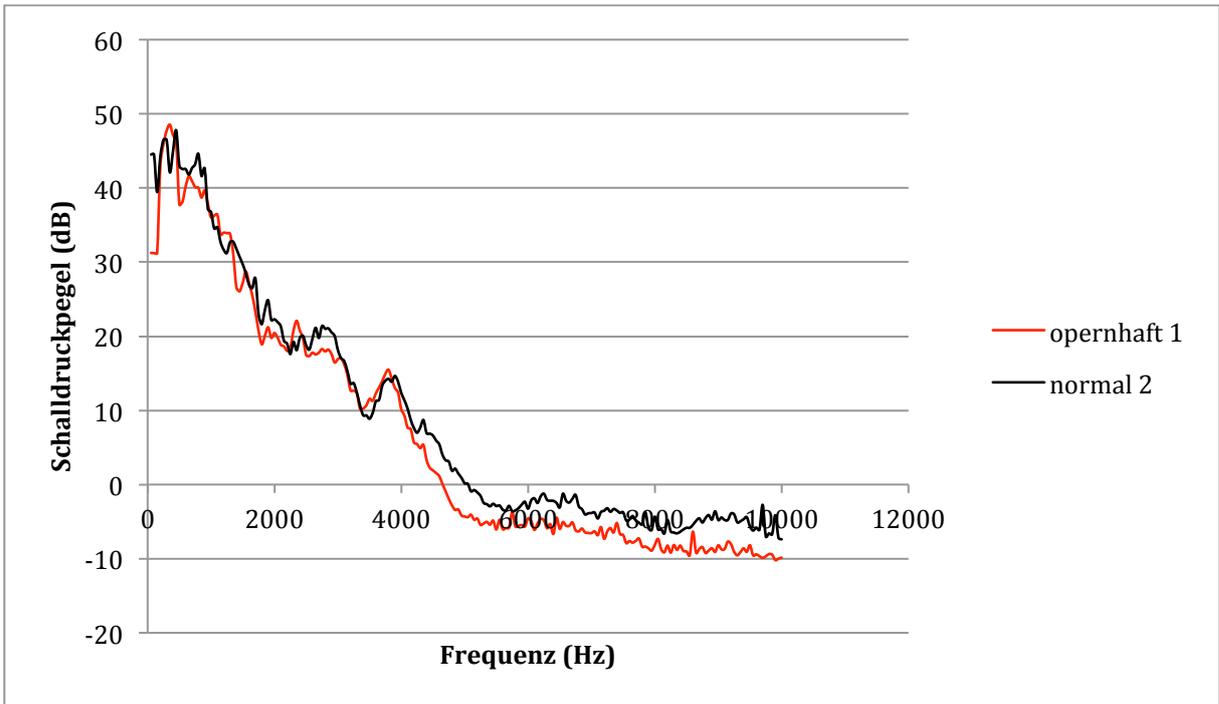


Abb. 7: LTAS für Probandin A

Tabelle 8: spektrale Erhöhungen der jeweiligen Sprechstile der Probandin A in Frequenzbereichen

	spektr. Erhöhung rot (opernhaft)	spektr. Erhöhung schwarz (normal gestützt)
Frequenz	2300 Hz 2550 bis 3050 Hz 3750 Hz	2650 Hz 3800 Hz

4.6.2 LTAS der Probandin B

1. Die Analyse von Probandin B (Abb.8) zeigt drei Erhöhungen im opernhafte Sprechen bei 1800 Hz, 2800 Hz und ein Plateau zwischen 3300 und 3850 Hz.
2. Es gibt drei Peaks in der normal gestützten Sprechweise. Sie liegen bei 1850 Hz, 2850 Hz und 3800 Hz.
3. Der Pegelabfall nach beiden spektralen Erhöhungen entspricht den Werten des Gesamt-LTAS.
4. Ab 5700 Hz aufwärts erfährt das opernhafte künstliche Sprechen durchweg höhere Pegelwerte als das normal gestützte Sprechen.

Besonderheit:

- drei spektrale Erhöhungen jeweils in der opernhafte und normal gestützten Sprechweise, die nahezu parallel verlaufen, wobei der erste Wert ungewöhnlich niedrig liegt
- relativ lange plateauartige Erhöhung zwischen 3200 Hz und 3900 Hz im opernhafte künstlichen Sprechen
- ab 5700 Hz sind die Pegel des opernhafte künstlichen Sprechstils durchweg höher als die des normal gestützten Sprechens.

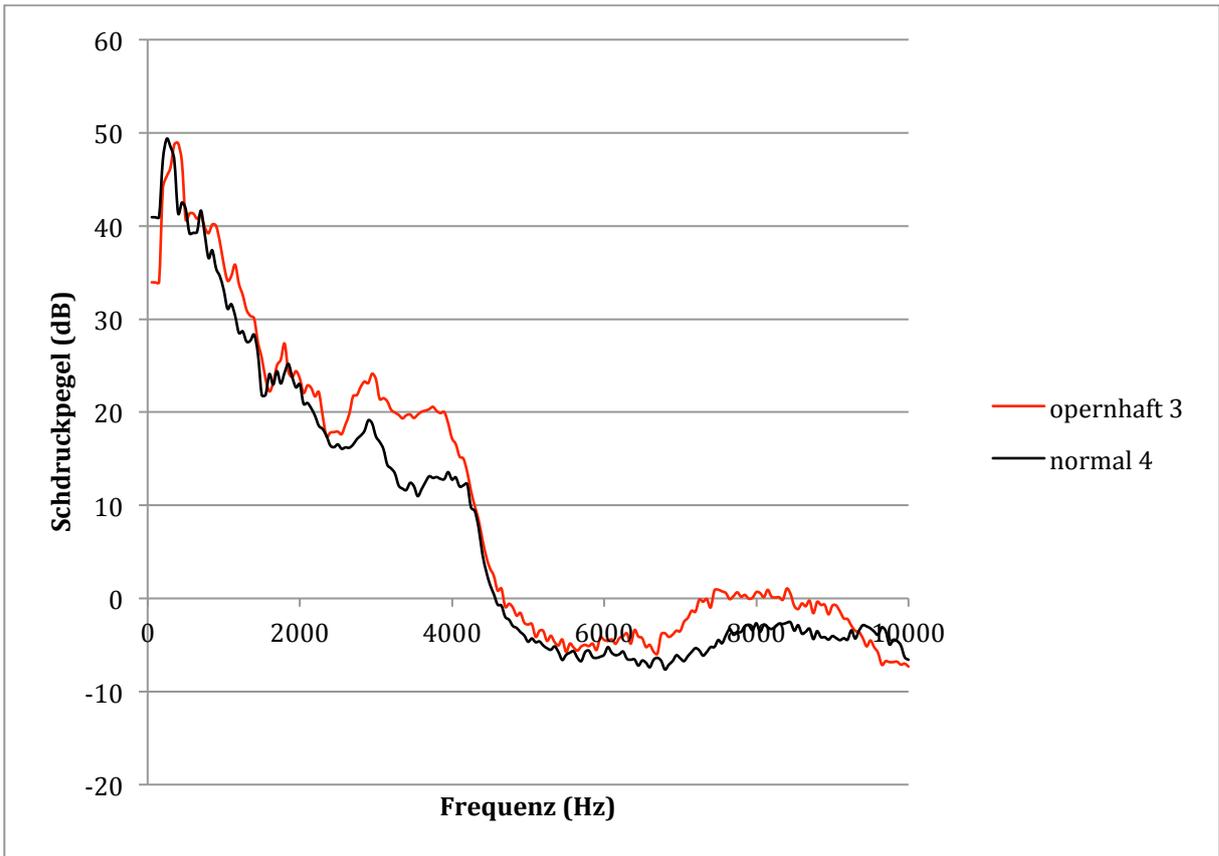


Abb. 8: LTAS für Probandin B

Tabelle 9: spektrale Erhöhungen der jeweiligen Sprechstile der Probandin B in Frequenzbereichen

	spektr. Erhöhung rot (opernhaft)	spektr. Erhöhung schwarz (normal gestützt)
Frequenz	1800 Hz 2800 Hz 3200 bis 3850 Hz	1500 bis 1950 Hz 2850 Hz 3350 bis 4100 Hz

4.6.3 LTAS der Probandin C

1. Im Spektrum der dritten Probandin C (Abb.9) erkennt man drei Erhöhungen beim opernhaft künstlichen Sprechen bei 2150 Hz, 2450 Hz und von 2850 Hz bis 3150 Hz.
2. Die schwarze Linie zeigt ebenfalls drei spektrale Erhöhungen. Sie liegen zwischen 2300 und 2450 Hz, 2850 und 3200 Hz und bei 3850 Hz.
3. Die starken Pegelabfälle finden sich mit 3650 Hz beim opernhaft künstlichen Sprechen und 4100 Hz beim normal gestützten Sprechen im Bereich des Gesamt-LTAS.
4. Ab 5700 Hz hat das opernhaft künstliche Sprechen durchweg die höheren Pegel.

. Besonderheit:

- Im Bereich der opernhaft künstlichen Stimmgebung gibt es drei Erhöhungen, deren Frequenz alle im Vergleich mit dem Gesamt-LTAS sehr tief liegen.
- Drei Peaks im Bereich des normal gestützten Sprechens, die ebenfalls relativ niedrig gelegen ist
- langsamer Pegelabfall des opernhaft künstlichen Sprechens zwischen 3300 und 3650 Hz, danach steil
- ab 5700 Hz stärkere Pegel beim opernhaft künstlerischen Sprechstil

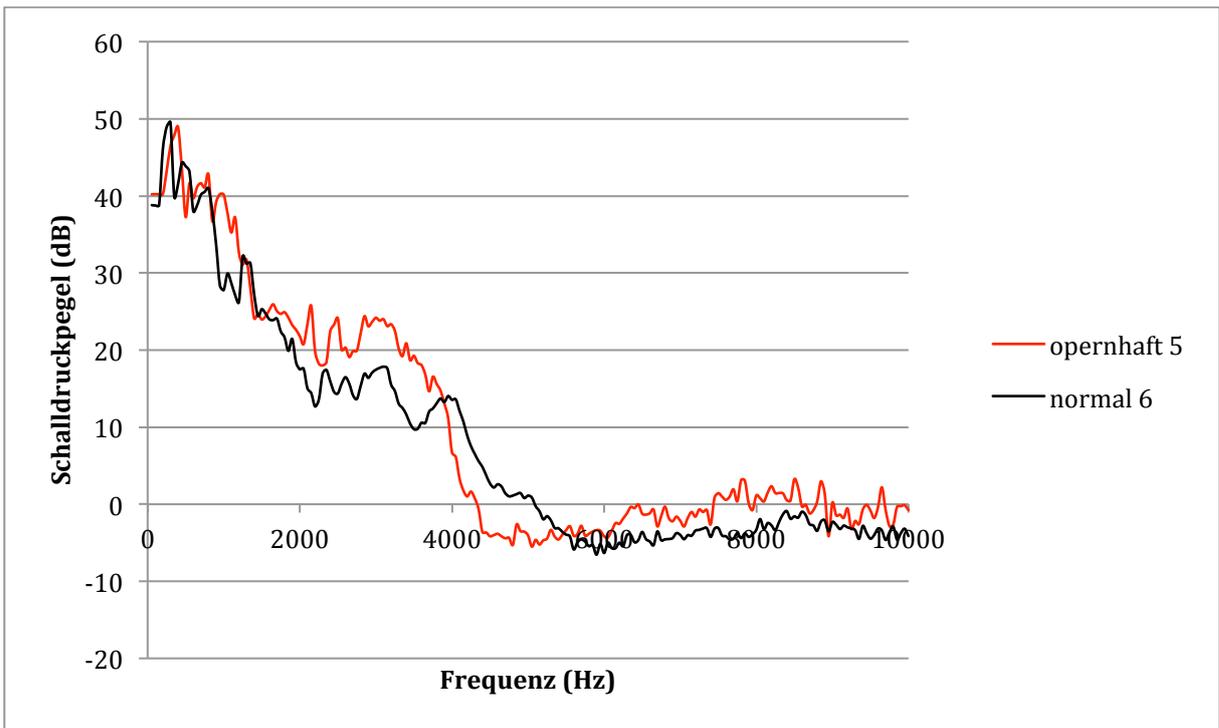


Abb.9: LTAS für Probandin C

Tabelle 10: spektrale Erhöhungen der jeweiligen Sprechstile der Probandin C in Frequenzbereichen

	spektr. Erhöhung rot (opernhaft)	spektr. Erhöhung schwarz (normal gestützt)
Frequenz	2150 Hz 2450 Hz 2850 bis 3150 Hz	2300 bis 2450 Hz 2850 bis 3200 Hz 3850 Hz

4.6.4 LTAS der Probandin D

1. Bei Probandin D (Abb. 10) sind in der akustischen Analyse in der opernhafte künstlichen Sprechweise drei Peaks zu erkennen, nämlich ein sehr niedriger bei 1850 Hz und zwei Plateaus bei 2500 bis 3000 Hz und 3400 bis 3900 Hz.
2. Im Bereich der normal gestützten Sprechweise erkennt man zwei längere Plateaus bei 2350 Hz bis 3000 Hz und eines bei 3800 Hz bis 4300 Hz.
3. Der Pegelabfall beider Linien bei 3850 bzw. 4300 Hz entspricht dem Gesamt-LTAS.
4. Auch sind die Pegel beider Sprechstile höher als 5700 Hz nahezu gleich.

Besonderheit:

- drei spektrale Erhöhungen im opernhafte künstlerischen Sprechstil, wobei der erste Peak mit 1850 Hz weit unter dem sonst üblichen Wert liegt.

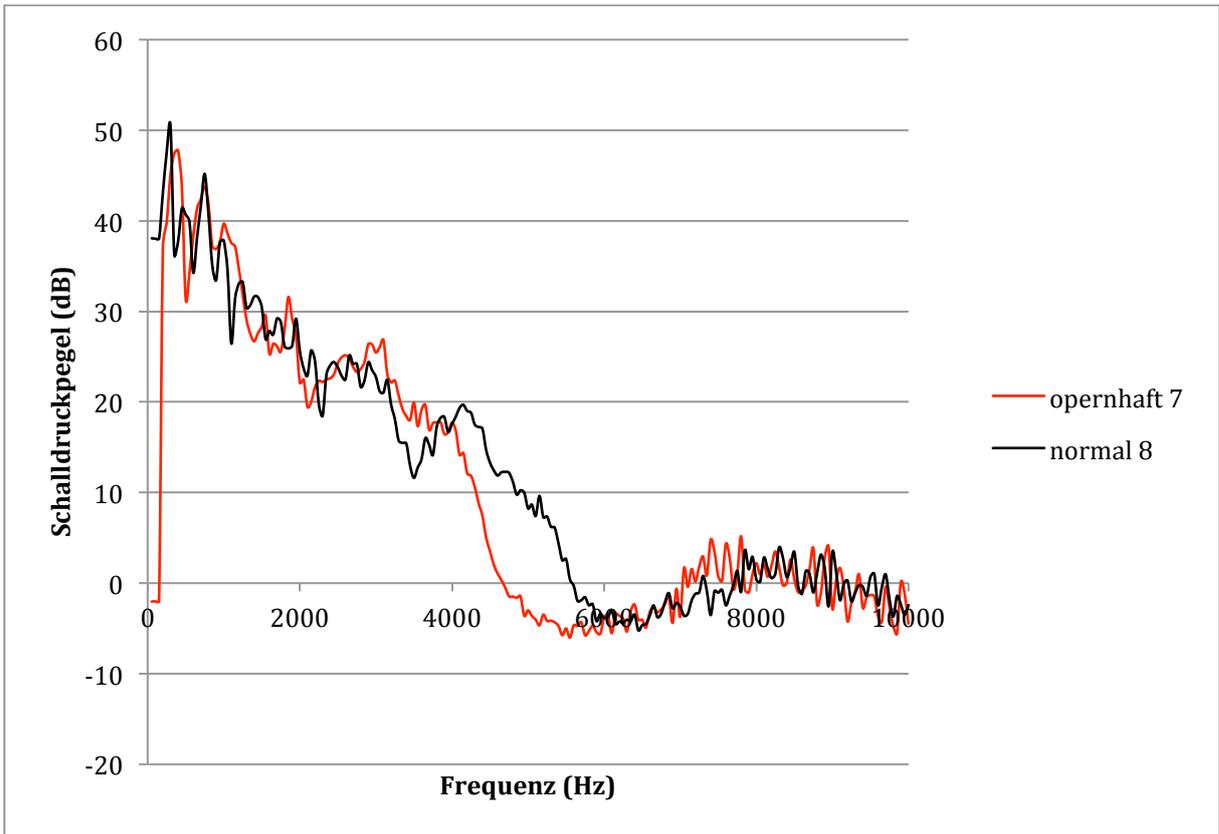


Abb. 10: LTAS für Probandin D

Tabelle 11: spektrale Erhöhungen der jeweiligen Sprechstile der Probandin D in Frequenzbereichen

	spektr. Erhöhung rot (opernhaft)	spektr. Erhöhung schwarz (normal gestützt)
Frequenz	1850 Hz 2500 bis 3000 Hz 3400 bis 3900 Hz	2350 bis 3000 Hz 3800 Hz bis 4300 Hz

4.6.5 LTAS der Probandin E

1. Die fünfte Sängerin (Abb. 11) weist in der Analyse der opernhafte künstlichen Sprechweise einen Peak bei 2750 Hz auf und ein Plateau zwischen 3200 und 3550 Hz.
2. Beim normal gestützten Sprechen gibt es einen Frequenzbereich zwischen 2600 und 2800 Hz und einen Peak bei 3600 Hz.
3. Der Pegelabfall ist zwar klar ersichtlich, aber mit 3550 Hz beim opernhafte, künstlichen Sprechen und 3700 Hz beim normal gestützten Sprechen relativ niedrig.
4. Im Bereich ab 5700 Hz aufwärts befinden sich die Pegel beider Sprechstile im selben Bereich, dem Gesamt-LTAS entsprechend.

Besonderheit:

- im Bereich des normal gestützten Sprechstils gibt es wie bei Probandin C ein Plateau bei 2600-2800 Hz anstelle eines Peaks.
- Relativ niedriger zweiter Peak in dieser Sprechweise (3700 Hz)
- Pegelabfall von opernhafte künstlicher Sprechweise und von normal gestützter Sprechweise etwas tiefer als beim Gesamt-LTAS.

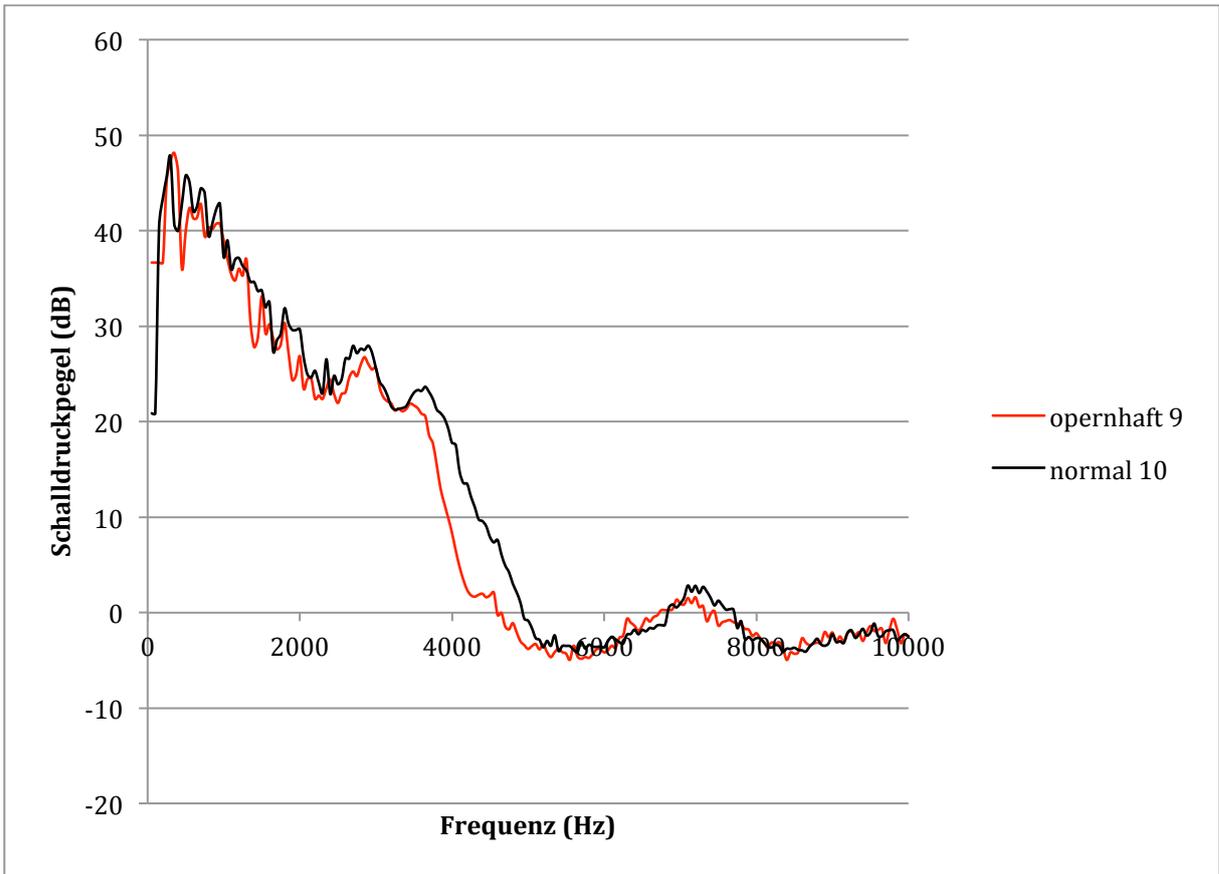


Abb.11: LTAS für Probandin E

Tabelle 12: spektrale Erhöhungen der jeweiligen Sprechstile der Probandin E in Frequenzbereichen

	spektr. Erhöhung rot (opernhaft)	spektr. Erhöhung schwarz (normal gestützt)
Frequenz	2750 Hz 3200 bis 3550 Hz	2600 bis 2800 Hz 3600 Hz

4.6.6 LTAS der Probandin F

1. Bei der sechsten Probandin (Abb. 12) gibt es zwei Erhöhungen im opernhaft künstlichen Sprechen: bei 2850 Hz und eine plateauartige Erhebung zwischen 3500 Hz und 3800 Hz.
2. Die normal gestützte Sprechweise erzeugt in der akustischen Analyse zwei Peaks: einen bei 3850 Hz und einen bei 2800 Hz.
3. Der Pegelabfall bei der opernhaft künstlichen Sprechweise entspricht dem des Gesamt-LTAS; der Pegelabfall des normal gestützten Sprechens fällt mit 3950 Hz etwas niedrig aus.
4. Die Pegel ab 5700 Hz aufwärts gehen wie beim Gesamt-LTAS parallel.

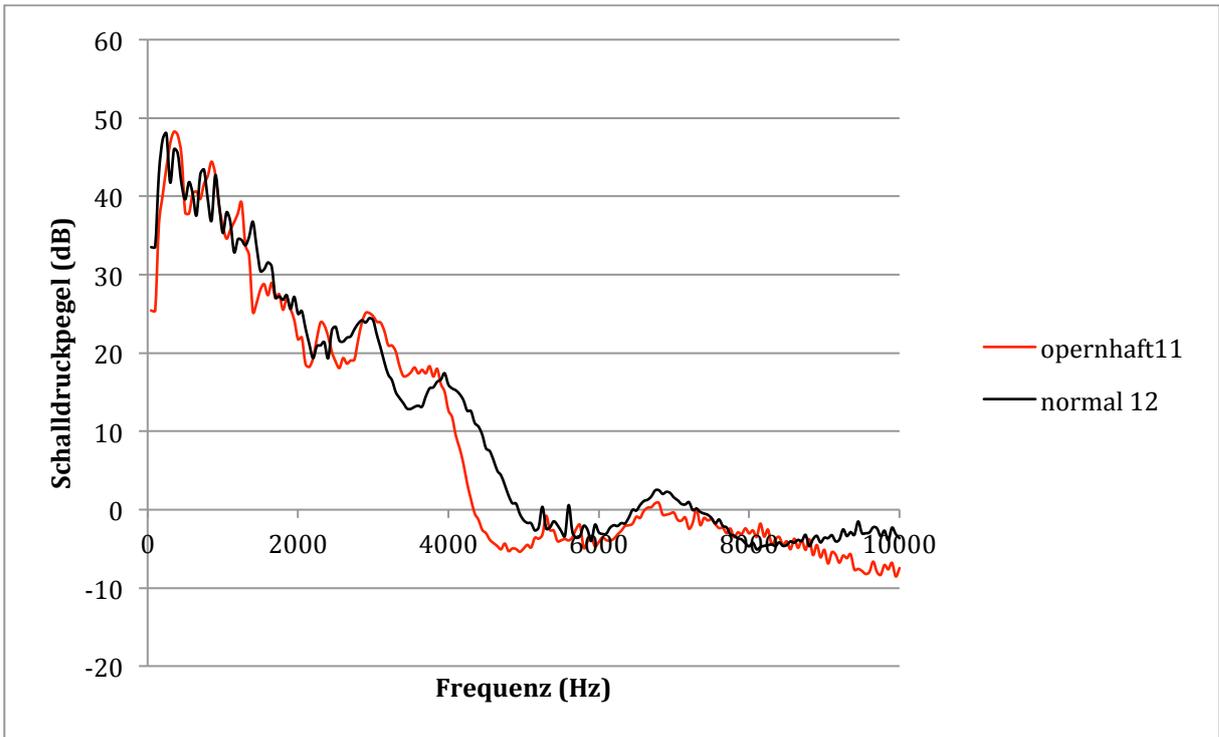


Abb. 12: LTAS für Probandin F

Tabelle 13: spektrale Erhöhungen der jeweiligen Sprechstile der Probandin F in Frequenzbereichen

	spektr. Erhöhung rot (opernhaft)	spektr. Erhöhung schwarz (normal gestützt)
Frequenz	2850 Hz 3350 Hz bis 3800 Hz	2800 Hz 3950 Hz

4.6.7 LTAS der Probandin G

1. Im Spektrum der siebten Probandin (Abb.13) sieht man drei Erhöhungen in der opernhafte künstlichen Sprechweise, Außerdem gibt es zwei weitere langgestreckte Erhöhungen zwischen 2550 Hz und 3250 Hz und zwischen 3650 Hz und 4050 Hz.
2. Die untere spektrale Erhöhung des normal gestützten Sprechstils liegt zwischen 2550 Hz und 2950 Hz. Der zweite Peak befindet sich bei 4100 Hz.
3. Auch der Pegelabfall im Bereich von 4000 Hz ist dem Gesamt-LTAS entsprechend.
4. Im Bereich über 5700 Hz sind allerdings abweichend zum Gesamt-LTAS die Pegel des normal gestützten Sprechens stärker.

Besonderheit:

- drei spektrale Erhöhungen beim opernhafte, künstlichen Sprechstil. Ein erster sehr niedriger Wert mit 1550 Hz, der allerdings auch mit 3,1 dB klein ausfällt. Danach eine plateauartige Erhöhung, wo im Gesamt-LTAS ein Peak zu finden ist. Die dritte Erhöhung entspricht dem im Gesamt-LTAS vorhandenen.
- Die erste spektrale Erhöhung des normal gestützten Sprechstils erscheint nicht als Peak, sondern als Plateau (2550-3000 Hz)
- Ab 5700 Hz aufwärts sind die Pegel des normal gestützten durchweg höher als die des opernhafte künstlichen Sprechens.

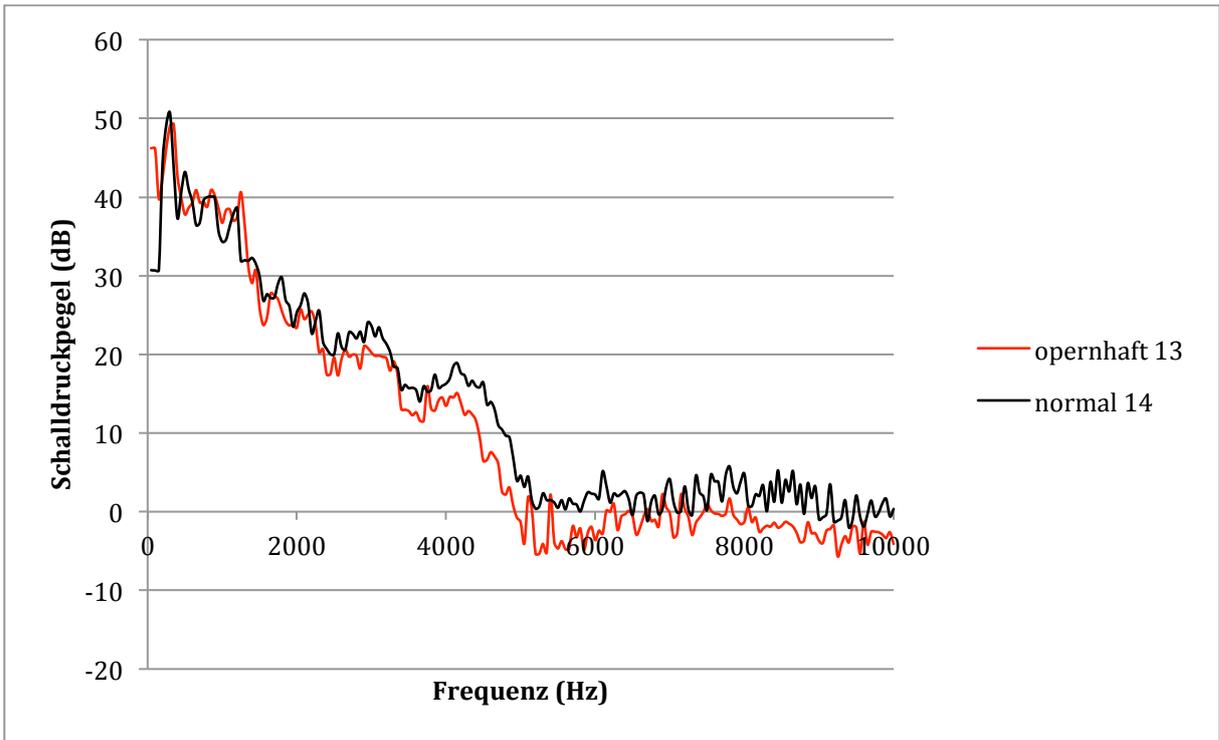


Abb. 13: LTAS für Probandin G

Tabelle 14: spektrale Erhöhungen der jeweiligen Sprechstile der Probandin G in Frequenzbereichen

	spektr. Erhöhung rot (opernhaft)	spektr. Erhöhung schwarz (normal gestützt)
Frequenz	1550 Hz 2550 Hz bis 3250 Hz 3650 Hz bis 4050 Hz	2550Hz bis 2950 Hz 4100 Hz

4.6.8 LTAS der Probandin H

1. In der akustischen Analyse der achten Sängerin (Abb.14) sieht man drei spektrale Erhöhungen beim opernhaf künstlichen Sprechstil. Einen ersten bei 2150 Hz, und zwei weitere Plateaus zwischen 2450 und 2900 Hz und zwischen 3400 Hz und 3800 Hz.
2. Bei der normal gestützten Sprechweise findet man zwei Plateaus zwischen 2650 Hz und 3000 Hz und eines zwischen 3600 und 3950 Hz.
3. Bei beiden Sprechweisen fallen die Werte wie in der Gesamt-LTAS nach der zweiten Erhöhung drastisch ab.
4. Im Frequenzbereich ab 5700 Hz aufwärts sind bis 7300 Hz leicht höhere Pegel im opernhaf künstlichen Sprechstil zu verzeichnen. Danach sind die Pegel sehr ähnlich.

Besonderheit:

- Ein kleiner tiefer Peak beim opernhaf künstlichen Sprechstil bei 2150 Hz
- im Frequenzbereich ab 5700 Hz bis 7300 Hz leicht höhere Pegel des opernhaf künstlichen Sprechstils, danach ähnliche Pegelwerte

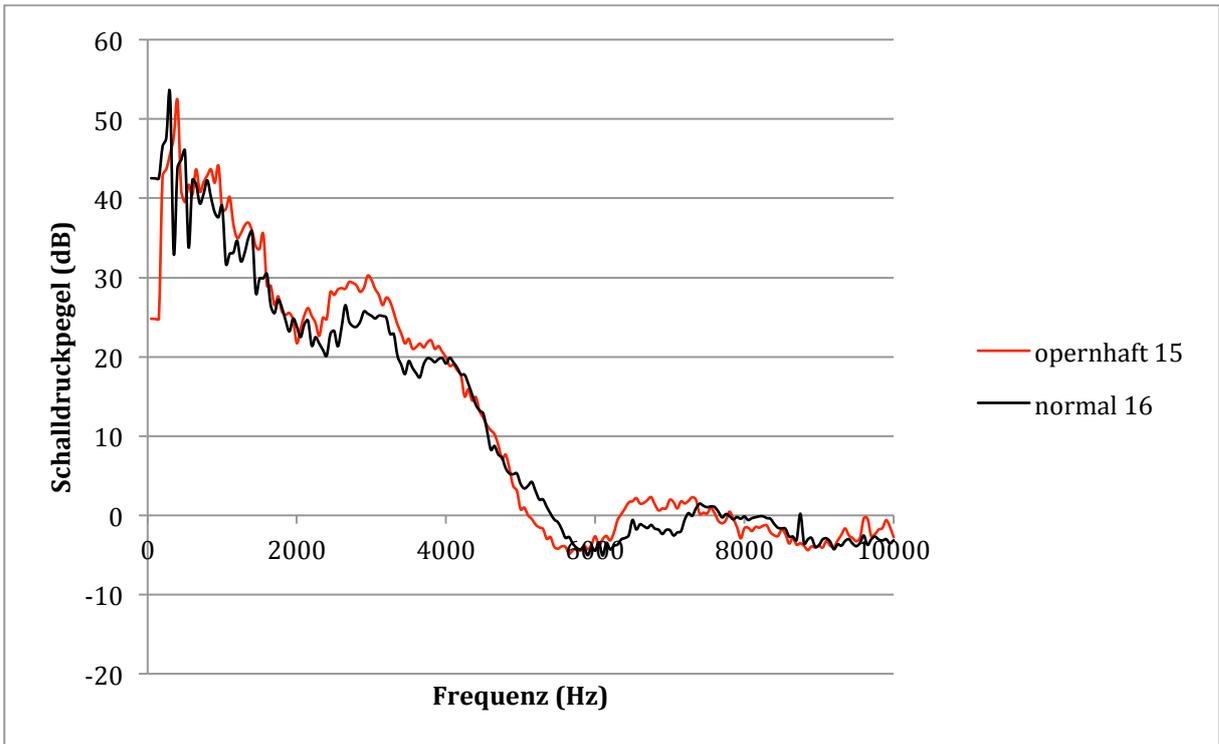


Abb. 14: LTAS für Probandin H

Tabelle 15: spektrale Erhöhungen der jeweiligen Sprechstile der Probandin H in Frequenzbereichen

	spektr. Erhöhung rot (opernhaft)	spektr. Erhöhung schwarz (normal gestützt)
Frequenz	2150 Hz	2650 bis 3000 Hz
	2450 bis 2900 Hz	3400 bis 3950 Hz
	3400 bis 3800 Hz	

4.6.9 LTAS der Probandin I

1. Bei der neunten Probandin (Abb.15) sieht man zwei Peaks in der Analyse des künstlich opernhafte Sprechens bei 2900 Hz und 3650 Hz.
2. Die Analyse des normal gestützte Sprechens weist einen Peak bei 2700 Hz und ein Plateau zwischen 3700 Hz und 4050 Hz auf.
3. Der deutliche Pegelabfall beider Sprechstile ist im Bereich des Gesamt-LTAS.
4. Die Pegel oberhalb 5700 Hz sind bis 7850 Hz beim normal gestützte Sprechen leicht höher, danach entsprechen sich die Pegel beider Sprechstile.

Besonderheit:

- Im Frequenzbereich von 5700 Hz bis 7850 Hz leicht höherer Pegel des normal gestützte Sprechstils, danach ähnliche Pegelwerte

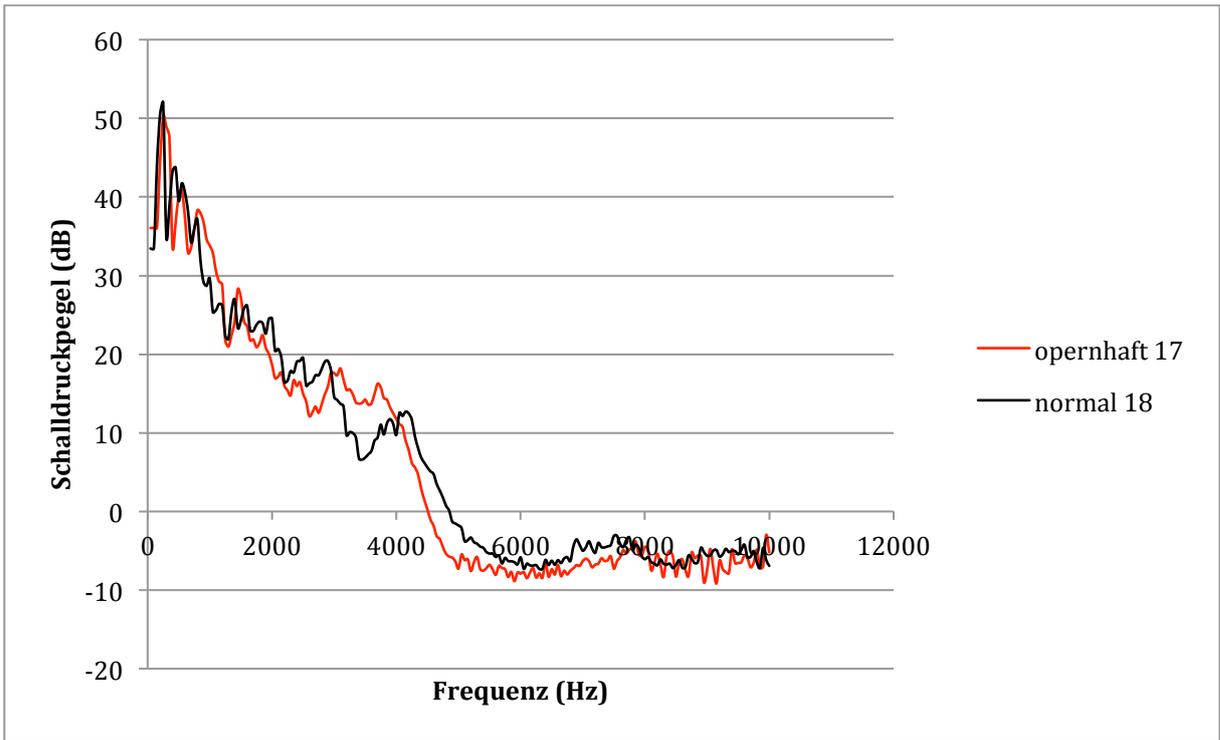


Abb. 15: LTAS für Probandin I

Tabelle 16: spektrale Erhöhungen der jeweiligen Sprechstile der Probandin I in Frequenzbereichen

	spektr. Erhöhung rot (opernhaft)	spektr. Erhöhung schwarz (normal gestützt)
Frequenz	2900 Hz 3650 Hz	2700 Hz 3700 bis 4050 Hz

4.6.10 LTAS der Probandin J

1. Bei der Probandin J (Abb.16) sieht man einen Peak beim künstlich opernhafte Sprechen bei 3100 Hz und ein Plateau zwischen 3350 Hz und 4000 Hz.
2. Zwei Plateaus sind beim normal gestützten Sprechen zwischen 2600 Hz und 3000 Hz sowie zwischen 3500 Hz und 4150 Hz zu verzeichnen.
3. Der Pegelabfall, welcher im Gesamt-LTAS bei ca. 4000 Hz zu erkennen ist, lässt sich bei der Analyse dieser Probandin im opernhafte künstlichen Sprechstil gut erkennen. Im normal gestützten Sprechstil ist allerdings bei ihr als einziger aller Probandinnen ein Pegelabfall bei ca. 3150 Hz um 7,5 dB zu bemerken, wodurch danach der Pegelabfall bei 4150 Hz mit 5,6 dB wesentlich kleiner ausfällt.
4. Im Bereich ab 5700 Hz aufwärts sind die Pegelwerte des normal gestützten Sprechstils fast ausschließlich höher als die des opernhafte künstlichen Sprechens

Besonderheit:

- Der erste Wert der spektralen Erhöhung beim normal gestützten Sprechen ist im Gegensatz zum Gesamt-LTAS als Plateau zu erkennen
- Pegelabfall bei ca. 4000 Hz beim normal gestützten Sprechstil zweigeteilt: ein erster Abfall des Pegels bei ca. 3150 bis 3500 Hz um 7,5 dB, danach von 4150 bis 4850 Hz um 5,6 dB kleiner
- Pegelwerte über 5700 Hz fast ausschließlich höher beim normal gestützten Sprechstil

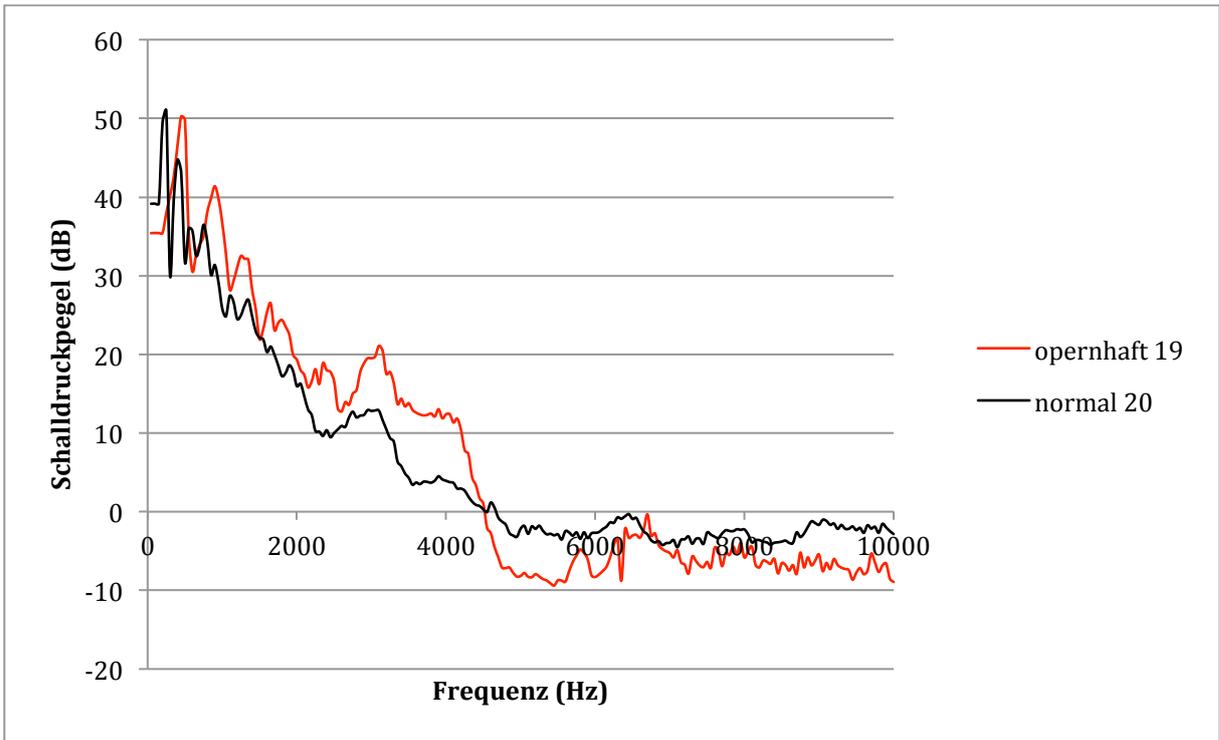


Abb.16: LTAS für Probandin J

Tabelle 17: spektrale Erhöhungen der jeweiligen Sprechstile der Probandin J in Frequenzbereichen

	spektr. Erhöhung rot (opernhaft)	spektr. Erhöhung schwarz (normal gestützt)
Frequenz	3100 Hz 3350 bis 4000 Hz	2600 Hz bis 3000 Hz 3500 Hz bis 4150 Hz

4.7 Gesamtdarstellung der Einzelergebnisse aller LTAS

Tab 18: Frequenzbereiche aller einzelnen spektralen Erhöhungen

Probandin	Frequenzbereiche der spektralen Erhöhungen über 1500 Hz	
	opernhaft künstliche Sprechweise	normal gestützte Sprechweise
A	2300 Hz 2550 bis 3050 Hz 3750 Hz	2600 Hz 3800 Hz
B	1800 Hz 2800 Hz 3200 bis 3850 Hz	1500 bis 1950 Hz 2850 Hz 3350 bis 4100 Hz
C	2150 Hz 2450 Hz 2850 bis 3150 Hz	2300 bis 2450 Hz 2850 bis 3200 Hz 3850 Hz
D	1850 Hz 2500 bis 3000 Hz 3400 bis 3900 Hz	2350 bis 3000 Hz 3800 bis 4300 Hz
E	2750 Hz 3200 bis 3550 Hz	2600 bis 2800 Hz 3600 Hz
F	2850 Hz 3350 bis 3800 Hz	2800 Hz 3850 Hz
G	1550 Hz 2550 bis 3250 Hz 3650 Hz-4050 Hz	2550 bis 2950 Hz 4100 Hz
H	2150 Hz 2450 bis 2900 Hz 3400 bis 3800 Hz	2650 bis 3000 Hz 3400 bis 3950 Hz
I	2900 Hz (3650 Hz)	(2700 Hz) 3700 bis 4050 Hz
J	3100 Hz 3350 bis 4000 Hz	2600 bis 3000 Hz 3500 bis 4150 Hz

Tab 19: Frequenzbereich des starken Pegelabfalls zwischen 3500 und 4500 Hz

Probandin	Pegelabfall der opernhaft künstlichen Sprechweise	Pegelabfall der normal gestützten Sprechweise
A	3900 Hz	3800 Hz
B	3800 Hz	4100 Hz
C	3650 Hz	4100 Hz
D	3850 Hz	4300 Hz
E	3550 Hz	3700 Hz
F	3850 Hz	3950 Hz
G	4050 Hz	4100 Hz
H	3800 Hz	4150 Hz
I	3650 Hz	4250 Hz
J	4000 Hz	3150 Hz

Tab 20: Höherer Pegel im Frequenzbereich von 5700 Hz bis 10.000 Hz

Probandin	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Höherer Pegel	N	O	O	=	=	=	N	O	N	N

O= opernhaft künstliche Sprechweise

N= normal gestützte Sprechweise

= bedeutet keine Differenz

4.8 Zusammenfassung der Ergebnisse der LTAS

Tatsächlich ließen die Ergebnisse der einzelnen akustischen Analysen der verschiedenen Sprechweisen weitere Unterschiede zum Gesamt-LTAS erkennen, die für die Schlussfolgerungen in Kapitel 5.2 von erheblicher Bedeutung sein werden.

Nachfolgend seien die wesentlichen Punkte ausgeführt und um die Erkenntnisse durch die Betrachtung der Einzel-LTAS erweitert:

1. Opernhaft künstliches Sprechen

Der erste Peak, der für den Sprech-/ Sängersformant von Relevanz ist, war beim Gesamt-LTAS bei ca. 2900 Hz zu erkennen. Man sieht allerdings bei Betrachtung der einzelnen LTAS eine große Varianz dieser ersten spektralen Erhöhung. So gab es bei der Probandin B einen ersten Peak bei 1800 Hz, bei Probandin D einen bei 1850 Hz und bei Probandin G sogar einen Peak bei 1550 Hz. (Der Begriff „erste spektrale Erhöhung/Peak“ unterliegt der Vorgabe von Kapitel 4.5, wonach erst Frequenzbereiche ab 1500 Hz als von Interesse eingestuft wurden. S.30) So kann man bei der opernhaft künstlichen Sprechweise von mehreren spektralen Erhöhungen sprechen, die im Gesamt-LTAS zu einem Peak bei 2900 Hz kumulieren.

Hingegen bildet der Frequenzbereich zwischen 3500 Hz und 3800 Hz sich beim Gesamt-LTAS in Form eines Plateaus aus; er war in allen einzelnen LTAS als spektrale Erhöhung zu finden, bei den Probandinnen A und I als Peak und nicht als Plateau. Lediglich für zwei Probandinnen liegt die Frequenz bei dieser zweiten spektralen Erhöhung tiefer als für die restlichen Probandinnen: Probandin C weist eine Frequenzregion von 2850 Hz bis 3150 Hz auf. Probandin E liegt mit einem Plateau zwischen 3200 Hz und 3550 Hz leicht unter dem der anderen.

Außerdem variierte die Anzahl der spektralen Erhöhungen in der opernhaft künstlichen Sprechweise zwischen zwei und drei, im Gegensatz zum Gesamt-LTAS mit nur zwei.

2. Normal gestütztes Sprechen

Einheitlicher gestalten sich die Ergebnisse der Einzel-LTAS im Vergleich mit den Ergebnissen des Gesamt-LTAS in der normal gestützten Sprechweise. In der Gesamt-LTAS konnte man zwei wesentliche Spitzen erkennen: eine Spitze bei ca. 2800 Hz und eine bei ca. 4000 Hz.

Mit einer maximalen Abweichung von 200 Hz weisen fast alle Einzel-LTAS diese beiden spektralen Erhöhungen auf. Eine Ausnahme macht Probandin E, welche auch beim opernhaf künstlichen Sprechen tiefe Frequenzwerte aufweist.

In der Anzahl der Erhöhungen weichen lediglich Probandin B und C mit drei anstelle von zwei ab.

3. Der starke Pegelabfall zwischen 3500 Hz und 4500 Hz ist in allen Einzel-LTAS gleichermaßen festzustellen. Mit einer Toleranz von 200 Hz findet man diesen Pegelabfall auch bei den Einzel-LTAS, wie im Gesamt-LTAS gemessen, in der opernhaf künstlichen Sprechweise bei 3800 Hz, wohingegen der deutliche Pegelabfall bei der normal gestützten Sprechweise sich bei 4200 Hz befindet. Eine Ausnahme macht wieder Probandin E.

4. Ob es Pegelerhöhungen zwischen der Frequenz von 5700 Hz bis 10.000 Hz gab, war von Interesse, da in der Studie von Stoffels in diesem Bereich im Sprechstil „dramatic“ (welcher unserem normal gestützten Stil entspricht) eine deutliche Erhöhung zu sehen war, wohingegen in ihrer Arbeit keine spektralen Maxima unterhalb von 3000 Hz zu finden waren. In dieser Studie gab es keine signifikanten spektralen Erhöhungen oberhalb der Frequenz von 5700 Hz.

Auch dieses Ergebnis wird für die Schlussfolgerungen von großem Interesse sein.

Die typischen, auch in der Literatur bekannten, akustischen Verstärkungen des Sprechens und Singens konnten also auch in dieser Arbeit nachgewiesen werden.

4.9. Alpha-Ratio

Die Parameter Alpha-Ratio 5 und 10 unterscheiden sich nicht signifikant für die Stile normal und opernhaf (p > 0,05). In der Arbeit von Frau Stoffels unterschieden sich die Sprechstile „dramatic“ und „normal“ signifikant im Parameter Alpha-Ratio 10.

Tab 21: Alpha-Ratio 5 und 10

Proband	Alpha 5		Alpha 10	
	o	n	o	n
A	-25,6	-26,2	-37,9	-37,7
B	-23,0	-25,8	-34,8	-36,9
C	-25,4	-25,5	-35,1	-35,6
D	-16,5	-19,0	-28,1	-30,8
E	-22,5	-19,4	-34,1	-32,8
F	-23,7	-22,1	-35,3	-34,0
G	-22,9	-18,6	-34,2	-29,4
H	-17,8	-20,5	-31,6	-33,3
I	-25,0	-23,8	-36,4	-34,9
J	-24,3	-26,4	-35,9	-33,5

o = opernhaf, künstliche Sprechweise

n = normal gestützte Sprechweise

4.10 EGG

Die EGG-Aufnahmen konnten nicht für alle Testpersonen erfolgreich erstellt werden. Gründe waren hierfür schlechte Ableitbedingungen. Daher wurde auf die komplette Analyse verzichtet.

5 Diskussion

5.1 Einleitung

Das Herzstück dieser Arbeit ist die akustische Analyse von Stimmufnahmen mittels Long-Term-Average-Spektrum. Die Analyse einer jeden Probandin wurde im Ergebnisteil ausführlich aufgeführt.

Üblicherweise werden durch LTAS spektrale Maxima untersucht. Durch das Erkennen dieser höheren spektralen Energie kann man auf Resonanzstrategien schließen. Eine der am wenigsten umstrittenen ist der Sängerformant der männlichen Singstimme im Bereich von ca. 2800 Hz.

Wie bereits beschrieben, sind ein Sängerformant und ein Sprecherformant bekannt. Der Sängerformant wird von Johan Sundberg mit einem spektralen Maximum um 2800 Hz benannt.

Der Sprecherformant hingegen liegt in einem höheren Frequenzbereich als der Sängerformant. Nawka benennt beispielsweise eine Mittelfrequenz bei 3400 Hz und Leino beschreibt ein Frequenzmaximum, welches ca. 1000 Hz höher und schwächer ausgeprägt ist als beim Sängerformanten (Leino 1994).

Die Fragestellung dieser Arbeit war, ob man in den akustischen Analysen der beiden Sprechstile „opernhaft künstlich“ und „normal gestützt“ Unterschiede feststellen kann; und wenn ja, ob anhand spektraler Verstärkungen (Peaks/Plateaus) eine tendenzielle Zuordnung der Sprechweisen zum Sprechen oder Singen möglich ist. Es war daher von Interesse zu beobachten, wo und in welchem Ausmaß die spektralen Verstärkungen und Peaks der akustischen Analysen zu finden sind.

5.2 Auswertung der Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Tatsächlich ließen die Ergebnisse der akustischen Analysen der verschiedenen Sprechweisen Unterschiede erkennen.

Beurteilt man die Ergebnisse auf den ersten Blick, kommt man zu der ersten Grundannahme, dass das normal gestützte Sprechen der Sängerinnen durch den „Sprecherformanten“ bei ca. 4000 Hz dem Sprechen zuzuordnen ist und das opernhafte künstliche Sprechen durch den tieferen Formanten bei ca. 2900 Hz dem Singen.

Betrachtet man nun die Analysen genauer, so sieht man, dass die Aufnahmen des normal gestützten Sprechens zusätzlich zum Sprecherformanten bei 4000 Hz eine zweite spektrale Energie bei etwa 2800 Hz im Bereich des Sängersformanten erfahren, nur weniger intensiv. Es ist überraschend dies im Sprechstil normal gestützt vorzufinden, da die Probandinnen angehalten wurden, diesen Sprechstil im Gegensatz zum opernhafte künstlichen Stil ohne opernhafte Attitüde zu gestalten.

In der erwähnten Arbeit von Leino über Sprecherformanten (Leino 1994) analysierte er die männliche Schauspielerstimme ebenfalls durch ein LTAS und kam zum Ergebnis, dass die „gute Stimmqualität“ im Vergleich mit der als „schlechter“ evaluierten Stimmqualität deutlich stärkere Maxima bei ca. 4000 Hz aufweisen. Diese spektrale Erhöhung benennt er dann auch in Analogie zu Sundbergs „Sängerformant“ als „Sprecherformanten“. Was aber bei genauem Betrachten seiner Daten auffällt, ist ein zusätzlicher, minimal erhöhter Wert in der akustischen Analyse dieser „guten“ Schauspielerstimmen bei ca. 2400 Hz (Leino 1994, S.207). Dies ist eine Analogie zur Analyse der Sprechweise unserer Sopranistinnen. Allerdings ist das spektrale Maximum bei den Analysen von Leino weitaus geringer als in dieser vorliegenden Studie. Es könnte also durchaus ein Merkmal der guten Bühnensprechstimme sein, nicht nur den Sprecherformanten im Bereich von 3500 Hz bis 4000 Hz auszubilden, sondern auch zusätzlich eine Erhöhung bei 2400 Hz bis 2900 Hz zu produzieren. Ein wesentlicher Unterschied zwischen den Aufnahmen aus Leinos Arbeit (1994) und dieser vorliegenden Arbeit im Sprechstil normal gestützt liegt darin, dass die männlichen Schauspieler lediglich einen Text lasen und nicht versuchten, wie unsere Sopranistinnen in dieser Studie einen tragfähigen Bühnensprechklang zu entfalten. Inwiefern dieser zusätzliche Peak im Bereich von

etwa 2500 Hz als ein Kriterium für die Qualität der Bühnensprechstimme steht, sollte weiter untersucht werden.

Ein weiterer großer Unterscheid dieser beider Arbeiten besteht darin, dass Leino mit männlichen Stimmen arbeitete und diese Studie mit weiblichen. Um so interessanter ist der Vergleich mit der Studie von Stoffels (2011): Die akustischen Analysen der Sprechaufnahmen der Schauspielerinnen, die in ihrer Studie im Sprachduktus „dramatic“ phonierten - mit dem normal gestützten Sprechen in dieser Studie vergleichbar – zeigen wie in unserer Studie eine Verstärkung bei 4000 Hz, aber zusätzlich einen Peak zwischen 6000 und 7000 Hz (s. Abb. 4, S. 18). Man entdeckt in ihren Daten keine zusätzliche Verstärkung im Bereich von ca. 2500 Hz. Da man davon ausgehen darf, dass die Probandinnen bei Stoffels, die professionelle Schauspielerinnen sind, über eine gute Stimmqualität verfügen, muss die Frage nach einem Kriterium über gute Stimmen besonders gut überdacht und in weiteren Studien erforscht werden. Ein weiterer Unterschied zur vorliegenden Studie ist das Auftreten von Verstärkungen im Bereich von 6000 Hz bis 7000. Da in dieser vorliegenden Arbeit nicht die Parameter von Stimmqualität im Mittelpunkt stehen, sondern lediglich eine Zuordnung von spektralen Verstärkungen zu Sprechstilen untersucht werden sollte, darf man die erste Schlussfolgerung formulieren:

Beim normal gestützten Bühnensprechen gibt es eine besondere Resonanzstrategie professioneller Sopranistinnen: Die Opernsängerinnen verstärken unbewusst eine Frequenz in ihrer Stimme, die sonst eher dem Singen zugeschrieben wird. Das Auftreten der spektralen Erhöhung im Bereich des „Sängerformanten“ bei 2800 Hz in dieser Studie bei der normal gestützten Sprechweise ist ein bemerkenswertes Ergebnis der akustischen LTAS-Analyse. Es darf vermutet werden, dass die gut geschulte Profisängerstimme in einem Sprechstil, der den Evaluierenden als normales Bühnensprechen erscheint, eine akustische Komponente des Singens beimischt.

Der opernhafte künstliche Sprechstil hingegen zeigt in der akustischen Analyse des Gesamt-LTAS den stärksten Peak bei ca. 2900 Hz, und - wie in der Grundannahme angedeutet - könnte man nun bei dieser Art des Phonierens im weitesten Sinne von einer Art Gesang ausgehen. Das Erscheinen von spektralen Verstärkungen beim Sprechen in tiefen - sonst eher dem Singen

zugeordneten - Frequenzbereichen, wurde schon von Leino beschrieben (Leino 2011). Er führt in der Einleitung seiner Arbeit von 2011 einige interessante Gedanken zum Thema der gekünstelten Sprechstimme bei Opernsängern aus (hier: Stimmfach Bariton). Er schreibt, dass einige Profisänger dazu tendieren, dieselbe Stimmqualität beim Singen und Sprechen zu benutzen. In dem LTAS der Aufzeichnung ihres Sprechtextes war kein Sprecherformant im erwarteten Frequenzbereich von 3000 bis 4000 Hz zu erkennen, stattdessen aber eine Spitze im Bereich von 2000 bis 3000 Hz, die allerdings nicht so stark ausfällt wie beim Singen. Die Evaluierenden gaben an, dass dieser Stimmklang seltsam klingen würde, nicht wie ein normaler Stimmklang beim Sprechen. Daher - so Leino - scheint die Lage der Pegelspitze im Timbre wahrnehmbar zu sein. In unserer Studie gibt es nicht nur eine spektrale Erhöhung bei ca. 2900 Hz, sondern man erkennt ein weiteres schwächeres Maximum der sonst dem Sprecherformanten zugeordneten Frequenzregion zwischen 3500 Hz und 3800 Hz. (Probandin C und E liegen mit den Werten der opernhafte künstlichen Sprechweise allerdings insgesamt etwas tiefer).

Hiernach darf man die zweite Schlussfolgerung formulieren:

Das opernhafte künstliche Sprechen ist vorwiegend im Bereich des Sängerformanten verstärkt. Hinzu kommt eine, relativ zu diesem Formanten, geringere Verstärkung im Bereich des Sprecherformanten. Es scheint sich also primär um eine Form des Singens zu handeln, bei der zusätzlich Komponenten des Sprechens nachzuweisen sind.

Dass alle Probandinnen durchweg in der mittleren Sprechstimmlage im opernhafte künstlichen Sprechstil höher phonieren als im normal gestützten Sprechstil ist bemerkenswert. Anscheinend wird die opernhafte künstliche Sprechweise subjektiv in einem höheren Frequenzbereich angesiedelt. Ein Grund hierfür könnte sein, dass die Frequenz des Singens im Allgemeinen höher ist als die mittlere Sprechstimmlage und das Phonieren in der höheren Lage somit dem Singen näher kommt. Betont werden muss an dieser Stelle erneut, dass in der Aufgabenstellung explizit darum gebeten wurde, beide Sprechstile auf einer möglichst gleichen Tonhöhe zu phonieren. Die höhere Stimmlage beim opernhafte künstlichen Sprechstil kommt wohl unbewusst automatisch zustande.

Nach Formulieren der Schlussfolgerungen kann man sich nun wieder der Frage dieser Arbeit zuwenden, ob und wie sich das opernhafte künstliche Sprechen und das normal gestützte Sprechen auf der Opernbühne in der akustischen Analyse unterscheiden.

Die akustische Zuordnung zu Resonanzstrategien ist vor allem deshalb wichtig, weil von vielen Sängern die opernhafte künstliche Sprechweise von Dialogen auf der Opernbühne bevorzugt wird - in der Hoffnung, dass es dem Singen nahekommt und sie ihre Stimmen damit schonen. Allerdings wird diese Sprechtechnik im deutschen Regietheater nicht gerne gesehen, da sie im Stück geforderte Emotionen selten in glaubwürdiger Weise zum Ausdruck bringt. Wie diese Arbeit zeigt, ist das opernhafte künstliche Sprechen dem Singen tatsächlich näher als dem Sprechen. Offensichtlich vertraut der Sänger mehr seiner Gesangstechnik als seiner eher weniger geschulten Sprechtechnik.

Ob diese Sprechweise die Stimme tatsächlich nicht so anstrengt wie die natürlich gestützte Sprechweise, ist eine Frage, der man sich in weiteren Arbeiten zuwenden sollte. Ob allerdings das künstlich opernhafte Sprechen vom künstlerisch schauspielerischen Standpunkt her zu vertreten ist, soll und kann hier nicht beantwortet werden.

5.3 Ansatz einer neuen Betrachtung und Beurteilungsmöglichkeit von zwei zu vergleichenden LTAS

Betrachtet man nun häufig die Spektren beider Tongebungen innerhalb einer Grafik, so wird man zu einer Sichtweise verführt, die oberflächlich schnelle Ergebnisse erzielt: Dabei werden die unterschiedlichen Pegelausschläge der zu vergleichenden Kurven flächenhaft über einen längeren Frequenzbereich betrachtet. Um dies besser zu veranschaulichen, wurden beispielhaft im LTAS der Probandin C zwei Frequenzbereiche farblich hinterlegt: der eine von 1500 Hz bis 4000 Hz rötlich und der Frequenzbereich zwischen 4000 Hz und 5500 Hz gräulich.

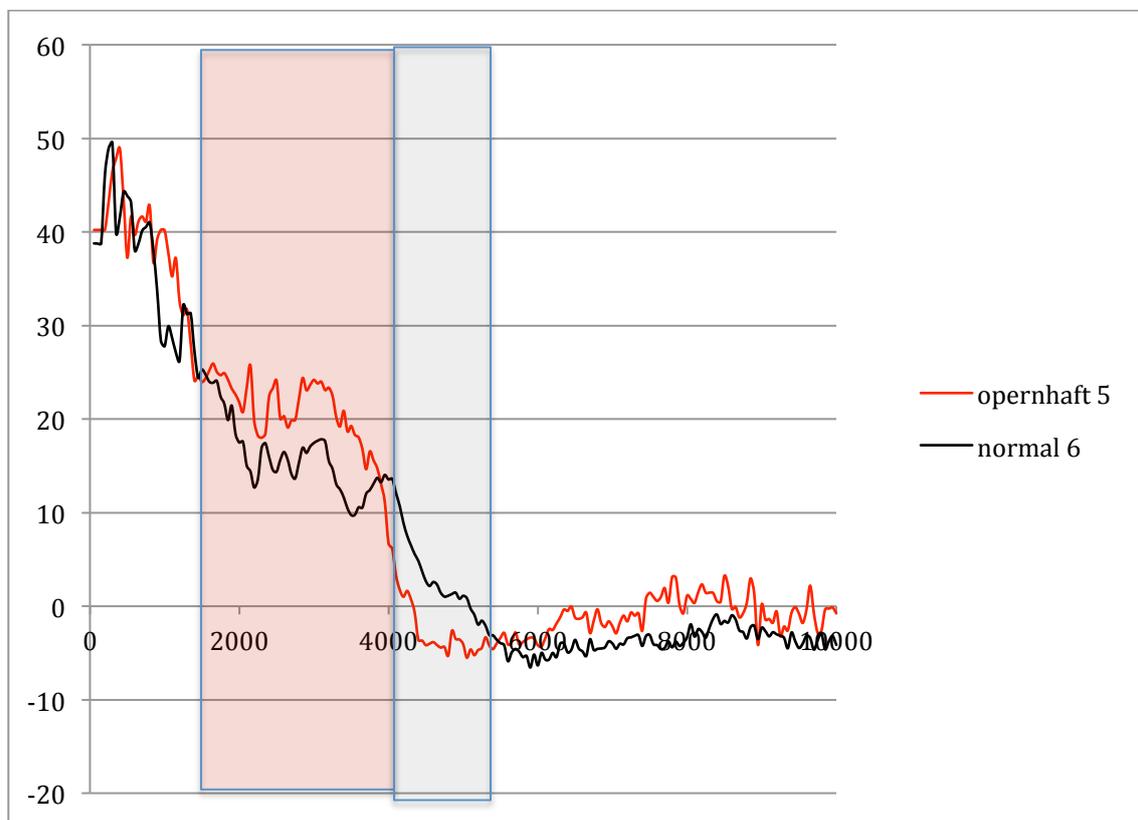


Abb. 17: **Gesamt-LTAS mit Hinterlegung der spektralen Unterschiede**

Wichtig ist, dass dieser Vergleich nur intraindividuell und bei komplett identischer Aufnahmeweise angestellt wird, da sonst zu viele Störfaktoren (Raumakustik, Sprecherlautstärke...) und damit Interpretationsfehler auftreten könnten. Notwendig ist es daher, die Aufnahmen der unterschiedlichen Tongebungen direkt hintereinander, ohne Aufnahmestopp, durchzuführen.

Wie in der herkömmlichen Betrachtungsweise erkennt man auch hier, dass die opernhafte künstliche Tongebung unterhalb von 4000 Hz die größere spektrale Verstärkung erfährt und die normal gestützte Tongebung über 4000 Hz. Allerdings ist die optische Erfassung wesentlich schneller als das Zusammentragen einzelner Ergebnisse, wie im Ergebnisteil geschehen. Auch die Parallelität, den Pegelabfall und den Kurvenverlauf im hohen Frequenzbereich erkennt man auf den ersten Blick.

Man könnte eine vorläufige Schlussfolgerung nach dem ersten Betrachten formulieren:

Die opernhafte künstliche Sprechweise scheint der Resonanzstrategie des Singens nahe zu sein, da sie in Frequenzbereichen unter 4000 Hz eine größere spektrale Verstärkung erfährt als das normal gestützte Sprechen mit einem Höhepunkt bei ca. 2800 Hz, und dies in der Frequenzregion des bekannten Sängersformanten liegt. Das normal gestützte Sprechen hingegen ist im Bereich von über 4000 Hz spektral mehr verstärkt als das opernhafte künstliche, also in der Gegend des Sprecherformanten. Optisch ist das leicht durch die höher liegende Linie zu erkennen: unterhalb 4000 Hz liegt die rote Linie über der schwarzen. Zwischen 4000 Hz und 5500 Hz ist es umgekehrt.

Vergleicht man nun aber die Erkenntnisse aus der ersten und zweiten Schlussfolgerung damit, so bemerkt man, dass der wesentliche Teil aus dieser Betrachtung nicht auf den ersten Blick hervorgeht: nämlich in wieweit die opernhafte künstliche Sprechweise noch eine Verstärkung der gesprochenen Sprache erfährt und das normal gestützte Sprechen eine Resonanzstrategie aus dem Singen beinhaltet.

Man sollte sich also nicht verführen lassen, die gründliche Untersuchung der Einzel-LTAS durch eine optisch auf den ersten Blick einleuchtende einzutauschen.

6 Zusammenfassung

Bei Oper denkt jeder an Gesang. Allerdings wird auf deutschsprachigen Opernbühnen auch viel Dialog gesprochen. Im Wesentlichen existieren dabei zwei widerstreitende Sprechstile: ein opernhafte gekünstelter Stil und das normale Bühnensprechen, wie es üblicherweise Schauspieler im Sprechtheater verwenden. Lassen sich mit akustischen Methoden Unterschiede zwischen diesen Sprechstilen nachweisen? Zehn Sopranistinnen sprachen einen Text in beiden Sprechstilen für jeweils 60 Sekunden. Stimmexperten aus diversen Fächern ordneten beide Sprechstile durchweg sicher zu. Die akustisch-technische Auswertung geschah mithilfe des Software-Programms PRAAT. Anhand der spektralen Maxima in den Long-Term-Average-Spektren ergeben sich zwei Schlussfolgerungen:

- Für das opernhafte künstliche Sprechen von Sopranistinnen gilt: Es zeigt sich in der akustischen Analyse ein Peak vorwiegend im Frequenzbereich des Sängerformanten. Hinzu kommt eine schwächere spektrale Verstärkung im Frequenzbereich des Sprecherformanten. Es scheint sich somit beim opernhafte künstlichen Sprechen akustisch primär um eine besondere Form des Singens zu handeln, bei der zusätzlich Merkmale des Sprechens nachzuweisen sind.
- Für das normal gestützte Bühnensprechen von Sopranistinnen gilt: Es zeigt sich in der akustischen Analyse ein Peak vorwiegend im Frequenzbereich des Sprecherformanten. Hinzu kommt eine schwächere spektrale Verstärkung im Frequenzbereich des Sängerformanten. Es handelt sich also primär um eine Art des Sprechens mit zusätzlich nachweisbaren Merkmalen des Singens.

Scheinbar vertrauen Sopranistinnen, die die opernhafte gekünstelte Sprechweise auf der Bühne benutzen, intuitiv eher ihrer Gesangstechnik als der meist weniger geschulten Sprechtechnik. Allerdings ist diese Sprechtechnik bei vielen Regisseuren des deutschen Regietheaters wegen der eingeschränkteren Ausdrucksmöglichkeiten nicht gerne gesehen.

Inwiefern diese Ergebnisse für andere Stimmgattungen gelten, muss noch untersucht werden. Eine Methodik für derartige Untersuchungen liegt nun vor.

7 Literatur- und Quellenverzeichnis

Bartholomew W. T. (1934) A physical definition of "good voice-quality in the male voice. *J Acoust Soc Amer* 6, 25-33

Bloothoof G & Plomp R (1985) The sound level of the singer's formant in professional singing. *J Acoust Soc Am* 79, 2028-2033

Felsenstein W (1951) Ist das Musiktheater eine Sache des Volkes?. Felsenstein/Friedrich/Herz:

Jacobshagen A (2010) Musiktheater.

[Online im Internet.] URL:

http://www.miz.org/static_de/themenportale/einfuehrungstexte_pdf/03_Konzerte_Musiktheater/jacobshagen.pdf [Stand:13.2.2015, 15.15]

Leino T (1994) Long-Term Average Spectrum Study on speaking voice quality in male actors. Friberg A, Iwarsson J, Jansson E, Sundberg J, eds. SMAC93, Proceedings of the Stockholm Music Acoustics Conference, July 28-August 1, 1993. Stockholm, Sweden: The Royal Swedish Academy of Music; 1994: 206–210.

Leino T (2009) Long-Term Average Spectrum in Screening of Voice Quality in Speech: Untrained Male University Students.

Leino T (2011) Formation of the Actor's/Speaker's Formant: A Study Applying Spectrum Analysis and Computer Modeling.

Nawka T, L C Anders, M Cebulla & D Zurakowski (1997) The speaker's formant in Male Voices. *Journal of Voice*, 11, 422-428.

Neuenfels W (2006) Interview der Zeitschrift „Theater der Zeit“. Maiausgabe

Operabase (2013) Statistik, Opern

[Online im Internet.] URL:

<http://operabase.com/visual.cgi?lang=de&splash=t> [Stand: 13.2.2015, 15:16]

Pilaj J (2011) Singen lernen mit dem Computer. S. 191

Pinczower R I Oates (2005) Vocal Projection in Actors!: The long-term Average Spectral Features that distinguish comfortable acting voice from voicing with maximal projection in male actors. *Journal of Voice*, 19, 440-453.

Roselt J (2008) Eros und Intellekt. Stanislawski, Felsenstein und die Wahrheit des Theaters. Werner Hintze, Clemens Risi und Robert Sollich (Hg.): Realistisches Musiktheater. Berlin 2008, S. 18 –31.

- Seidner W (1985)** Dependence of the high singing formant on pitch and vowel in different voice types“. Humboldt-Universität, Berlin, DDR
- Sundberg J (1968)** Formant frequencies of bass singers. *STL QPSR* 1/1968, 1-6.
- Sundberg J (1972)** A perceptual function of the singing formant. *STL-QPSR*, 13 (2-3), 061-063, S.62-63.
- Sundberg J (1974)** Articulatory interpretation of the "singing formant". *STL-QPSR*, 13(1), 045-053.
- Sundberg J (1987)** *The science of the singing voice*. DeKalb: Northern Illinois University Press. Deutsche Ausgabe: *Die Wissenschaft von der Singstimme*, 1997
- Sundberg J (2003)** Research on the singing voice in retrospect. *TMH-QPSR* Vol.45, 2003, S 13
- Stanislawski K S** *Moskauer Künstlertheater. Ausgewählte Schriften 2* hrsg. von Dieter Hoffmeier, Berlin, 1988, S. 33
- Stoffels H E (2011)** Acoustic Analyses of Actresses' Voices. *Universiteit Utrecht, 2011*

8 Danksagung

Den herzlichsten Dank möchte ich meinen Eltern und Geschwistern aussprechen, auch all denjenigen, die mich während meiner Opernkarriere begleitet haben, all denjenigen, die mich bei meinem Medizinstudium unterstützt haben.

An dieser Stelle gehört aber auch der besondere Dank Frank Müller, Prof. Dr. med. Markus Hess und meinem Mann, Jürgen Lamprecht, die mich immer wieder mit Rat, Wissen und Tat unterstützten.

9 Lebenslauf

Regine Hermann

1965	10.4. geboren in Horb am Neckar, Deutschland
1984	Abitur am Gymnasium "Fürst Abt Gerbert" in Horb am Neckar
1984-1988	Gesangsstudium an der Hochschule für Musik und Darstellende Kunst, Stgt
1984	1. Preis Bundesgesangswettbewerb in Berlin und Aufnahme in die Gesangsagentur "Künstlersekretariat am Gasteig" in München
1989-1991	Studium Opernschule und Konzertsach an der Hochschule für Musik und Darstellende Kunst in Stuttgart
1989-1990	DAAD-Stipendium zum Studium an der Opernschule in Mailand
1991	1. Preis beim internationalen Gesangswettbewerb in Mantova, Italien
1991	2. Preis beim internationalen Gesangswettbewerb in Sirmione, Italien
1991-1994	festes Engagement als Sopranistin am Staatstheater in Darmstadt
1994-1999	freiberufliche Sopranistin mit Opernengagements in Verona, Catania, Toulouse, Baden bei Wien. Konzerte mit Münchner Philharmonikern, Bamberger Symphoniker, Dresdner Staatskapelle, zahlreichen Rundfunkorchestern in Rom, Venedig, Prag, Budapest, Berlin, München, Nizza, Salzburg, Wien
1999-2001	festes Engagement am Opernhaus in Wuppertal Theaterpreis 2000/2001
2001-2007	festes Engagement am Musiktheater im Revier, Gelsenkirchen Theaterpreis der Theatergemeinde 2003/2004, 2004/2005
1998-2003	Konzerte in Amerika, Avery Fisher Hall in New York, Kennedy Center Washington, Concerthall in Philadelphia, Alte Oper in Frankfurt, Festspielhaus Baden-Baden
2003-2010	Studium der Medizin an der Universität Essen-Duisburg
2006	Geburt der Tochter Christina
2009	Heirat mit Prof. Dr. Jürgen Lamprecht
2010	Staatsexamen Medizin
2011	Approbation als Ärztin
2008-2012	Kooperation mit Prof. Dr. Franco Fussi, Phoniatrie Ravenna, Italien
2011	eigene Praxis in Essen als Ärztin für Stimme und professionelles Stimmcoaching für Führungskräfte in der Wirtschaft

Sprachen: deutsch, englisch, italienisch, französisch

Regine Hermann
Büscherstraße 10
45131 Essen
0201/8777455

10 Eidesstattliche Versicherung

Ich versichere ausdrücklich, dass ich die Arbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst, andere als die von mir angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt und die aus den benutzten Werken wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen einzeln nach Ausgabe (Auflage und Jahr des Erscheinens), Band und Seite des benutzten Werkes kenntlich gemacht habe.

Ferner versichere ich, dass ich die Dissertation bisher nicht einem Fachvertreter an einer anderen Hochschule zur Überprüfung vorgelegt oder mich anderweitig um Zulassung zur Promotion beworben habe.

Ich erkläre mich einverstanden, dass meine Dissertation vom Dekanat der Medizinischen Fakultät mit einer gängigen Software zur Erkennung von Plagiaten überprüft werden kann.

Unterschrift:.....