
Kompensatorische Artikulation bei LKG-Patienten

Meng Li

Diplomarbeit
April 2008

Diplomarbeit Nr. 66

Betreuer: apl. Prof. Dr. Bernd Möbius, IMS, Universität Stuttgart
Dipl.-Inf. Andreas Maier, Lehrstuhl für Mustererkennung, Universität
Erlangen-Nürnberg

Prüfer: apl. Prof. Dr. Bernd Möbius

Institut für Maschinelle Sprachverarbeitung
Universität Stuttgart
Azenbergstr.12
70174 Stuttgart

Erklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig verfasst habe und dabei keine andere als die angegebene Literatur verwendet habe. Alle Zitate und sinngemäßen Entlehnungen sind als solche unter genauer Angabe der Quelle gekennzeichnet.

Ort, Datum

Meng Li

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich bei allen bedanken, die mich in vielfältiger Weise unterstützt haben, diese Arbeit zu ermöglichen.

An erster Stelle möchte ich mich herzlich bei **apl. Prof. Dr. Bernd Möbius** bedanken. Er hat mich bei allen Problemen sehr freundlich unterstützt. Vor allem schätze ich seine Tipps und Vorschläge sehr, die die Verbesserung und Bereicherung meiner Arbeit ermöglicht haben. Darüber hinaus bin ich auch sehr dankbar für seine nette Hilfe und Unterstützung während meines Studiums.

Anschließend möchte ich mich herzlich bei **Dipl.-Inf. Andreas Maier** vom Lehrstuhl für Mustererkennung der Universität Erlangen-Nürnberg bedanken. Er hat mir alle Sprachdaten geboten, die die Basis dieser Arbeit geschaffen haben. Vor allem schätze ich seine fachliche Unterstützung und schnelle Antworten für meine Fragen und Probleme. Sehr dankbar bin ich auch für die Möglichkeit, am diesem Projekt mitzuwirken.

Zum Schluss möchte ich mich bei meiner Familie herzlich bedanken. Meine **Eltern** haben mich immer mit Liebe stark unterstützt. Darüber hinaus möchte ich **Lin** meinen Dank aussprechen. Vielen Dank für seine Ermutigung und Unterstützung für meine Arbeit.

Ich bin auch sehr dankbar für meine schöne Studienzeit an der Universität Stuttgart. Das Studium hat meine Persönlichkeit stark entwickelt. Außerdem hat es mein Interesse für Forschung geweckt.

Inhaltverzeichnis

Erklärung	I
Danksagung.....	II
Inhaltverzeichnis.....	III
Kapitel 1 Motivation und Einleitung	1
Kapitel 2 Grundlagen der artikulatorischen Phonetik.....	3
2.1 Das Ansatzrohr	3
2.2 Artikulatorische Grundlagen der Konsonantenbildungen	4
2.3 Glottisverschlusslaut	6
Kapitel 3 Grundlagen der Lippen-Kiefer-Gaumenspalten	7
3.1 Lippen-Kiefer-Gaumenspaltsformen.....	7
3.2 Häufigkeit und Ursachen der Spaltbildungen	9
3.3 Auswirkungen der LKG-Spalten	9
Kapitel 4 Stand der Forschung.....	11
4.1 Sprechfehler bei LKG-Patienten	11
4.2 Kompensatorische Artikulation der LKG-Patienten	13
4.3 Mögliche Erklärungen für kompensatorische Artikulation bei LKG-Patienten..	16
4.3.1 Ansatz des Sprachproduktionsmodells von Guenther.....	16
4.3.2 Aktive und passive Strategien von Harding und Grunwell.....	18
4.4 Charakteristika der kompensatorischen Artikulation bei LKG-Patienten.....	20
4.4.1 Verlagerte Lautbildung	20
4.4.2 Ersatzlaute und Ersetzungsregeln	26
4.4.3 Rückverlagerte Vokale	29
Kapitel 5 Methode.....	31
5.1 Die Grundlagen der spektralen Analyse.....	31
5.1.1 Das Spektrogramm	31
5.1.2 Die spektralen Eigenschaften der betrachteten Laute.....	33
5.2 Die Sprachdaten	36
5.3 Vorgehensweise der spektralen Analyse	39
Kapitel 6 Spektrale Analyse der kompensatorischen Artikulation.....	41
6.1 Glottisverschlusslaut als Ersatzlaut	41
6.2 Zum Gaumensegel rückverlagerte Lautersetzung	67
6.3 Lautelision	74
6.4 Laryngale Frikative als Ersatzlaute.....	84
6.5 Pharyngale Lautbildungen als Ersatzlaute	92
6.6 Rückverlagerte Vokale.....	97
Kapitel 7 Fazit und Ausblick	110
Anhang A: Glottisverschlusslaut als Lautersetzungen.....	113
Anhang B: Zum Gaumensegel rückverlagerte Lautersetzung.....	120
Anhang C: Lautelision	125
Anhang D: Laryngale Lautersetzungen.....	126
Anhang E: Pharyngale Lautersetzungen.....	129
Anhang F: Rückverlagerte Vokale.....	132
Literaturverzeichnis	IV

Kapitel 1 Motivation und Einleitung

Lippen-Kiefer-Gaumenspalten (LKG) sind häufige angeborene Fehlbildungen bei neuen Geborenen. Die Spaltbildungen führen besonders zu Sprechstörungen bei LKG-Patienten. In der klinischen Praxis wird der Verständlichkeitstest für die Diagnostik der Sprechauffälligkeiten bei LKG-Patienten sehr oft durch ein subjektives Verfahren bewertet. Das Verfahren hängt von der auditiven Wahrnehmung der Logopäden ab. Dabei spielen die diagnostischen Erfahrungen des Logopäden noch eine große Rolle. Am Lehrstuhl der Mustererkennung der Universität Erlangen-Nürnberg wird ein automatisches Verfahren für den Verständlichkeitstest bei LKG-Patienten entwickelt, was auf einem Spracherkennungssystem basiert. Es ermöglicht die objektive Bewertung der Verständlichkeit bei LKG-Patienten in der klinischen Praxis.¹

Um das Spracherkennungssystem besser zu trainieren, sollen die Sprechstörungen bei LKG-Patienten hinsichtlich der akustischen und artikulatorischen Eigenschaften charakterisiert und systematisiert werden. Bei den Sprechstörungen ist die kompensatorische Artikulation eine häufige Maschinerie der LKG-Patienten. Durch die Systematisierung und Charakterisierung der kompensatorischen Artikulation können beispielsweise Regeln formuliert werden, die die Lautersetzungen bei LKG-Patienten beschreiben. Dies ermöglicht, die Aussprachealternativen für die Trainingsmaterialien des Spracherkenners zu erstellen, damit das Spracherkennungssystem besser trainiert werden kann. Dies sollte dabei helfen, die gestörte Sprache der LKG-Patienten besser zu erkennen, und dass die objektive Bewertung der Verständlichkeit noch verbessert wird. Diese Arbeit ist im Kontext dieses Forschungsprojekts entstanden. Aus dieser Motivation ist die kompensatorische Artikulation bei LKG-Patienten das grundlegende Forschungsobjekt für diese Arbeit.

Im theoretischen Teil dieser Arbeit werden zuerst die Grundlagen der artikulatorischen Phonetik im Kapitel 2 vorgestellt, damit die wichtigen Begriffe aus dem Bereich artikulatorische Phonetik erklärt werden. Als Nächstes werden die verschiedenen Formen, Ursache, Häufigkeit und Auswirkungen der Spaltbildungen im Kapitel 3 beschrieben, damit das klinische Bild der LKG beschrieben wird.

¹ Schuster et al. (2006), S. 1741-1747

Anschließend wird der Forschungsstand für den Bereich kompensatorische Artikulation bei LKG-Patienten im Kapitel 4 vorgestellt. Vor allem werden die Erklärungen und Charakteristika der kompensatorischen Artikulation aus den vergangenen Arbeiten diskutiert. Im praktischen Teil dieser Arbeit wird zuerst die Methode diskutiert, wie die Sprachdaten der LKG-Patienten analysiert werden können. Anschließend wird die spektrale Analyse der kompensatorischen Artikulation anhand vieler Beispiele aus den Sprachdaten ausführlich beschrieben. Zum Schluss werden die Ergebnisse zusammengefasst, damit eine Systematisierung und Charakterisierung der kompensatorischen Artikulation bei LKG-Patienten vorhanden ist. Darüber hinaus wird noch ein Ausblick gegeben, der auf dem Forschungsprojekt an der Universität Erlangen-Nürnberg bezogen ist.

Die Schwierigkeit dieser Arbeit besteht darin, dass die kompensatorische Artikulation bei LKG-Patienten zum Teil sprecherabhängig ist. Eine Generalisierung der Charakteristika ist deshalb nur beschränkt möglich.

Kapitel 2 Grundlagen der artikulatorischen Phonetik

Die artikulatorische Phonetik beinhaltet wichtige Begriffe und Grundlagen für diese Arbeit. Hier wird zuerst das Konzept des Ansatzrohrs eingeführt, was der grundlegende Begriff der artikulatorischen Phonetik ist. Anschließend werden die Artikulationsmodus und Artikulationsstelle der deutschen Konsonanten berücksichtigt. Zum Schluss wird der Begriff „Glottisverschlusslaut“ erklärt, was bei der kompensatorischen Artikulation der LKG-Patienten eine wichtige Rolle spielt.

2.1 Das Ansatzrohr

“Unter Ansatzrohr versteht man die Gesamtheit der Hohlräume oberhalb des Kehlkopfes, in denen die Artikulation realisiert wird.“² Angesichts der Sprachproduktion wird der Rohrschall durch die Veränderung der Ansatzrohrgeometrie modifiziert. Die folgende Abbildung 2.11 stellt den Sagittalschnitt durch das Ansatzrohr dar.

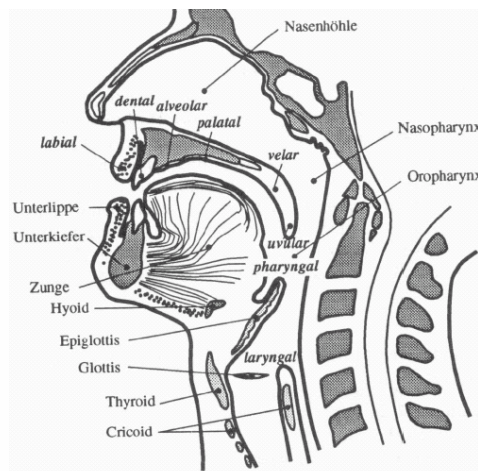


Abbildung 2.11: Sagittalschnitt durch das Ansatzrohr³

In der Abbildung 2.11 werden die Artikulatoren und die Artikulationsstellen vermerkt. Die Artikulatoren des Ansatzrohrs bestehen aus:⁴

² Pétursson, M., Neppert, J. (2002), S. 76

³ Pompino-Marschall, B. (2003), S. 44

⁴ vgl.ebenda, S. 43

- der Zunge (lingua)
- den Lippen (labia)
- dem Unterkiefer (mandibulum)
- dem Gaumensegel (velum) mit dem Zäpfchen (uvula)
- dem Rachen (pharynx)
- der Glottis

Die Artikulationsstellen von außen nach innen sind die Folgenden:⁵

- die Oberlippe (labial)
- die oberen Schneidezähne (labiodental)
- der Zahndamm (alveolar)
- der harte Gaumen (palatal)
- der weiche Gaumen (velar)
- das Zäpfchen (uvular)
- die Rachenwand (pharyngal)
- der Kehldeckel (epiglottal)
- die Glottis (glottal, laryngal)

Das Ansatzrohr besteht aus drei Hohlräumen, die den Pharynxraum, den Mundhohlraum und den Nasenhohlraum beinhalten. Der Pharynxraum reicht vom Kehlkopf bis in die Höhe des Velums. Der Mundhohlraum reicht vom vorderen Gaumenbogen bis hin zu den Mundlippen. Der Nasenhohlraum steht oberhalb des Mundhohlraumes.⁶ Bei LKG-Patienten wird aber die Trennung zwischen dem Mundhohlraum und Nasenhohlraum durch die Spaltbildungen aufgehoben.

2.2 Artikulatorische Grundlagen der Konsonantenbildungen

Bei der kompensatorischen Artikulation der LKG-Patienten sind oft Konsonanten betroffen, weil die Artikulation der Konsonanten im Deutschen einen hohen Anspruch auf die Artikulatoren und Artikulationsmodus haben, was aber bei den Patienten nur abweichend möglich ist. Hier werden zuerst die artikulatorischen Grundlagen der deutschen Konsonantenbildungen vorgestellt. Unter den Konsonanten versteht man einen Laut, der durch ein Hindernis im Ansatzrohr oder in der Glottis gebildet wird.

⁵ vgl. Pompino-Marschall, B. (2003), S. 44

⁶ vgl. Pétursson, M., Neppert, J. (2002), S. 76

Konsonanten werden nach Artikulationsmodus, Artikulationsstelle und Stimmbeteiligung klassifiziert.⁷

Unter Artikulationsmodus versteht man die Art und Weise, wie der Luftstrom im Ansatzrohr oder in der Glottis modifiziert wird.⁸ Artikulationsstelle ist der Ort im Ansatzrohr, an dem die für den jeweiligen Konsonanten charakteristische Hemmstelle gebildet wird.⁹ Artikulationsmodus kann man auch als Artikulationsart bezeichnen. Es gibt die folgenden Artikulationsarten für Konsonanten:¹⁰

- **Verschluss:** Der orale und nasale Weg ist verschlossen, damit die Luft sich hinter der oralen Verschlussstelle staut, z. B. [k]
- **Enge:** Der Luftstrom streicht bei nasalem Verschluss durch eine Enge zwischen Artikulationsstelle und artikulierendem Organ, z.B. [ç]
- **Nasenöffnung:** Das Gaumensegel ist bei oralem Verschluss gesenkt, damit der Phonationsstrom ohne Hindernis durch den Nasenraum austreten kann, z.B. [m]
- **Sprengung** (Plosive), z.B. [p]
- **Reibung** (Frikative), z.B. [f]
- **fließend** (Liquid), z.B. [l]
- **Schwingen** (Vibranten), z.B. [r]

Die folgende Abbildung 2.21 stellt die Klassifikation der deutschen Konsonanten hinsichtlich der artikulatorischen Phonetik dar. Für jeden Konsonant werden die Artikulationsstelle, die Artikulationsorgane (Artikulatoren) und der Artikulationsmodus (Artikulationsart) angegeben.

⁷ vgl. Pétursson, M., Neppert, J. (2002), S. 87

⁸ vgl. ebenda, S. 88

⁹ vgl. Storch, G. (2002), S. 51

¹⁰ vgl. ebenda, S. 52

Artikulationsorte		Artikulationsstellen		Oberlippe (Labium)	Zähne (Dentes)	Zahndamm (Alveolen)	Harter Gaumen (Palatum)		Weicher Gaumen (Velum)	Zäpfchen (Uvula)	Stimm-bänder
		Artikulationsorgane		Unterlippe		Zunge					Stimm-ritze (Glottis)
Artikulationsarten	Bezeichnung der Konsonanten		labial		dental	palatal		velar		uvular	
			bilabial	labio-dental	apico-alveolar	palato-alveolar	palato-dorsal	velar-dorsal			
Engebildung	Obstru-enten	Frikative	stimmlos (fortis)		f	s	ʃ	ç	x		h
			Stimmhaft (lenis)		v	z	ʒ	j	ʁ		
Verschlussbildung - mit folgender oraler Öffnung	Obstru-enten	Explosive	stimmlos (fortis)	p		t			k		ʔ
			Stimmhaft (lenis)	b		d			g		
- mit Öffnung und folgender Engebildung	Obstru-enten	Afrikata	pf			ts			kx		
- mit gesenktem Gaumensegel			So-nanten	Nasale	m		n				
- mit seitlicher Engebildung	So-nanten	Liquide		Laterale				l			
- mit (vibrierendem) intermittierendem Verschluss			Vibranten			r					

Abbildung 2.21: Die Klassifikation der deutschen Konsonanten hinsichtlich der artikulatorischen Phonetik¹¹

2.3 Glottisverschlusslaut

Glottisverschlusslaut trifft oft als Ersatzlaut bei LKG-Patienten auf. Deswegen wird hier der Begriff Glottisverschlusslaut erläutert. Glottisverschlusslaut wird auch als Glottisschlag oder Glottalstop bezeichnet. Er ist ein stimmloser glottaler Plosiv, der durch die plötzliche stimmlose Lösung eines Verschlusses der Stimmlippen gebildet wird.¹²

Glottisverschlusslaut tritt normalerweise im Wort- oder Silbenanlaut auf. Vokale sind z.B. vom vorhergehenden Laut durch einen Glottisverschlusslaut getrennt, wobei die Phonation neu einsetzt. Der Glottisverschlusslaut kann durch das Symbol [ʔ] dargestellt werden. Beispielsweise tritt der Glottisverschlusslaut beim Wort „miteinander [mitʔainandə]“ vor dem Diphthong [ai] auf. Bei den LKG-Patienten kommt der Glottisverschlusslaut möglicherweise als Ersatzlaut für die Konsonanten vor.

¹¹ Onlinebibliothek (2007), URL siehe Literaturverzeichnis

¹² Wikipedia (2007), URL siehe Literaturverzeichnis

Kapitel 3 Grundlagen der Lippen-Kiefer-Gaumenspalten

Diese Arbeit beschäftigt sich hauptsächlich mit den artikulatorischen Problemen der LKG-Patienten. Deshalb ist es wichtig, das klinische Bild der Lippen-Kiefer-Gaumenspalten zu beschreiben. In diesem Kapitel werden zuerst die verschiedenen Formen der LKG-Spaltbildungen vorgestellt. Danach werden die Häufigkeit und Ursachen der Spaltbildungen erklärt. Zum Schluss werden noch die Auswirkungen der LKG-Spaltbildungen auf die Patienten diskutiert. Dabei wird besonders die kompensatorische Artikulation vorgestellt.

3.1 Lippen-Kiefer-Gaumenspaltformen

Unter einer LKG-Spalte versteht man eine „angeborene, einseitige oder beidseitige Spaltbildung der Oberlippe, des Oberkiefers und des Gaumens“.¹³ Im Jahr 1967 haben sich Chirurgen aus 50 Ländern in Rom auf eine einheitliche Klassifikation der Spaltformen geeinigt. Die folgende Tabelle 3.11 stellt diese Klassifikation dar:

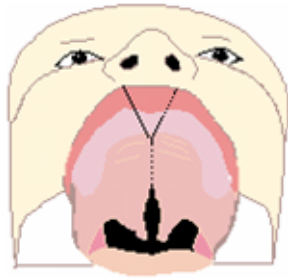
Gruppe 1: Spalten des vorderen embryonalen Gaumens	
	a) Lippe: rechts und/oder links b) Kiefer: rechts und/oder links
Gruppe 2: Spalten des vorderen und hinteren embryonalen Gaumens	
	a) Lippe: rechts und/oder links b) Kiefer: rechts und/oder links c) Harter Gaumen: rechts und/oder links d) Weicher Gaumen: medial
Gruppe 3: Spalten des hinteren embryonalen Gaumens	
	c) Harter Gaumen: rechts und/oder links d) Weicher Gaumen: medial

Tabelle 3.11: Internationale Klassifikation der LKG-Spalten in Rom 1967¹⁴

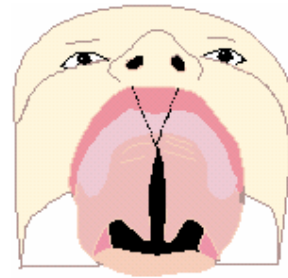
¹³ Peuser, G., Winter, S. (2000), S. 134

¹⁴ in Anlehnung an Wirth, G. (1994), S. 453

Die folgende Abbildung 3.11 stellt die typischen Spaltformen der Patienten sehr anschaulich dar.



Spalte des weichen Gaumens



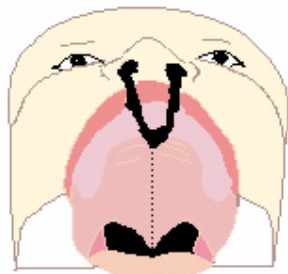
Spalte des harten und weichen Gaumens



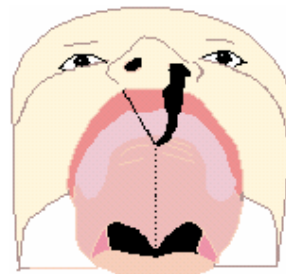
Lippenspalte, beidseitig



Lippenspalte, einseitig



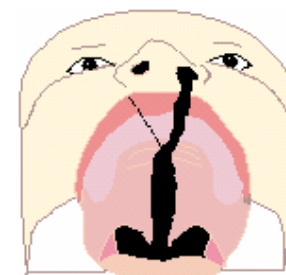
Spalte des harten Gaumens mit beidseitiger Lippenspalte



Spalte des harten Gaumens mit einseitiger Lippenspalte



Spalte des harten und des weichen Gaumens mit beidseitiger Lippenspalte



Spalte des harten und des weichen Gaumens mit einseitiger Lippenspalte

Abbildung 3.11: Verschiedene Lippen-Kiefer-Gaumenspaltenformen¹⁵

¹⁵ Bilder und Beschreibungen aus Wikipedia (2008), URL siehe Literaturverzeichnis

3.2 Häufigkeit und Ursachen der Spaltbildungen

Die Häufigkeit der LKG-Spalten liegt bei 1: 500-700. Die Häufigkeit der unterschiedlichen Spaltformen ist wie die Folgenden: ¹⁶

- Lippen-Kiefer-Spalten mit und ohne Gaumenbeteiligung treten bei 50-70% aller Spaltformen auf, darunter 66% männliche und 34% weibliche Spaltträger
- Isolierte Gaumenspalten liegen bei 30-50% aller Spaltformen, darunter 65% weibliche und 35% männliche Spaltträger
- Linksseitige LKG-Spalten sind doppelt so häufig wie rechtsseitige
- Einseitige Spalten sind 2 bis 3 mal häufiger als doppelseitige Spalten

Die mögliche Ursache der Spaltbildungen liegt überwiegend bei Vererbung (12-40%). Darüber hinaus führen z.B. Viruskrankungen der Mutter in der Schwangerschaft auch zur Spaltbildung. Außerdem spielt das höhere Lebensalter der Mutter auch eine Rolle dabei. ¹⁷

3.3 Auswirkungen der LKG-Spalten

Kinder mit LKG-Spalten sind meist schon von der Geburt an durch funktionelle Störungen beeinträchtigt, die im Bereich der Nahrungsaufnahme, der Gesichtsmimik, des Gehörs, des organischen Wachstums, der Atmung und der Sprachentwicklung liegen. ¹⁸ In dieser Arbeit wird besonders die durch Spaltbildungen beeinträchtigte Sprechweise der Patienten untersucht. Deshalb geht es besonders darum, welche Auswirkungen der LKG-Spalten auf die Phonation und Artikulation der Patienten haben.

Da die vorhandene Trennung zwischen dem Mundhohlraum und Nasenhohlraum durch die Spaltbildungen aufgehoben wird, wird der Nasenhohlraum als Resonanzraum stets zugeschaltet. Einerseits klingt die Sprache dadurch nasalisiert. Andererseits ist der expiratorische Phonationsstrom im Mundhohlraum relativ schwach, denn ein Teil der Luft entweicht ständig durch den Nasenhohlraum. ¹⁹

¹⁶ vgl. Wirth, G. (1994), S. 455f.

¹⁷ vgl. ebenda. S. 456

¹⁸ vgl. Neumann, S. (2000), S. 23

¹⁹ vgl. Storch, G. (2002), S. 81

Darüber hinaus können Laute nicht normal an den Artikulationsstellen gebildet werden, denn die Bildung angemessener artikulatorischer Gesten wesentlich durch die Spaltbildungen erschwert oder sogar unmöglich macht.²⁰ Unter den verschiedenen Spaltbildungen führt die Gaumenspalte besonders zu den folgenden Störungen:²¹

- a) Schallmodifikation des Phonationsstroms wird gestört, weil es nicht möglich ist, einen oralen Resonator zu bilden. Die Vokale verfügen dadurch über den Nasalklang, der bei [a] am geringsten und bei [i] und [u] am stärksten ist.
- b) Die Konsonantenbildungen werden in den Teil des Ansatzrohres verlagert, wo Verschluss- und Engenbildung noch möglich ist, also in den hypopharyngalen und laryngalen Bereich.
- c) Der glottale Schwingungsmechanismus wird durch die erhöhte Kompression der Stimmlippen gestört, weil diese kompensatorisch durch übergroßen subglottalen Druck überspannt werden.

Die oben genannten Störungen zeigen, dass LKG-Patienten oft kompensatorische Artikulationsgesten benutzen. Kompensatorische Artikulation ist eine häufige Sprechauffälligkeit bei LKG-Patienten.

²⁰ vgl. Storch, G. (2002), S. 81

²¹ vgl. Drachmann, G. (Hrsg.), Ölberg, H, (1975), S. 150

Kapitel 4 Stand der Forschung

Im diesen Kapitel wird der Forschungsstand der kompensatorischen Artikulation der LKG-Patienten vorgestellt, was dieser Arbeit einen grundlegenden Rahmen liefert. Zuerst wird es erklärt, warum LKG-Patienten oft versuchen, die Artikulation kompensatorisch zu realisieren. Dabei wird das Sprachproduktionsmodell von Guenther vorgestellt, um die möglichen Ursachen der kompensatorischen Artikulation zu erläutern. Darüber hinaus werden die aktiven und passiven Strategien von Harding und Grunwell eingeführt, um das Phänomen der kompensatorischen Artikulation in der Praxis zu diskutieren. Anschließend werden die Charakteristika der kompensatorischen Artikulation bei LKG-Patienten beschrieben, die aus den vergangenen Publikationen stammen. Dabei werden besonders die verlagerten Lautbildungen und die dadurch entstandenen Ersatzlaute ausführlich diskutiert.

4.1 Sprechfehler bei LKG-Patienten

LKG-Spaltbildungen führen dazu, dass die normalen Artikulationsgesten nicht richtig realisiert werden können. Dies verursacht hauptsächlich Sprechfehler bei LKG-Patienten. Die möglichen Sprechfehler können wie Folgendes zusammengefasst werden:²²

- Kompensatorische Artikulation
- Sprachentwicklungsverzögerung
- Zu starke nasale Stimmresonanz
- Hörbarer Luftverlust durch die Nase beim Sprechen
- Unspezifische Konsonantenbildung
- Stimmstörung
- Zischlautstörung durch Zahnfehlstellung
- Zu geringe nasale Stimmresonanz
- Veränderte Stimmlage (zu tiefe oder zu hohe Stimme)

Ferner hat Godbersen²³ die Sprechfehler noch nach drei Fehlerkategorien klassifiziert, die in der folgenden Tabelle 4.11 dargestellt werden.

²² vgl. Specht-Moser, B., URL siehe Literaturverzeichnis

²³ vgl. Godbersen, G.S. (1997), S. 564

Fehlerkategorie	Infolge von	Beispiel
Primär	Richtige Artikulationsgesten bei abweichender organischer Struktur	Hypernasalität, schwache Plosive, Affrikaten und Frikative
Sekundär	Kompensatorische Artikulation für die abweichende organische Struktur	Glottalverstärkung oder Glottalersatz für Plosive, Nasale oder pharyngale Friktion als Ersatz für Frikative, Ersatzartikulationsstellen
Tertiär	Artikulatorisch oder psychisch verursachte Überforderung des Phonationsapparates	Rauhe, knarrende, gepresste, oder verhauchte Stimme

Tabelle 4.11 Sprechfehlerkategorien infolge von Lippen-, Kiefer-, Gaumenspalten²⁴

Primäre Sprechfehler entstehen durch abweichende organische Struktur trotz richtiger Artikulationsgesten. Die Symptome dieser Kategorie sind beispielsweise Hypernasalität, schwache Plosive, Affrikaten und Frikative. Sekundäre Sprechfehler werden durch kompensatorische Artikulation verursacht. Dazu gehören beispielsweise Glottalverstärkungen oder Glottalersatz für Plosive, nasale oder pharyngale Reibegeräusche als Ersatz für Frikative sowie Ersatzartikulationsstellen. Solche Ersatzlaute entstehen normalerweise durch die Verlagerungen der Artikulationsstellen. Tertiäre Sprechfehler entstehen durch eine artikulatorische oder psychisch verursachte Überforderung des Phonationsapparates. Die Symptome sind beispielsweise rauhe, knarrende, gepresste oder verhauchte Stimme.²⁵ Diese Arbeit beschäftigt sich hauptsächlich mit den sekundären Sprechfehlern der LKG-Patienten. Harding und Grunwell haben sich vor allem auf die Artikulationsfehler bei LKG-Patienten konzentriert und haben die Artikulationsfehler wie Folgendes klassifiziert:²⁶

²⁴ Godbersen, G.S. (1997), S. 564

²⁵ vgl. Godbersen, G.S. (1997), S. 564

²⁶ vgl. Harding, A., Grunwell, P. (1996), S. 331ff.

- Veränderung des Artikulationsortes
- Veränderung der Artikulationsart
- Eine komplette Ersetzung des Ziellautes durch eine kompensatorische Artikulationsbewegung

Darunter ist die kompensatorische Artikulationsbewegung der Schwerpunkt dieser Arbeit.

4.2 Kompensatorische Artikulation der LKG-Patienten

Wegen der Spaltbildungen greifen viele LKG-Patienten zu einer Ersatzartikulation, um deutlicher sprechen zu können, damit sie den kommunikativen Erfolg erreichen können.²⁷

Kompensatorische Artikulation ist eigentlich falsch platzierte Lautproduktion. Wie es oben schon erwähnt wurde, definierte Harding und Grunwell die kompensatorische Artikulation als eine komplette Ersetzung des Ziellautes durch eine kompensatorische Artikulationsbewegung.²⁸

Kompensatorische Artikulation ist ein sehr häufiges Phänomen bei LKG-Patienten. Ölberg hat kompensatorische Artikulation wie Folgendes beschrieben:²⁹ *“Es sind Lautbildungen, die auch nach erfolgreichen Gaumenoperationen und gutem Management des Velopharyngalen Abschlusses (Gaumensegel-Rachenhinterwand-Abschluss) weiter existieren und sogar parallel zu den korrekten Lautbildungen erhalten bleiben können.”* Dies bedeutet, sogar nach einer erfolgreichen Verschlussoperation kann kompensatorische Artikulation bei Patienten noch erhalten werden.

Wohlleben hat in seiner Arbeit auch die kompensatorische Artikulation auf ähnliche Weise dargestellt³⁰: *“Sie ist unter Umständen auch dann anzutreffen, wenn das Ziel der Primärchirurgie, ein funktionell intaktes Velum herzustellen, durchaus gelungen ist und der Patient eigentlich nicht gezwungen ist, einen ungenügenden velopharyngalen Abschluss artikulatorisch z.B. durch Ersatzlaute zu kompensieren. Nach eigenen Beobachtungen ist sie sogar das häufiger anzutreffende Phänomen spalttypischer Symptome.”* Dies bedeutet, obwohl die Patienten nach der

²⁷ Drachman, G. (Hrsg.), Ölberg, H, (1975), S. 150

²⁸ vgl. Harding, A., Grunwell, P. (1996), S. 331ff.

²⁹ ebenda

³⁰ Wohlleben, U.(2004), S. 37

Verschlussoperation normale Artikulation produzieren können, wird die kompensatorische Artikulation noch oft bei Ihnen erhalten.

Kompensatorische Artikulation führt bei LKG-Patienten hauptsächlich zur Verlagerung der Artikulation bzw. Ersatzlautbildung. Nach Neumann ist die Verlagerung der Artikulation nach rückwärts typisch bei Kindern mit LKG-Spalte.³¹ Sie haben diese Kompensationsmechanismen entwickelt, um sich ihre Aussprache möglichst der Muttersprache annähern zu können. Die folgende Abbildung 4.21 zeigt ein typisches Beispiel für kompensatorische Artikulation bei LKG-Patienten.

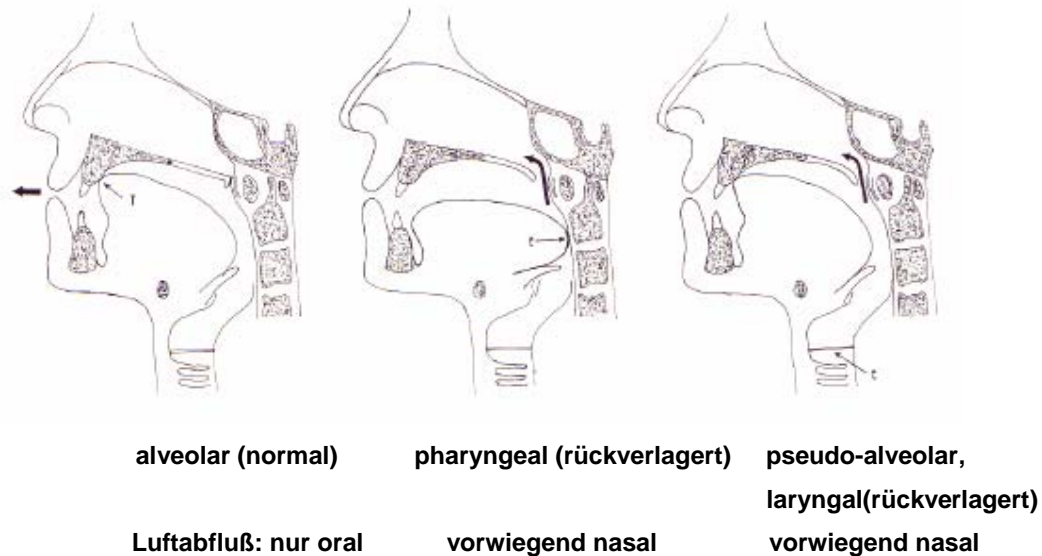


Abbildung 4.21: Kompensatorische Artikulation am Beispiel des Lautes [t]³²

Der Laut [t] wird normalerweise am Zahndamm (alveolar) gebildet. Aber wenn der LKG-Patient wegen der Spaltbildungen nicht in der Lage ist, an dieser Artikulationsstelle den Laut zu bilden, versucht er dann kompensatorisch den Laut an einer anderen verfügbaren Artikulationsstelle zu produzieren. Die Abbildung 4.21 zeigt, dass der Laut [t] bei LKG-Patienten pharyngal oder laryngal rückverlagert werden kann. Der verlagerte Laut kann als Ersatzlaut betrachtet werden. Dies bedeutet, der zu bildende Laut wird kompensatorisch durch andere Laute oder sogar Geräusche ersetzt.³³ Im diesen Fall wird der Laut [t] durch pharyngale oder

³¹ vgl. Neumann, S. (2000), S. 38

³² Pfeifer, G., Pirsig, W., Wulff, J., Wulff, H.(1981), S. 149

³³ vgl. Neumann, S. (2000), S. 36

laryngale Explosionen substituiert. Solche Explosionen lassen sich als Ersatzgeräusche identifizieren.

Darüber hinaus kann kompensatorische Artikulation auch zur Nasalität führen.³⁴ Die Kinder mit LKG-Spalten versuchen wegen der Spaltbildungen die kompensatorischen Artikulationsgesten, z.B. den Zungenrücken anzuheben und kompensatorisch den Spaltbereich dadurch abzudecken. Deshalb ändern sich die räumlichen Verhältnisse im Ansatzrohr so, dass der Phonationsstrom eher durch den Nasopharynx und somit durch die Nase entweicht und sich folglich die Nasenresonanz vergrößert. Dies bedeutet, Nasalität ist auch eine Sprechauffälligkeit der kompensatorischen Artikulation bei LKG-Patienten.

Die Sprechauffälligkeiten wie unverständliche Ersatzgeräusche und deutliche Nasalität kommen sehr oft als Folgerungen der kompensatorischen Artikulation vor. Kompensatorische Artikulation führt daher bei LKG-Patienten zur hohen Sprechauffälligkeit und schlechten Verständlichkeit. Deshalb muss kompensatorische Artikulation sprachtherapeutisch behandelt werden.³⁵

Godbersen³⁶ hat in seiner Arbeit darauf hingewiesen, dass die Verlagerung der Artikulation nicht bei allen Spaltpatienten vergleichbar auftritt, denn die Form der Spaltbildung und der Sprachentwicklungsstand zum Zeitpunkt der Verschlussoperation sind beim jeden Patienten unterschiedlich. Dies ist sicherlich eine Schwierigkeit für diese Arbeit, um die Charakteristika der kompensatorischen Artikulation der LKG-Patienten systematisch zu beschreiben.

³⁴ Vgl. ebenda, S. 35

³⁵ vgl. Bressmann, T., Sader, R., Merk, M. usw., S. 273

³⁶ vgl. Godbersen, G.S. (1997), S. 564

4.3 Mögliche Erklärungen für kompensatorische Artikulation bei LKG-Patienten

4.3.1 Ansatz des Sprachproduktionsmodells von Guenther

Kompensatorisches Artikulationsverhalten ist nicht nur ein einziges Phänomen bei LKG-Patienten, sondern auch ein häufiges Phänomen bei den natürlichen Äußerungen. Beispielsweise können koartikulatorische Einflüsse und unterschiedliche Lautstärke des Sprechens zur kompensatorischen Artikulation führen.³⁷ Ein Beispiel dafür ist der Laut [r] im amerikanischen Englisch. Ein Sprecher verwendet oft verschiedene Modifikationen des Vokaltrakts in unterschiedlichen phonetischen Kontexten, um den Laut [r] zu realisieren.³⁸ Dies bedeutet, der Sprecher verwendet automatisch kompensatorische Artikulation im bestimmten Kontext, um das gewünschte Ziel [r] zu produzieren. Das Phänomen kann anhand des Sprachproduktionsmodells von Guenther erklärt werden.

Guenther hat basierend auf den vergangenen Arbeiten der Sprachproduktionstheorie das DIVA Modell entwickelt. Es handelt sich um ein neuronales Modell des Spracherwerbs und der Sprachproduktion. Die wichtigsten Komponenten des Modells entsprechen verschiedenen Regionen des Gehirns, die bei der Sprachproduktion aktiv sind. Die folgende Abbildung 4.31 stellt das DIVA Modell dar. In dieser Arbeit wird nicht ausführlich erklärt, wie das Modell funktioniert, sondern der Ansatz des Modells wird vorgestellt. Denn der Ansatz des Modells hinsichtlich der Sprachproduktion liefert eine plausible Erklärung für kompensatorisches Artikulationsverhalten. Die folgende Abbildung 4.31 stellt das DIVA Modell des Spracherwerbs und der Sprachproduktion dar.

³⁷ vgl. Tillmann, H.G., Geumann, A., Kroos, C. (1998), URL siehe Literaturverzeichnis

³⁸ vgl. Nieto-Castanon, A., Guenther, F.H., Perkell, J.S., Curtin, H. (2005), S. 4 f.

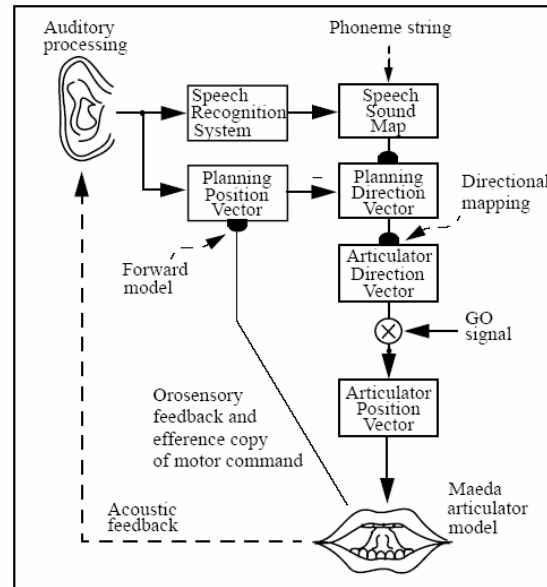


Abbildung 4.31 Das DIVA Modell des Spracherwerbs und der Sprachproduktion³⁹

Die Struktur des Modells ist ein neuronales Netzwerk, was durch das Lernen der verschiedenen „reference frames“ den Prozess der Sprachproduktion simuliert. Es gibt darunter „Muscle length reference frame“, „Articulator reference frame“, „Tactile reference frame“, „Constriction reference frame“, „Acoustic reference frame“ und „Auditory perceptual reference frame“.⁴⁰ Jedes „reference frame“ ist das gewünschte Ziel, das für jeden Schritt in der Sprachproduktion zu erreichen ist. Wie das Ziel erreicht wird, ist aber vom jeden einzelnen Sprecher abhängig, und auch vom jeden einzelnen phonetischen Kontext abhängig. Deshalb sind die Modifikationen des Vokaltrakts nicht nur bei verschiedenen Sprechern unterschiedlich, sondern auch bei demselben Sprecher unterschiedlich.

Der Ansatz von Guenther wurde so interpretiert⁴¹: *„Die Planung phonetischer Ziele in einer abstrakten, aufgabenspezifisch definierten Ebene erlaubt ein hohes Maß an Flexibilität. Da sich die Spezifikation nicht auf bestimmte Muskel- oder Artikulationsgruppen beschränkt, sondern aufgabenspezifisch erfolgt, weist die so definierte Planungsebene eine geringe Anzahl an Freiheitsgraden auf als die mit den Artikulatoren assoziierte Ebene. Somit können unendlich viele Kombinationen der Positionen der beteiligten Artikulatoren zum gewünschten Ziel auf der Ebene der*

³⁹ vgl. Guenther, F.H., Hampson, M., and Johnson, D. (1980), S. 5

⁴⁰ vgl. ebenda, S. 4ff.

⁴¹ Tillmann, H.G., Geumann, A., Kroos, C. (1998), URL siehe Literaturverzeichnis

zentral definierten Engebildungen führen.“ Noch genauer gesagt⁴²: Wenn die Planung phonetischer Ziele in Form akustischer Spezifikationen erfolgt, können die besagten Engebildungen an verschiedenen Stellen im Ansatzrohr flexibel kombiniert werden, um den gewünschten akustischen Output zu erzeugen. Dies bedeutet, ein Sprecher kann im Rahmen einer bestimmten akustischen Spezifikation unterschiedliche Artikulationsstellen verwenden, um das gewünschte phonetische Output zu produzieren. Im diesen Prozess kommt deshalb oft kompensatorisches Artikulationsverhalten vor.

Um kompensatorisches Artikulationsverhalten der LKG-Patienten zu erklären, kann dieser Ansatz auch eingesetzt werden. Durch die Sprachwahrnehmungen formt es im Sprachentwicklungsprozess eines LKG-Patienten ein gehörtes Lautmodell, das aus den verschiedenen phonetischen Zielen besteht. Der Patient versucht, das gehörte Lautmodell nachzusprechen, um das phonetische Ziel zu erreichen. Wegen der fehlenden Artikulationsstellen ist der Patient aber nicht in der Lage, die vorgesehenen Artikulationsstellen zu verwenden. Dann versucht er im Rahmen der akustischen Spezifikationen, die anderen Artikulationsstellen kompensatorisch zu verwenden, an denen die gewünschten Laute gebildet werden können.⁴³ Aber wegen der vorhandenen Spaltbildungen gelingt es vielen Patienten nur, den gewünschten phonetischen Output abweichend zu erzeugen.

4.3.2 Aktive und passive Strategien von Harding und Grunwell

Der Ansatz von Guenther basiert hauptsächlich auf den Theorien der Sprachproduktion. Im diesen Abschnitt wird der Ansatz von Harding und Grunwell vorgestellt. Harding und Grunwell haben sich mit den Charakteristika der LKG-Patienten auseinandergesetzt.⁴⁴ Sie haben eine plausible Erklärung für kompensatorisches Artikulationsverhalten der LKG-Patienten zusammengefasst, die auf den Kommunikationsstrategien beruht.

Es gibt zwei Alternativen des Artikulationsverhaltens bei LKG-Patienten. *„Es belastet entweder seine Artikulationsbasis mit größeren Anstrengungen beim Sprechvorgang, indem es sich dem Phoneminventar seiner Muttersprache bestmöglich anzunähern versucht und so leichter verstanden wird. Oder aber es vermeidet diese Anstrengung*

⁴² vgl. Tillmann, H.G., Geumann, A., Kroos, C. (1998), URL siehe Literaturverzeichnis

⁴³ vgl. Godbersen, G.S. (1997), S. 565

⁴⁴ vgl. Harding, A., Grunwell, P. (1996), S. 331ff.

in der eigenen Artikulation und nimmt stattdessen in Kauf, dass es für seine Umgebung anstrengender wird, seine Äußerungen zu verstehen.“⁴⁵ Man kann diese Erklärungen wie Folgendes interpretieren. Ein Patient mit der ersten Alternative verwendet sehr oft kompensatorische Artikulation, um Ersatzlaute kompensatorisch zu erzeugen, damit sich sein eigenes Phoneminventar der Muttersprache annähern kann. Ein Patient mit der zweiten Alternative artikuliert mit einer abgeschwächten Tension oder vor allem mit dem nasalen Durchschlag, die sich als primäre Sprechfehler bezeichnet (wird im Abschnitt 4.2 erklärt). Harding und Grunwell⁴⁶ betrachten die erste Alternative als aktive Strategie und die zweite Alternative als passive Strategie. Mit der aktiven Strategie versucht der Patient, die Einflüsse der funktionellen Einschränkungen durch die verlagerten Lautbildungen zu reduzieren, damit seine Sprache verständlicher wird. Wohlleben hat es so beschrieben:⁴⁷ „Ihre aktive Strategie zielt auf eine Entlastung der Sprachkapazität des Hörers durch leichtere Perzipierbarkeit der eigenen Äußerungen.“ Stattdessen machen die Patienten mit der passiven Strategie keine verstärkten artikulatorischen Anstrengungen und nehmen seine artikulatorischen Probleme im Kauf. Es besteht deshalb kein kompensatorisches Artikulationsverhalten bei solchen LKG-Patienten. Neumann hat in ihrer Arbeit die ähnliche Meinung ausgedrückt.⁴⁸ Die kompensatorische Artikulation ist eine eingeschliffene Angewohnheit bei den Patienten, die wissen, dass sie die normalen Laute nicht richtig aussprechen können. Dies bedeutet, solche Patienten sind sehr aktiv in der Kommunikation, weil sie über ein “Störungsbewusstsein” verfügen. Diese Angewohnheit ist aber später sehr schwer zu ändern und positiv zu beeinflussen. Die kompensatorische Artikulation wird bei solchen Patienten sogar nach der Verschlussoperation noch erhalten. In der Praxis hat es auch bewiesen, dass besonders kontaktfreudige und ausdrucksstarke Patienten mit LKG-Spalten eher kompensatorisches Artikulationsverhalten verwenden.⁴⁹ Sie greifen zur aktiven Kommunikationsstrategie, damit sie mit den Anderen besser kommunizieren können. Harding und Grunwell haben es auch festgestellt⁵⁰, vor allem bei den sehr kommunikativen Patienten, deren Eltern viel Wert auf ihre sprecherische Präzision legen, kommt

⁴⁵ Wohlleben, U.(2004), S. 72

⁴⁶ vgl. Harding, A., Grunwell, P. (1996), S. 331ff.

⁴⁷ Wohlleben, U.(2004), S. 75

⁴⁸ vgl. Neumann, S.(2002), S. 27ff.

⁴⁹ vgl. Meinhold, G. (1963), S. 596

⁵⁰ vgl. Harding, A., Grunwell, P. (1996), S. 337

kompensatorisches Artikulationsverhalten oft vor. Dieser Ansatz von Harding und Grunwell zeigt, dass kompensatorisches Artikulationsverhalten auch einen sehr engen Bezug mit der Kommunikationsstrategie hat.

4.4 Charakteristika der kompensatorischen Artikulation bei LKG-Patienten

Nach Godbersen⁵¹ gehört die kompensatorische Artikulation der LKG-Patienten zu sekundären Sprechfehler. In den vergangenen Publikationen wurde kompensatorische Artikulation der LKG-Patienten auch untersucht, aber es gibt selten eine systematische Beschreibung. In den folgenden Abschnitten werden die Charakteristika der kompensatorischen Artikulation anhand der vergangenen Publikationen diskutiert. Vor allem sind die verlagerte Lautbildung und die dadurch entstandenen Ersatzlaute die Charakteristika der kompensatorischen Artikulation.

4.4.1 Verlagerte Lautbildung

Verlagerte Lautbildung zählt zu den häufigsten Erscheinungen einer spalttypischen Sprechweise.⁵² Nach Neumann⁵³ ist die kompensatorische Lautersetzung die Sprechauffälligkeit, die LKG-Patienten typisch sind und auch nur bei diesen auftreten. LKG-Patienten können besonders die am Gaumen (palatal) und Gaumensegel (velar) gebildeten Laute nicht aussprechen. Deshalb sind besonders die am Gaumen gebildeten Laute wie [j] und [ç] und die am Gaumensegel gebildeten Laute wie [g], [k], [r] und [χ] betroffen. Solche Laute werden durch Ersatzgeräusche substituiert, die sich im Deutschen nicht als Laute identifizieren lassen.

Die Laute werden in der deutschen Sprache innerhalb von vier Artikulationszonen gebildet. Man unterscheidet sie grob zwischen den folgenden Zonen:⁵⁴

1. die Zone der Lippen oder Lippen-Zähne ([m], [b], [p], [f], [w])
2. der Zahndamm ([t], [d], [s], [l], [n])
3. der harte Gaumen ([ç], [j], [j])
4. der Gaumensegel ([k], [g], [χ], [r], [ŋ])

⁵¹ vgl. Godbersen, G.S. (1997), S. 564

⁵² vgl. Wohlleben, U. (2004), S. 37

⁵³ vgl. Neumann, S. (2002), S. 27

⁵⁴ vgl. ebenda, S. 29

Die folgende Abbildung 4.41 stellt die Artikulationszonen der normalen und rückverlagerten Lautbildung dar. Darüber hinaus werden auch die Ersetzungsregeln für die verlagerte Lautbildung beschrieben.

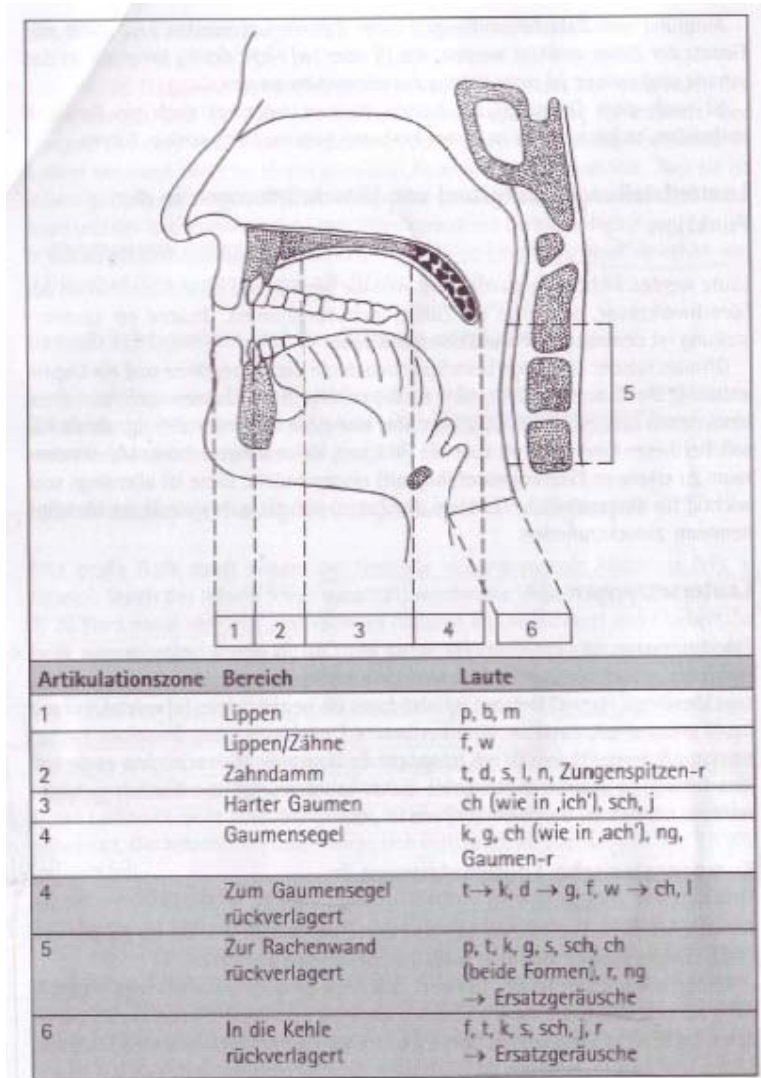


Abbildung 4.41: Die Artikulationszonen: Normale und rückverlagerte Lautbildung⁵⁵

LKG-Patienten verlagern die Lautbildungen nach hinten in den Gaumensegel-, Rachen- oder Kehlbereich.⁵⁶ Es handelt sich um eine Rückverlagerung der Laute. Besonders führt Gaumenspalte dazu, dass die dritte und vierte Artikulationszone nicht mehr funktionieren. Deshalb sind palatal und velar gebildete Konsonanten besonders davon betroffen. Beispielsweise wird ein [t] durch die Rückverlagerung

⁵⁵ vgl. Neumann, S. (2002), S. 28

⁵⁶ vgl. ebenda, S. 29

der Zunge ähnlich wie ein [g] ausgesprochen. Bei Lauten, die schon weiter hinten am Gaumen gebildet werden, z.B. [k], gibt es noch komplizierte Regel. Solcher Laut wird durch ein Stoßgeräusch ersetzt, welches im Rachen gebildet wird. Dies bedeutet, die Lautbildung wird hinter den Ort der Fehlbildung rückverlagert. Die Reibungslaute, wie z.B. [r] und [ʃ], werden nur so rückverlagert, dass die Geräusche in der Kehle entstehen.⁵⁷ In der fünften und sechsten Artikulationszone entstehen jeweils pharyngale und laryngale Lautersetzungen.

Nach Dieckmann⁵⁸ können die erste und zweite Artikulationszone in den Bereich hinter den Defekt des Gaumens verlagert werden. Die Frikative wie [j] und [ç], die im Bereich der dritten Artikulationszone sind, oder die Laute wie [g], [k], [χ] und [r], die im Bereich der vierten Artikulationszone gebildet werden, fallen auf Grund des fehlenden Bereiches völlig aus oder werden durch pharyngale und laryngale Explosionen ersetzt.⁵⁹

Nach Neumann ist das Sprechen der rückverlagerten Laute eine eingeschliffene Angewohnheit.⁶⁰ Verlagerte Lautbildung kommt oft bei den LKG-Patienten vor, die von eigenen Sprechauffälligkeiten bewusst sind. Dies bedeutet, die Kinder haben ein Störungsbewusstsein. Dies entspricht auch der aktiven Kommunikationsstrategie von Harding und Grunwell, die vorher schon erklärt wurde. Aus diesem Störungsbewusstsein versuchen die Kinder die Laute durch verlagerte Artikulation kompensatorisch zu produzieren. Diese Angewohnheit ist aber bei den Kindern sehr schwer zu verändern und positiv zu beeinflussen. Sie ist als Maschinerie bei solchen LKG-Patienten entwickelt.

In der Arbeit von Wulff werden die kompensatorischen Artikulationsgesten ausführlich beschrieben.⁶¹ In den folgenden Abbildungen werden die verlagerten Lautbildungen dargestellt.

⁵⁷ vgl. Neumann, S. (2002), S. 29

⁵⁸ vgl. Dieckmann, O. (1996), S. 253-277

⁵⁹ vgl. Neumann, S. (2000), S. 36

⁶⁰ vgl. ebenda, S. 29

⁶¹ vgl. Pfeifer, G., Pirsig, W., Wulff, J., Wulff, H. (1981), S. 148ff.

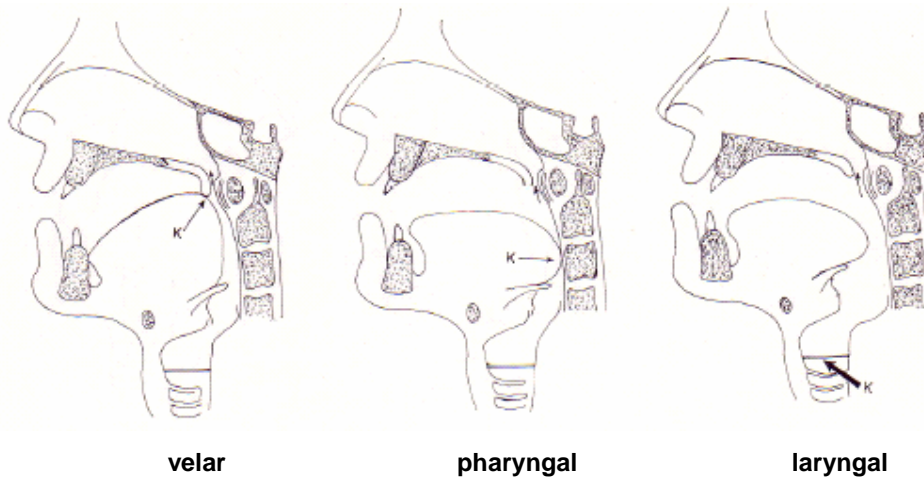


Abbildung 4.42 : Rückverlagerte Lautbildungen von [k] ⁶²

In der Abbildung 4.42 zeigt es, dass der Laut [k] velar, pharyngal oder laryngal bei LKG-Patienten verlagert gebildet werden können. Die verlagerten Lautbildungen lassen sich z.B. als Ersatzgeräusche identifizieren.

Die folgende Abbildung 4.43 beschreibt, dass der Laut [p] normalerweise bilabial gebildet werden soll. Aber durch die verlagerten Artikulationsgesten der LKG-Patienten können sie pharyngal oder pseudo-bilabial pharyngal gebildet werden. Dabei wird der Luftabfluss durch die verlagerte Lautbildung vorwiegend nasal.

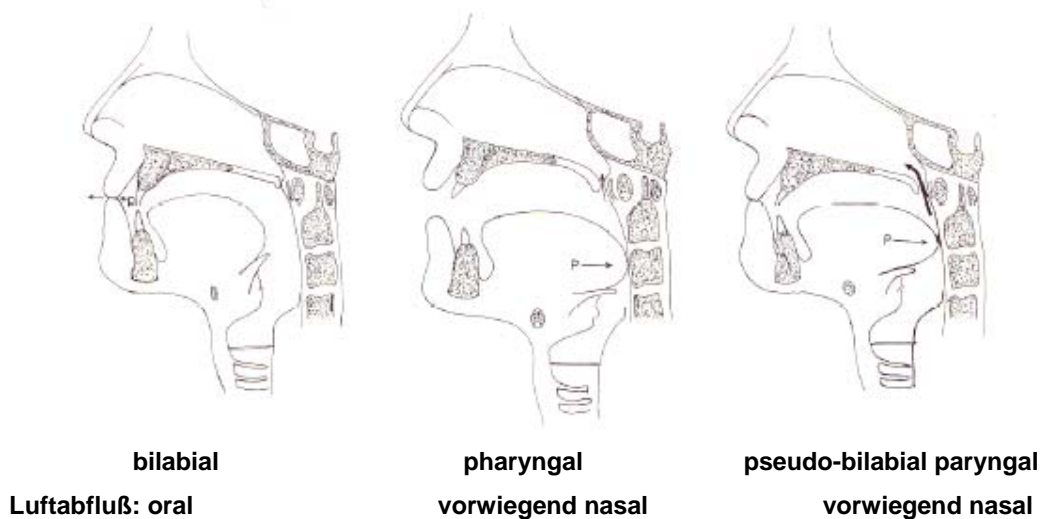


Abbildung 4.43: Normale und rückverlagerte Lautbildungen von [p] ⁶³

⁶² vgl. Pfeifer, G., Pirsig, W., Wulff, J., Wulff, H.(1981), S. 149

⁶³ ebenda, S. 150

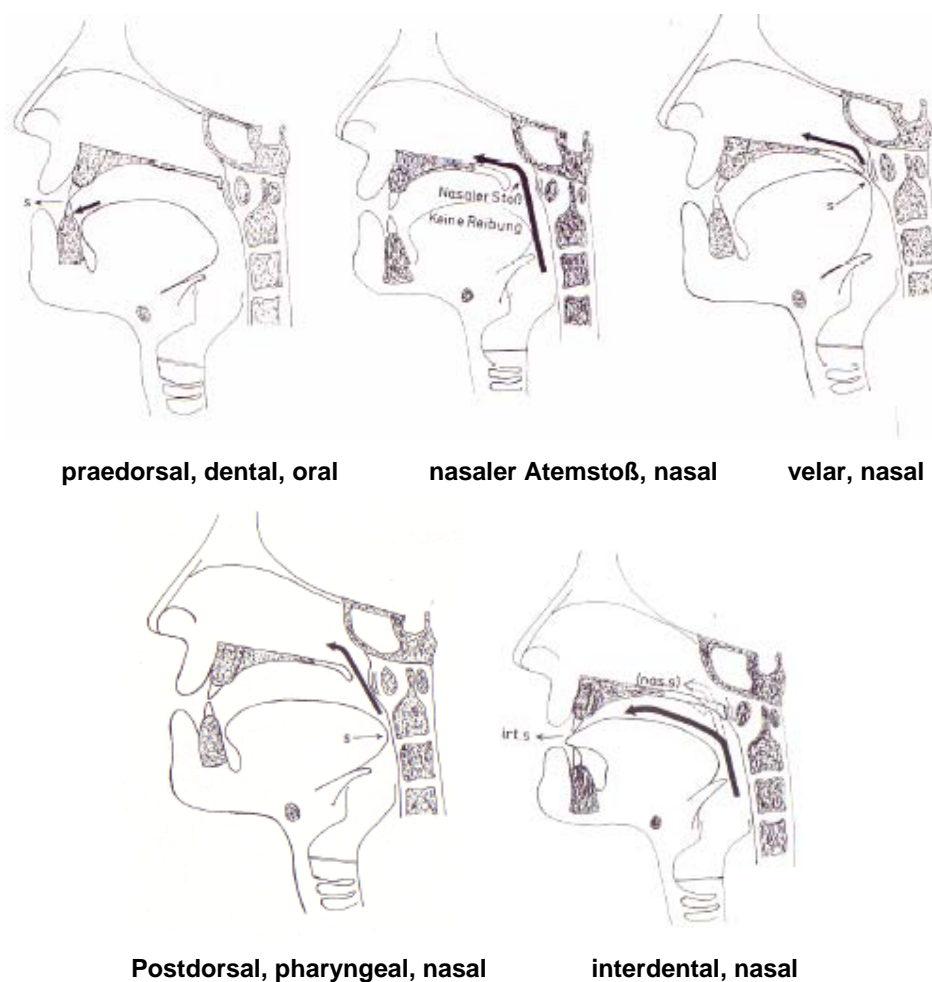


Abbildung 4.44: Normale und verlagerte Lautbildung von [s]⁶⁴

Die Abbildung 4.44 stellt die normalen und verlagerten Lautbildungen des Lautes [s] dar. Der Laut [s] kann durch einen nasalen Atemstoß ersetzt werden, der nicht hörbar ist oder wie ein Nasalgeräusch klingt. Bei dieser Artikulation gibt es keine Enge und Reibung, sondern einen nasalen Stoß. Der Laut [s] kann auch durch ein Geräusch ersetzt werden, was velar erzeugt wird. Dabei ist auch die Nasalität vorhanden. Darüber hinaus kann der Laut [s] durch ein Geräusch ersetzt werden, das durch die krächzende Reibung an der Rachenwand produziert wird. Außerdem kann [s] durch die Reibung zwischen Oberzähnen und Zungenspitze ersetzt werden, was sich als interdental bezeichnet.

⁶⁴ vgl. Pfeifer, G., Pirsig, W., Wulff, J., Wulff, H. (1981), S. 151-152

In der Arbeit von Trost-Cardamone wird die verlagerte Lautbildung auch beschrieben.⁶⁵ In seiner Arbeit werden die spalttypischen Lautbildungen wie Folgendes schematisch in der Abbildung 4.45 dargestellt.

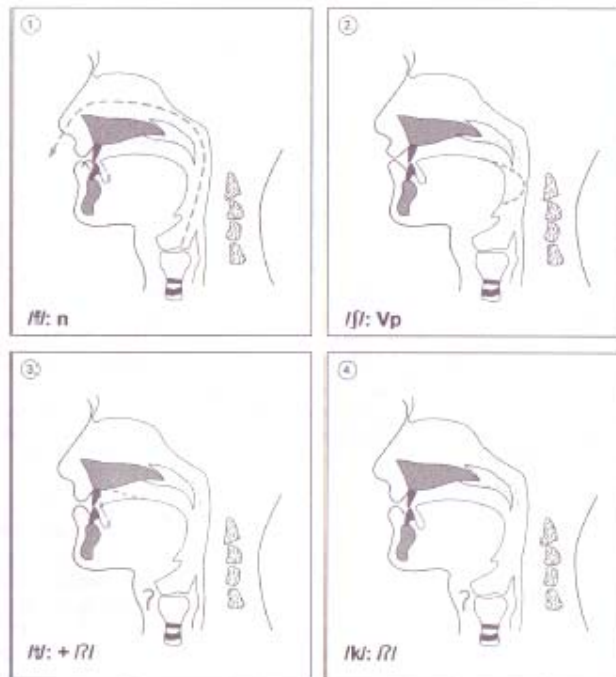


Abbildung 4.45: Schematische Darstellung einiger spalttypischer Lautbildungen⁶⁶

In der Abbildung 4.45 handelt es sich um die folgenden spalttypischen Lautbildungen:⁶⁷

- (1): Nasaler Durchschlag als vollständiger nasaler Expirationsstoß für [f]
- (2): Pharyngale Reibung für [ŋ]
- (3): Glottaler Stop für [t] unter Beibehaltung der korrekten Artikulationsstelle
- (4): Glottaler Stop für [k]

Darunter handeln sich (2) und (4) um die rückverlagerten Lautbildungen, die zur kompensatorischen Artikulation gehören. (1) und (3) können als primäre Sprechfehler betrachtet werden.

Zusammenfassend lässt es sich sagen, dass die verlagerten Lautbildungen als eine Art des kompensatorischen Artikulationsmusters betrachtet werden können, die sich um die Charakteristika der kompensatorischen Artikulation handeln.

⁶⁵ vgl. Trost-Cardamone (1981), S. 68ff.

⁶⁶ vgl. Wohlleben, U. (2004), S. 40

⁶⁷ vgl. ebenda, S. 40

4.4.2 Ersatzlaute und Ersetzungsregeln

In einer Verlagerung der Artikulationsstelle entstehen die Ersatzlaute, die sich als eine kompensatorische Art der Artikulation darstellen.⁶⁸ Die Lautersetzungen sind als hochgradig automatisierte artikulatorische Muster fest im Lautinventar des Patienten verankert.⁶⁹

In den vergangenen Publikationen werden die Ersatzlaute bei LKG-Patienten schon diskutiert. Dabei werden die Ersetzungsregeln für die Ersatzlaute abgeleitet, was eine wichtige Grundlage für diese Arbeit liefert.

Nach Godbersen⁷⁰ kann man die folgenden Ersetzungsregeln bei LKG-Patienten feststellen, die vorher schon kurz diskutiert werden:

- Glottalverstärkung oder Glottalersatz für Plosive
- Nasale oder pharyngale Friktion als Ersatz für Frikative

Neumann⁷¹ hat in ihrer Arbeit eine noch genauere Beschreibung für die Ersetzungsregeln der kompensatorischen Ersatzlaute bei LKG-Patienten angegeben, was im Abschnitt 4.4.1 auch kurz dargestellt wurde. Die folgende Tabelle 4.41 liefert einen Überblick über die Regeln.

Rückverlagerungen	Ersetzungsregeln
Zum Gaumensegel rückverlagert	[t] → [k] [d] → [g] [f], [w] → [ç], [χ], [l]
Zur Rachenwand rückverlagert	[p],[t],[k],[g],[s],[ʃ],[ç],[χ],[r],[R],[ŋ] → Ersatzgeräusche
In die Kehle rückverlagert	[f],[t],[k],[s],[ʃ],[i],[r],[R] → Ersatzgeräusche

Tabelle 4.41: Ersetzungsregeln der verlagerten Lautbildungen⁷²

⁶⁸ vgl. Wohlleben, U.(2004), S. 39

⁶⁹ vgl. Crystal, D. (1995)

⁷⁰ vgl. Godbersen, G.S. (1997), S. 564

⁷¹ vgl. Neumann, S.(2002), S. 28ff.

⁷² vgl. ebenda, S. 28, modifiziert

Wohlleben hat in seiner Arbeit die Ersetzungsregeln für Ersatzlaute wie Folgendes beschrieben.⁷³ Die alveolaren Laute [d], [t] und [n] werden durch solche ersetzt, die [g], [k] und [ŋ]-ähnlich, aber meist palatal statt velar gebildet werden.

Wirth⁷⁴ hat die Regeln der Ersatzlautbildungen und die Charakteristika der Ersatzlaute wie Folgendes zusammengefasst. Er hat auch dabei einen engen Zusammenhang zwischen den Spalttypen der LKG-Patienten und den Ersatzlauten gezeigt.

- Die Lippenlaute [b] und [p] werden bei Behinderung des Lippenschlusses durch m-ähnliche, nasale Explosionen (Stoßgeräusche) ersetzt.
- Die Zungenlaute [d] und [t] werden durch n-ähnliche ersetzt.
- Die Laute [g] und [k] fallen infolge des fehlenden Gaumens völlig aus oder werden durch pharyngale und laryngale Explosionen ersetzt.
- Die Reibelaute [f] und [v] können durch ein blasendes Geräusch ersetzt werden, das in der Nasenhöhle entsteht.
- Die Reibelaute [f], [v], [s], [z], [ç], [χ] und [ʃ] können durch genäselte Schnüffellaute ersetzt werden.
- Die Ersatzlaute der Zischlaute werden vom scharfen zischenden Geräusch begleitet, der durch die Reibung der Luft am Rande der angespannten Stimmlippen entsteht.
- Die Ersatzlaute des [r] werden meist im Rachen zwischen der Zungenwurzel und der Hinterwand des Rachens gebildet.
- Die Ersatzlaute der Explosive und Frikative erzeugen Nebengeräusche und Obertöne.

In der Arbeit von Meinhold⁷⁵ werden die Ersatzlautbildungen bei LKG-Patienten ausführlich untersucht. Er hat die Variabilität der Ersatzlautbildungen besonders berücksichtigt: *“Die Variabilität der Ersatzlautbildungen kann von Patient zu Patient beträchtlich sein, soweit es die Geräuschkonsonanten betrifft. Hier soll jedoch vornehmlich die typische Palatolalie, deren sich nach unseren Untersuchungen die überwiegende Mehrzahl der Patienten bedient, charakterisiert werden.”*⁷⁶ Er war der Meinung, dass die typischen Merkmale und Ersetzungsregeln der Ersatzlaute zusammengefasst werden sollen, obwohl die Variabilität der Ersatzlautbildungen bei

⁷³ vgl. Wohlleben, U. (2004), S. 38

⁷⁴ vgl. Wirth, G. (1994), S. 458

⁷⁵ vgl. Meinhold, G. (1963), S. 593ff.

⁷⁶ vgl. ebenda, S. 594

den Patienten vorhanden ist. Diese Systematisierung soll auf der Mehrzahl der Patienten beruhen. Dies entspricht auch der Motivation dieser Arbeit. Darüber hinaus sind die Störungen der Vokale bei den Patienten etwa ähnlich, auch wenn die verschiedenen Grade des offenen Näsels vorhanden sind.⁷⁷

Meinhold hat in seiner Arbeit beobachtet⁷⁸, dass die LKG-Patienten sehr früh ein wesentliches Mittel zum Ersatz der Geräuschartikulation entwickelt haben, um deutlich sprechen zu können. Das Mittel liegt in der Phonationsunterbrechung, und die Patienten fixierten damit die Artikulationsbemühung glottal. Er hat die Ersatzlaute und deren Ersetzungsregeln wie die Folgenden zusammengefasst.⁷⁹

Die glottalen Explosive

Während die normalen Explosivlautrealisationen an normalen Artikulationsstellen entstehen, werden die Explosive bei LKG-Patienten durch Glottissprengung ersetzt. Dies bedeutet, die LKG-Patienten ersetzen die Explosive durch Unterbrechung der Phonation und zwar durch Glottisverschluss. Solche glottalen Explosive können als [ʔ] dargestellt werden. Damit ergibt sich die folgende Regel:

[p], [t], [k],[b], [d], [g] → [ʔ]

Die laryngalen Frikative

Die normalen Frikative [s], [z], [ʃ] und [ç] werden bei LKG-Patienten durch laryngale Realisationen ersetzt. Die Frikative [f] und [v] fallen entweder völlig aus oder haben vorzugsweise leichtere nasale Reibegeräusche als Ersatz. Ein laryngaler Ersatz für [f] kommt selten vor. Ausnahmsweise wird der Laut [χ] pharyngal durch ein täuschend ähnliches Geräusch ersetzt. Zusammenfassend gibt es die folgenden Regeln:

[s], [z], [ʃ],[ç],[χ],[v] → Laryngale Frikative

[f] → Lautelision

Die pharyngalen Lautbildungen

Die pharyngalen Lautbildungen befinden sich oberhalb der Stimmlippen und zwischen gesenkter Epiglottis und hinterer Rachenwand. Während die laryngalen Lautbildungen akustisch von den normalen Lauten mehr abweichen, stellen die pharyngalen Ersatzlaute täuschend ähnliche Bildungen dar. Deshalb sind sie auch schwierig zu erkennen und identifizieren. In diesem Raum können die Laute [k], [g], [r], [χ] und [ŋ] durch Ersatzlaute realisiert werden. Es gibt damit die folgende Regel:

⁷⁷ vgl. Meinhold, G. (1963), S. 594

⁷⁸ vgl. ebenda, S.595

⁷⁹ vgl. ebenda, S.595ff.

[k], [g], [r], [χ], [ʁ] → pharyngale Lautbildungen

4.4.3 Rückverlagerte Vokale

Nicht nur die Produktion der Konsonanten sondern auch die Erzeugung der Vokale wird bei LKG-Patienten durch die Spaltbildungen beeinflusst. Dies bedeutet, kompensatorisches Artikulationsverhalten kann auch bei Vokalen auftreten.

Die Abbildung 4.41 stellt einen normalen und rückverlagerten Vokal am Beispiel des Lautes [a] dar. Im Vergleich zum normalen [a] weist der rückverlagerte [a] deutlich Näseln auf. Darüber hinaus entstehen verschiedene Ausprägungen von Divergenz und Konvergenz des Sprechmuskelsystems. Es handelt sich dabei um die kompensatorischen Artikulationsgesten. Nach Wulff tendieren die langen und geschlossenen Vokale leichter zum Näseln. Der Vokal [i] ist am höchsten von Näseln getroffen. Der Vokal [a] wird am wenigsten von Näseln beeinflusst.⁸⁰

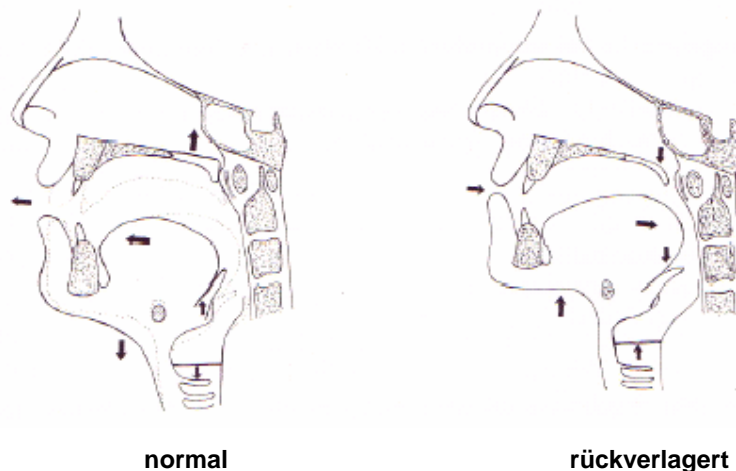


Abbildung 4.41: Normaler und rückverlagertes Vokal [a]⁸¹

Nach Neumann⁸² werden rückverlagerte Vokale auch nasal verfärbt und verlieren durch ihre inadäquate Bildung an Deutlichkeit und Klarheit. Da die Kontaktstelle der Zunge im Mundraum nicht einzuhalten ist, wird häufig ein dumpfer Klang bei ihrer Artikulation deutlich.

Meinhold war der Meinung, dass die Störung der Vokale bei verschiedenen LKG-Patienten sehr ähnlich ist, obwohl man verschiedene Grade des offenen Näsels

⁸⁰ vgl. Pfeifer, G., Pirsig, W., Wulff, J., Wulff, H.(1981), S. 148

⁸¹ ebenda, S. 148

⁸² vgl. Neumann, S.(2000), S. 36

unterscheiden kann. Er fasste die Charakteristika der rückverlagerten Vokale bei LKG-Patienten wie Folgendes zusammen.⁸³ Der zusätzliche Resonanzraum der Nase, der durch Spaltbildungen entstanden ist, bewirkt eine Verdampfung und Verwischung der Klangfarben der Vokale. Je weiter der orale Resonator ist, desto geringer wird die Näselsqualität der Vokale. Deshalb wird [a:] am wenigsten von Näseln betroffen. Bei [i:] und [e:] werden die Oberformanten (2500-4300 Hz) gedämpft, während im Grundtonbereich eine Zunahme der Amplitude zu verzeichnen ist. Auch bei [u:] und [o:] wird der Grundtonbereich wesentlich verstärkt, zusätzlich kommen eine Reihe höherer Teilfrequenzen (1280-3000 Hz) hinzu.

⁸³ vgl. Meinhold, G. (1963), S.601f.

Kapitel 5 Methode

Nach Wohlleben⁸⁴ ist eine präzise Feststellung des verlagerten Artikulationsortes mit rein auditiven Verfahren nur schlecht möglich, weil die meisten Ersatzlaute nicht aus dem Inventar der deutschen Standardlautung stammen. Bei der Aussprache der LKG-Patienten beherrscht die sehr schwer eindeutig von einander zu differenzierenden Geräuschqualitäten. Deshalb muss ein objektives und bildgebendes Verfahren für die Analyse der Sprechauffälligkeit gegeben werden. Spektrogramm wird als ein solches objektives und anschauliches Verfahren in dieser Arbeit eingesetzt.

Im diesen Kapitel wird die Methode erläutert, wie die Sprechfehler besonders die kompensatorische Artikulation bei LKG-Patienten lokalisiert und charakterisiert werden kann. Es handelt sich hauptsächlich um die spektrale Analyse der Sprachdaten mit Hilfe des Spektrogramms. Dazu wird zuerst die Grundlage der spektralen Analyse eingeführt. Anschließend werden die Sprachdaten beschrieben, die aus den LKG-Patientenprobanden und Kontrollgruppen stammten. Zum Schluss wird die Vorgehensweise der spektralen Analyse der Sprachdaten für diese Arbeit vorgestellt.

5.1 Die Grundlagen der spektralen Analyse

5.1.1 Das Spektrogramm

Die spektrale Analyse der Sprachsignale wird hauptsächlich durch das Spektrogramm ermittelt. Das Spektrogramm (auch Sonagramm) stellt ein Sprachsignal in drei akustischen Dimensionen dar:⁸⁵

- Die Zeit: in Millisekunden, perzeptiv als Dauer wahrgenommen, wird auf der x-Achse von links nach rechts gelesen.
- Die Frequenz: in Hertz (Hz), perzeptiv als *Tonhöhe* wahrgenommen, wird auf der y-Achse von unten nach oben gelesen.
- Die Energie: bzw. Intensität des Signals, perzeptiv als *Lautstärke* bzw. *Intensität* wahrgenommen, wird auf der gedachten z-Achse des Spektrogramms am Grad der Schwärzung abgelesen.

⁸⁴ vgl. Wohllebe, U.(2004), S. 38

⁸⁵ vgl. Machelett, K. (1996), URL siehe Literaturverzeichnis

Jede vertikale Linie im Spektrogramm zeigt einen Glottisschlag, der die Stimmhaftigkeit des Sprachsignals kennzeichnet. Die Abstände der vertikalen Linien entsprechen der Frequenz des Glottisschlags. Man kann daraus die Frequenzänderungen im Verlauf des Sprachsignals ablesen. Die waagrechten Frequenzbänder, die verstärkte Energie aufweisen, können als Formanten bezeichnet werden.⁸⁶

Es gibt zwei Arten von Spektrogrammen zu unterscheiden.⁸⁷ Ein Breitband-Spektrogramm zeigt die hohe Auflösung im Zeitbereich. Dies bedeutet, die einzelnen Glottisschläge können gut sichtbar beobachtet werden. Ferner bietet es sich die Möglichkeit, die Formantenstruktur der Vokale gut verfolgen zu können. Ein Schmallband-Spektrogramm bietet aber eine hohe Auflösung im Frequenzbereich. Es kann den Tonhöhenverlauf und den Verlauf der Harmonischen gut darstellen. Diese Harmonischen sind als schmale, parallel Bänder zu erkennen.

In dieser Arbeit wird das Breitband-Spektrogramm verwendet, um die Sprachdaten der LKG-Patienten und Kontrollgruppen zu untersuchen. Es liegt daran, dass es die hohe Auflösung im Zeitbereich hilft, die Sprachsignale der LKG-Patienten und Kontrollgruppen gut unterscheiden zu können. Die folgende Abbildung 5.11 zeigt das Breitband-Spektrogramm der Frage "Heute ist frei?". Die schwarzen Frequenzbänder sind die Formanten der Vokale.

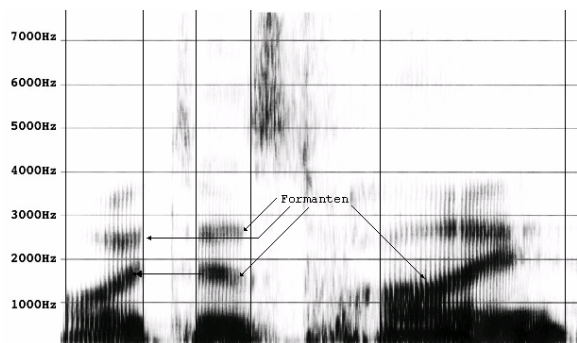


Abbildung 5.11: Das Breitband-Spektrogramm der Frage "Heute ist frei?"⁸⁸

⁸⁶ vgl. Machelett, K. (1996), URL siehe Literaturverzeichnis

⁸⁷ vgl. ebenda

⁸⁸ ebenda

5.1.2 Die spektralen Eigenschaften der betrachteten Laute

Um verschiedene Laute anhand des Spektrogramms zu unterscheiden und identifizieren, sollen zuerst die spektralen Eigenschaften der in dieser Arbeit zu betrachtenden Laute angegeben werden. Vor allem werden die Lautersetzungen der LKG-Patienten so festgestellt, dass man anhand der spektralen Eigenschaften die spektralen Abweichungen zwischen den Lauten der Patientenprobanden und Vergleichprobanden bestätigt. Als Folgendes werden die spektralen Eigenschaften der zu betrachteten Laute angegeben.

a). Glottisverschlusslaut

Die Verschlussphase eines Glottisverschlusslautes ist immer stimmlos. Dabei gibt es auch keine Aspirationsphase. Mehrere Verschlusslösungen sind möglich. Ihr Abstand zum folgenden Vokal kann bis zu dreimal so groß sein wie der zwischen zwei regulären Stimmbandschwingungen des Folgevokals. Der glottale Burst verfügt über mehrere Bereiche hoher Energiekonzentration, die mit den Formantenwerten des nachfolgenden Vokals übereinstimmen. Es kommen keine Formantentransitionen vom glottalen Burst zum Folgevokal vor.⁸⁹

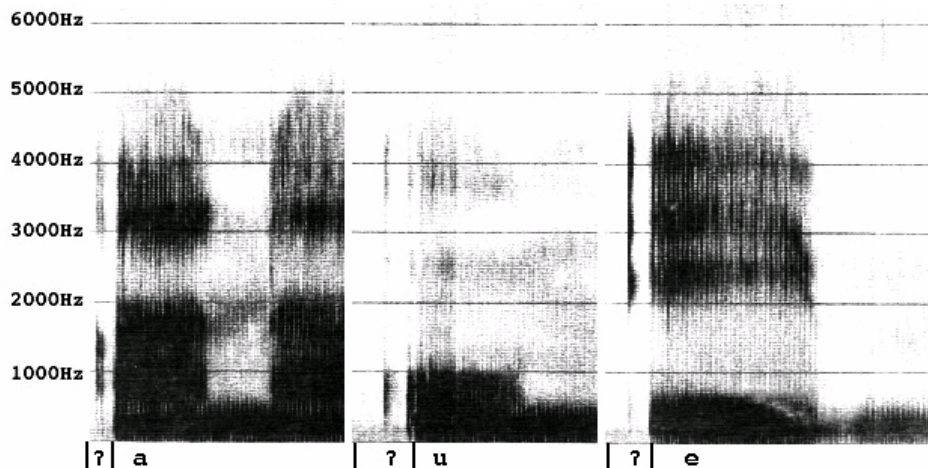


Abbildung 5.12: Glottisverschlusslaut vor dem Vokal [a], [u] und [e]⁹⁰

⁸⁹ vgl. Machelett, K. (1996), URL siehe Literaturverzeichnis

⁹⁰ ebenda

Die Abbildung 5.12 zeigt das Spektrogramm, auf dem der Glottisverschlusslaut vor den Vokalen [a], [u] und [e] steht. Es ist deutlich zu betrachten, dass es einen deutlichen Abstand zwischen Verschlusslösung und Vokalbeginn gibt.

b). Zum Gaumensegel rückverlagerte Lautbildungen

In dieser Arbeit wird hauptsächlich die folgende Ersetzungsregel als zum Gaumensegel rückverlagerte Lautbildung betrachtet, dass der Laut [t] durch den Laut [k] ersetzt wird.

Der Laut [t] ist ein alveolarer Plosiv. Seine typische spektrale Eigenschaft besteht darin, dass sein Spektrum flach oder im oberen Frequenzbereich über 4000 Hz dominiert. Zusätzlich weist sein Burst meistens eine unterbrochene Struktur und keine Mehrfachlösungen auf.⁹¹

Im Vergleich zum Laut [t] ist der Laut [k] ein velarer Plosiv. Sein Burst verfügt meistens über eine Mehrfachverschlusslösung. Und Die Energiekonzentration steht im mittleren Frequenzbereich zwischen 1000 Hz und 3500 Hz.⁹²

c). Laryngaler Frikativ

Für den laryngalen Frikativ im deutschen Lautinventar handelt es sich um den Laut [h]. Nach Meinhold⁹³ ersetzen LKG-Patienten manche Frikative durch laryngale Frikative. Solche laryngalen Frikative sollten über ähnliche spektrale Eigenschaften wie der Laut [h] verfügen, weil sie an der ähnlichen Artikulationsstelle produziert werden. Natürlich sind Unterschiede zwischen solchen laryngalen Frikativen und [h] vorhanden. Aber es ist ausreichend, wenn man anhand der spektralen Eigenschaften des Lautes [h] die laryngalen Frikative bei den LKG-Patienten identifiziert. Dafür gibt es die folgenden Merkmale⁹⁴ für die laryngalen Frikative. Die Vokalqualität der laryngalen Frikative beziehen sich aus dem phonetischen Kontext. Dies bedeutet, seine Formantenstruktur wird sowohl vom vorausgehenden als auch vom folgenden Vokal beeinflusst. Nur scheint der dritte Formant F3 konstant und damit unabhängig vom Vokalkontext zu sein. Er verfügt über den Frequenzbereich zwischen 2500 Hz und 2800 Hz.

Um solche laryngalen Frikative von den normalen Frikativen zu unterscheiden, müssen hier noch die spektralen Eigenschaften der betroffenen Frikative diskutiert

⁹¹ vgl. Machelett, K. (1996), URL siehe Literaturverzeichnis

⁹² vgl. ebenda

⁹³ vgl. Meinhold, G. (1963), S.593ff.

⁹⁴ vgl. ebenda

werden. Die folgenden spektralen Eigenschaften⁹⁵ der Frikative werden berücksichtigt:

1. Der Laut [ʃ] verfügt über die stärkste Energie. Und sein Energieschwerpunkt liegt im Bereich von 2500 Hz bis 7000 Hz.
2. Der Laut [χ] verfügt über die Friktionsenergie bis in die untersten Frequenzbereiche. Und sein Spektrum weist eine relativ gut ausgeprägte formantenähnliche Struktur auf.
3. Im Vergleich zum Laut [ʃ] ist die Schallintensität des Lautes [ç] wesentlich schwächer. Der Frequenzschwerpunkt des Lautes [ç] reicht hinunter bis ca. 3000 Hz. Darüber hinaus kann der Laut [ç] eine formantenähnliche Struktur aufweisen.
4. Hohe Schallintensität ist beim Laut [z] vorhanden. Der Laut [z] verfügt über einen Energieschwerpunkt im Bereich von 5000 Hz bis 8000 Hz.
5. Durch die Ausbildung des Frikativs mit zunehmender Verschlussöffnung zeigt sich der Laut [ts] sehr deutlich eine schräg verlaufende Untergrenze des frikativten Energieschwerpunktes.

d). Laryngale Lautbildungen

Nach Meinhold⁹⁶ befinden sich die laryngalen Lautbildungen der LKG-Patienten oberhalb der Stimmlippen und zwischen gesenkter Epiglottis und hinterer Rachenwand. Während die laryngalen Lautbildungen akustisch von den normalen Lauten mehr abweichen, stellen die pharyngalen Ersatzlaute täuschend ähnliche Bildungen dar. Dies bedeutet, die pharyngalen Lautbildungen sollen über ähnliche Formantenstruktur im Vergleich zu den dadurch ersetzten Lauten verfügen. Darüber hinaus führt⁹⁷ die pharyngale Artikulation dazu, dass der zweite Formant F2 tief oder in mittlerer Position liegt. Außerdem befindet sich das Rauschmaximum im Bereich des Formanten F2. Aber aufgrund der nur kleinen spektralen Abweichungen sind pharyngale Lautbildungen sehr schwer zu identifizieren.

e). Rückverlagerte Vokale

Nach Neumann⁹⁸ und Meinhold⁹⁹ weisen rückverlagerte Vokale bei LKG-Patienten oft Nasalität auf. Die Nasalität bewirkt eine Verdampfung und Verwischung der

⁹⁵ vgl. ebenda

⁹⁶ vgl. Meinhold, G. (1963), S.593ff.

⁹⁷ vgl. Pétursson, M., Neppert, J. (2002), S. 92

⁹⁸ vgl. Neumann, S.(2000), S. 36

⁹⁹ vgl. Meinhold, G. (1963), S.601f.

Klangfarben der Vokale. Auf dem Spektrum soll eine gedämpfte Formantenstruktur bei den rückverlagerten Vokalen vorhanden sein. Besonders werden die oberen Formanten F3 und F4 davon betroffen.

5.2 Die Sprachdaten

Die Sprachdaten dieser Arbeit bestehen aus den Sprachaufnahmen der LKG-Patienten und der Kontrollgruppe. Die Sprachaufnahmen der LKG-Patienten stammten aus der Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgischen Klinik der Universität Erlangen-Nürnberg. Die Sprachdaten der Kontrollgruppe werden in einem Kindergarten und einer Grundschule in Erlangen aufgenommen.

Alle Sprachdaten werden durch das Programm PEAKS¹⁰⁰ aufgenommen, was zur Evaluation und Analyse kindlicher Sprachstörungen dient. Im diesem Programm wird PLAKSS¹⁰¹ Test verwendet, der als psycholinguistische Analyse kindlicher Sprechstörungen bekannt ist. Das Testmaterial von PLAKSS umfasst insgesamt 99 Wörter, die fast alle möglichen Konsonanten bzw. Konsonantenkombinationen der deutschen Sprache umfassen. Als Folgendes wird die Wörterliste des PLAKSS Tests angegeben:¹⁰²

1 Mond	21 Frosch	41 Milch	61 Hase	81 Strumpf
2 Eimer	22 Quak	42 Eichhörnchen	62 Haus	82 Rutsche
3 Baum	23 Wurst	43 Taucher	63 Zange	83 Anker
4 Ball	24 Löwe	44 Buch	64 Katze	84 Bank
5 Gabel	25 Lampe	45 Roller	65 Pilz	85 Punkt
6 Blume	26 Teller	46 Schere	66 Zwerg	86 Arzt
7 Brief	27 Ball	47 Gießkanne	67 Hexe	87 Bild
8 Brille	28 Nuß	48 Nagel	68 Schuh	88 Hund
9 Zebra	29 Kanne	49 Berg	69 Tasche	89 Fenster
10 Pilz	30 Telefon	50 Glas	70 Fisch	90 Gespenst
11 Wippe	31 Dusche	51 Gras	71 Schlüssel	91 Schornstein
12 Korb	32 Feder	52 Grün	72 Schmetterling	92 Erdbeere
13 Pferd	33 Rad	53 Schlange	73 Schnecke	93 Heizung
14 Apfel	34 Drachen	54 Kuh	74 Spinne	94 Elefant
15 Topf	35 Tasse	55 Jacke	75 Schrank	95 Springt
16 Vogel	36 Auto	56 Sack	76 Schwein	96 Kaputt
17 Marienkäfer	37 Bett	57 Kleid	77 Stuhl	97 Unfall
18 Schiff	38 Trecker	58 Krokodil	78 Kiste	98 Tiger
19 Pflaster	39 Zitrone	59 Knöpfe	79 Nest	99 Gitarre
20 Flasche	40 Jäger	60 Sonne	80 Spritze	

¹⁰⁰ Maier, A. (2004), URL siehe Literaturverzeichnis

¹⁰¹ Fox, A.V. (2002)

¹⁰² vgl. Fox, A.V. (2002), S.63

Der PLAKSS Test wird durch das Programm PEAKS ausgeführt. Jedes Wort des Tests wird durch ein Bild dargestellt. Die Patienten sollen die Bilder benennen, damit jedes Wort ausgesprochen wird. Während des Prozesses werden alle ausgesprochenen Wörter durch das Programm automatisch aufgenommen.

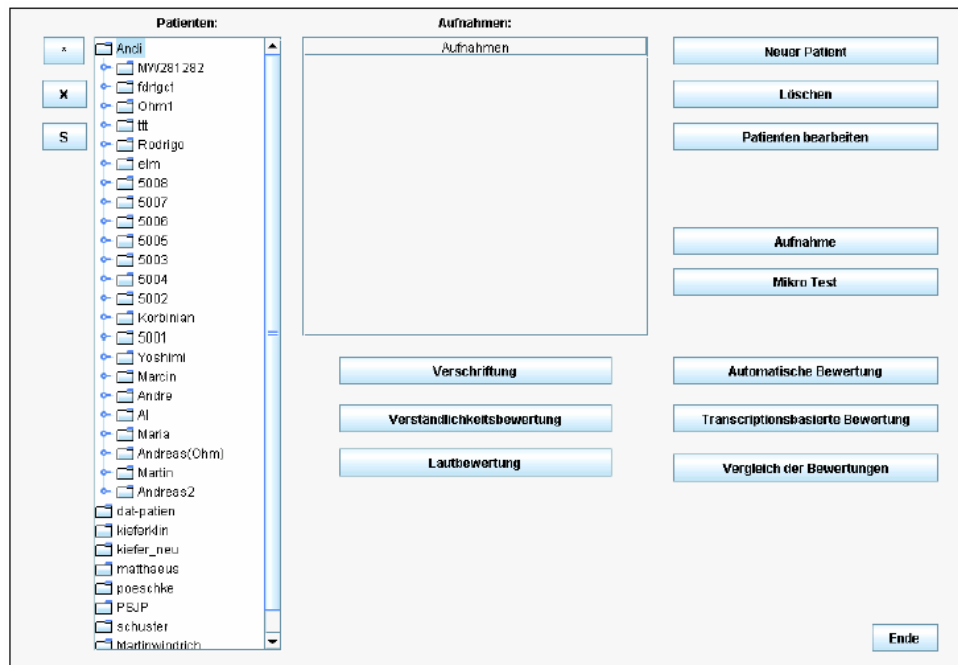


Abbildung 5.21: Das Hauptmenü von PEAKS¹⁰³

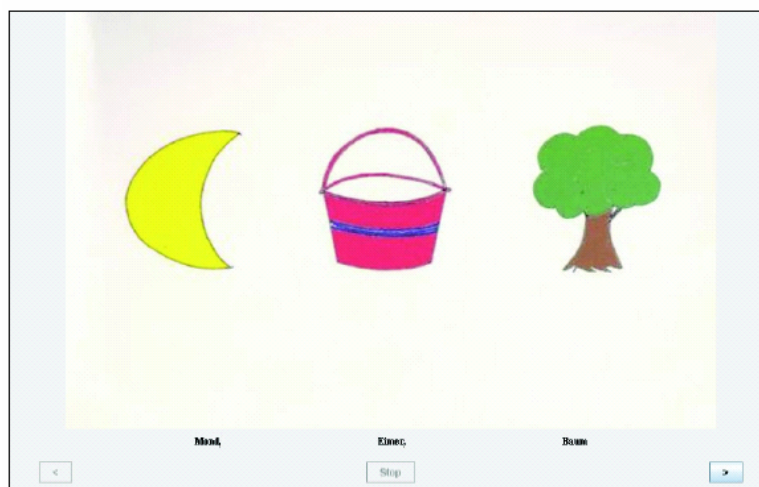


Abbildung 5.22: PLAKSS Test bei der Aufnahme im Programm PEAKS¹⁰⁴

¹⁰³ Maier, A. (2007), S. 10, URL siehe Literaturverzeichnis

¹⁰⁴ ebenda, S. 11

Die Abbildung 5.21 stellt das Hauptmenü des Programms dar. Über das Hauptmenü kann man die Sprachdaten durch die Funktion "Aufnahme" aufnehmen. Darüber hinaus können die Sprachdaten wiederholt und verglichen werden. Die Abbildung 5.22 zeigt, dass PLAKSS Test durch ein Bild während der Sprachaufnahme dargestellt wird. Die Patienten sollen die Gegenstände auf dem Bild benennen. Gleichzeitig werden seine Äußerungen durch das Programm aufgenommen. Außerdem werden die Gegenstände noch schriftlich vermerkt, damit es sich noch Hilfe bei der Identifikation der Gegenstände bietet.

Dieser Arbeit stehen die Sprachaufnahmen von insgesamt 160 LKG-Patienten zur Verfügung. Nach der auditiven Beurteilung werden 20 Patienten als Probanden davon ausgewählt, die über relativ schlechte sprachliche Verständlichkeit verfügen. Der Grund liegt darin, dass kompensatorische Artikulation öfter bei solchen Patienten vorkommen kann, die relativ schlechte sprachliche Verständlichkeit aufweisen. Die Kontrollgruppe wird so gebildet, dass es jedem Patientenprobanden einen Vergleichprobanden zur Verfügung steht. Der Vergleichproband soll prinzipiell über die gleiche Geschlecht und ein ähnliches Alter wie der Patientenproband verfügen, damit deren Spektrogramme unabhängig von solchen Faktoren verglichen werden können. In der Tabelle 5.21 werden die Informationen der Patientenprobanden und Vergleichprobanden angegeben. Bei den Patientenprobanden werden noch Informationen über die LKG-Formen der Patienten angegeben. Auf der gleichen Reihe der Tabelle befinden sich der Patientenproband und sein entsprechender Vergleichproband. Aber bei den Kindern im Kindergarten (Alter 4 bis 6 Jahre) spielt das Geschlecht bei der spektralen Analyse keine große Rolle, weil der deutliche akustische Unterschied zwischen den beiden Geschlechtern noch nicht vorhanden ist. Deswegen bei den Kindern zwischen 4 bis 6 Jahren wird das Geschlecht nicht angegeben. Die Patientenprobanden sind von 4 bis 12 Jahre (Zeitpunkt der Aufnahmen im Jahr 2006) mit dem durchschnittlichen Alter von ca. 5,6 Jahren. Die Vergleichprobanden sind von 4 bis 11 Jahre (Zeitpunkt der Aufnahmen in 2006) mit dem durchschnittlichen Alter von ca. 6,1 Jahren. Alle Kinder der Sprachdaten sprechen Deutsch als Muttersprache. Sie kommen aus dem Region Erlangen. Deshalb werden seine Artikulationen möglicherweise zum Teil durch das Frankendialekt verfärbt, was auch die entsprechenden spektralen Eigenschaften leicht beeinflussen kann. Bei den Patientenprobanden gibt es 3 Probanden mit isolierten Gaumenspalten, 5 Probanden mit LKG auf der linken Seite, 7 Probanden

mit LKG auf den beiden Seiten, 3 Probanden mit LKG auf der rechten Seite, 1 Probanden mit Kiefer und Gaumenspalte und 1 Probanden mit beiderseitigen Lippen-Kiefer-Spalten und medianen Gaumenspalten. Alle Patientenprobanden verfügen über mögliche Gaumenspalte.

Patientenprobanden				Vergleichprobanden		
Patienten ID	Geschlecht	Geburtsdatum	Befund	Proband ID	Geschlecht	Geburtsdatum
2003	f	13.03.2001	Gaumenspalte	40601	unbekannt	04.06.2001
20007	f	21.05.2002	Gaumenspalte	111002	unbekannt	11.10.2002
20008	f	01.10.2000	Gaumenspalte	41000	unbekannt	04.10.2000
20031	m	25.05.2001	LKG links	40101	unbekannt	04.01.2001
25419	f	22.12.1998	LKG beiderseitig	1088	f	01.09.1998
36269	m	01.08.1998	LKG links	1058	m	16.02.1998
m010015f01	m	10.02.1994	LKG links	1024	m	28.09.1995
m010017f01	m	01.11.1998	LKG rechts	1057	m	16.02.1998
m011034f01	m	12.03.1997	LKG rechts	1072	m	01.03.1998
m011090f01	m	30.09.2002	LKG beiderseitig	111002	unbekannt	20.11.2002
m011103f01	m	13.01.2001	LKG links	40101	unbekannt	04.01.2001
m011108f01	m	01.11.1998	LKG rechts	1084	m	01.10.1998
m011121f01	m	25.09.2000	Kiefer Gaumenspalte	110800	unbekannt	11.08.2000
m011128f01	m	17.02.1998	LKG beiderseitig	1072	m	01.04.1998
m011127f01	m	21.01.2002	LKG beiderseitig	180202	unbekannt	18.02.2002
w010001f01	f	25.08.2000	LKG beiderseitig	41000	unbekannt	04.10.2000
w011054f01	f	16.09.1997	Lippenkieferspalte beiderseitig mediane Gaumenspalte	1064	f	05.06.1998
w011063f01	f	09.07.1999	Mediane Gaumenspalte	1064	f	05.06.1998
w011094f01	f	24.10.2002	LKG links	180202	unbekannt	18.02.2002
w011099f01	f	31.03.2001	LKG beiderseitig	90401	unbekannt	01.04.2001

Tabelle 5.21: Informationen der Patientenprobanden und Vergleichprobanden

5.3 Vorgehensweise der spektralen Analyse

Die Spektrogramme der Patientenprobanden und Vergleichprobanden werden zuerst durch das Open Source Programm Wavesurfer¹⁰⁵ erzeugt und danach miteinander verglichen. Wenn deutliche spektrale Abweichungen bzw. Unterschiede vorhanden sind, werden die Spektrogramme für die nähere Analyse ausgewählt. Durch die Analyse der spektralen Eigenschaften werden die spektralen Abweichungen bzw. Unterschiede als Ersatzlaute bzw. Ersatzgeräusche interpretiert. Da sich manche spektrale Abweichungen nicht eindeutig identifizieren lassen, werden in dieser Arbeit

¹⁰⁵ Kåre Sjölander und Jonas Beskow (2006), URL siehe Literaturverzeichnis

nur die spektralen Abweichungen berücksichtig, die anhand der spektralen Eigenschaften deutlich als bekannte Ersatzlaute bzw. definierbare Ersatzgeräusche festgestellt werden können.

Die betroffenen Wörter aus dem PLAKSS-Test werden mit IPA-Symbolen per Hand transkribiert. Die Ersatzlaute bzw. Ersatzgeräusche, die nicht durch IPA-Symbole beschrieben werden können, werden abhängig von deren spektralen Eigenschaften mit „Friktion“ oder „Ersatzgeräusch“ vermerkt. Durch die Funktion „Formant Flot“ werden die Formanten F1 bis F4 durch 4 farbige Linien dargestellt. Die folgende Abbildung 5.23 zeigt ein Beispiel des Programms Wavesurfer, auf dem ein Spektrogramm mit seiner Formantenstruktur und Transkription dargestellt wird.

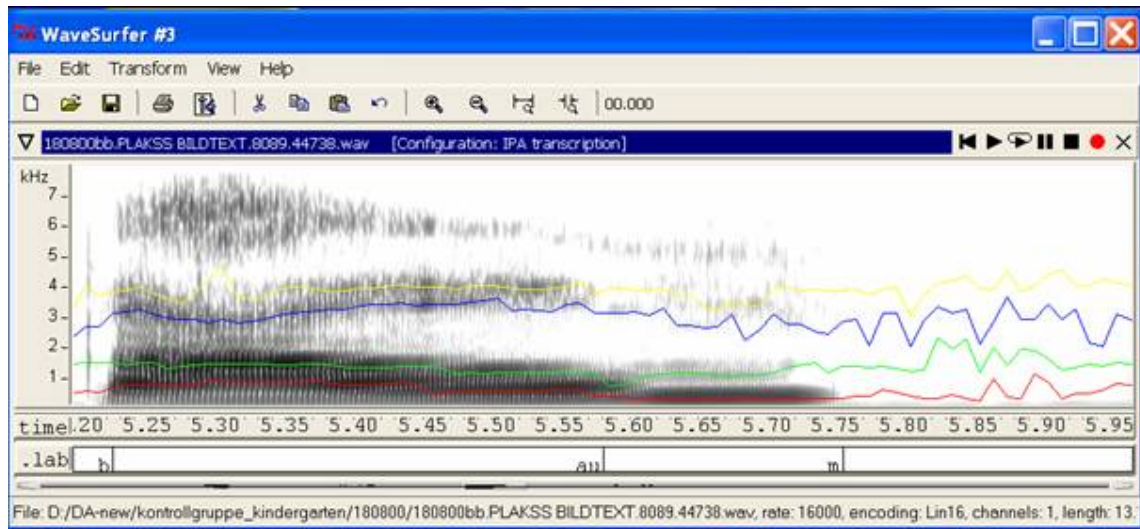


Abbildung 5.23: Das Programm Wavesurfer stellt Spektrogramm mit Formantenstruktur und Transkription dar

Kapitel 6 Spektrale Analyse der kompensatorischen Artikulation

Im diesen Kapitel wird die kompensatorische Artikulation der LKG-Patienten anhand der spektralen Analyse charakterisiert und systematisiert. Die Spektrogramme jedes Patientenprobanden werden mit den Spektrogrammen seines Vergleichsprobanden verglichen. Der Fokus der spektralen Analysen liegt besonders darin, dass die kompensatorischen Ersatzlaute bzw. Ersatzgeräusche durch ihre abweichende spektrale Eigenschaften zu lokalisieren und charakterisieren.

Durch die spektrale Analyse der Sprachdaten werden die folgenden Charakteristika der kompensatorischen Artikulation bei LKG-Patienten festgestellt. Bei den Konsonanten treten die folgenden Merkmale der kompensatorischen Artikulation auf. Der Glottisverschlusslaut tritt relativ oft als Ersatzlaut bei LKG-Patienten auf. Zum Gaumensegel rückverlagerte Lautersetzung kommt auch bei LKG-Patienten vor. Es handelt sich nämlich um die Lautersetzung, dass der Laut [t] durch den Laut [k] ersetzt wird. Darüber hinaus ist es auch möglich, dass manche Konsonanten nicht artikuliert werden. Es handelt sich zwar um die Lautelision. Noch als rückverlagerte Lautersetzungen treten larygale Frikative und pharygale Lautersetzungen auf. Darüber hinaus werden die Vokale auch durch die kompensatorische Artikulation beeinflusst. Es handelt sich damit um die rückverlagerten Vokale. Die oben genannten Merkmale werden anhand der Beispiele aus den Sprachdaten in den folgenden Abschnitten ausführlich beschrieben.

6.1 Glottisverschlusslaut als Ersatzlaut

Der Glottisverschlusslaut ist ein stimmloser glottaler Plosiv, der durch die plötzliche stimmlose Lösung eines Verschlusses der Stimmlippen gebildet wird (siehe Abschnitt 2.3). Während die normalen Explosivlautrealisationen an normalen Artikulationsstellen entstehen, werden nach Meinhold¹⁰⁶ (siehe Abschnitt 4.4.2) die Explosive bei LKG-Patienten durch Glottissprengung ersetzt. Es gibt entsprechend die folgenden Regeln:

[p], [t], [k],[b], [d], [g] → [ʔ]

¹⁰⁶ vgl. Meinhold, G. (1963), S. 593ff.

Durch die spektrale Analyse der Sprachdaten wird es festgestellt, dass der Glottisverschlusslaut als Ersatzlaut bei den 14 von 20 Patientenprobanden vorgekommen ist. Dies entspricht insgesamt 70% der Patientenprobanden. Das bedeutet, dass der Glottisverschlusslaut als Lautersetzungen relativ konsistent bei den LKG-Patienten ist. Es gibt damit die folgenden Ersetzungsmöglichkeiten durch den Glottisverschlusslaut:

[p], [t], [k], [b], [d], [g], [s], [ʃ], [ts], [χ], [ç], [z] → [ʔ]

Dies bedeutet, dass nicht nur Explosive sondern auch Frikative durch den Glottisverschlusslaut ersetzt werden können. Aber im Vergleich zu Explosiven werden Frikative viel seltener durch den Glottisverschlusslaut ersetzt. Die Lautersetzungen durch den Glottisverschlusslaut sind in den Spektrogrammen relativ leicht zu erkennen, weil es deutliche spektrale Abweichungen zwischen dem Glottisverschlusslaut und den normalen Konsonanten besteht.

Lautersetzungen Patienten ID	[t]- >[ʔ]	[k]- >[ʔ]	[d]- >[ʔ]	[g]- >[ʔ]	[b]- >[ʔ]	[p]- >[ʔ]	[s]- >[ʔ]	[ʃ]- >[ʔ]	[ts]- >[ʔ]	[χ]- >[ʔ]	[ç]- >[ʔ]	[z]- >[ʔ]
w01109-9f01	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
w01109-4f01	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
w01106-3f01	0	2	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
w01105-4f01	1	0	2	2	3	1	0	0	0	0	0	0
w01000-1f01	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
m01112-7f01	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
m01112-8f01	2	1	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0
m01110-3f01	1	1	0	1	2	0	1	1	2	1	0	1
m01001-5f01	0	2	1	1	0	0	1	5	2	0	1	1
20003	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
20007	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20031	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
m01112-1f01	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
m01110-8f01	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabelle 6.11: Verteilung der Ersetzungsmöglichkeiten durch den Glottisverschluss bei Patientenprobanden

Diese Tabelle 6.11 zeigt die Verteilung der Ersetzungsmöglichkeiten durch den Glottisverschlusslaut bei den Patientenprobanden. Die Zahl entspricht der Häufigkeit der möglichen Lautersetzungen beim jeden Patienten. Es handelt sich hier nicht um eine exakte Anzahl der Lautersetzungen sondern nur um eine grobe statische Zusammenfassung. Es liegt daran, dass manche spektrale Abweichungen sich nicht klar identifizieren lassen. In dieser Arbeit werden nur die Lautersetzungen berücksichtigt, die durch die spektralen Abweichungen deutlich identifiziert werden können.

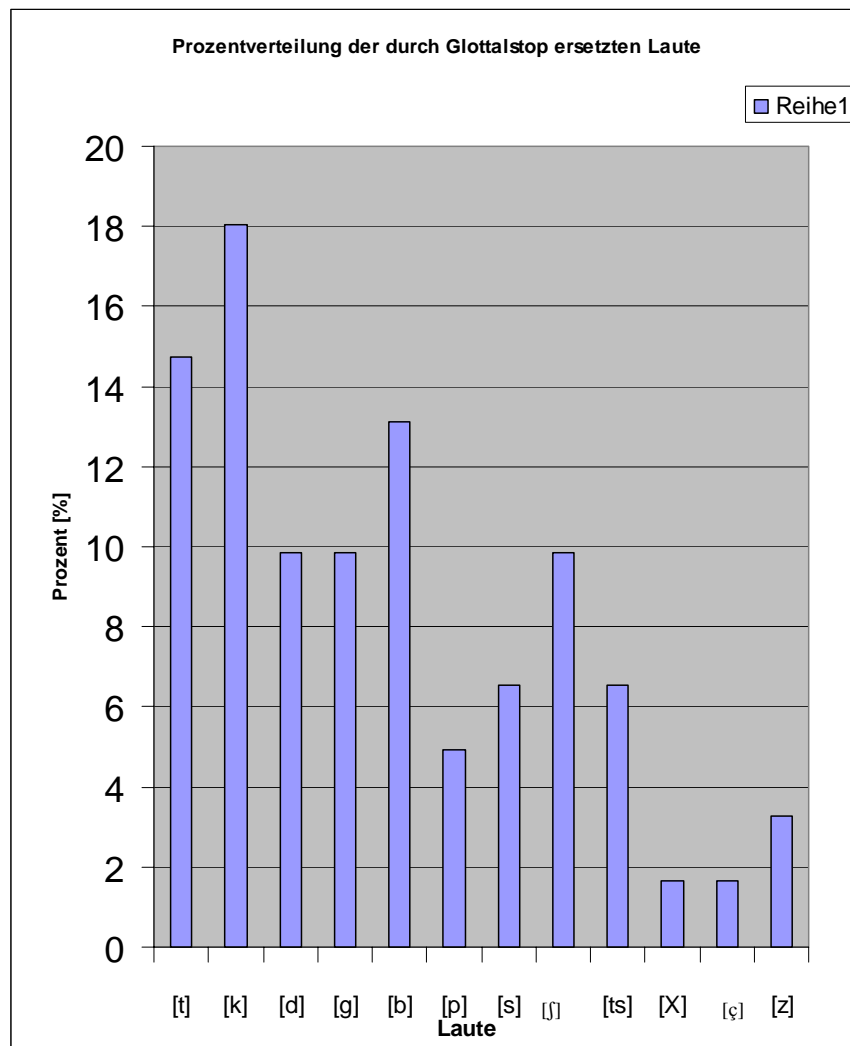
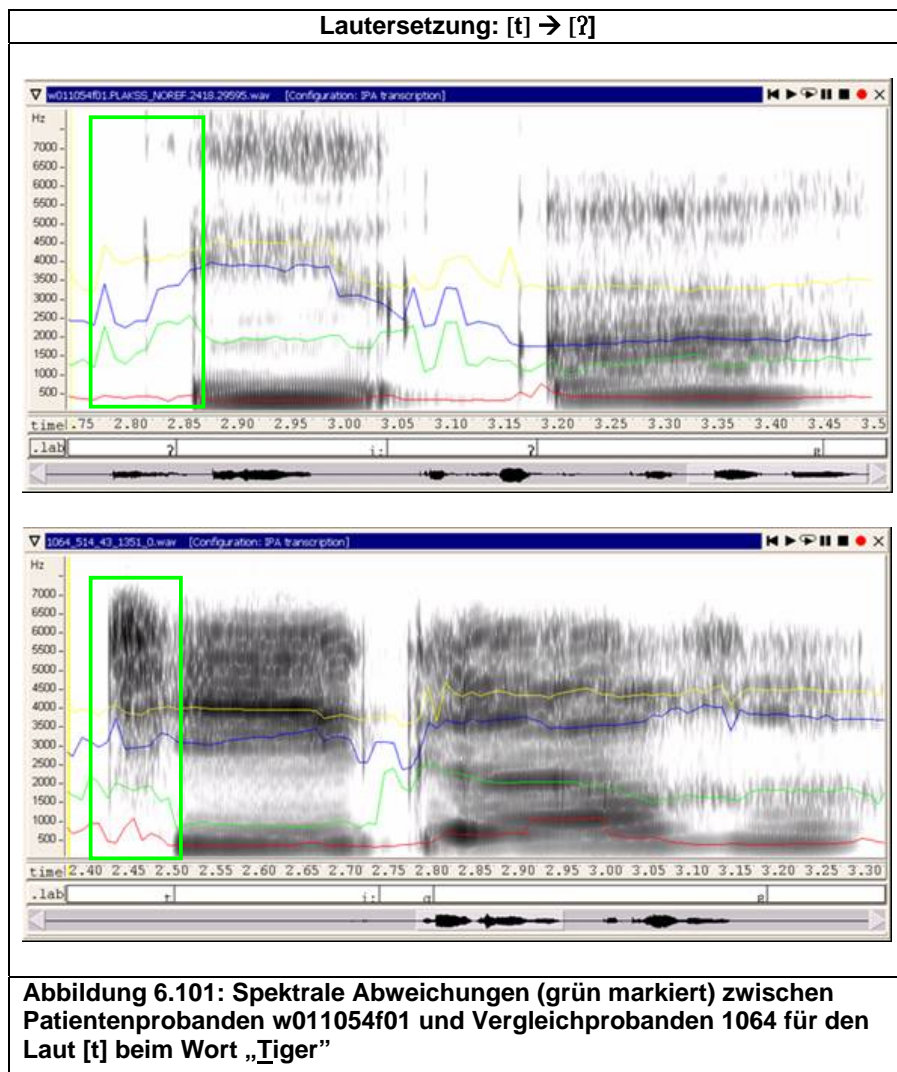


Abbildung 6.12: Prozentverteilungen der durch den Glottisverschlusslaut ersetzten Konsonanten

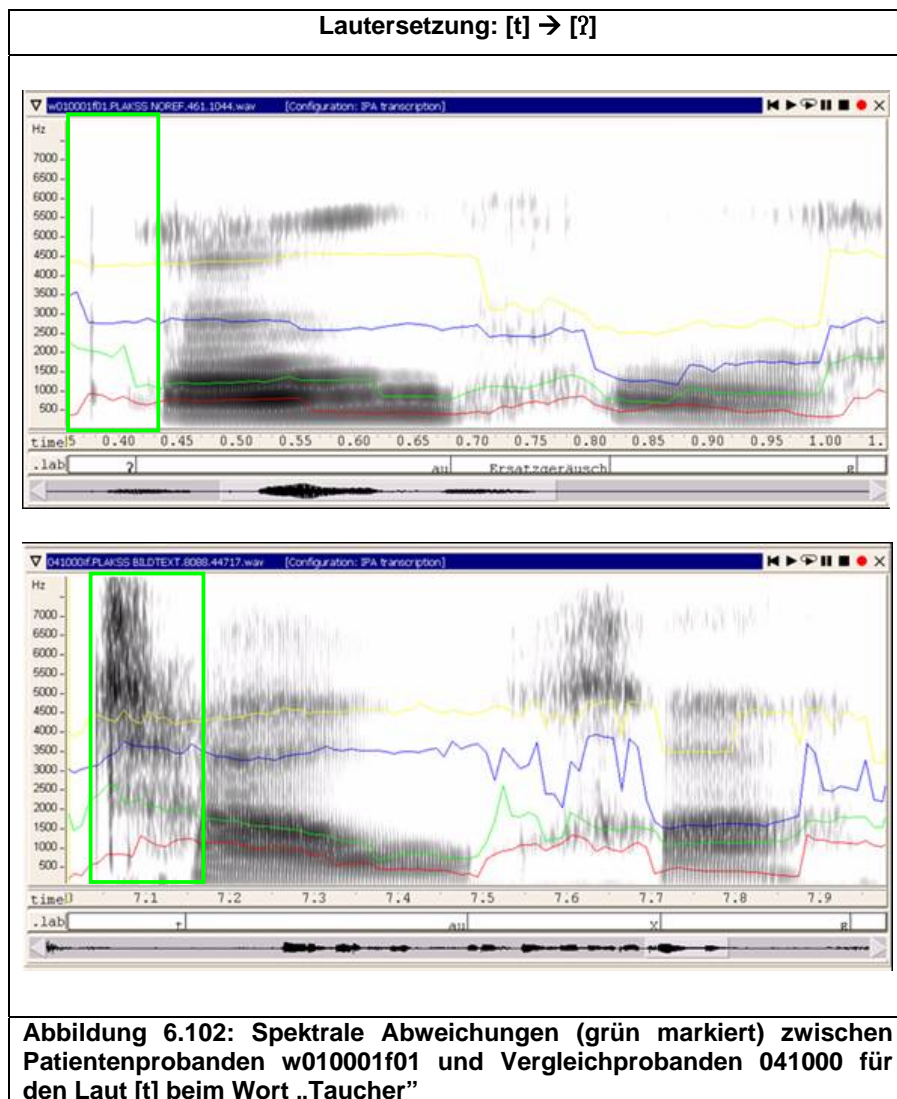
Die Abbildung 6.12 zeigt, dass die verschiedenen Konsonanten mit unterschiedlicher Häufigkeit durch den Glottisverschlusslaut ersetzt werden können. Es ist deutlich zu sehen, dass der Laut [k] am häufigsten durch den Glottisverschlusslaut ersetzt werden kann. Auch sehr häufig kann der Laut [t] durch den Glottisverschlusslaut ersetzt werden. Es ist relativ häufig, dass die Laute [b] und [g] durch den Glottisverschlusslaut ersetzt werden. Die Laute [χ] und [ç] werden nur sehr selten dadurch ersetzt. Als Folgendes werden die Beispiele aus den Sprachdaten für die Lautersetzen durch Glottisverschlusslaut vorgestellt.

Beispiel 1:



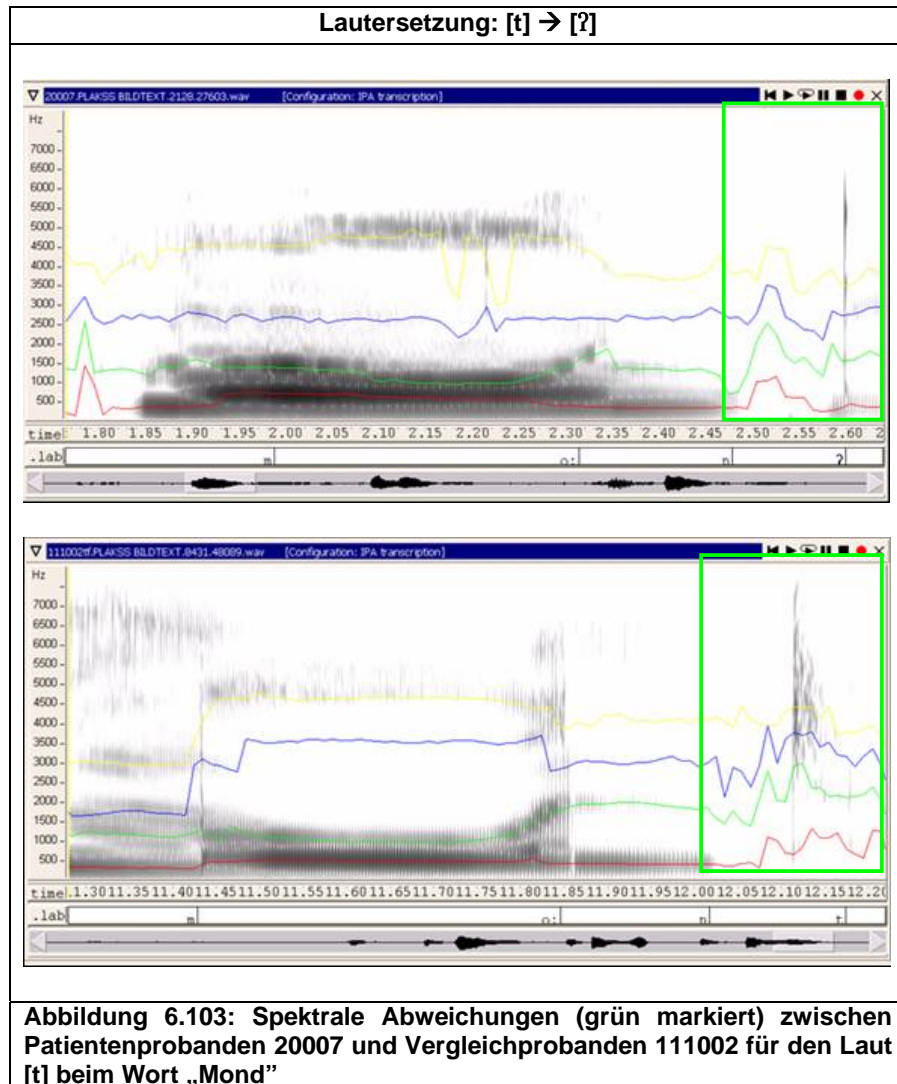
In der Abbildung 6.101 werden die spektralen Abweichungen (grün markiert) zwischen Patientenprobanden w011054f01 und Vergleichprobanden 1064 für den Laut [t] beim Wort „Tiger“ gezeigt. An der Stelle des Lautes [t] weisen beim Patientenprobanden ganz unterschiedliche spektrale Eigenschaften auf. Der Abstand zwischen dem Burst und dem Folgevokal ist viel größer. Darüber hinaus gibt es kein entsprechendes Rauschen, was durch die gelöste Enge auftreten soll. Die Energiekonzentration verfügt über mehrere Bereiche. Deshalb handelt es sich um die Lautersetzung des Lautes [t] durch den Glottisverschlusslaut beim diesen Patientenprobanden.

Beispiel 2:



In der Abbildung 6.102 werden die spektralen Abweichungen (grün markiert) zwischen Patientenprobanden w010001f01 und Vergleichprobanden 041000 für den Laut [t] beim Wort „Täucher“ dargestellt. Anders als der Vergleichproband verfügt der Patientenproband über einen Burst, der weit vom Folgevokal entfernt ist. Außerdem tritt kein Rauschen nach dem Burst auf, was aber beim Vergleichprobanden deutlich zu sehen ist. Diese spektralen Eigenschaften lassen sich als Glottisverschlusslaut identifizieren. Deswegen kann es festgestellt werden, dass der Glottisverschlusslaut als Ersatzlaut beim diesen Patientenprobanden vorkommt.

Beispiel 3:



In der Abbildung 6.103 sind auch die spektralen Abweichungen (grün markiert) zwischen Patientenprobanden 20007 und Vergleichprobanden 111002 für den Laut [t] beim Wort „Mond“ deutlich zu beobachten. Der schmale Burst beim Patientenprobanden 20007 wird als der Glottisverschlusslaut identifiziert. Dabei handelt es sich auch um die Lautersetzung des Lautes [t] durch den Glottisverschlusslaut.

Beispiel 4:

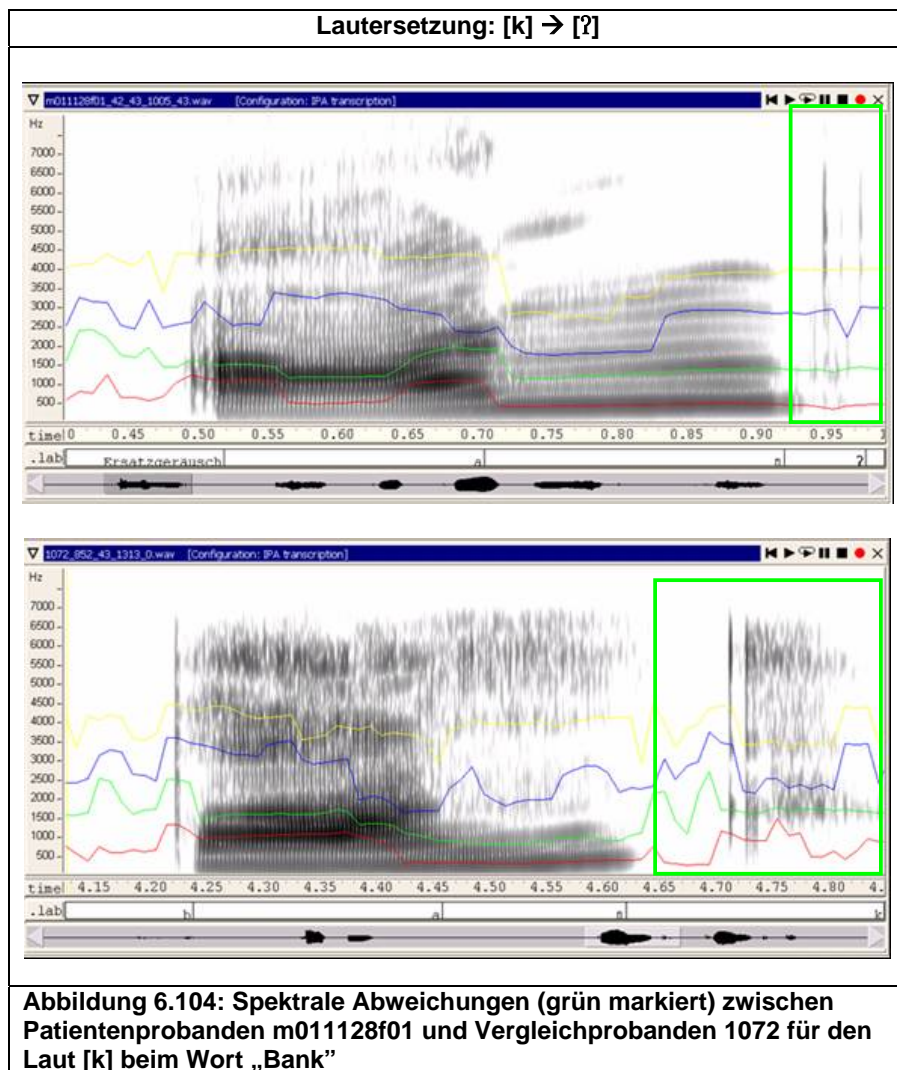
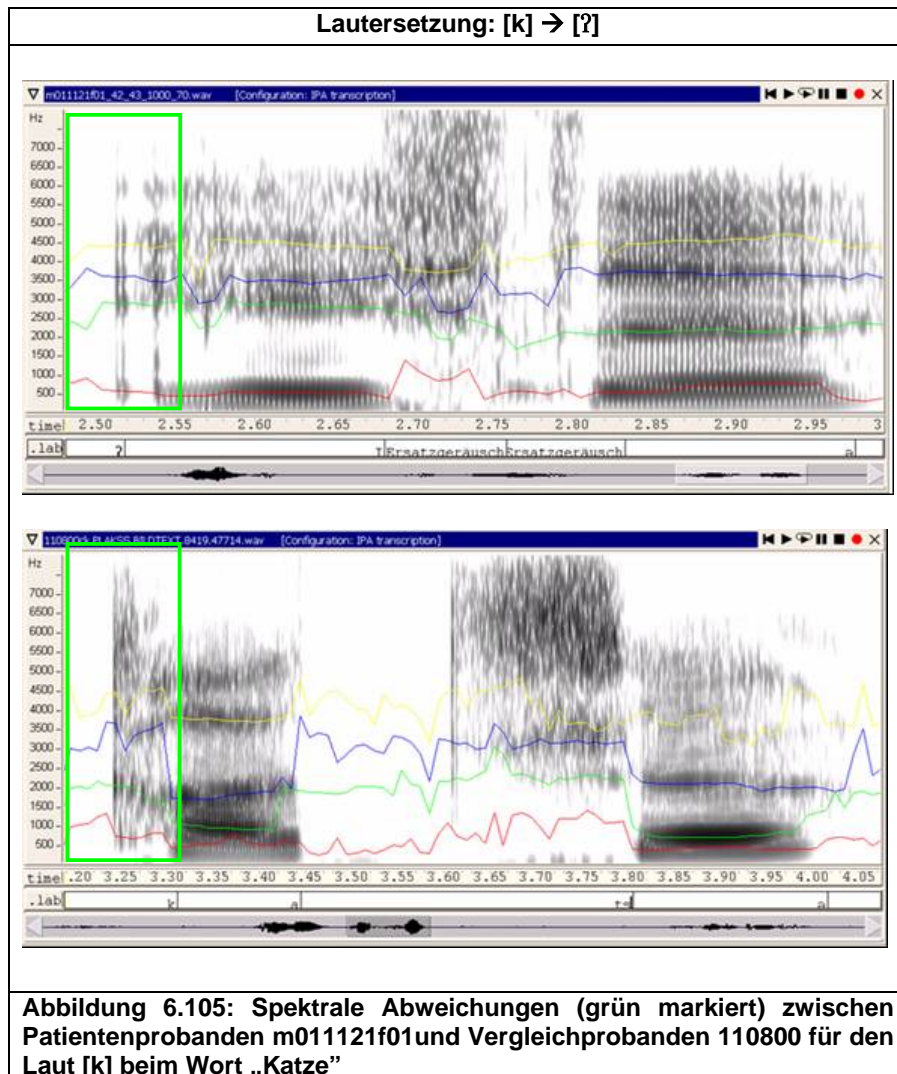


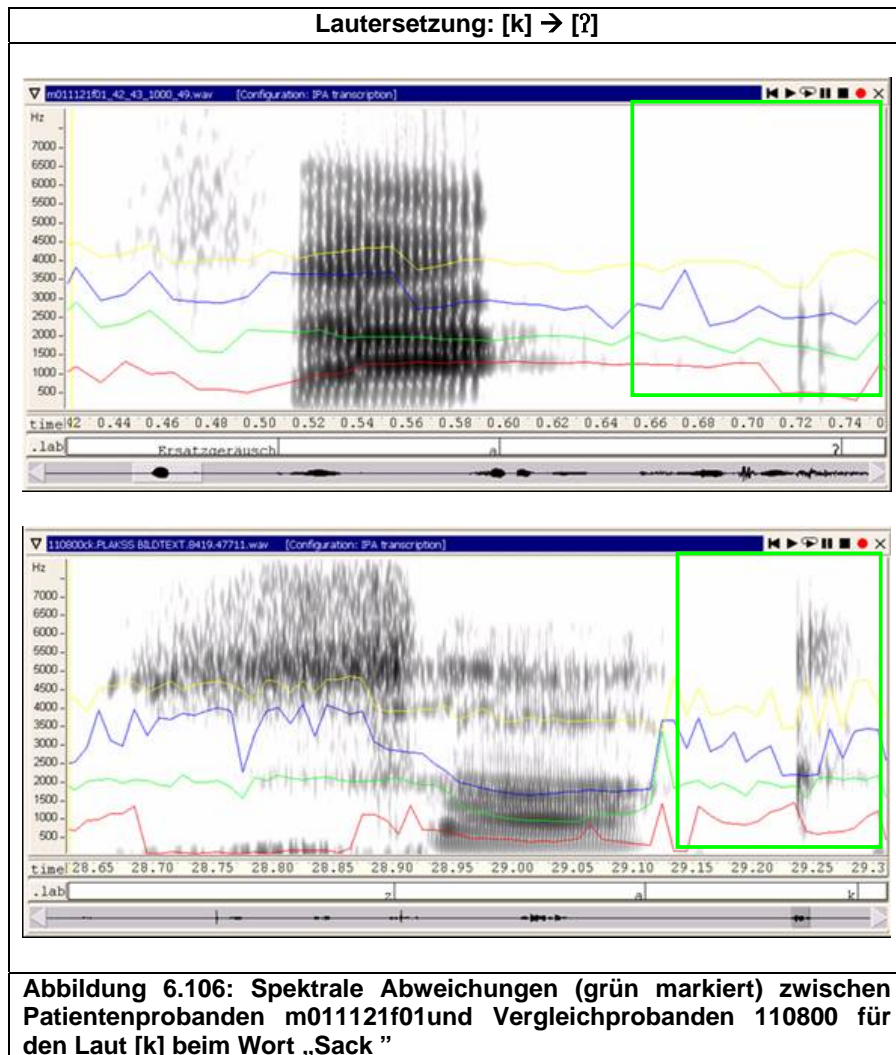
Abbildung 6.104 zeigt die spektralen Abweichungen (grün markiert) zwischen Patientenprobanden m01128f01 und Vergleichprobanden 1072 für den Laut [k] beim Wort „Bank“. Mehrere Verschlusslösungen treten beim Patientenprobanden auf, wobei es aber kein entsprechendes Rauschen gibt. Dabei handelt es sich deshalb um die Lautersetzung des Lautes [k] durch den Glottisverschlusslaut.

Beispiel 5:



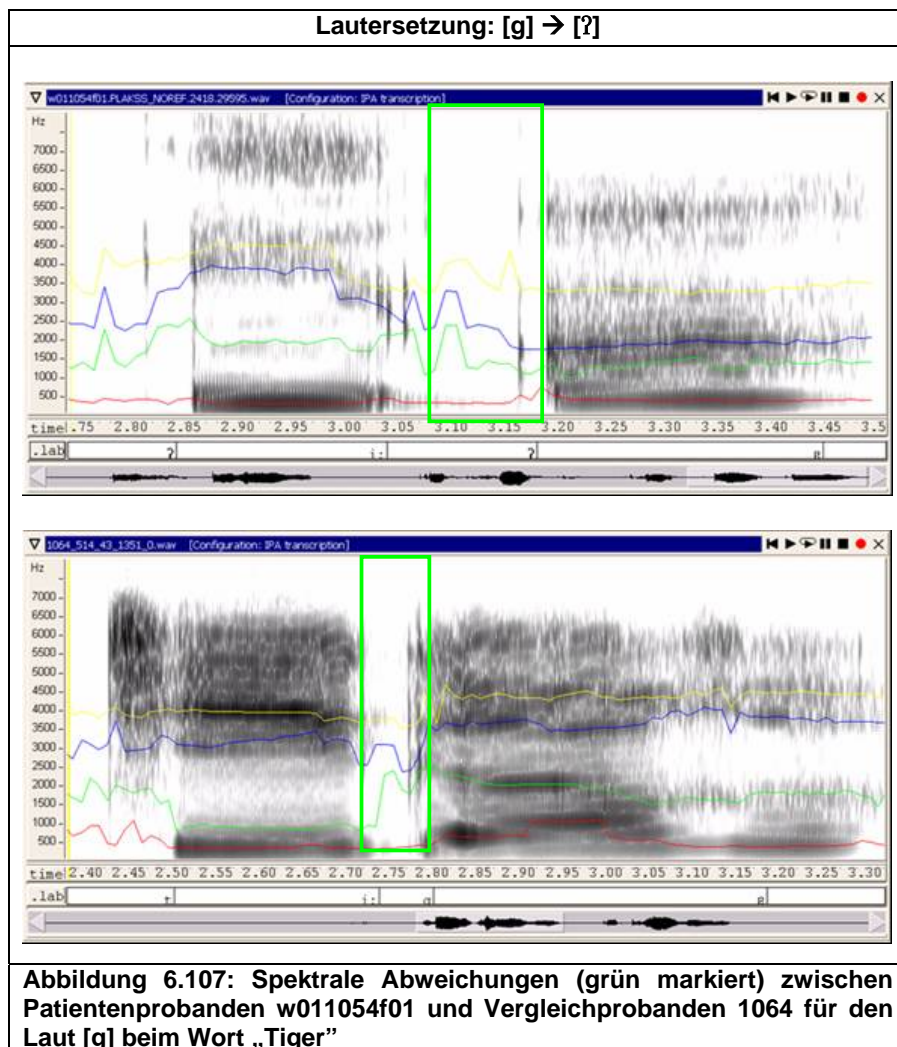
In der Abbildung 6.105 werden die spektralen Abweichungen (grün markiert) zwischen Patientenprobanden m011121f01 und Vergleichprobanden 110800 für den Laut [k] beim Wort „Katz“ dargestellt. Beim Patientenprobanden kommen auch mehrere Verschlusslösungen vor, die aber über kein entsprechendes Rauschen verfügen. Diese spektralen Eigenschaften lassen sich als der Glottisverschlusslaut identifizieren, der den Laut [k] ersetzt.

Beispiel 6:



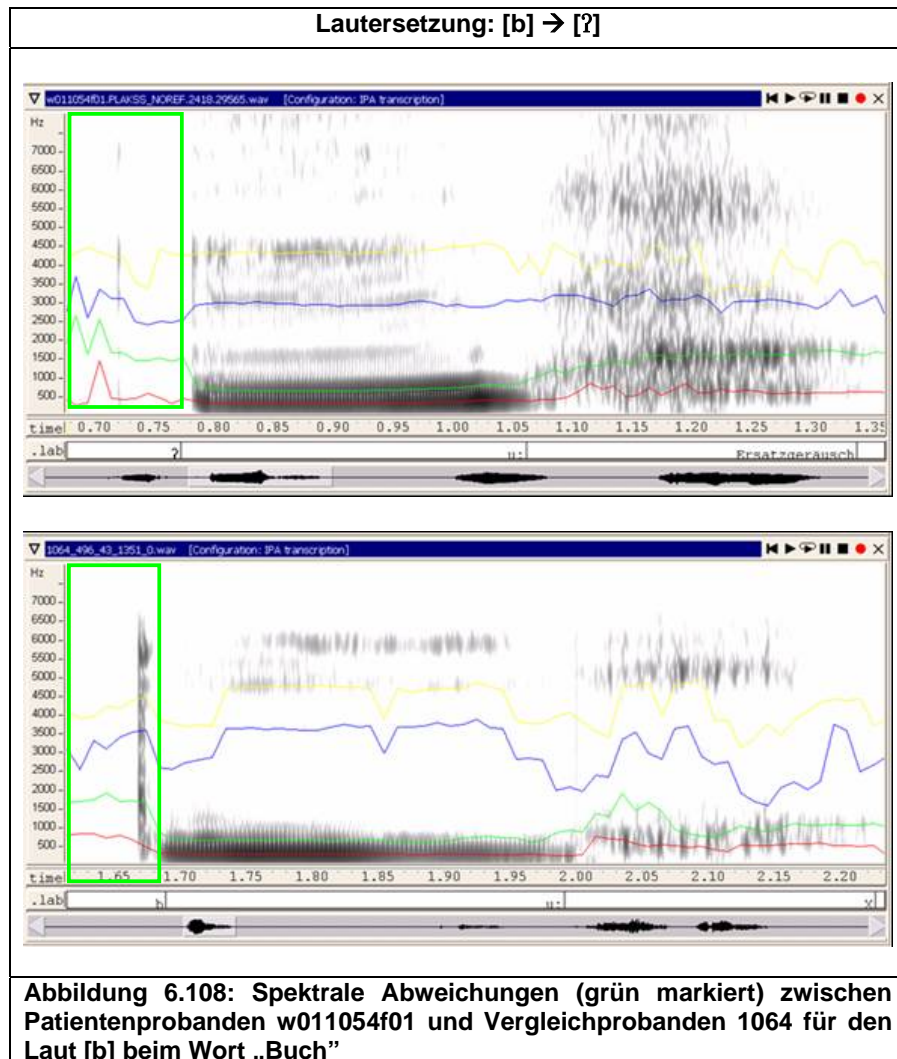
Sehr ähnlich wie die Abbildung 6.105 zeigt die Abbildung 6.106 auch die spektralen Abweichungen (grün markiert) zwischen Patientenprobanden m011121f01 und Vergleichprobanden 110800 für den Laut [k] beim Wort „Sack“. Der große Abstand zwischen den Verschlusslösungen und dem benachbarten Vokal bestätigt es, dass der Laut [k] durch den Glottisverschlusslaut ersetzt wird.

Beispiel 7:



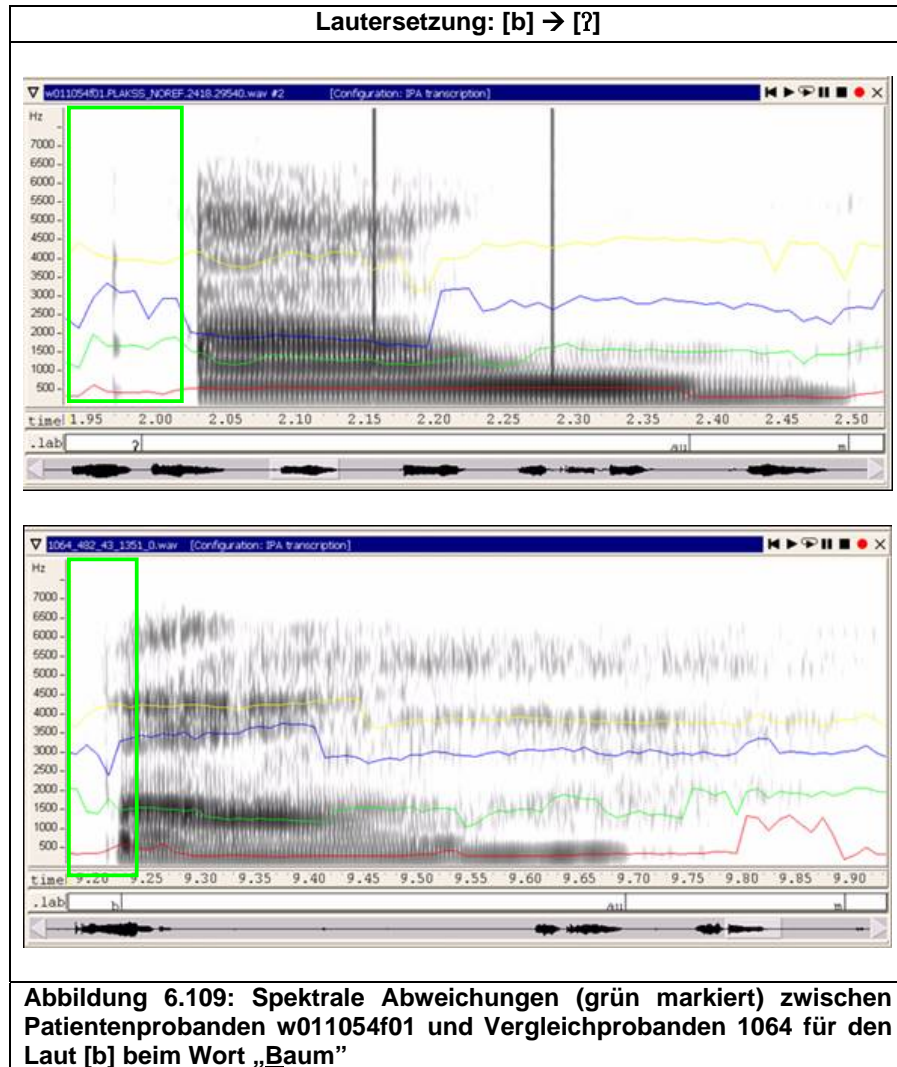
In der Abbildung 6.107 werden die spektralen Abweichungen zwischen Patientenprobanden w011054f01 und Vergleichprobanden 1064 für den Laut [g] beim Wort „Tiger“ dargestellt. Beim Patientenprobanden hat der Burst einen größeren Abstand zum Folgevokal im Vergleich zum Vergleichprobanden. Darüber hinaus verfügt er über mehrere Bereiche der Energiekonzentration. Es handelt sich deswegen um den Glottisverlusslaut, der den Laut [g] ersetzt.

Beispiel 8:



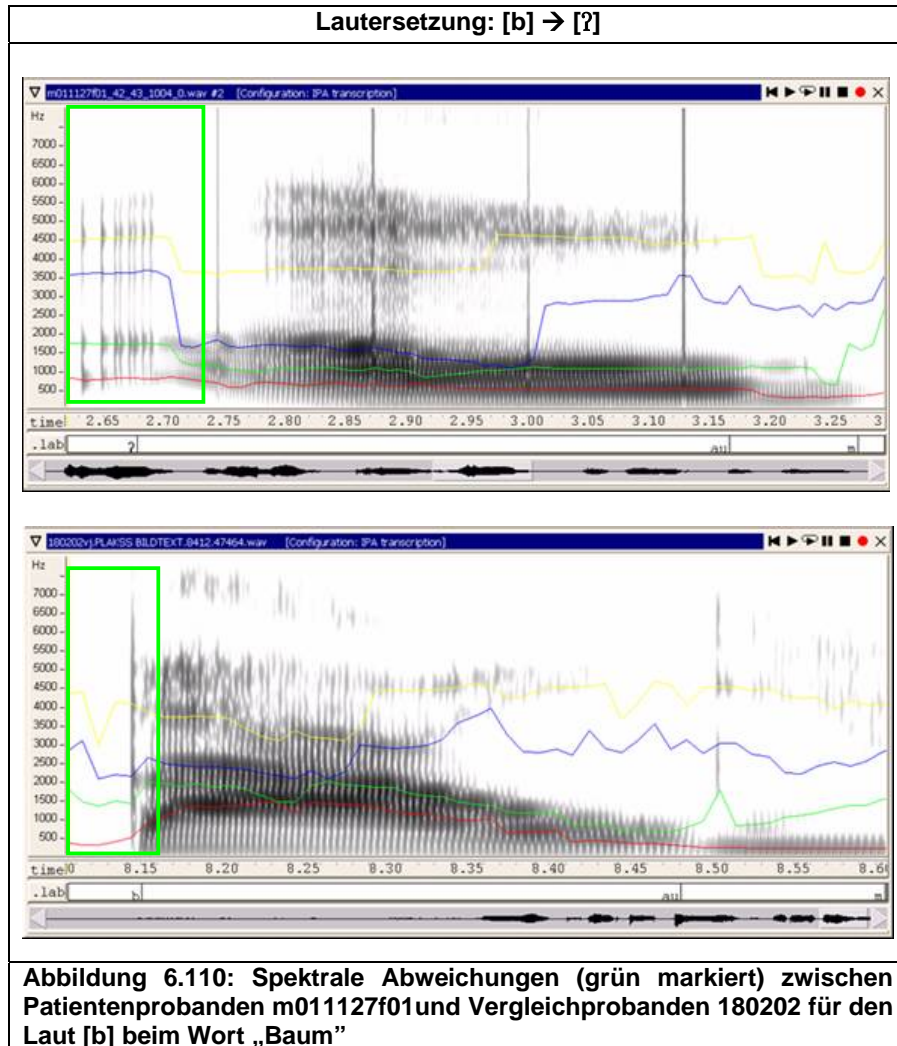
Die Abbildung 6.108 stellt die spektralen Abweichungen (grün markiert) zwischen Patientenprobanden w011054f01 und Vergleichprobanden 1064 für den Laut [b] beim Wort „Buch“ dar. Der größere Abstand zwischen dem Burst und Folgevokal und das Fehlen vom Rauschen weisen deutlich auf, dass es sich um die Lautersetzung des Lautes [b] durch den Glottisverschlusslaut beim Patientenprobanden handelt.

Beispiel 9



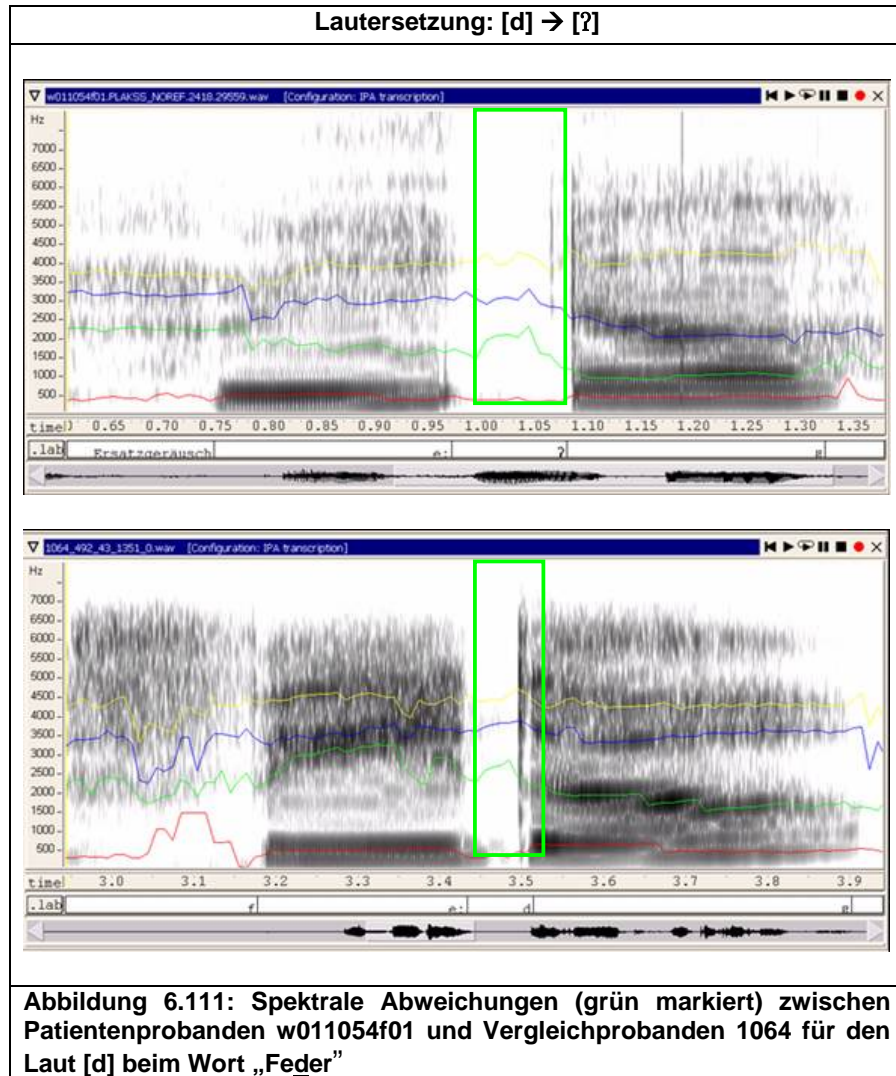
In der Abbildung 6.109 werden die spektralen Abweichungen (grün markiert) zwischen Patientenprobanden w011054f01 und Vergleichprobanden 1064 für den Laut [b] beim Wort „Baum“ dargestellt. Die wesentliche spektrale Abweichung besteht hauptsächlich darin, dass der Abstand zwischen dem Burst und Folgevokal deutlich größer beim Patientenprobanden als beim Vergleichprobanden ist. Außerdem verfügt die Energiekonzentration des Patientenprobanden über mehrere Bereiche. Deshalb handelt es sich um die Lautersetzung des Lautes [b] durch den Glottisverschlusslaut.

Beispiel 10



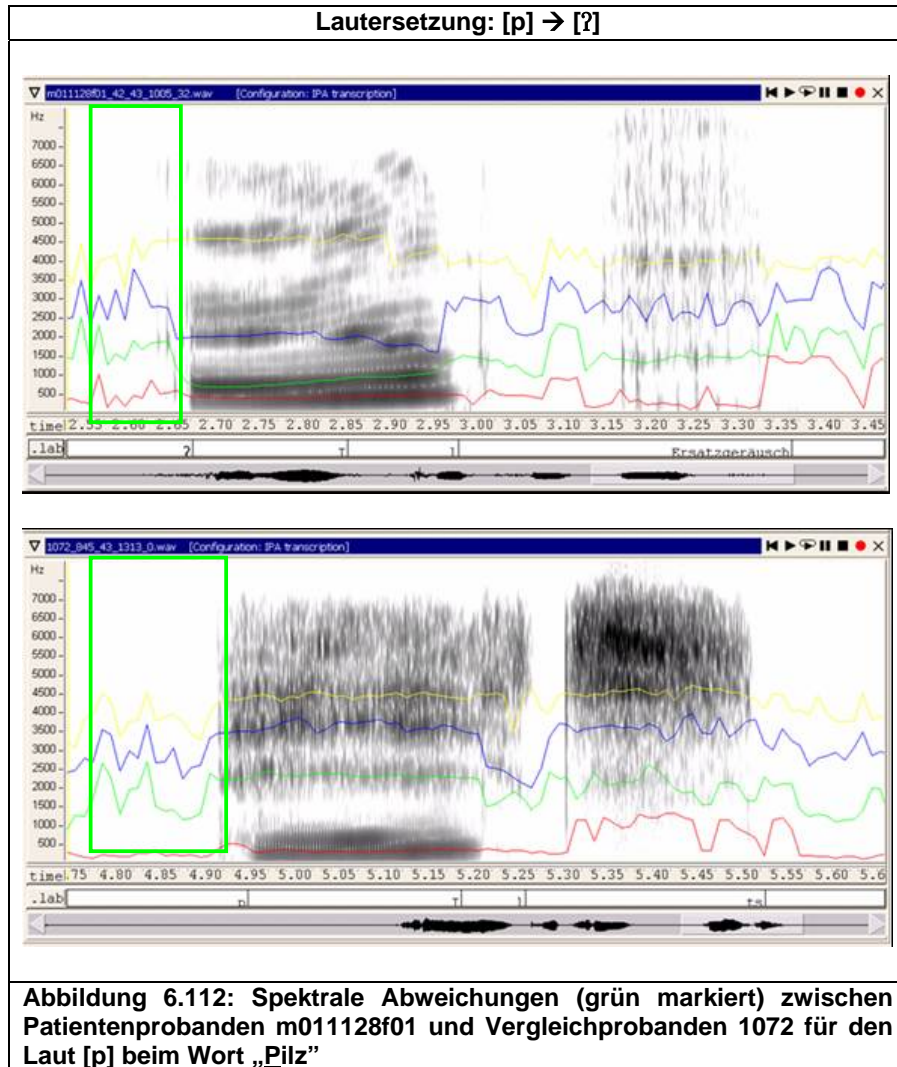
Die Abbildung 6.110 zeigt die spektralen Abweichungen (grün markiert) zwischen Patientenprobanden m011127f01 und Vergleichprobanden 180202 für den Laut [b] beim Wort „Baum“. Beim Patientenprobanden treten mehrere Verschlusslösungen auf, die über mehrere Bereiche der Energiekonzentration verfügen. Deshalb handelt es sich um den Glottisverschlusslaut, der den Laut [b] ersetzt.

Beispiel 11



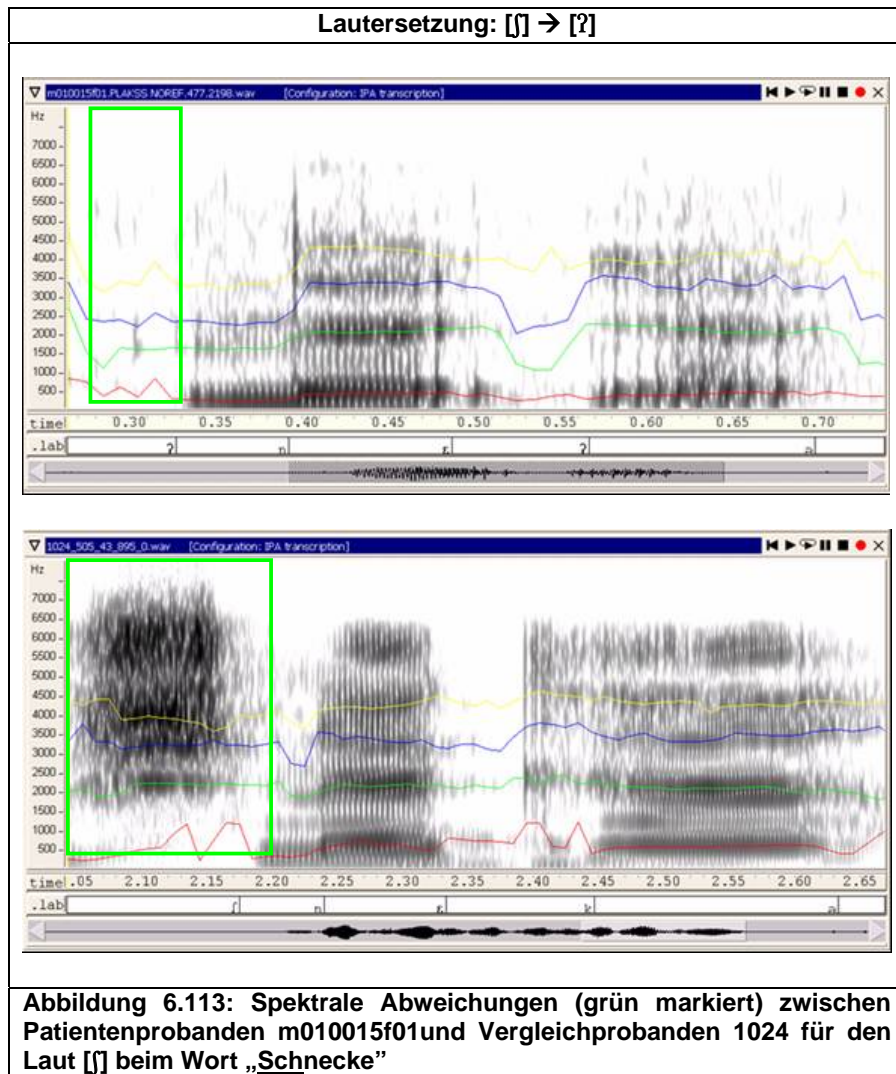
In der Abbildung 6.111 werden die spektralen Abweichungen (grün markiert) zwischen Patientenprobanden w011054f01 und Vergleichprobanden 1064 für den Laut [d] beim Wort „Feder“ dargestellt. Der Burst beim Patientenprobanden weist deutlich größeren Abstand zum Folgevokal als beim Vergleichprobanden auf. Darüber hinaus trifft beim Patientenprobanden kein Rauschen nach dem Burst auf. Deshalb kann es festgestellt werden, dass der Laut [d] durch den Glottisverschluss ersetzt wird.

Beispiel 12



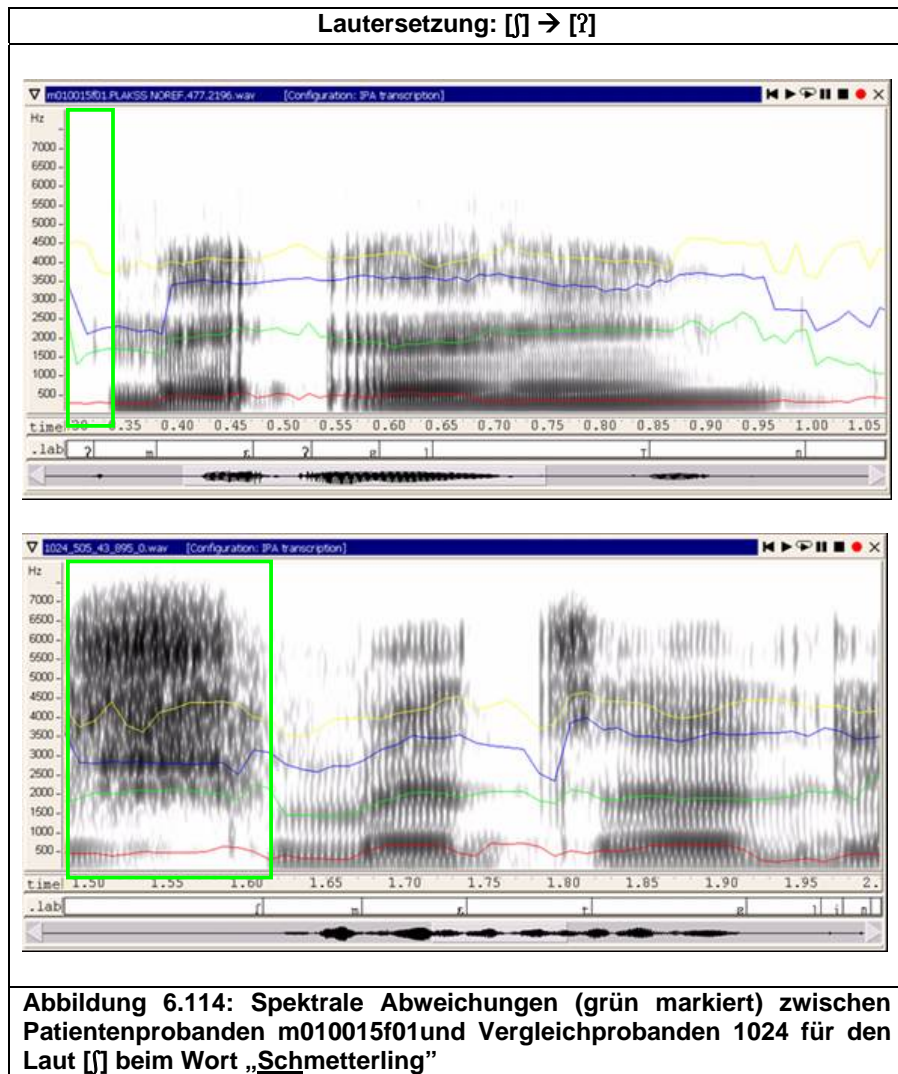
Die Abbildung 6.112 stellt die spektralen Abweichungen (grün markiert) zwischen Patientenprobanden m011128f01 und Vergleichprobanden 1072 für den Laut [p] beim Wort „Pilz“ dar. Mehrere Verschlusslösungen als Burste kommen beim Patientenprobanden vor. Außerdem verfügt jeder Burst nicht über ein entsprechendes Rauschen. Die spektralen Eigenschaften zeigen, dass der Laut [p] durch den Glottisverschluss ersetzt wird.

Beispiel 13



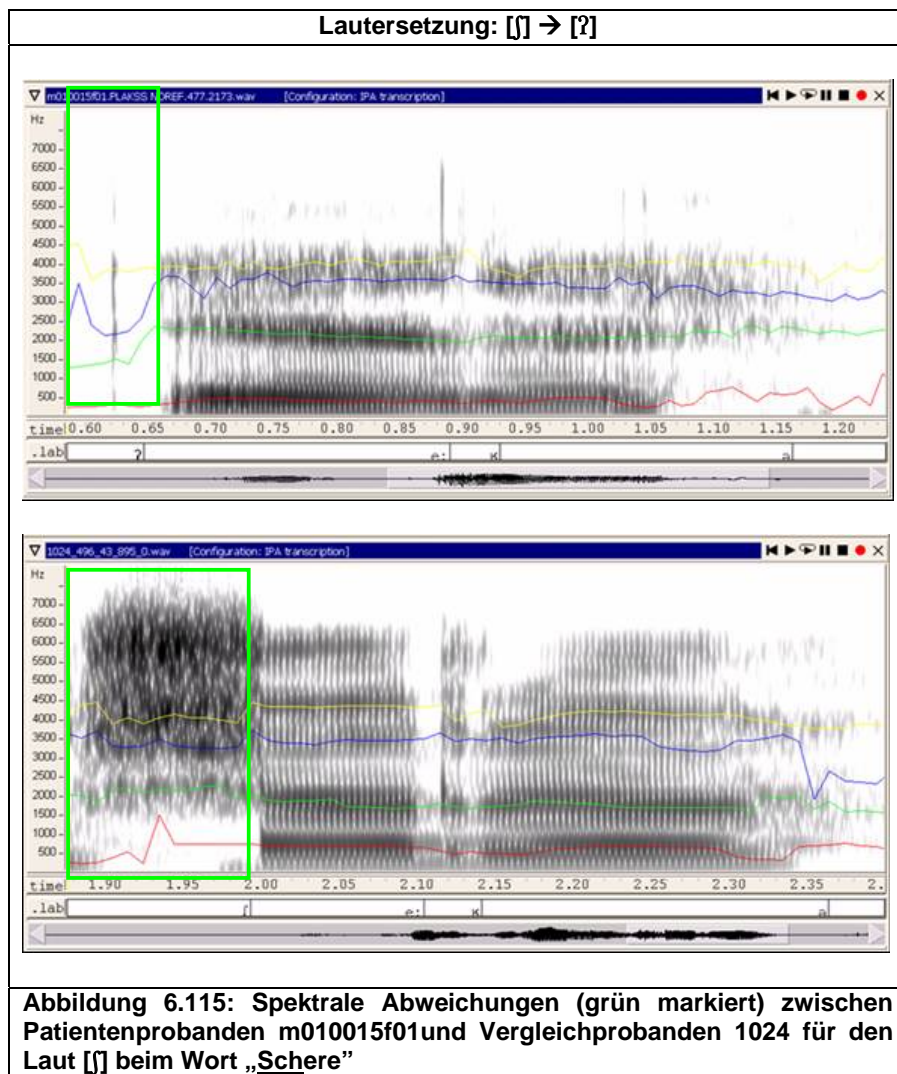
In der Abbildung 6.113 werden die spektralen Abweichungen (grün markiert) zwischen Patientenprobanden m010015f01 und Vergleichprobanden 1024 für den Laut [ʃ] beim Wort „Schnecke“. Beim Patientenprobanden weist es keine typische Friktion sondern einige Verschlussauflösungen für den Laut [ʃ] auf. Diese spektrale Eigenschaft zeigt, dass der Laut [ʃ] durch den Glottisverschlusslaut ersetzt wird.

Beispiel 14



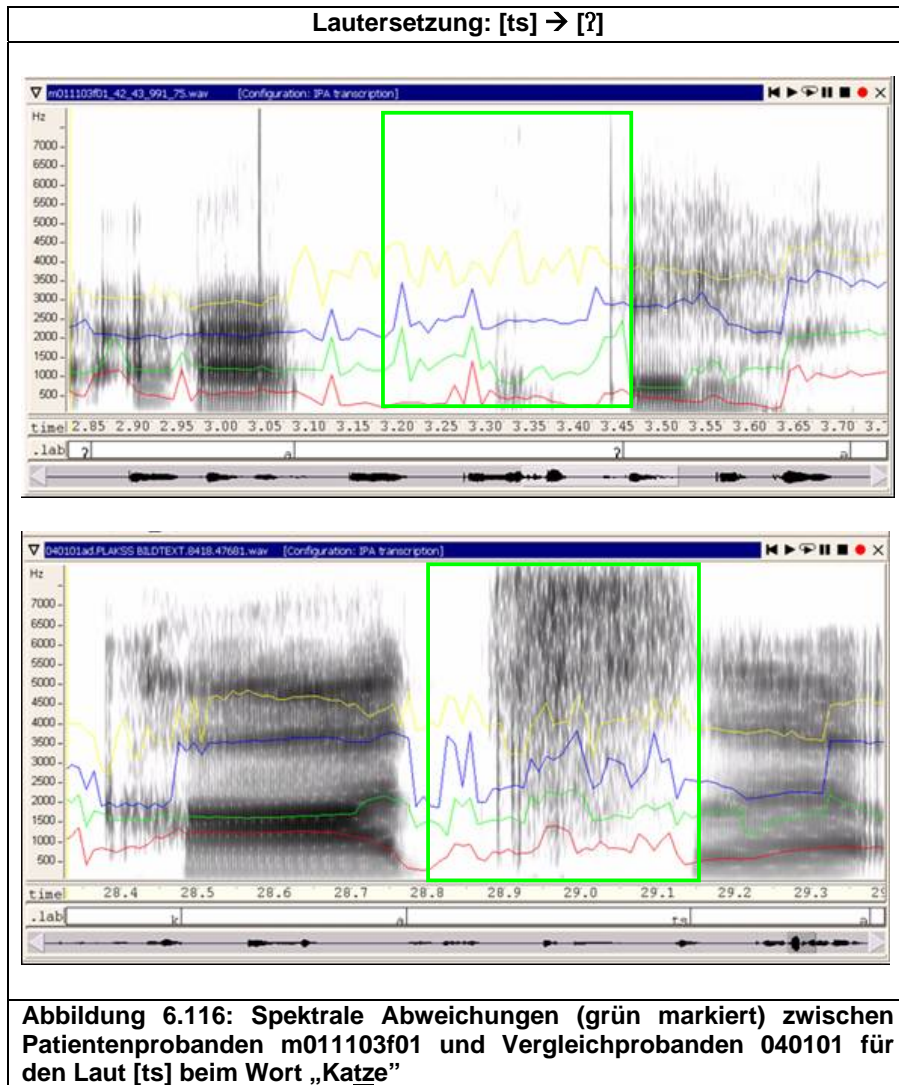
Die Abbildung 6.114 zeigt, dass die spektralen Abweichungen (grün markiert) zwischen Patientenprobanden m010015f01 und Vergleichprobanden 1024 für den Laut [ʃ] beim Wort „Schmetterling“ vorhanden sind. Beim Patientenprobanden tritt keine Friktion sondern eine Verschlusslösung an der Stelle auf, die weit vom Folgevokal entfernt ist. Deshalb handelt es sich um die Lautersetzung des Lautes [ʃ] durch den Glottisverschlusslaut.

Beispiel 15



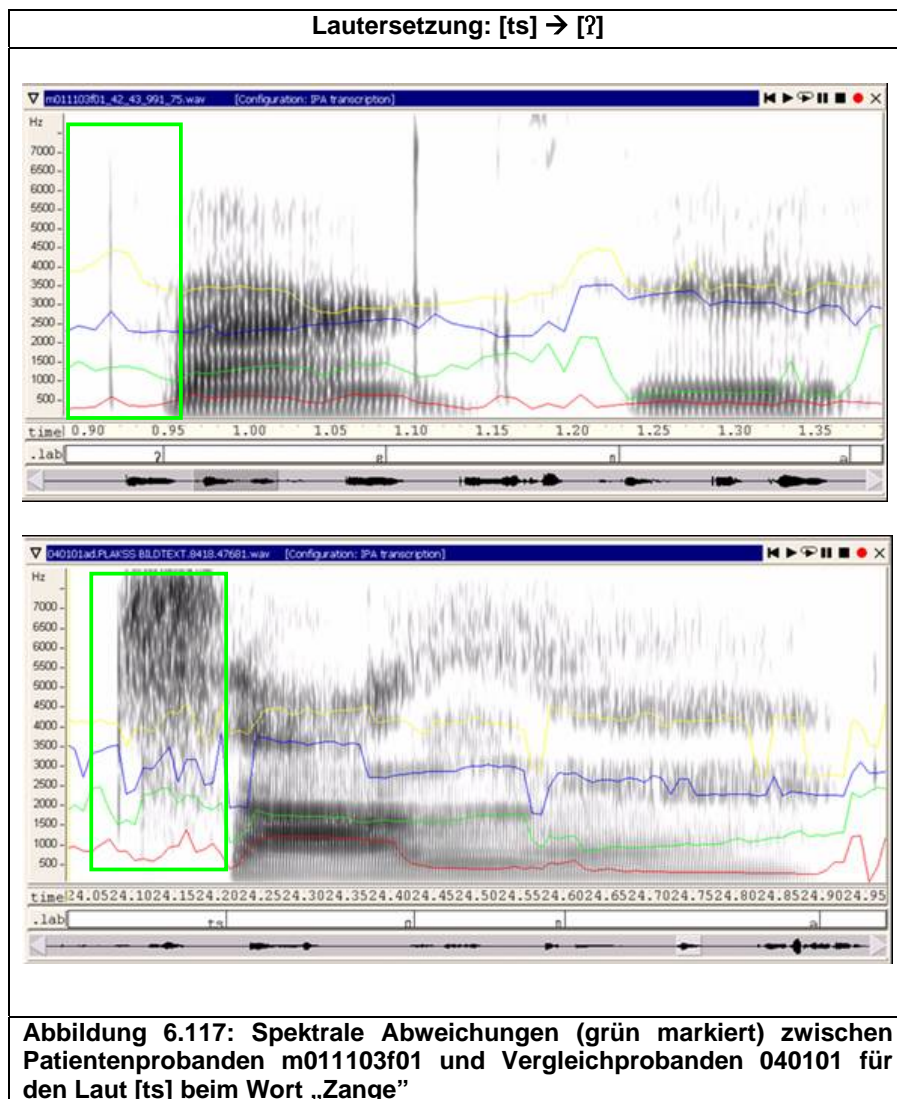
Die Abbildung 6.115 stellt dar, dass es spektrale Abweichungen beim Patientenprobanden m010015f01 für den Laut [ʃ] beim Wort „Schere“ im Vergleich zum Vergleichprobanden 1024 gibt. Ähnlich wie das obige Beispiel kommt keine Friktion sondern nur ein sehr schmaler Burst an der Stelle des Lautes [ʃ] beim Patientenprobanden vor. Und der Burst entspricht auch den spektralen Eigenschaften des Glottisverschlusslautes. Deswegen handelt es sich um die Lautersetzung des Lautes [ʃ] durch den Glottisverschlusslaut.

Beispiel 16



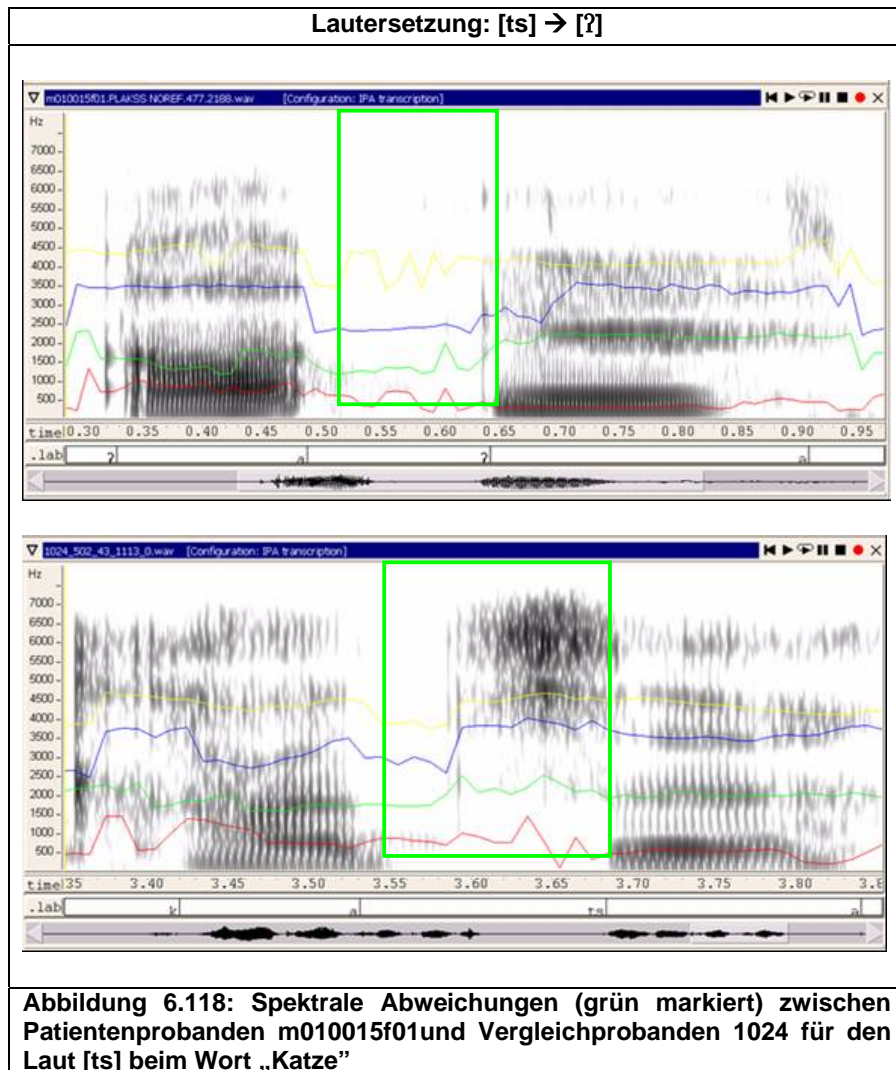
Die Abbildung 6.116 zeigt, dass die spektralen Abweichungen beim Patientenprobanden im Vergleich zum Vergleichprobanden für den Laut [ts] beim Wort „Katze“ vorhanden sind. Es ist deutlich zu beobachten, dass die typische Friktion für den Laut [ts] durch einen sehr schmalen Burst beim Patientenprobanden ersetzt wird. Dabei gibt es noch einen relativ großen Abstand zum Folgevokal. Deswegen lässt sich der Burst als Glottisverschlusslaut identifizieren. In diesem Fall handelt es sich um die Lautersetzung des Lautes [ts] durch den Glottisverschlusslaut.

Beispiel 17



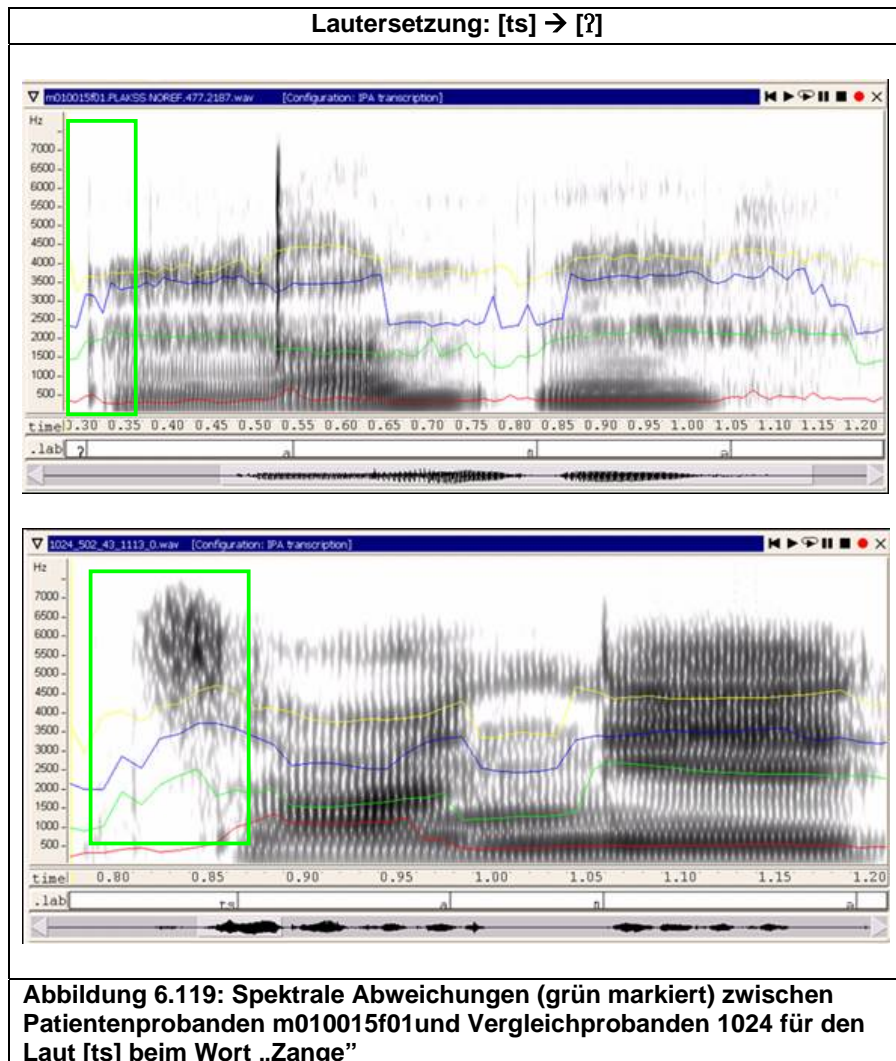
In der Abbildung 6.117 werden die spektralen Abweichungen zwischen Patientenprobanden m011103f01 und Vergleichprobanden 040101 für den Laut [ts] beim Wort „Zange“ dargestellt. Ähnlich wie das Beispiel 16 wird die Friktion des Lautes [ts] durch einen Burst beim Patientenprobanden ersetzt, der weit vom Folgevokal entfernt ist. Deshalb kann man feststellen, dass der Laut [ts] durch den Glottisverschlusslaut ersetzt wird.

Beispiel 18



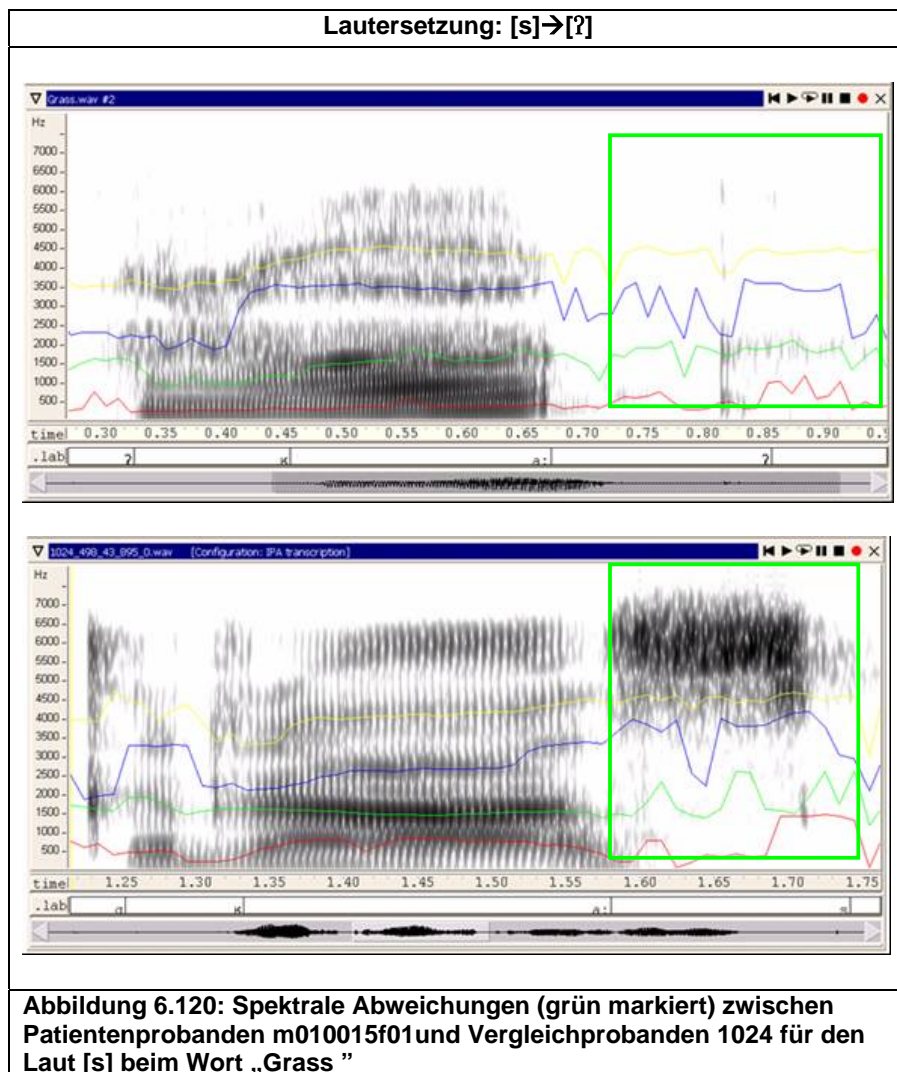
Die Abbildung 6.118 stellt die spektralen Abweichungen (grün markiert) zwischen Patientenprobanden m010015f01 und Vergleichprobanden 1024 für den Laut [ts] beim Wort „Katze“ dar. Ähnlich wie die Beispiele 16 und 17 wird die Friktion durch einen schmalen Burst ersetzt, dessen Energiekonzentration über mehrere Frequenzbereiche verfügt. Es kann deswegen festgestellt werden, dass der Laut [ts] durch den Glottisverschlusslaut ersetzt wird.

Beispiel 19



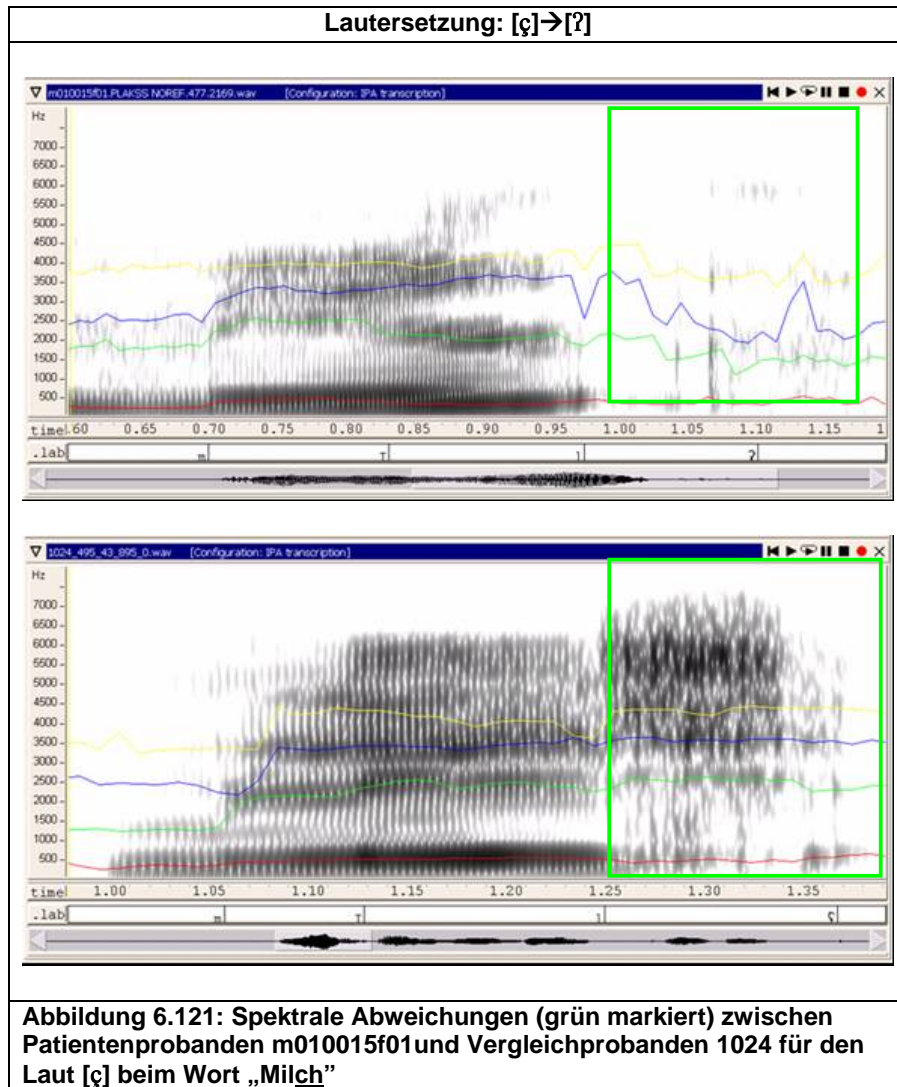
Die Abbildung 6.119 zeigt, dass die spektralen Abweichungen (grün markiert) zwischen Patientenprobanden m010015f01 und Vergleichprobanden 1024 für den Laut [ts] beim Wort „Zange“ vorhanden sind. Es ist deutlich zu beobachten, dass die Friktion des Lautes [ts] durch einen Burst ersetzt wird, dessen Energiekonzentration auch über mehrere Frequenzbereiche verfügt. Deswegen handelt es sich auch um die Lautersetzung des Lautes [ts] durch den Glottisverschlusslaut.

Beispiel 20



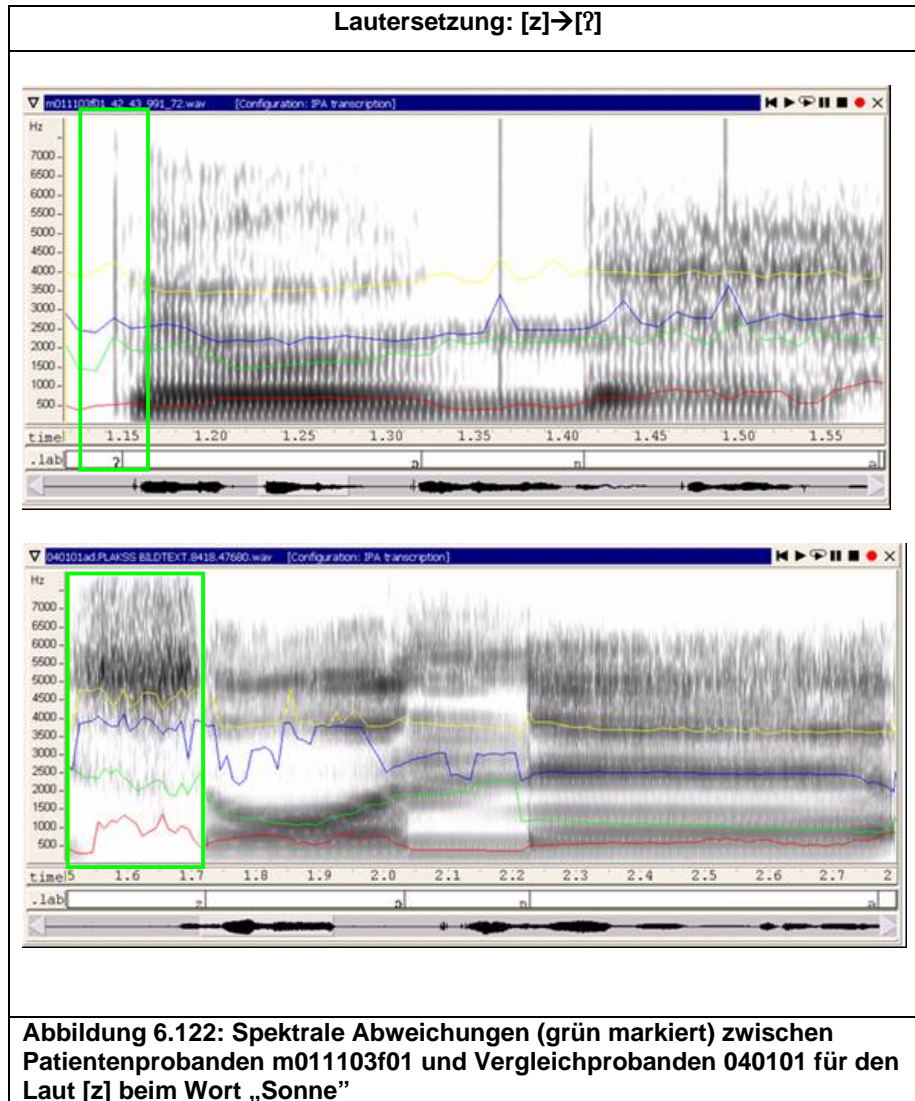
In der Abbildung 6.120 werden die spektralen Abweichungen (grün markiert) zwischen Patientenprobanden m010015f01 und Vergleichprobanden 1024 für den Laut [s] beim Wort „Grass“ dargestellt. Die typische Friktion des Lautes [s] wird durch einige Burste ersetzt, die mehrfache Verschlusslösungen aufweisen. Es kann deshalb festgestellt werden, dass der Laut [s] durch den Glottisverschlusslaut ersetzt wird.

Beispiel 21



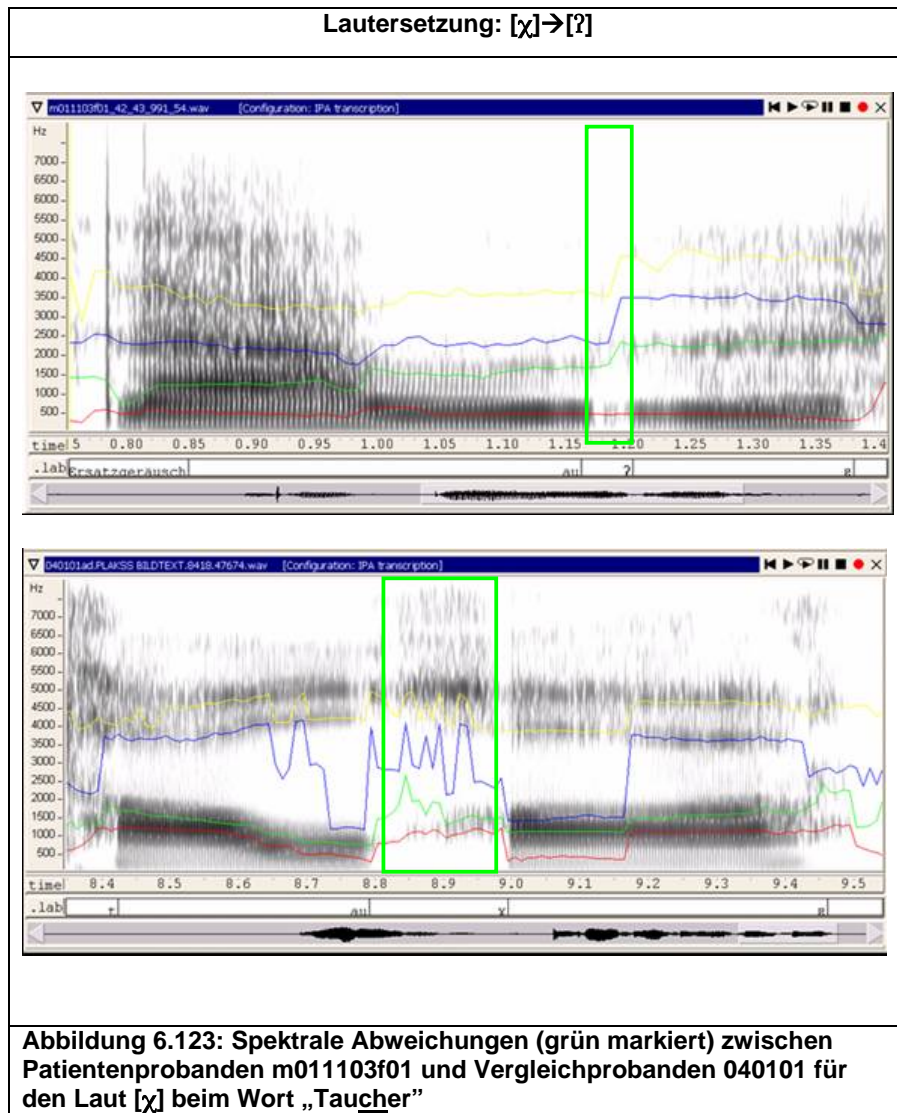
Die Abbildung 6.121 zeigt, dass die spektralen Abweichungen (grün markiert) zwischen Patientenprobanden m010015f01 und Vergleichprobanden 1024 für den Laut [ç] beim Wort „Milch“ vorhanden sind. Es kann festgestellt werden, dass die typische Friktion des Lautes [ç] durch einige Burste ersetzt wird, die über mehrfache Verschlusslösungen verfügen. Deswegen handelt es sich um die Lautersetzung des Lautes [ç] durch den Glottisverschlusslaut.

Beispiel 22



In der Abbildung 6.122 werden die spektralen Abweichungen (grün markiert) zwischen Patientenprobanden m011103f01 und Vergleichprobanden 040101 für den Laut [z] beim Wort „Sonne“ dargestellt. Es ist auch deutlich zu beobachten, dass die typische Friktion des Lautes [z] durch einen sehr schmalen Burst ersetzt wird. Daher handelt es sich um die Lautersetzung des Lautes [z] durch den Glottisverschlusslaut.

Beispiel 23



Die Abbildung 6.123 stellt die spektralen Abweichungen (grün markiert) zwischen Patientenprobanden m011103f01 und Vergleichprobanden 040101 für den Laut [χ] beim Wort „Taucher“ dar. Es ist deutlich zu sehen, dass die Friktion des Lautes [χ] durch mehrfache Verschlusslösungen beim Patientenprobanden ersetzt wird. Deswegen handelt es sich um die Lautersetzung des Lautes [χ] durch den Glottisverschlusslaut.

6.2 Zum Gaumensegel rückverlagerte Lautersetzung

Nach Neumann¹⁰⁷ sind die zum Gaumensegel rückverlagerten Lautersetzungen auch ein typisches Merkmal als kompensatorische Artikulation bei LKG-Patienten (siehe auch im Abschnitt 4.4.2). Es handelt sich besonders um die folgenden Lautersetzungsregeln:

[t] → [k]

[d] → [g]

[f], [w] → [ç], [χ], [ʃ]

Bei der spektralen Analyse der Sprachdaten in dieser Arbeit wird vor allem die folgende zum Gaumensegel rückverlagerte Lautersetzung festgestellt:

[t] → [k]

Bei den 20 Patientenprobanden sind 7 davon betroffen, bei denen der Laut [t] durch den Laut [k] ersetzt wird. Dies entspricht insgesamt 35% der Patientenprobanden. In der folgenden Tabelle 6.21 werden die detaillierten Informationen angegeben. Es handelt sich hier auch nicht um eine exakte Anzahl der Lautersetzungen, weil sich manche spektrale Abweichungen nicht eindeutig identifizieren lassen. Es ist in dieser Tabelle zu betrachten, dass die zum Gaumensegel rückverlagerte Lautersetzung (hier [t]→ [k]) nicht oft bei den LKG-Patienten auftritt. Diese Lautersetzung ist nicht so konsistent wie die Lautersetzung durch den Glottisverschlusslaut.

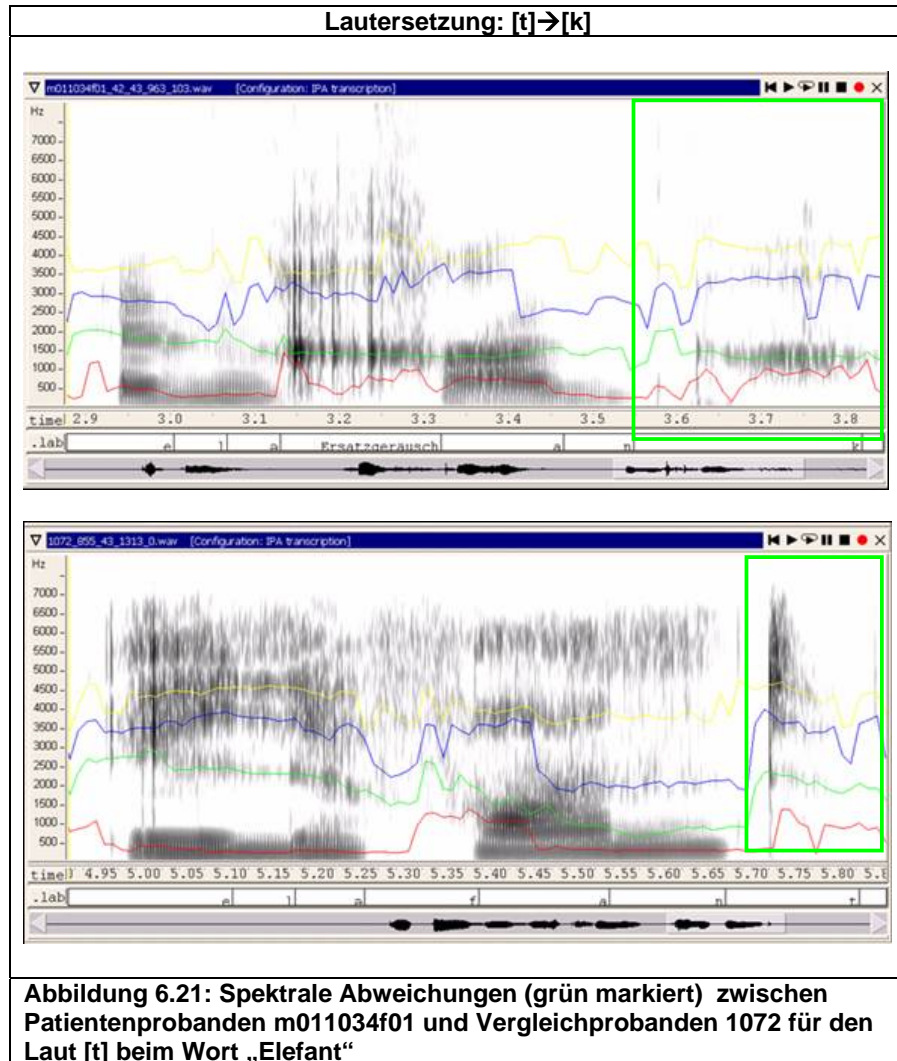
Patienten ID \ Lautersetzungen	[t]->[k]
w011099f01	3
w011054f01	3
m011128f01	1
m011034f01	3
20007	3
m010017f01	7
36269	3

Tabelle 6.21: Verteilung der Ersetzungsregel [t]->[k] als zum Gaumensegel rückverlagerte Lautersetzung bei Patientenprobanden

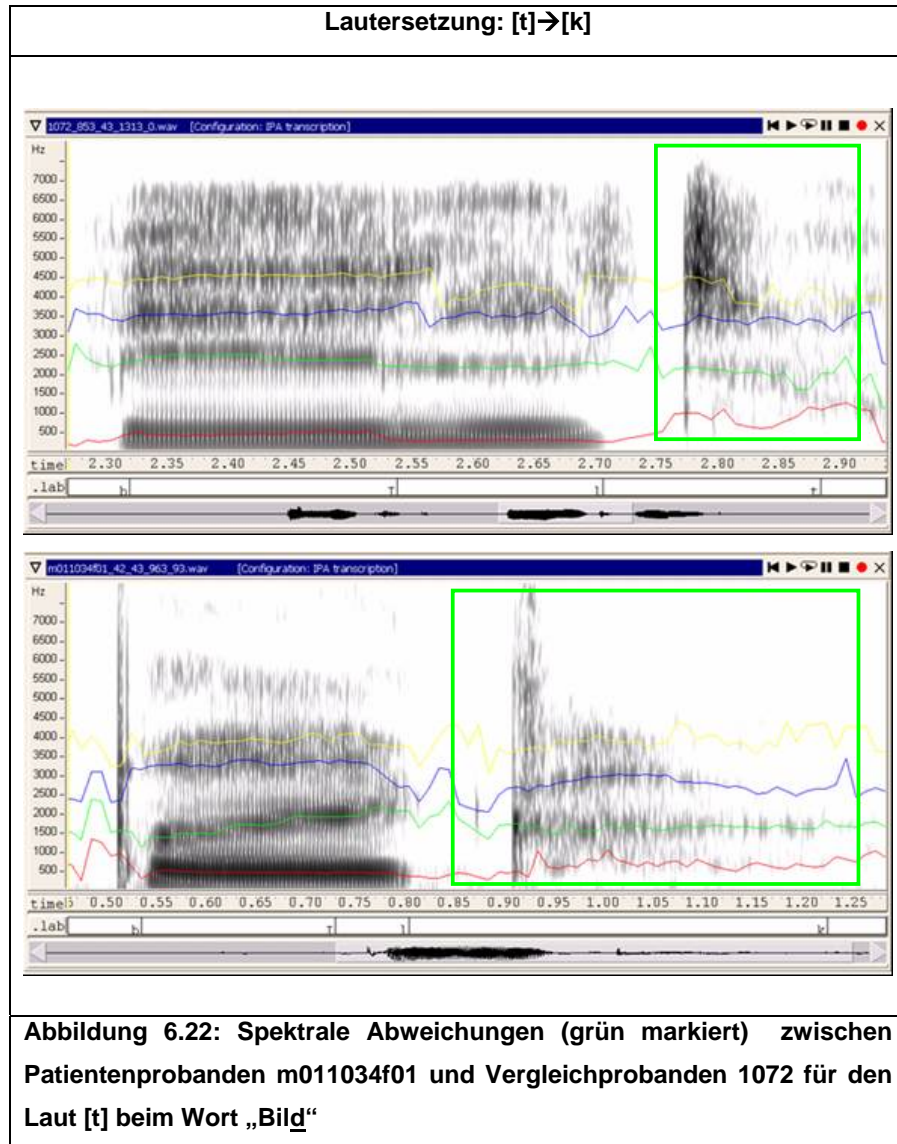
Als Folgendes werden die Beispiele aus den Sprachdaten vorgestellt.

¹⁰⁷ vgl. Neumann, S.(2002), S. 28ff.

Beispiel 1:

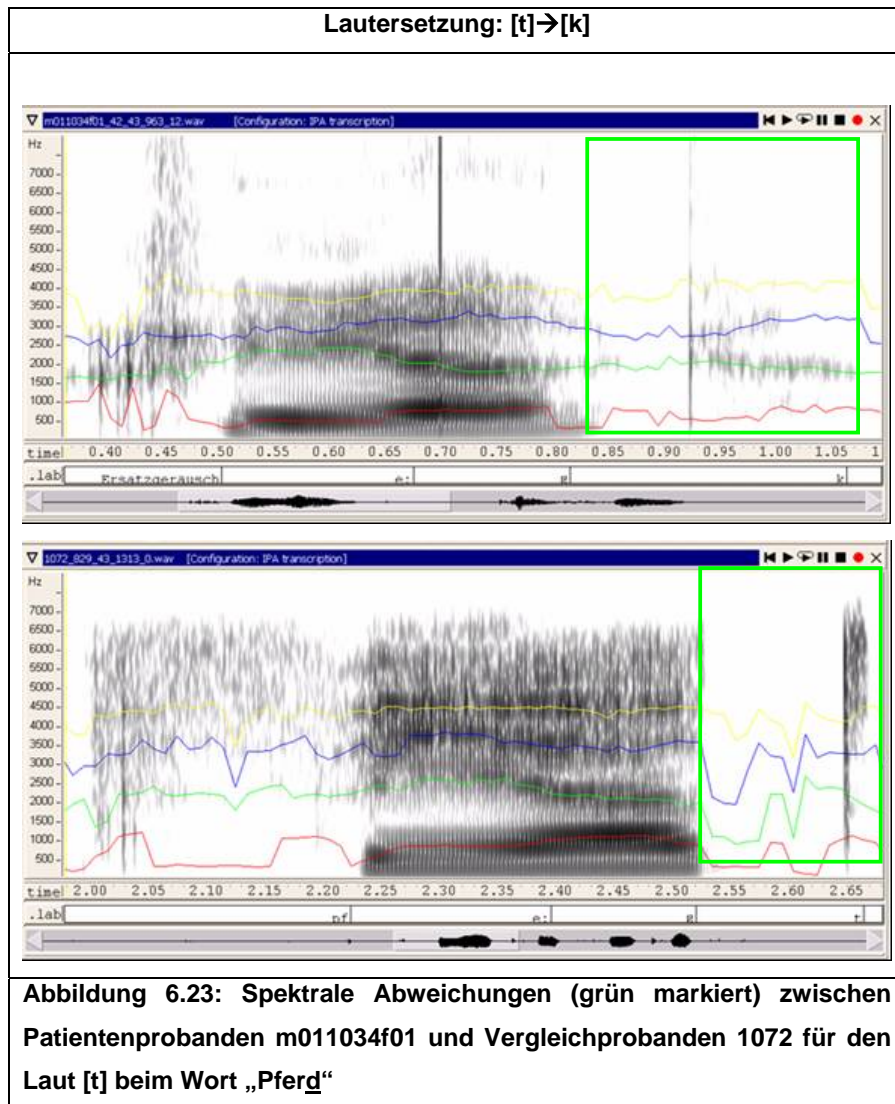


Durch den Vergleich der Spektrogramme zwischen Patientenprobanden m011034f01 und Vergleichprobanden 1072 sind deutliche spektrale Abweichungen beim Laut [t] zu betrachten. Der Laut [t] beim Vergleichprobanden verfügt über ein Spektrum, was sich dominiert im oberen Frequenzbereich über 4000 Hz befindet. Das ist eine typische spektrale Eigenschaft beim Laut [t]. Beim Patientenprobanden weist aber an der gleichen Stelle die Energiekonzentration des Spektrums zwischen 1000 Hz und 3500 Hz auf, was mit der typischen spektralen Eigenschaft des Lautes [k] übereinstimmt. Im diesen Fall kann es festgestellt werden, dass der Laut [t] beim Patientenprobanden durch den Laut [k] ersetzt wird. Es handelt sich deshalb um die zum Gaumensegel rückverlagerte Lautersetzung.

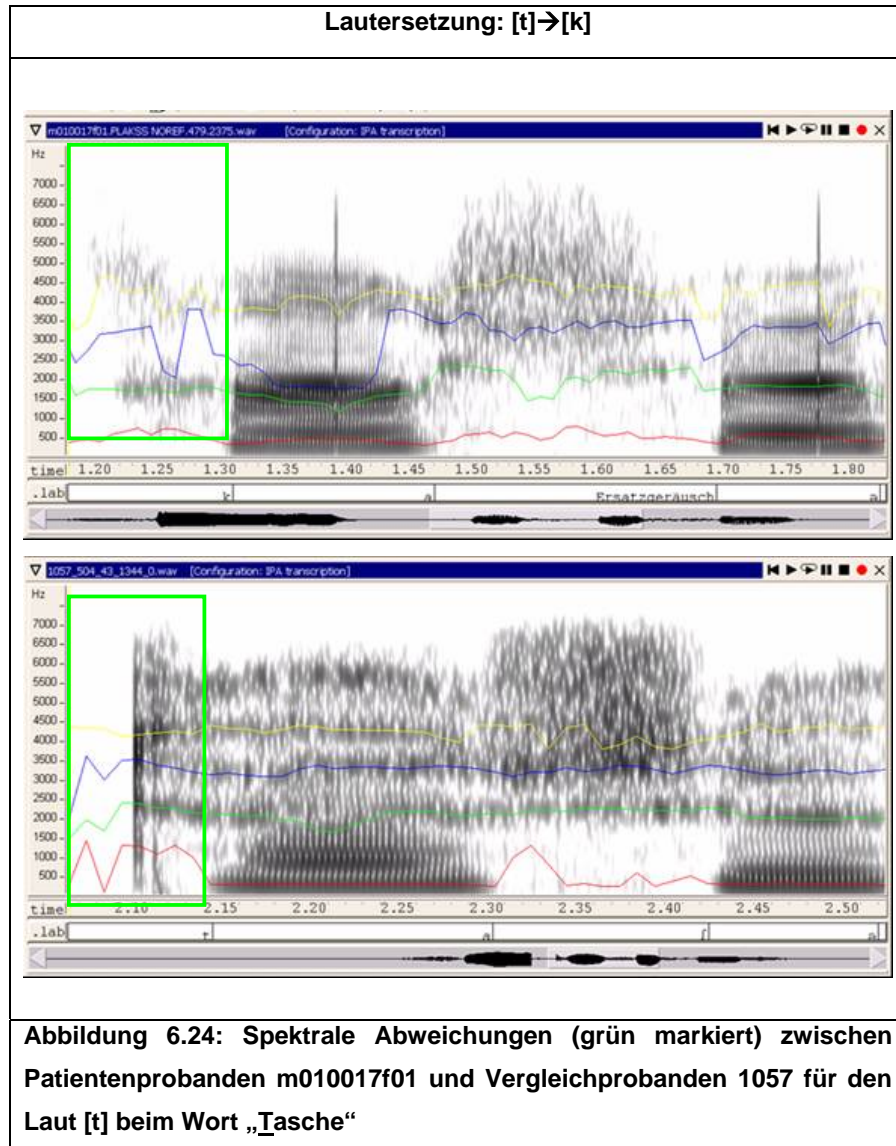
Beispiel 2:

Bei den Patientenprobanden m011034f01 und Vergleichprobanden 1072 sind deutliche spektrale Abweichungen für den Laut [t] auch beim Wort „Elefant“ vorhanden, was in der Abbildung 6.22 dargestellt wird. Die Energiekonzentration des Lautes [t] beim Vergleichprobanden liegt überwiegend über 4000 Hz, während die Energiekonzentration beim Patientenproband zwischen 1000Hz und 3500 Hz liegt. Ähnlich wie das Beispiel 1 geht es hier auch darum, dass der Laut [t] durch den Laut [k] ersetzt wird.

Beispiel 3:

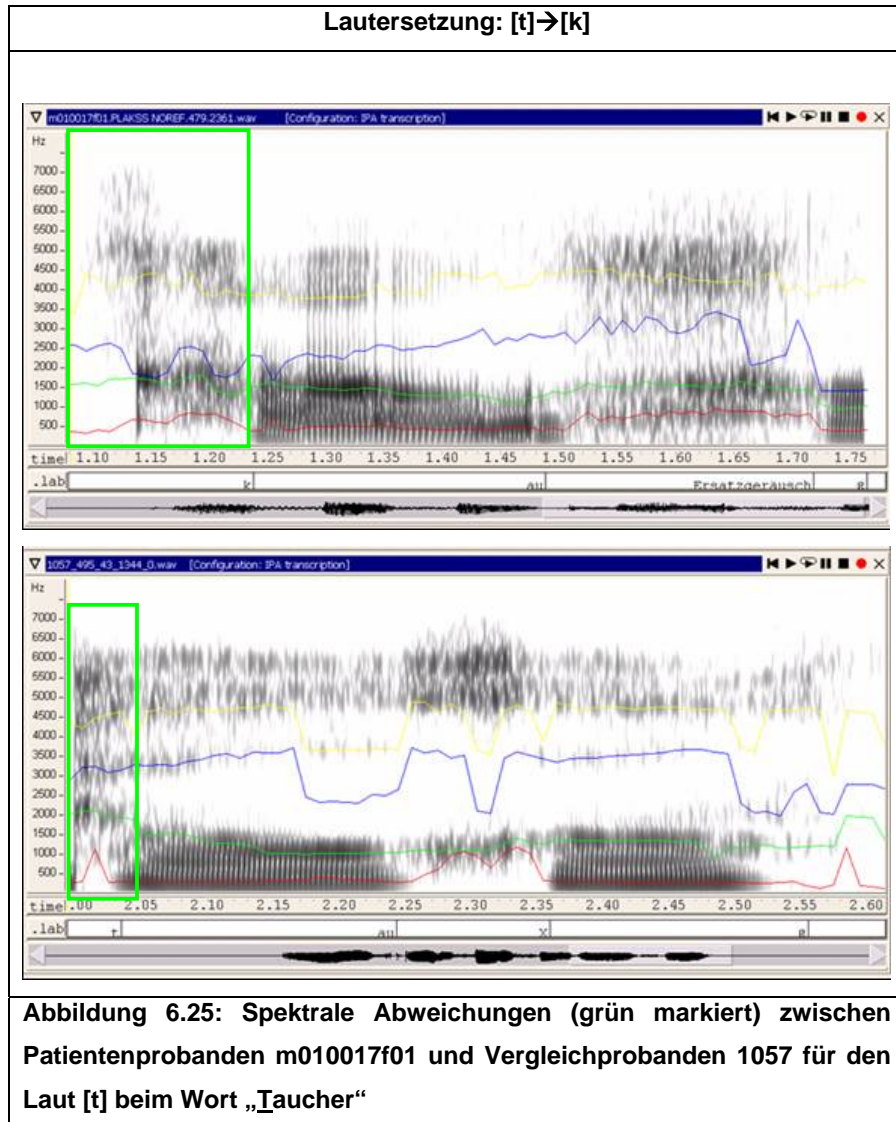


In der Abbildung 6.23 werden die Spektralen Abweichungen zwischen Patientenprobanden m011034f01 und Vergleichprobanden 1072 für den Laut [t] beim Wort „Pferd“ dargestellt. Der Laut [t] beim Vergleichprobanden verfügt über das Spektrum, was im oberen Frequenzbereich über 4000 Hz dominiert. Aber der entsprechende Laut beim Patientenprobanden weist ein anderes Spektrum auf, was im mittleren Frequenzbereich zwischen 1000 Hz und 3500 Hz dominiert. Deshalb kann es festgelegt werden, dass der Laut [t] durch den Laut [k] ersetzt wird.

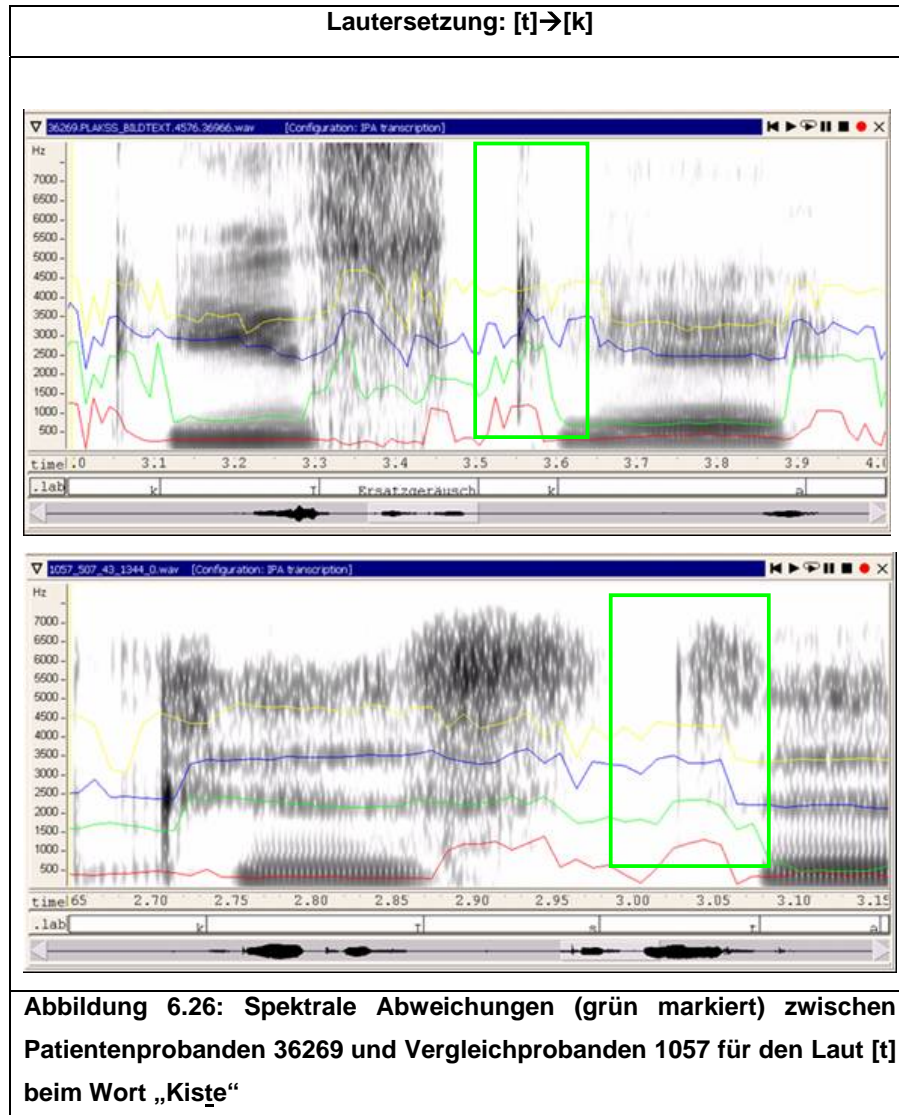
Beispiel 4:

In der Abbildung 6.24 werden die spektralen Abweichungen zwischen Patientenprobanden m010017f01 und Vergleichprobanden 1057 für den Laut [t] beim Wort „Tasche“ dargestellt. Der Laut [t] beim Vergleichprobanden verfügt über ein relativ flaches Spektrum, und zusätzlich gibt es eine Energiekonzentration bei 500 Hz. Dies entspricht auch der typischen spektralen Eigenschaft des Lautes [t]. Aber dieser Laut beim Patientenprobanden zeigt eine deutliche spektrale Abweichung. Die Energiekonzentration befindet sich im mittleren Frequenzbereich zwischen 1000 Hz und 3500 Hz. Deshalb handelt es um die Lautersetzung des Lautes [t] durch den Laut [k].

Beispiel 5:



Die Abbildung 6.25 stellt die spektralen Abweichungen zwischen Patientenprobanden m010017f01 und Vergleichprobanden 1057 für den Laut [t] beim Wort „T_acher“ dar. Der Laut [t] beim Vergleichpatienten weist ein flaches Spektrum und zusätzlich eine Energiekonzentration bei 500 Hz auf. Der entsprechende Laut beim Patientenprobanden zeigt aber eine Energiekonzentration im mittleren Frequenzbereich zwischen 1000 Hz und 3500 Hz. Dies entspricht der spektralen Eigenschaft des Lautes [k]. Deswegen kann es festgestellt werden, dass der Laut [k] als Ersatzlaut für den Laut [t] eingesetzt wird.

Beispiel 6:

Die Abbildung 6.26 stellt die spektralen Abweichungen zwischen Patientenprobanden 36269 und Vergleichprobanden 1057 für den Laut [t] beim Wort „Kiste“ dar. Der Laut [t] beim Vergleichprobanden verfügt über das Spektrum, das über 4000 Hz dominiert. Der entsprechende Laut beim Patientenprobanden weist aber überwiegend die Energiekonzentration im mittleren Frequenzbereich zwischen 2000 Hz und 4000 Hz, was wiederum mit den spektralen Eigenschaften des Lautes [k] übereinstimmt. Aus diesem Grund kann man feststellen, dass es sich um die Lautersetzung des Lautes [t] durch den Laut [k] handelt.

6.3 Lautelision

In der Arbeit von Meinhold¹⁰⁸ wird es festgestellt, dass manche Laute beim LKG-Patienten getilgt werden können. Besonders wies er darauf hin, dass der Laut [f] oft bei Patienten durch Lautelision ersetzt wird.

Bei den Sprachdaten der LKG-Patienten tritt auch das Phänomen auf, dass manche Plosive und Frikative gar nicht artikuliert werden. Das Phänomen wird in dieser Arbeit als Lautelision oder Tilgung der Laute bezeichnet. Die Lautelision verfügt über keine Schallintensität auf dem Spektrogramm. Dadurch kann man feststellen, ob es sich um die Tilgung der Laute handelt. Unter 20 Patientenprobanden sind 7 davon betroffen. Dies entspricht insgesamt 35% der Patientenprobanden. Es gibt die folgende Ersetzungsregel:

[t], [d], [g], [b], [ʃ], [f], [k] → [ʔ]

Lautersetzungen Patienten ID	[t]->Elision	[f]->Elision	[d]->Elision	[g]->Elision	[b]->Elision	[k]->Elision	[ʃ]->Elision
w011099f01	1	3	1	0	0	0	0
w011094f01	2	0	0	0	0	0	0
w011054f01	0	0	0	1	0	0	0
w010001f01	0	2	0	0	0	0	0
m011128f01	0	0	0	0	1	1	0
m011103f01	0	0	0	0	0	1	1
20031	1	0	0	0	0	0	0

Tabelle 6.31: Verteilung der Häufigkeit der Lautelision bei den Patientenprobanden

Die Tabelle 6.31 stellt die Häufigkeit der Lautelision bei den Patientenprobanden dar. Es ist deutlich zu sehen, dass die Lautelision nur bei manchen Patienten gelegentlich auftreten. Das bedeutet, dass die Lautelision bei den Patienten nicht konsistent ist. In der Abbildung 6.30 wird es gezeigt, dass der Laut [f] im Vergleich zu den anderen Lauten am häufigsten durch Lautelision ersetzt wird. Darüber hinaus wird der Laut [t] auch relativ oft getilgt.

¹⁰⁸ vgl. Meinhold, G. (1963), S. 593ff.

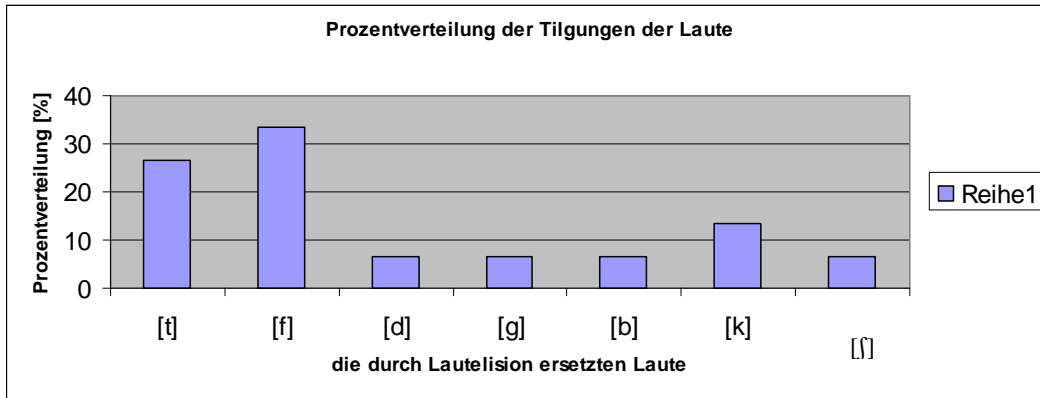
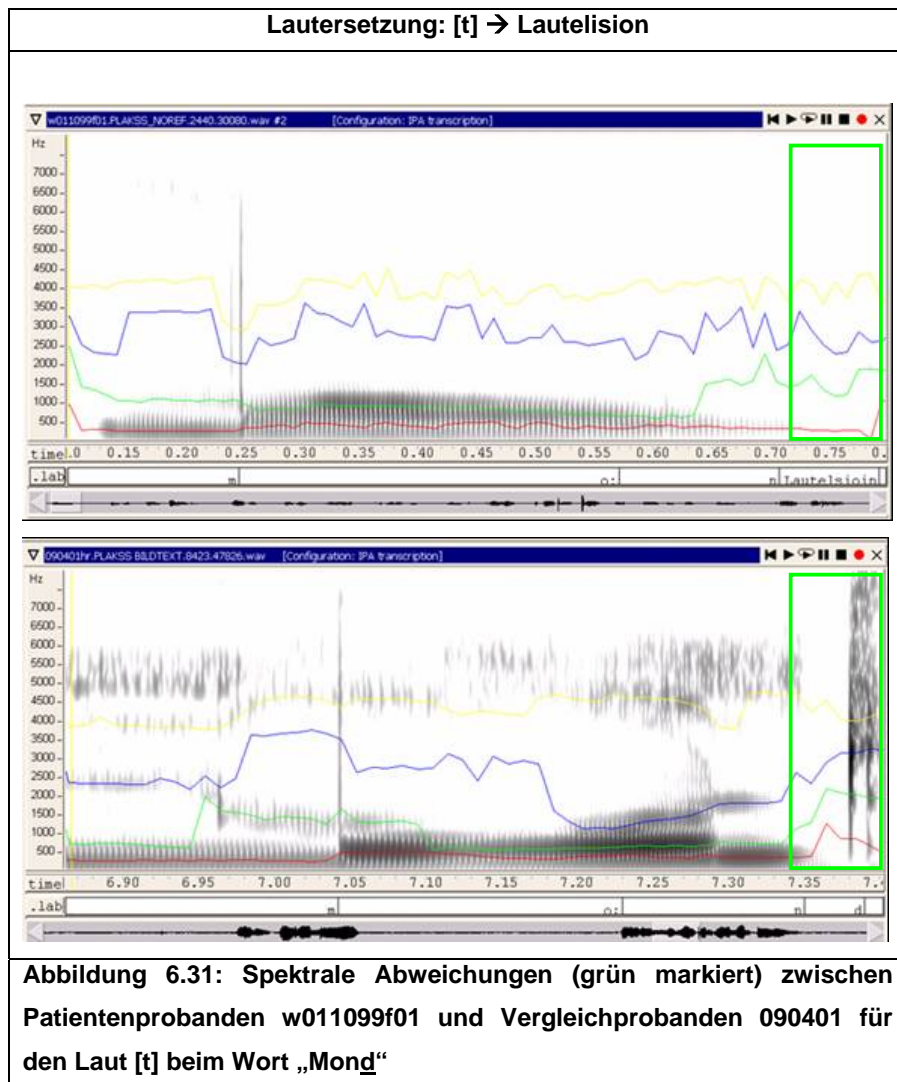


Abbildung 6.30: Prozentverteilungen der durch Lautelision ersetzten Laute

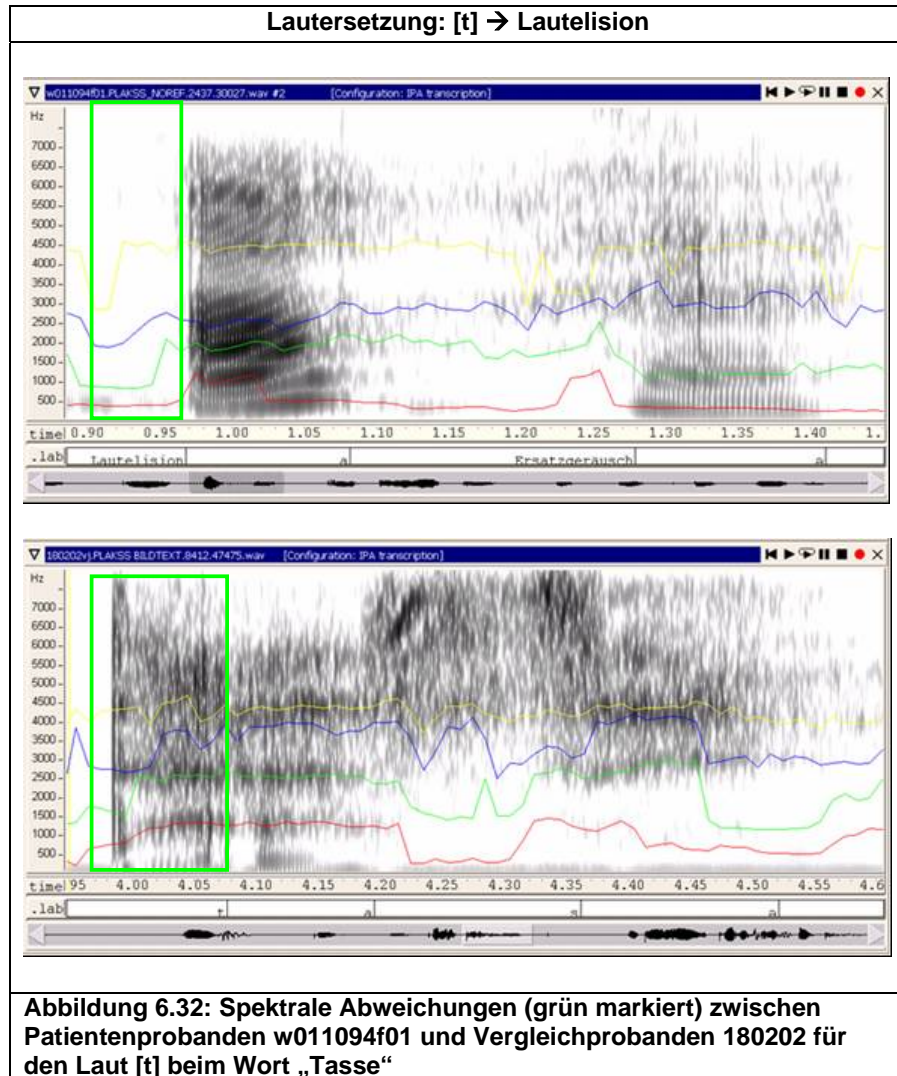
Als Folgendes werden die Beispiele aus den Sprachdaten ausführlich diskutiert.

Beispiel 1



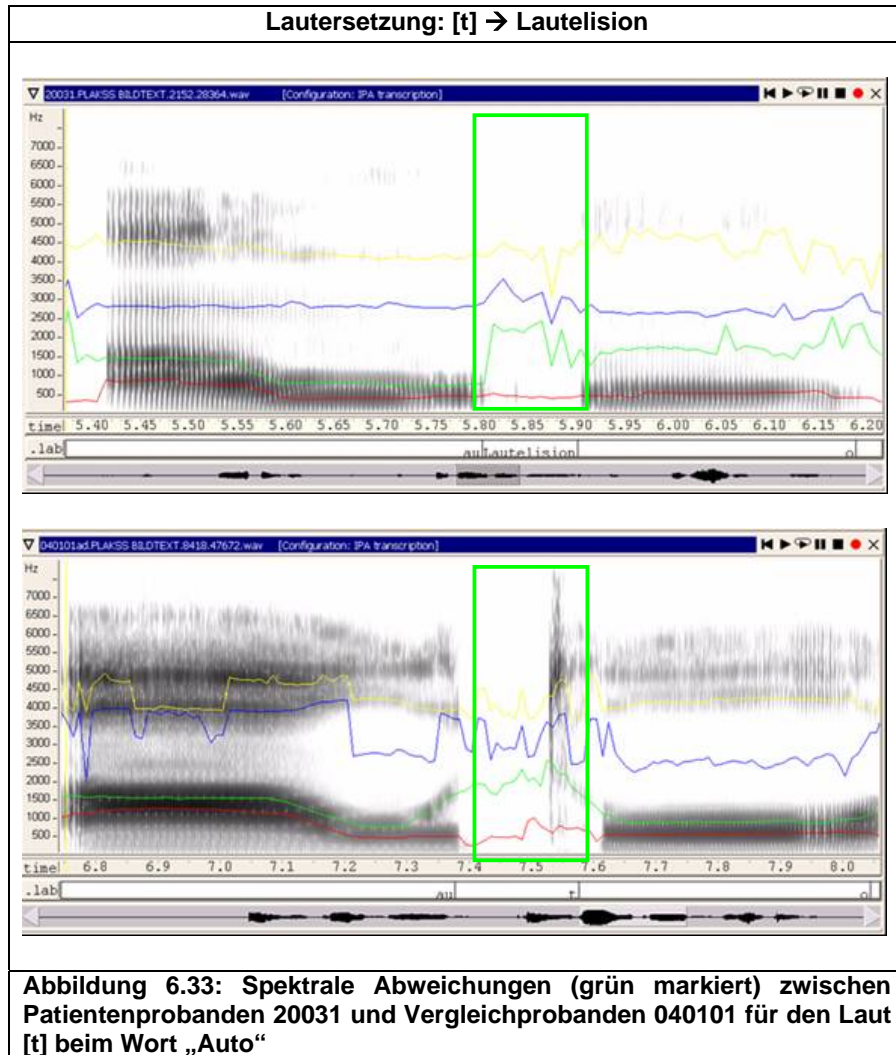
Die Abbildung 6.31 zeigt, dass die spektralen Abweichungen (grün markiert) zwischen Patientenprobanden w011099f01 und Vergleichprobanden 090401 für den Laut [t] beim Wort „Mond“ vorhanden sind. Im Vergleich zum den Vergleichprobanden weist es beim Patientenprobanden an der Stelle des Lautes [t] keine Schallintensität auf. Dies bedeutet, dass der Laut [t] durch die Lautelision ersetzt wird.

Beispiel 2:



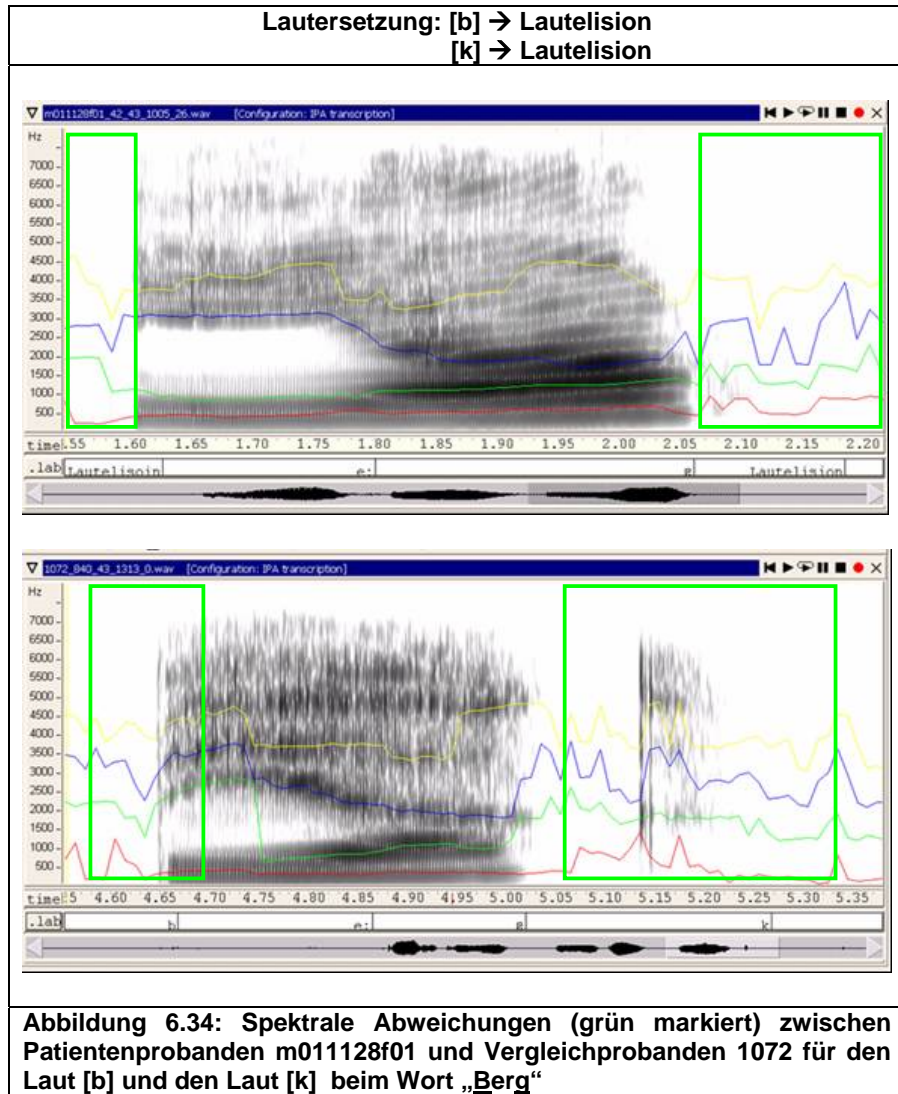
In der Abbildung 6.32 werden die spektralen Abweichungen (grün markiert) zwischen Patientenprobanden w011094f01 und Vergleichprobanden 180202 für den Laut [t] beim Wort „Tasse“ dargestellt. Ähnlich wie das Beispiel 1 verfügt das Spektrogramm des Patientenprobanden auch über keine Schallintensität an der Stelle des Lautes [t]. Deshalb kann man feststellen, dass der Laut [t] durch Lautelision ersetzt wird.

Beispiel 3:



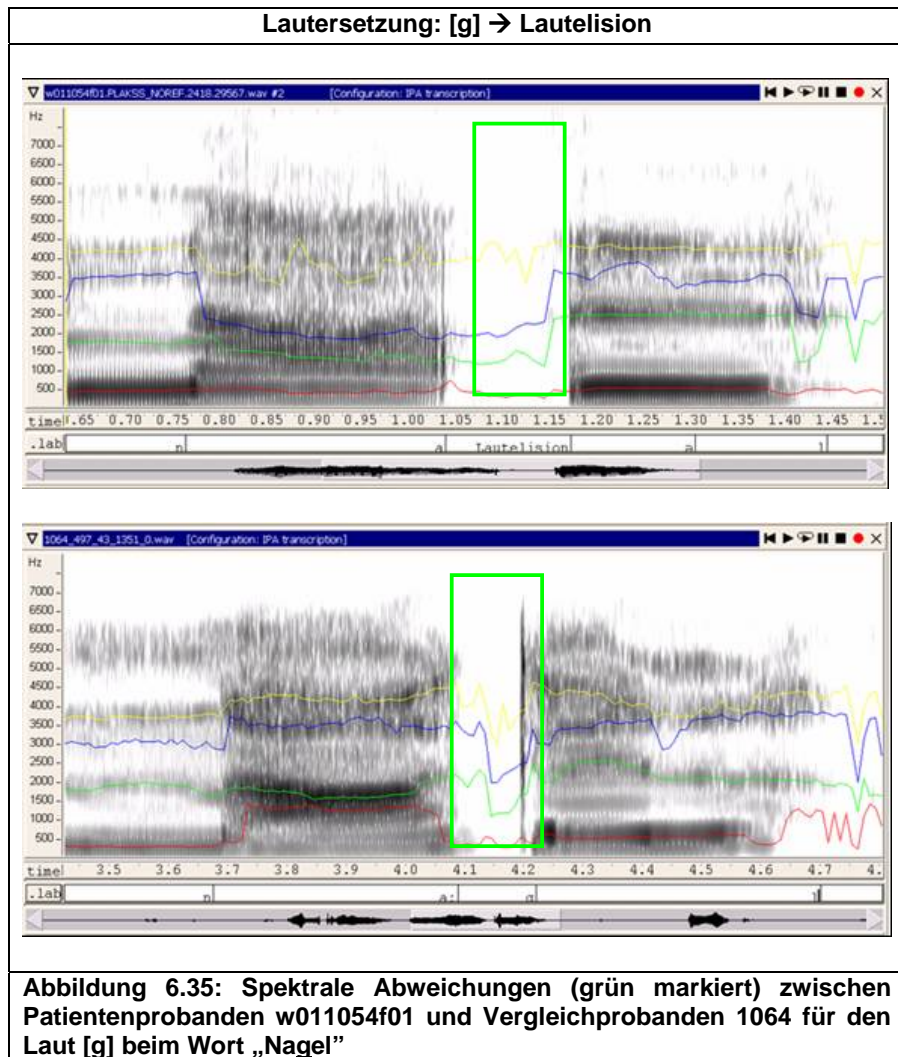
Die Abbildung 6.33 zeigt die spektralen Abweichungen (grün markiert) zwischen Patientenprobanden 20031 und Vergleichprobanden 040101 für den Laut [t] beim Wort „Auto“. Da die Schallintensität an der Stelle des Lautes [t] beim Patientenprobanden auch nicht vorhanden ist, handelt es sich um die Tilgung des Lautes [t].

Beispiel 4:



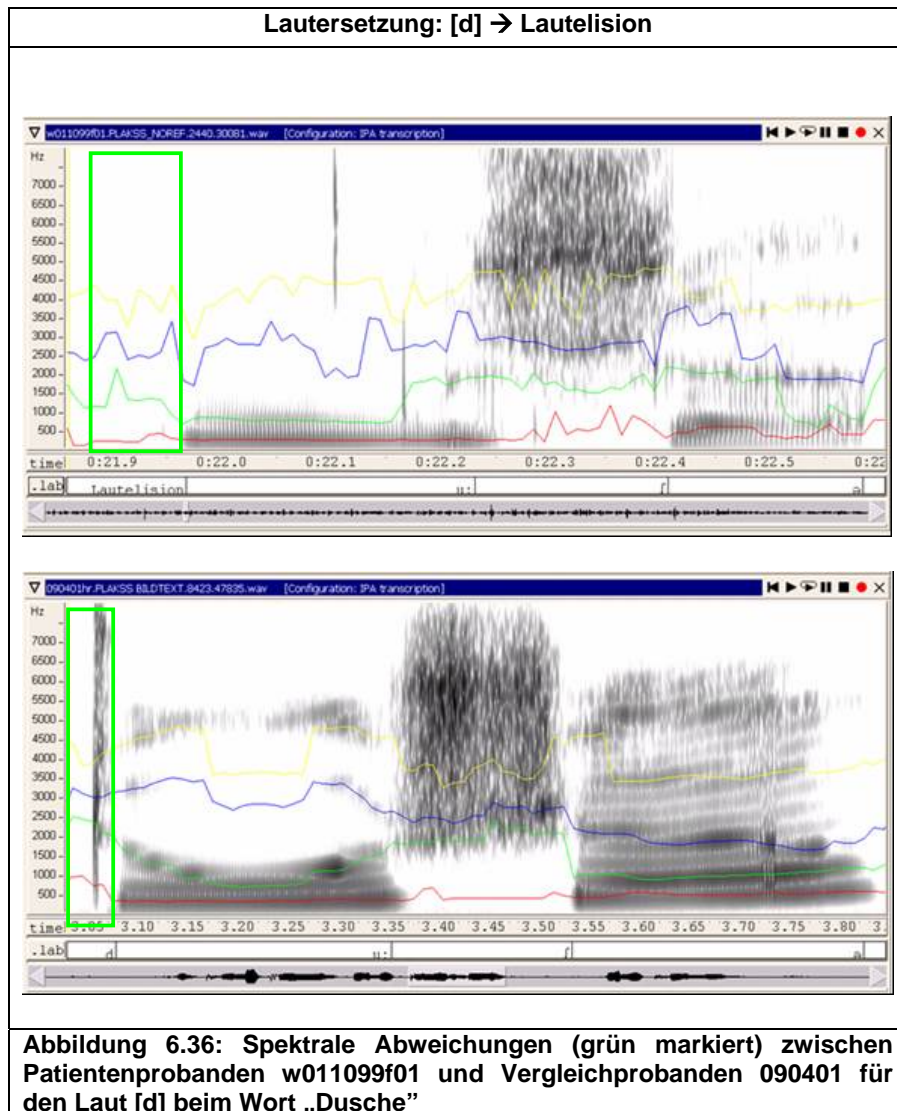
In der Abbildung 6.34 werden die spektralen Abweichungen (grün markiert) zwischen Patientenprobanden m01128f01 und Vergleichprobanden 1072 für den Laut [b] und den Laut [k] beim Wort „Berg“ dargestellt. Es gibt keine Schallintensität an der Stelle der Laute [b] und [k]. Deswegen handelt es sich um die Ersetzungen der Laute durch die Lautelision.

Beispiel 5:



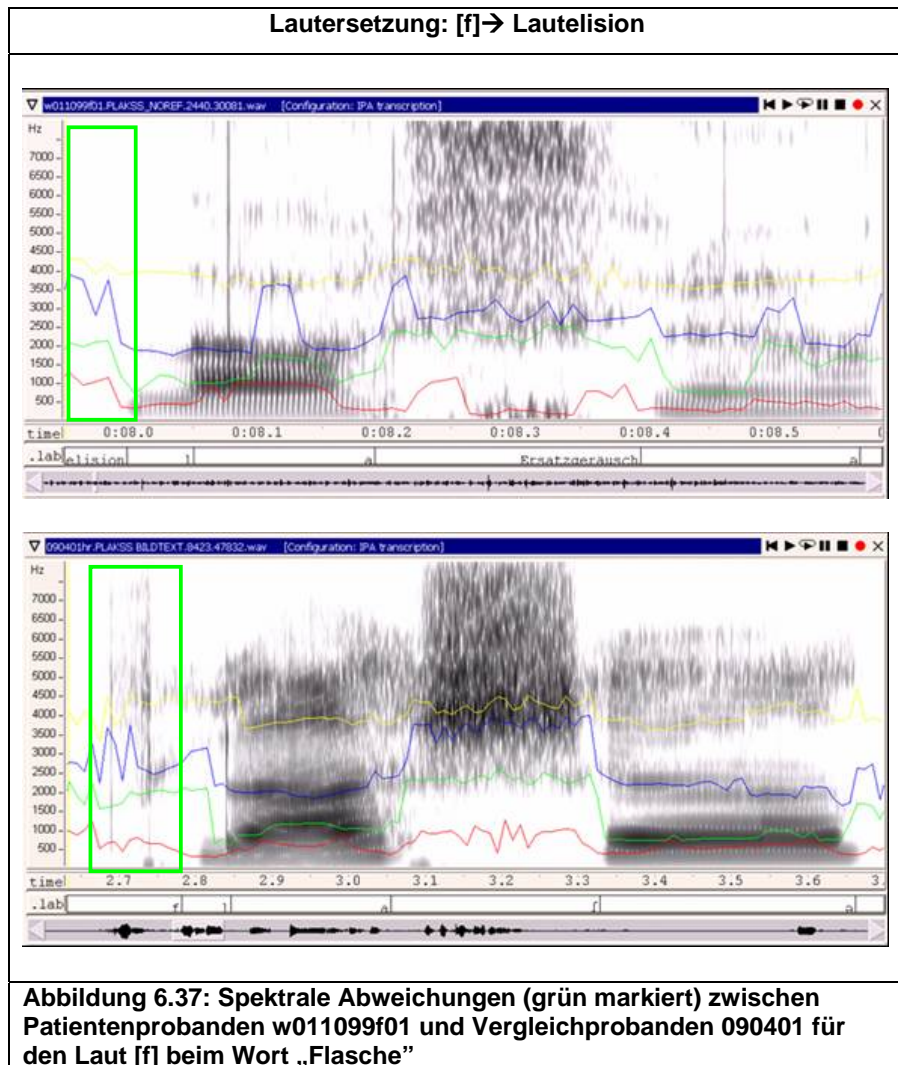
Die Abbildung 6.35 zeigt die spektralen Abweichungen (grün markiert) zwischen Patientenprobanden w011054f01 und Vergleichprobanden 1064 für den Laut [g] beim Wort „Nagel“. Da die Schallintensität an der Stelle des Lautes [g] beim Patientenprobanden nicht vorhanden ist, kann es festgestellt werden, dass der Laut [g] beim Patientenprobanden getilgt wird.

Beispiel 6:



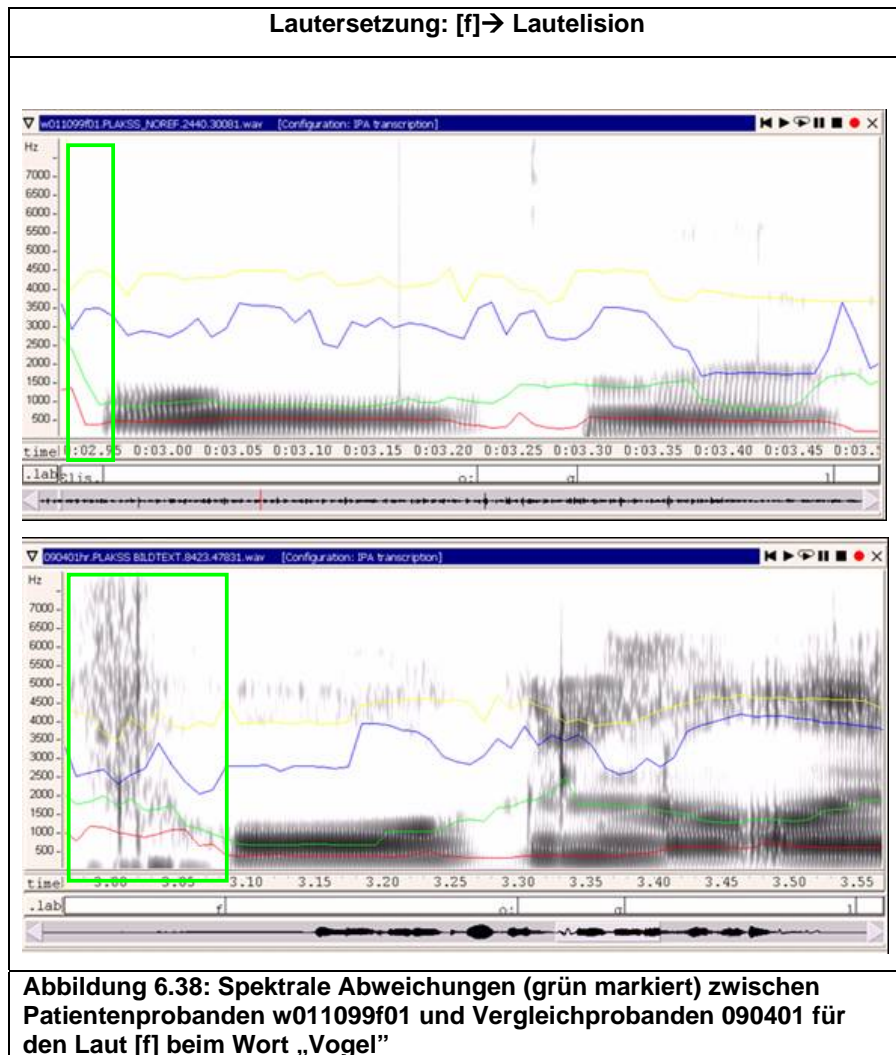
Die Abbildung 6.36 stellt dar, dass die spektralen Abweichungen (grün markiert) zwischen Patientenprobanden w011099f01 und Vergleichprobanden 090401 für den Laut [d] beim Wort „Dusche“ vorhanden sind. Es handelt sich wegen der fehlenden Schallintensität um die Tilgung des Lautes [d] beim Patientenprobanden.

Beispiel 7



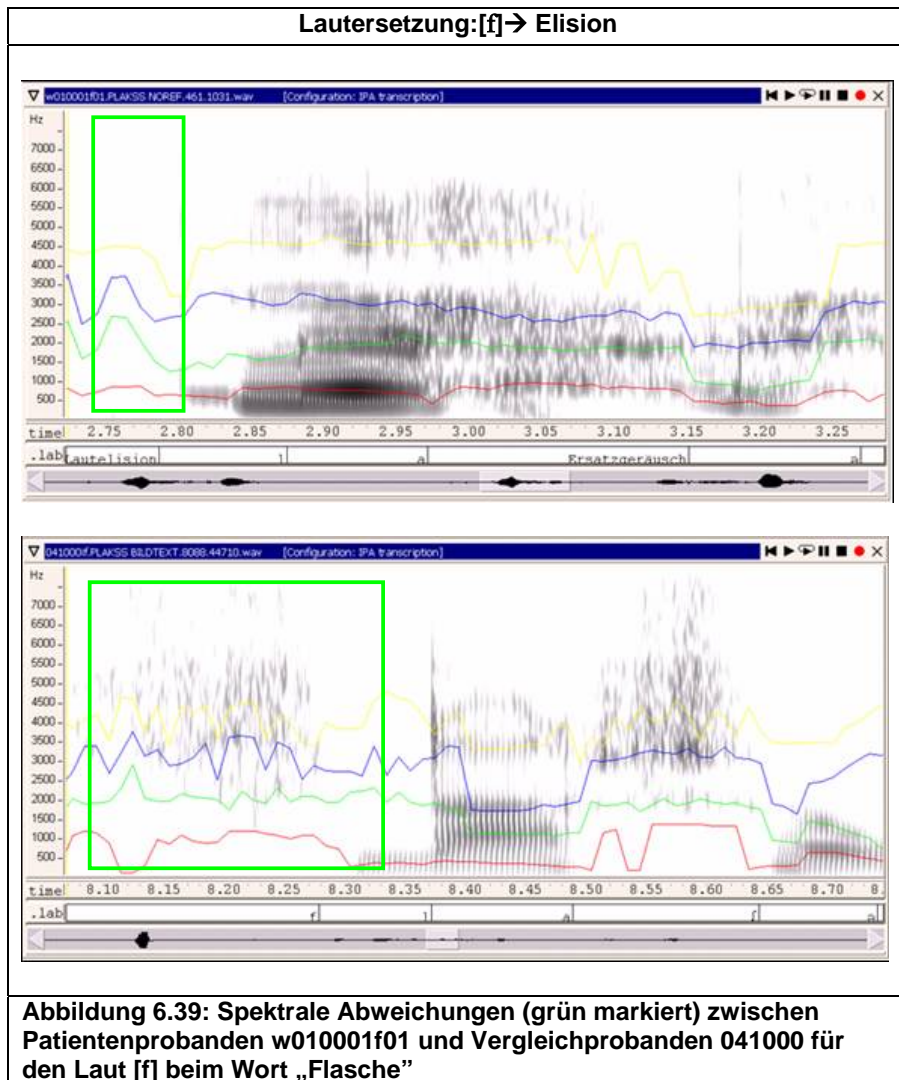
In der Abbildung 6.37 werden die spektralen Abweichungen (grün markiert) zwischen Patientenprobanden w011099f01 und Vergleichprobanden 090401 für den Laut [f] beim Wort „Flasche“ gezeigt. Wegen der fehlender Schallintensität an der Stelle des Lautes [f] beim Patientenprobanden handelt es sich um die Tilgung des Lautes [f].

Beispiel 8



In der Abbildung 6.38 werden die spektralen Abweichungen (grün markiert) zwischen Patientenprobanden w011099f01 und Vergleichprobanden 090401 für den Laut [f] beim Wort „Vogel“ dargestellt. Aufgrund der fehlenden Schallintensität beim Patientenprobanden handelt es sich um die Tilgung des Lautes [f].

Beispiel 9:



Die Abbildung 6.39 zeigt, dass die spektralen Abweichungen (grün markiert) zwischen Patientenprobanden w010001f01 und Vergleichprobanden 041000 für den Laut [f] beim Wort „Flasche“ vorhanden sind. Durch die fehlende Schallintensität an der Stelle des Lautes [f] kann man feststellen, dass es sich auch um die Tilgung des Lautes [f] beim Patientenprobanden handelt.

6.4 Laryngale Frikative als Ersatzlaute

In der Arbeit von Meinhold¹⁰⁹ werden die laryngalen Frikative als Ersatzlaute bei LKG-Patienten beobachtet. Die Frikative [s], [z], [ʃ] und [ç] können bei LKG-Patienten durch laryngale Realisationen ersetzt werden. Das bedeutet, solche Frikative können bei LKG-Patienten in die Glottis rückverlagert werden.

Bei der Untersuchung der Sprachdaten werden 2 Patienten (m011128f01 und w011094f01) festgestellt, bei denen laryngale Frikative als Ersatzlaute vorgekommen sind. Dies entspricht insgesamt 10% der Patientenprobanden. Diese geringe Anzahl hängt einerseits vermutlich davon ab, dass die Anzahl der Sprachdaten noch nicht groß genug ist. Andererseits zeigt es, dass laryngale Frikative als Ersatzlaute bei LKG-Patienten nicht konsistent genug sind. Es handelt sich um die folgende Ersetzungsregel für laryngale Frikative:

[ʃ], [ts], [χ], [ç], [z] → laryngale Frikative

Lautersetzungen Patienten ID	[ʃ]->laryngaler Frikativ	[ts]->laryngaler Frikativ	[χ]->laryngaler Frikativ	[ç]->laryngaler Frikativ	[z]-> laryngaler Frikativ
w01109-4f01	0	1	0	0	1
m01112-8f01	9	0	3	2	1

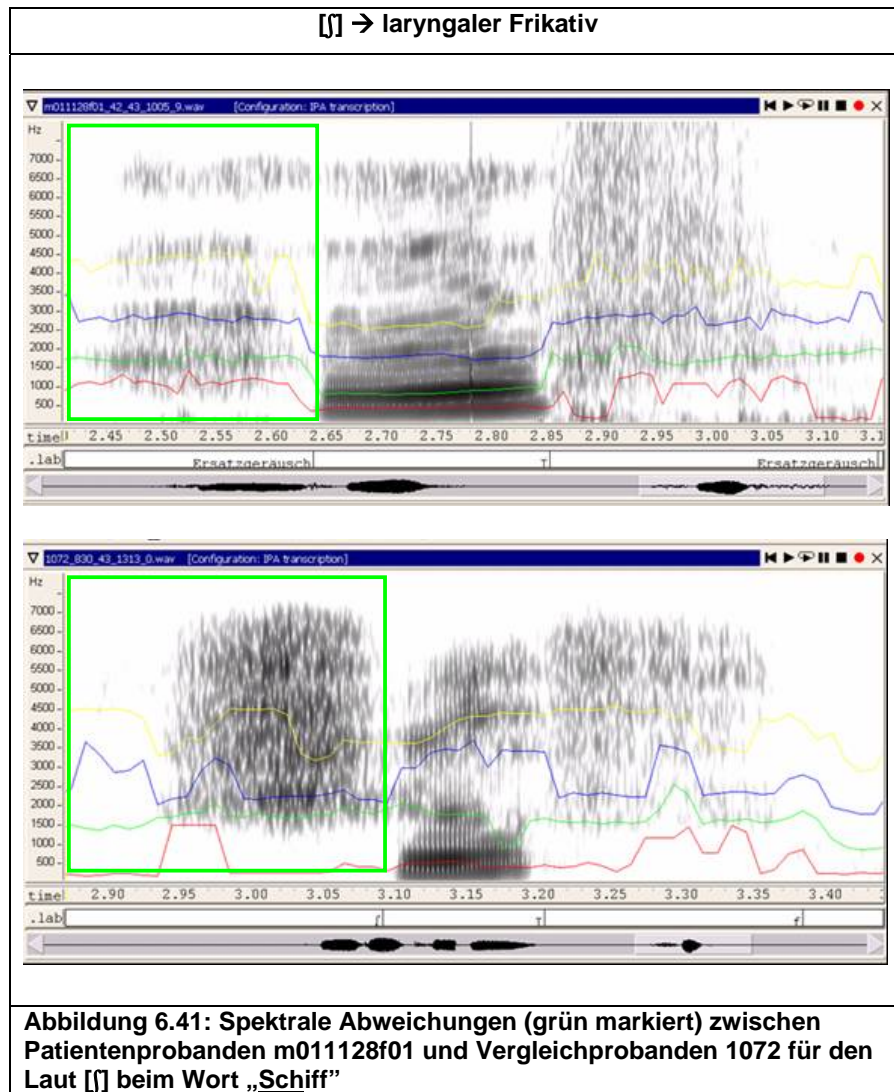
Tabelle 6.41: Verteilung der laryngalen Frikative als Ersatzlaute bei Patientenprobanden

In der Tabelle 6.41 wird die Verteilung der laryngalen Frikative als Ersatzlaute bei Patientenprobanden gezeigt. Es ist zu betrachten, dass der Laut [ʃ] beim Patientenprobanden m011128f01 am häufigsten durch den laryngalen Frikativ ersetzt wird. Deshalb ist es sehr möglich, dass laryngale Frikative als Ersatzlaute eher sprecherabhängig sind.

Es gibt es die folgenden Beispiele aus den Sprachdaten:

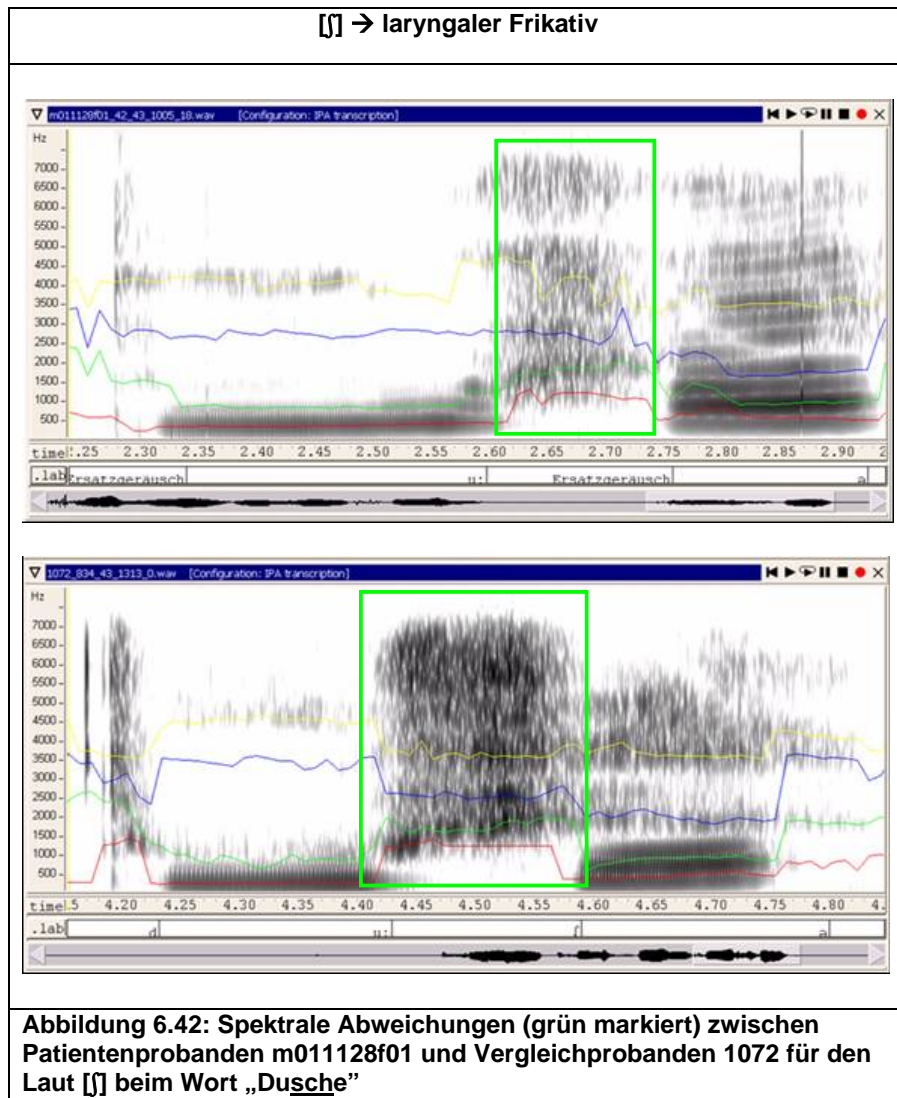
¹⁰⁹ vgl. Meinhold, G. (1963), S.593ff.

Beispiel 1:

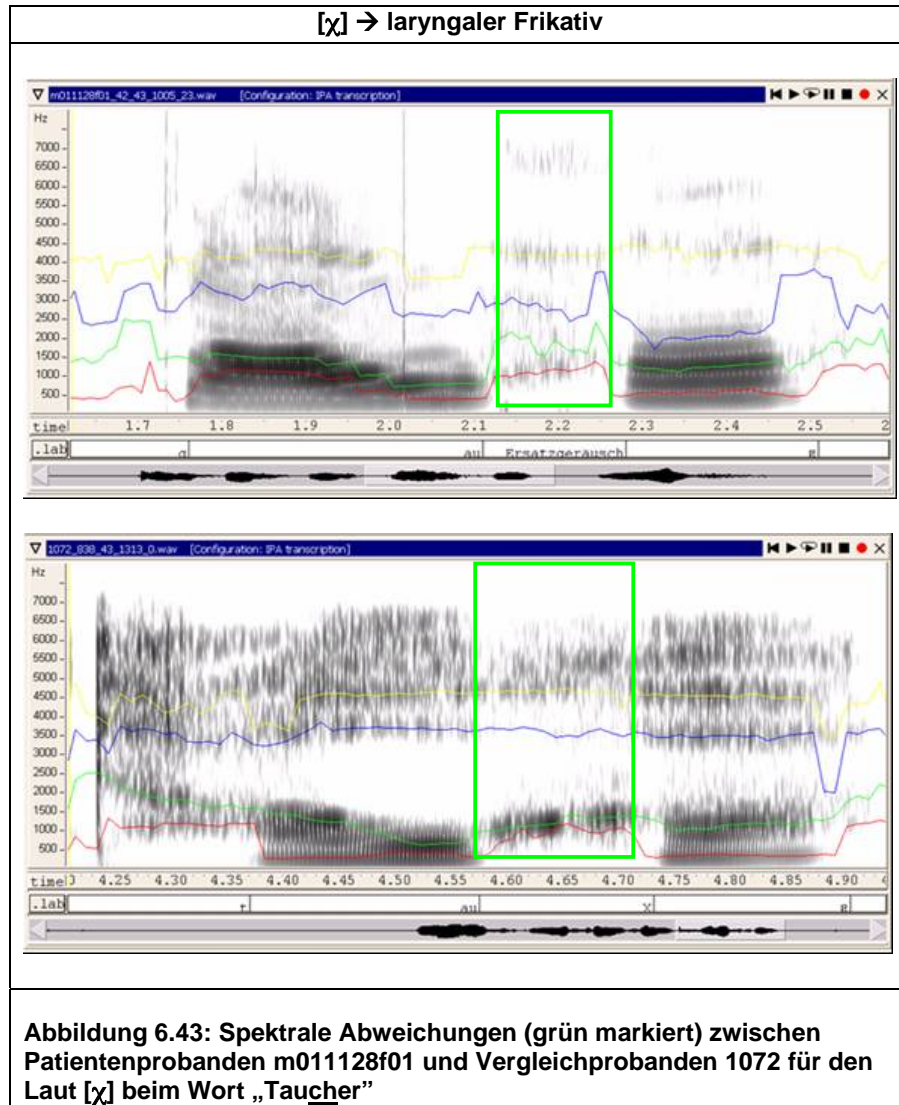


In der Abbildung werden die spektralen Abweichungen (grün markiert) zwischen Patientenprobanden m01128f01 und Vergleichprobanden 1072 für den Laut [ʃ] beim Wort „Schiff“ dargestellt. Beim Vergleichprobanden verfügt der Laut [ʃ] deutlich über den Energieschwerpunkt, der im Bereich von 2500 Hz bis 7000 Hz liegt. Aber an der Stelle des Lautes [ʃ] beim Patientenprobanden tritt ein Frikativ auf, dessen Formantenstruktur deutlich durch den Folgevokal beeinflusst wird. Der dritte Formant F3 liegt auch im Frequenzbereich zwischen 2500 Hz und 2800 Hz. Deswegen handelt es sich um die Lautersetzung des Lautes [ʃ] durch den laryngalen Frikativ.

Beispiel 2:

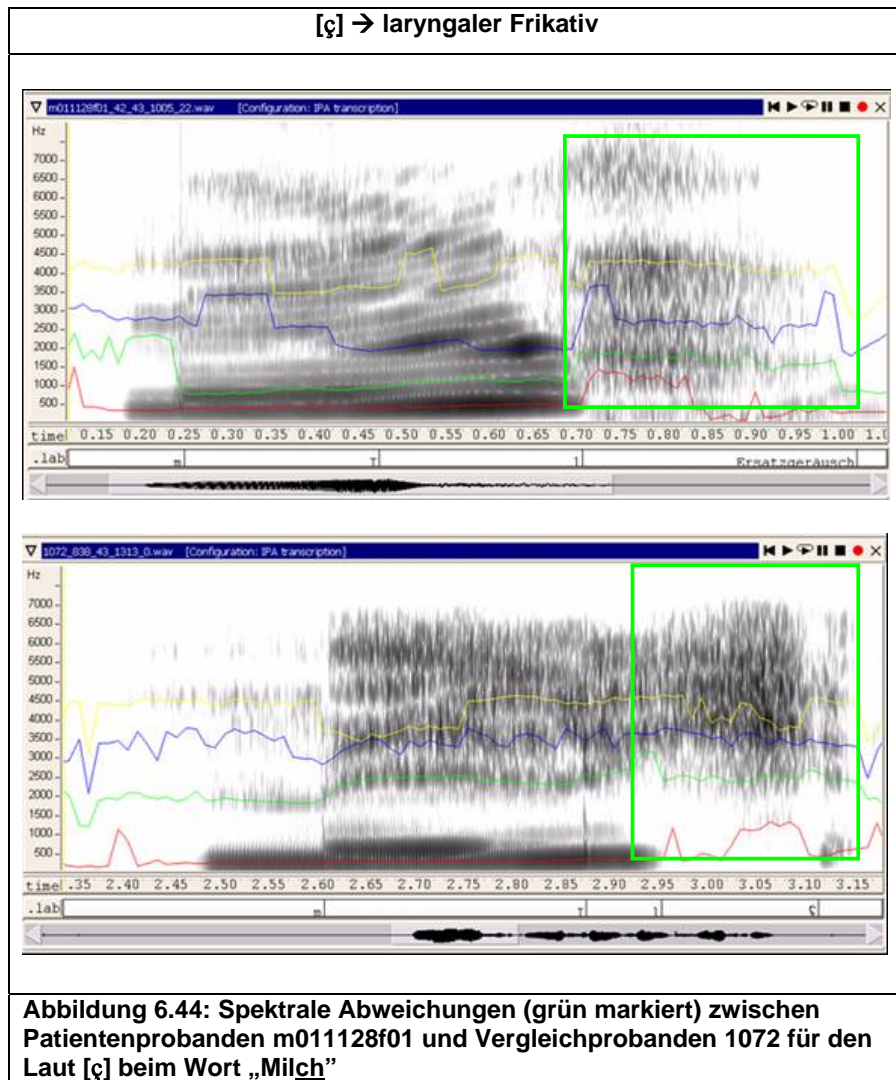


Die Abbildung 6.42 zeigt, dass die spektralen Abweichungen (grün markiert) zwischen Patientenprobanden m01128f01 und Vergleichprobanden 1072 für den Laut [ʃ] beim Wort „Dusche“ vorhanden sind. Die Energiekonzentration des Lautes [ʃ] beim Vergleichprobanden befindet sich im Frequenzbereich 2000 Hz bis 7000 Hz. Im Vergleich dazu verfügt der Frikativ beim Patientenprobanden über eine ähnliche Formantenstruktur wie der Folgevokal. Deshalb kann es festgestellt werden, dass der Laut [ʃ] durch den laryngalen Frikativ ersetzt wird.

Beispiel 3:

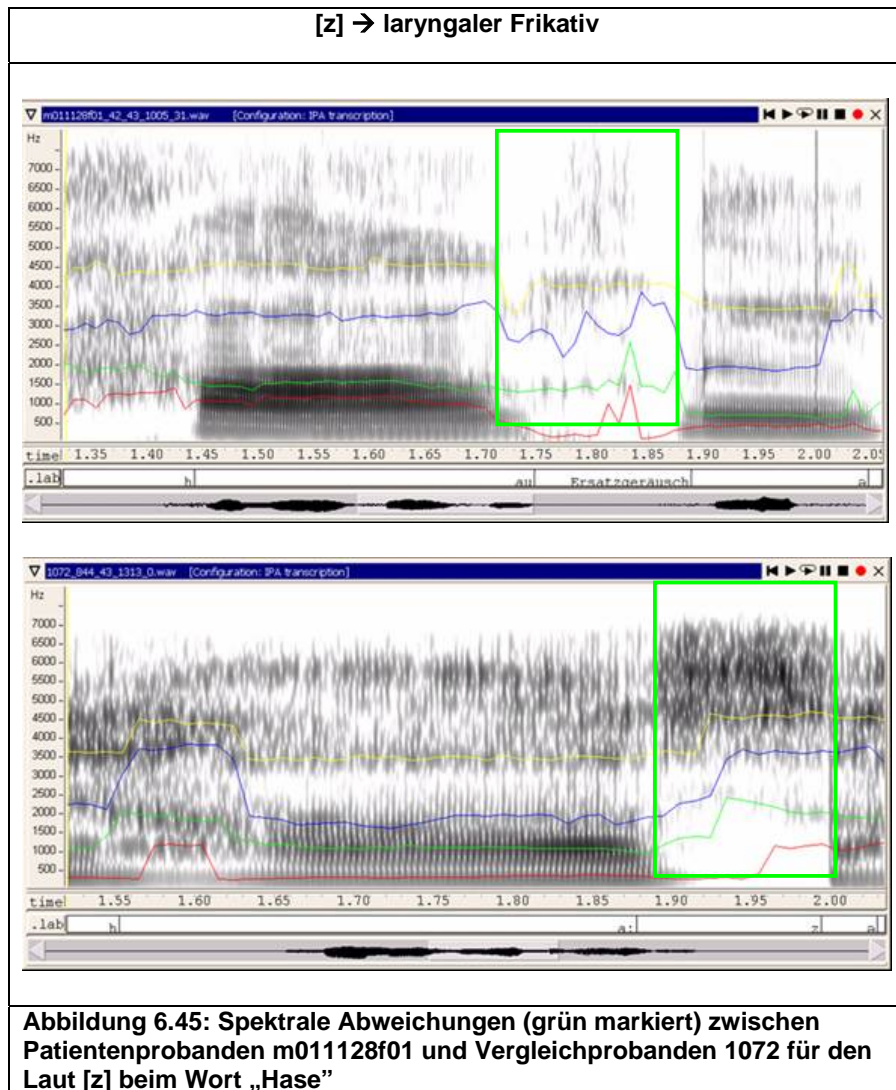
Die Abbildung 6.43 stellt die spektralen Abweichungen (grün markiert) zwischen dem Patientenprobanden m01128f01 und Vergleichprobanden 1072 für den Laut [χ] beim Wort „Tacher“ dar. Die Friktionsenergie des Frikatives [χ] beim Vergleichprobanden reicht bis in den untersten Frequenzbereich. Darüber hinaus zeigt der Laut [χ] eine relativ gut ausgeprägte Formantenstruktur. Im Vergleich zum Vergleichprobanden wird die Formantenstruktur des Frikatives durch den Folgevokal ausgeprägt. Außerdem liegt der dritte Formant F3 zwischen 2500 Hz und 2800 Hz. Deshalb kann es festgestellt werden, dass der Frikativ [χ] beim Patientenprobanden durch den laryngalen Frikativ ersetzt wird.

Beispiel 4:



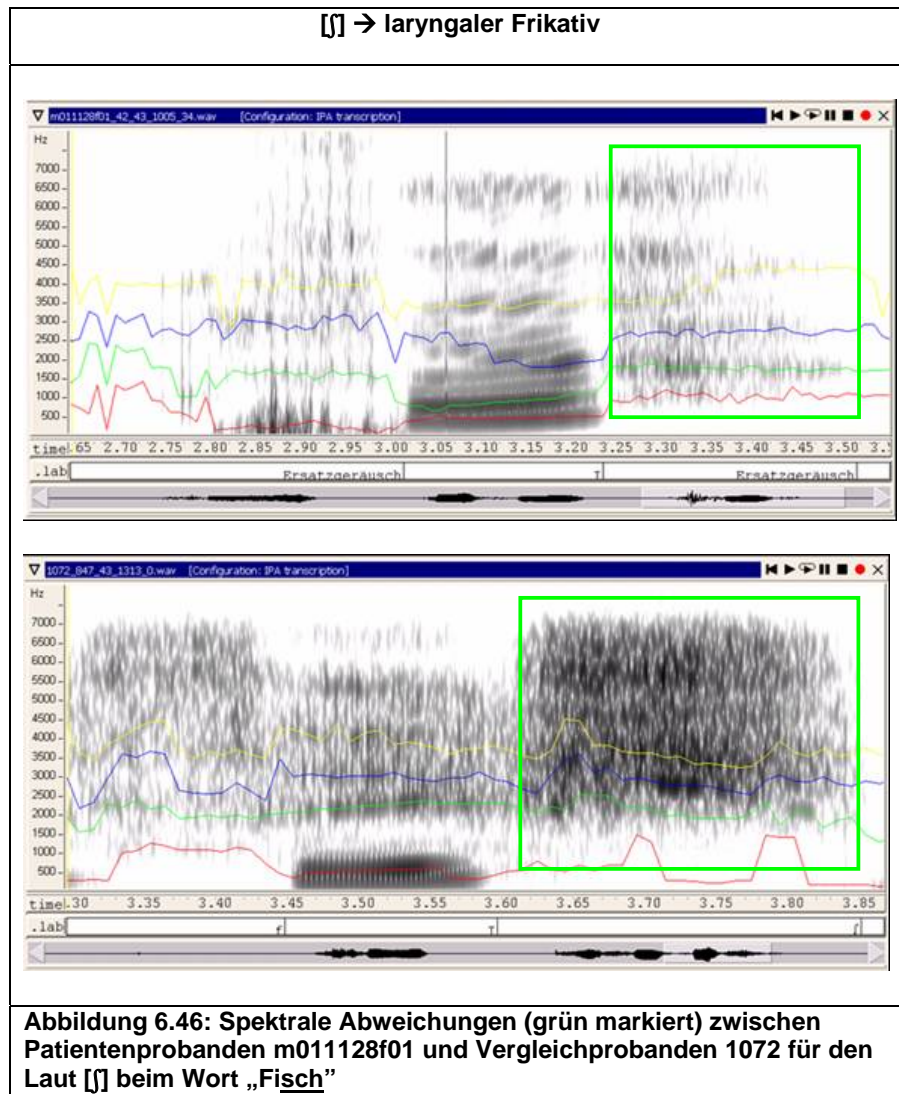
Die Abbildung 6.44 stellt dar, dass die spektralen Abweichungen (grün markiert) zwischen Patientenprobanden m01128f01 und Vergleichprobanden 1072 für den Laut [ç] beim Wort „Milch“ vorhanden sind. Der Frequenzschwerpunkt des Lautes [ç] beim Vergleichprobanden reicht bis zu ca. 3000 Hz. Beim Patientenprobanden verfügt der Frikativ nicht über eine klare Formantenstruktur, weil er nicht im Vokalkontext steht. Darüber hinaus liegt der Frequenzbereich des dritten Formanten F3 zwischen 2500 Hz und 3000 Hz. Deshalb handelt es um die Lautersetzung des Lautes [ç] durch den laryngalen Frikativ.

Beispiel 5:



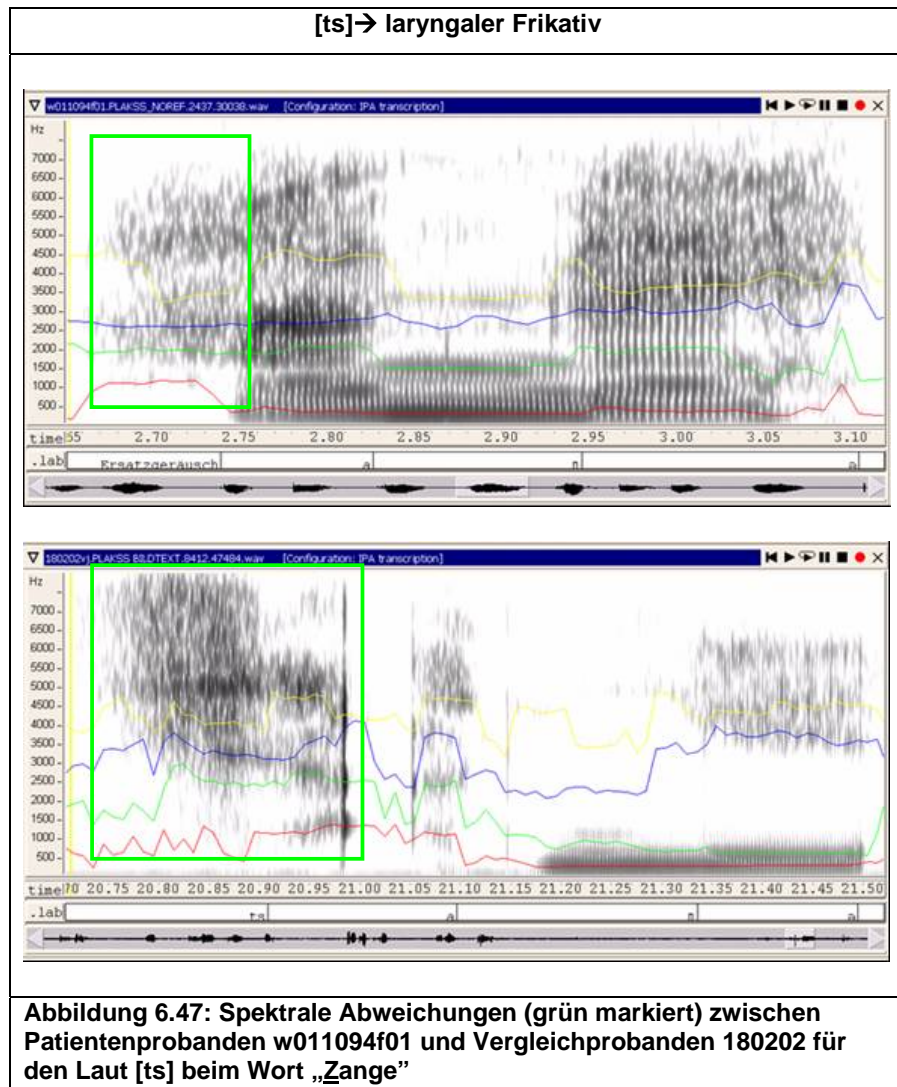
Die Abbildung 6.46 zeigt die spektralen Abweichungen (grün markiert) zwischen Patientenprobanden m011128f01 und Vergleichprobanden 1072 für den Laut [z] beim Wort „Hase“. Der Laut [z] beim Vergleichprobanden verfügt über hohe Schallintensität, derer Energiekonzentration im Bereich zwischen 5000 Hz bis 8000 Hz liegt. Im Vergleich dazu verfügt der Patientenproband über eine Formantenstruktur, die mit der Formantenstruktur des Folgevokals übereinstimmt. Darüber hinaus befindet sich der dritte Formant F3 zwischen 2000 Hz und 3000 Hz. Deswegen wird der Laut [z] beim Patientenprobanden durch den laryngalen Frikativ ersetzt.

Beispiel 6:



Die Abbildung 6.46 zeigt, dass die spektralen Abweichungen (grün markiert) zwischen Patientenprobanden m01128f01 und Vergleichprobanden 1072 für den Laut [ʃ] beim Wort „Fisch“ vorhanden sind. Der Frikativ beim Patientenprobanden weist keinen Energieschwerpunkt auf, der im Bereich von 2500 Hz bis 7000 Hz liegt. Stattdessen verfügt er über eine ähnliche Formantenstruktur mit dem vorangehenden Vokal. Außerdem befindet sich der dritte Formant F3 auch zwischen 2500 Hz und 3000 Hz. Deshalb kann es festgestellt werden, dass es sich um den laryngalen Ersatzlaut beim Patientenprobanden für den Laut [ʃ] handelt.

Beispiel 7:



Die Abbildung 6.47 stellt die spektralen Abweichungen (grün markiert) zwischen Patientenprobanden w011094f01 und Vergleichprobanden 180202 für den Laut [ts] beim Wort „Zange“ dar. Der Laut [ts] zeigt eine schräg verlaufende Untergrenze des Energieschwerpunktes. Im Vergleich dazu verfügt der Frikativ beim Patientenprobanden über eine Formantenstruktur, die durch den Folgevokal beeinflusst wird. Darüber hinaus liegt der dritte Formant F3 im Frequenzbereich zwischen 2500 Hz und 2800 Hz.

6.5 Pharyngale Lautbildungen als Ersatzlaute

In der Arbeit von Meinhold¹¹⁰ werden die pharyngalen Lautbildungen als Ersatzlaute bei den LKG-Patienten beobachtet. Die Laute [k], [g], [r], [χ] und [ɹ] können durch pharyngale Lautbildungen realisiert werden. Es handelt sich deshalb um die rückverlagerte Lautersetzungen. Meinhold hat es festgestellt, dass diese Lautersetzungen die täuschend ähnlichen Bildungen im Vergleich zu den normalen Lauten darstellen. Darüber hinaus weist pharyngale Lautbildung keinen Phonemcharakter im deutschen Lautinventar auf. Deswegen sind pharyngale Lautbildungen als Ersatzlaute relativ schwierig zu identifizieren.

Bei den untersuchten Patientenprobanden werden auch pharyngale Lautbildungen festgestellt. Da die Identifikation der pharyngalen Lautbildungen sehr schwierig ist, können nicht alle möglichen pharyngalen Lautbildungen bei den Sprachdaten erkannt werden. Darüber hinaus werden nur die Ersatzlaute bzw. Ersatzgeräusche in dieser Arbeit berücksichtigt, die deutlich erkennbar sind. Die folgende Tabelle 6.51 liefert einen Überblick über die Verteilung der Häufigkeit der laryngalen Lautersetzungen bei den Patientenprobanden.

Lautersetzungen Patienten ID	[k]->pharyngale Lautersetzung	[χ]->pharyngale Lautersetzung
w011063f01	4	0
M011121f01	0	3
M011108f01	0	2
M011034f01	1	1
M010017f01	0	2

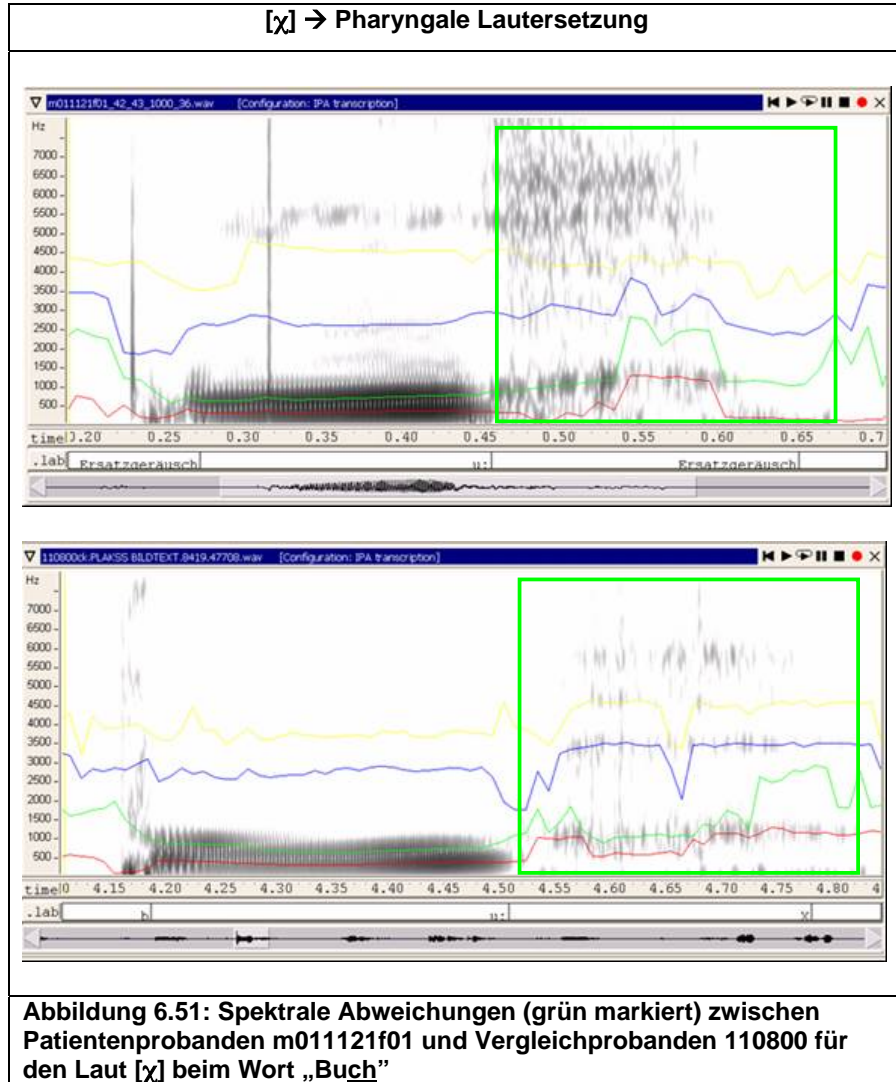
Tabelle 6.51 Verteilung der Häufigkeit der laryngalen Lautersetzungen bei den Patientenprobanden

Die Tabelle 6.51 beschreibt, wie häufig die laryngalen Lautersetzungen für unterschiedliche Laute bei den Patientenprobanden auftreten. Bei den 20 Patienten sind 5 davon betroffen. Dies entspricht 25% der gesamten Patientenprobanden. Man kann dadurch feststellen, dass pharyngale Lautersetzungen konstanter als laryngale Frikative bei den LKG-Patienten sind. Bei den Patientenprobanden werden vor allem die Laute [χ] und [k] durch pharyngale Lautersetzungen ersetzt.

¹¹⁰ vgl. Meinhold, G. (1963), S.593ff.

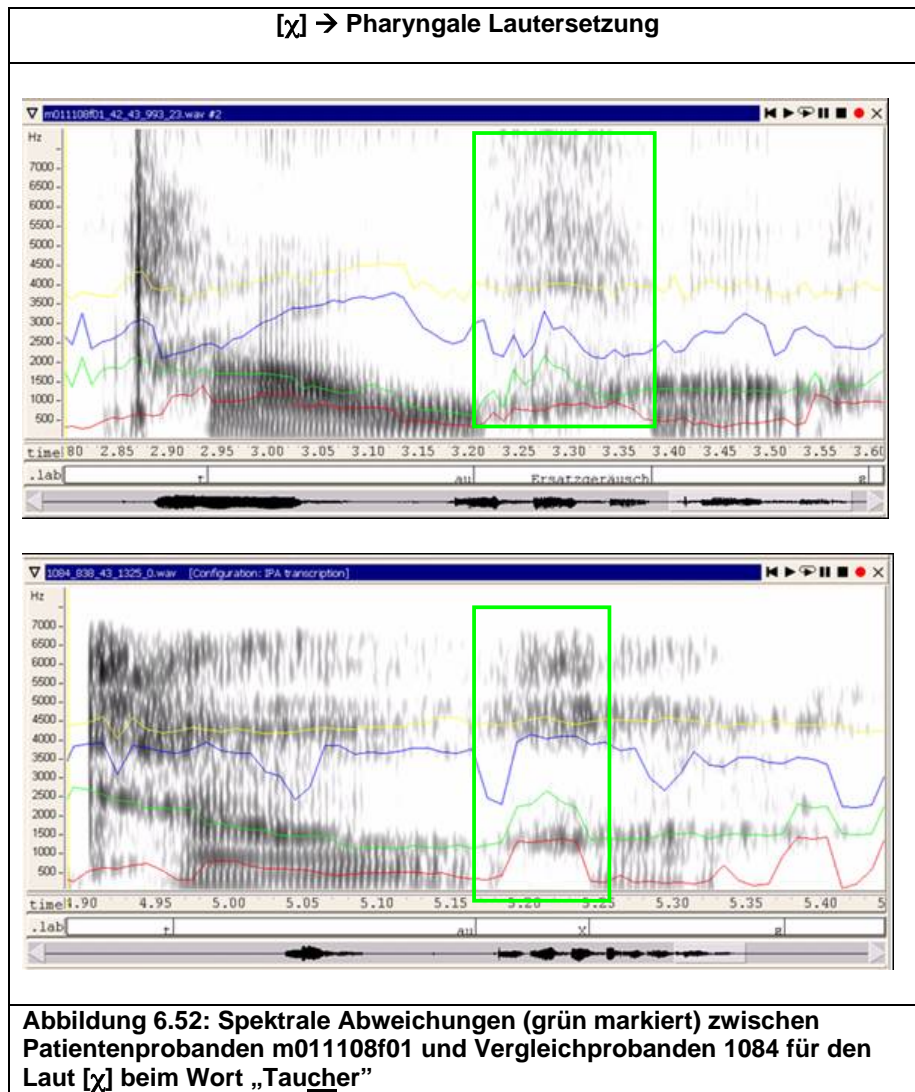
Es gibt die folgenden Beispiele aus den Sprachdaten:

Beispiel 1:



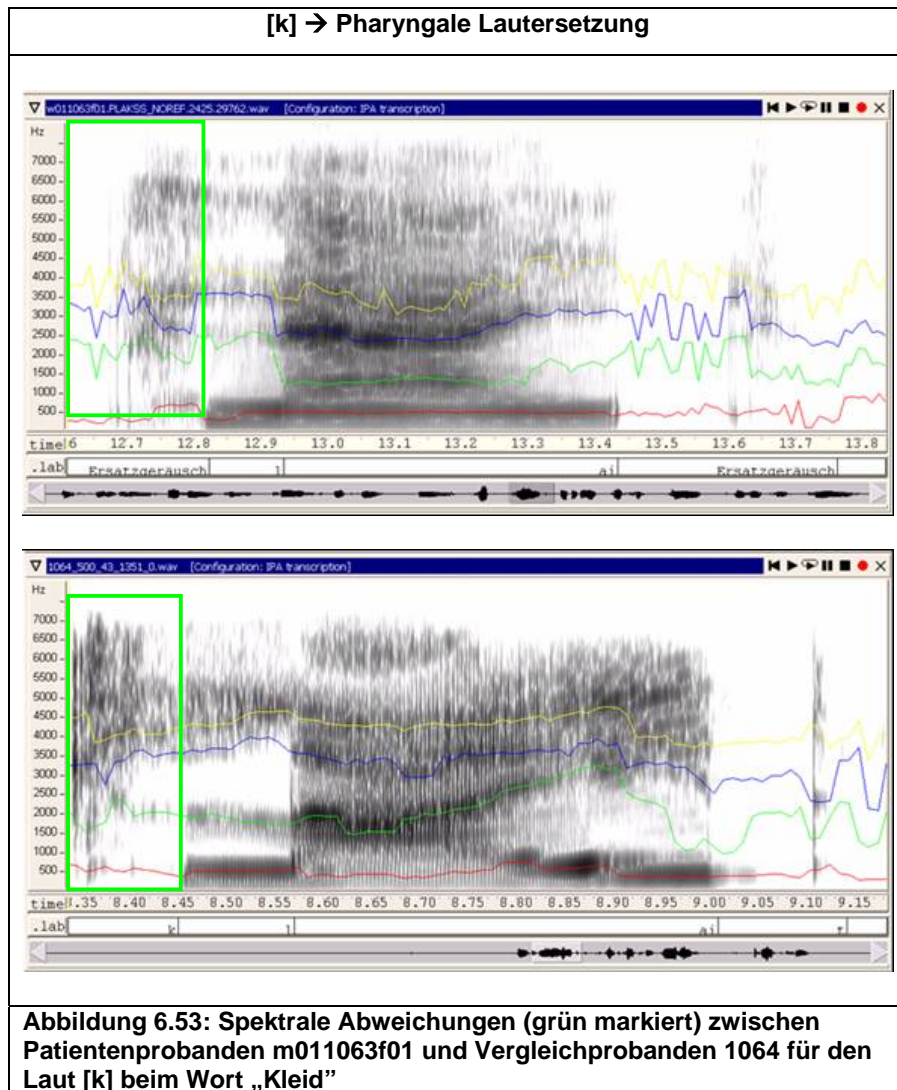
In der Abbildung 6.51 werden die spektralen Abweichungen (grün markiert) zwischen Patientenprobanden m011121f01 und Vergleichprobanden 110800 für den Laut [χ] beim Wort „Buch“ dargestellt. Für den Laut [χ] weist es beim Patientenprobanden ähnliche Formantenstruktur wie beim Vergleichprobanden auf. Dies bedeutet, die pharyngale Lautersetzung stellt eine täuschend ähnliche Lautbildung dar. Darüber hinaus befindet sich der zweite Formant F2 in tiefer bis mittlerer Frequenzposition beim Patientenprobanden. Deshalb kann man feststellen, dass es sich um eine pharyngale Reibung als Ersatzlaut für den Laut [χ] handelt.

Beispiel 2:



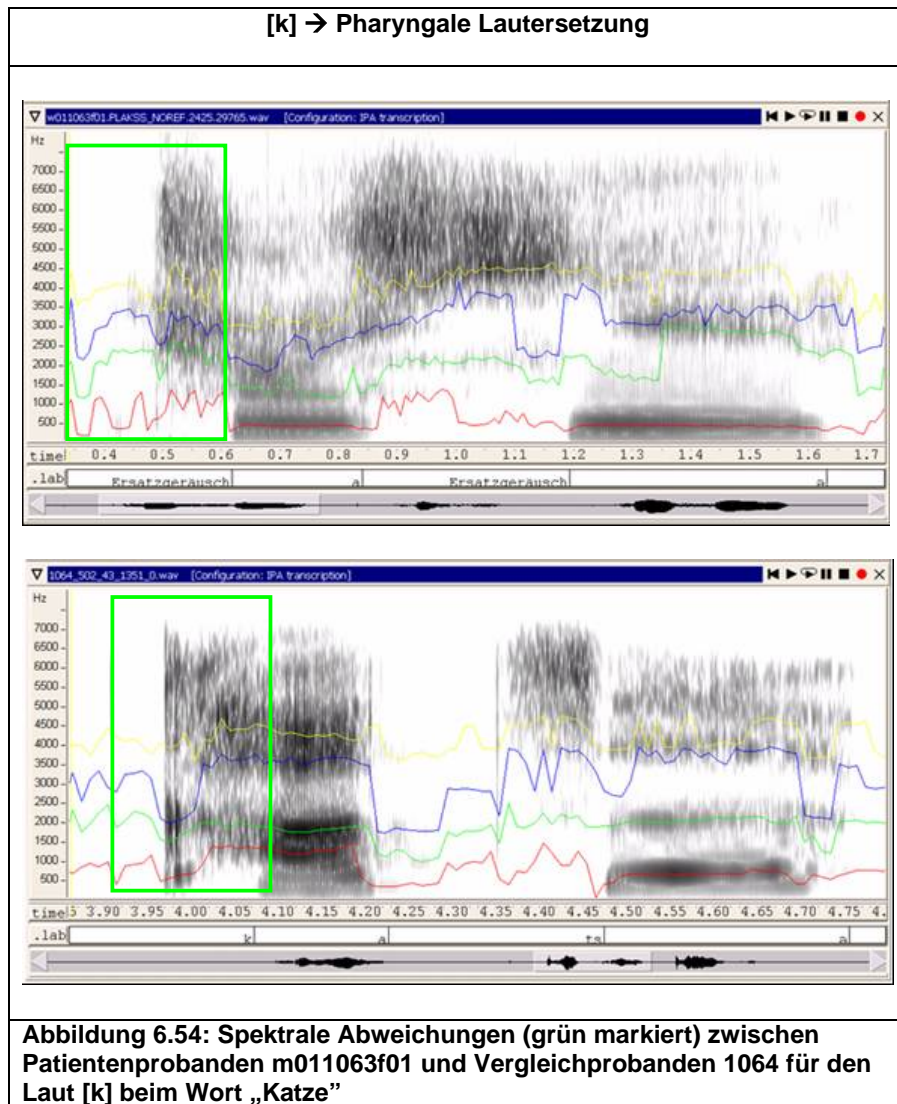
Die Abbildung 6.52 zeigt, dass die spektralen Abweichungen zwischen Patientenprobanden m011108f01 und Vergleichprobanden 1084 für den Laut [χ] beim Wort „Taucher“ vorhanden sind. Ähnlich wie das Beispiel 1 weist es beim Patientenprobanden eine ähnliche Formantenstruktur wie beim Vergleichprobanden auf. Außerdem liegt das Rauschmaximum im Bereich zwischen F1 und F2. Es kann deshalb festgestellt werden, dass es sich um eine pharyngale Lautersetzung für den Laut [χ] beim Patientenprobanden handelt.

Beispiel 3:



Die Abbildung 6.53 stellt die spektralen Abweichungen (grün markiert) zwischen Patientenprobanden m011063f01 und Vergleichprobanden 1064 für den Laut [k] beim Wort „Kleid“ dar. Trotz der spektralen Abweichung ist eine ähnliche Formantenstruktur beim Patientenprobanden und Vergleichprobanden vorhanden. Darüber hinaus liegt der F2 im mittleren Frequenzbereich, was mit der pharyngalen Artikulation übereinstimmt. Deshalb kann es festgestellt werden, dass der Laut [k] durch den pharyngalen Ersatzlaut ersetzt wird.

Beispiel 4:



In der Abbildung 6.54 werden die spektralen Abweichungen (grün markiert) zwischen Patientenprobanden m011063f01 und Vergleichprobanden 1064 für den Laut [k] beim Wort „Katz“ gezeigt. Obwohl die spektralen Abweichungen vorhanden sind, weist es eine ähnliche Formantenstruktur beim Patientenprobanden und Vergleichprobanden auf. Außerdem befindet sich der F2 beim Patientenprobanden auch im mittleren Frequenzbereich. Man kann daher feststellen, dass der Laut [k] durch die pharyngale Lautbildung ersetzt wird.

6.6 Rückverlagerte Vokale

Die kompensatorische Artikulation der Konsonanten bei LKG-Patienten wurde bereits diskutiert. Es kann festgestellt werden, dass manche Ersatzlaute für die betroffenen Konsonanten nicht konsistent genug sind. Die Sprecherabhängigkeit spielt dabei eine entscheidende Rolle. Nach Meinhold¹¹¹ sind die Störungen der Vokale bei LKG-Patienten aber sehr ähnlich, obwohl noch verschiedene Grade des offenen Näsels vorhanden sind. Es handelt sich hier um die rückverlagerten Vokale, die auch zur kompensatorischen Artikulation gehören. Er wies noch darauf hin¹¹², dass rückverlagerte Vokale meistens über die Nasalität verfügen. Je weiter der orale Resonator ist, desto geringer wird die Näselsqualität der Vokale. Damit wird [a:] am wenigsten von Näsels betroffen. Bei [i:] und [e:] werden die Oberformanten (2500 Hz-4300 Hz) gedämpft.

Bei den Sprachdaten sind rückverlagerte Vokale sehr oft zu beobachten. Im Rahmen dieser Arbeit werden die rückverlagerten Vokale nicht ausführlich untersucht. Aber die folgenden Regeln können aus den Sprachdaten festgestellt werden:

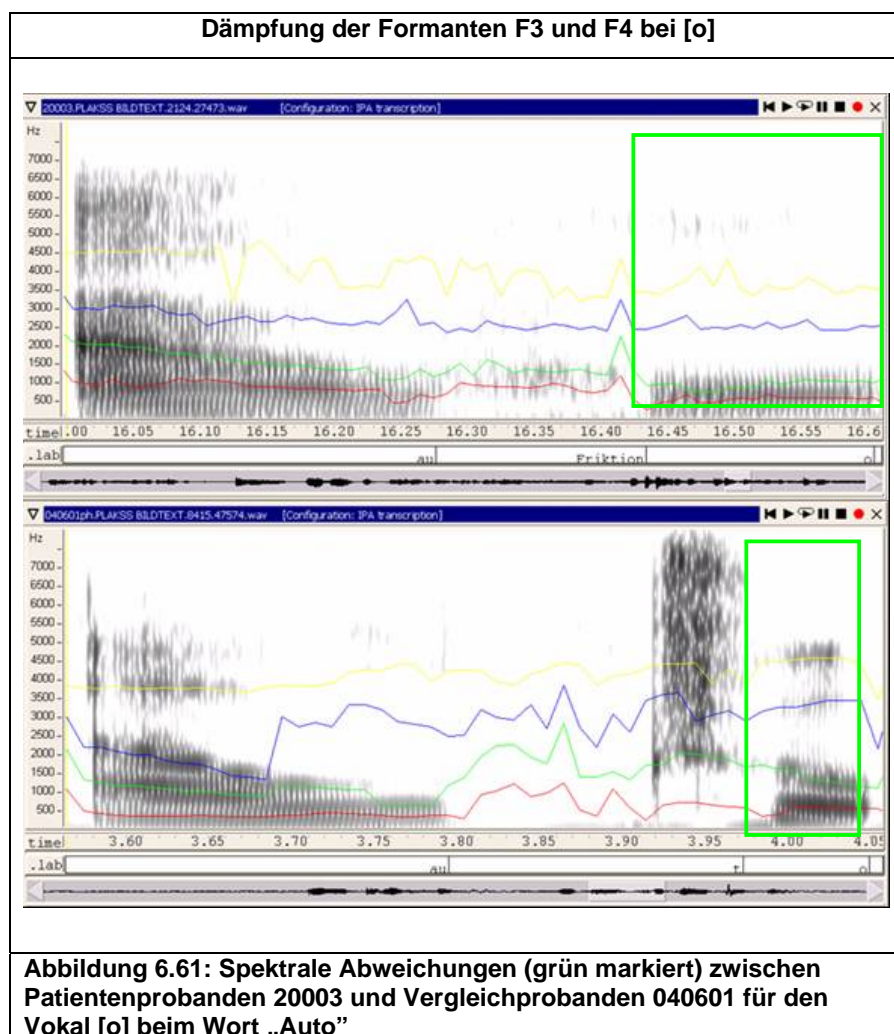
1. Bei den Vokalen [o], [o:], [u:], [ɔ] und [au] können die Formanten F3 und F4 gedämpft werden.
2. Bei den Vokalen [e:], [i], [u:] kann die Abweichung des Formanten F2 auftreten.
3. Im Vergleich zu den rückverlagerten Lautbildungen bei Konsonanten sind rückverlagerte Vokale konsistenter.

Als Folgendes werden die Beispiele aus den Sprachdaten vorgestellt.

¹¹¹ vgl. Meinhold, G. (1963), S.601f.

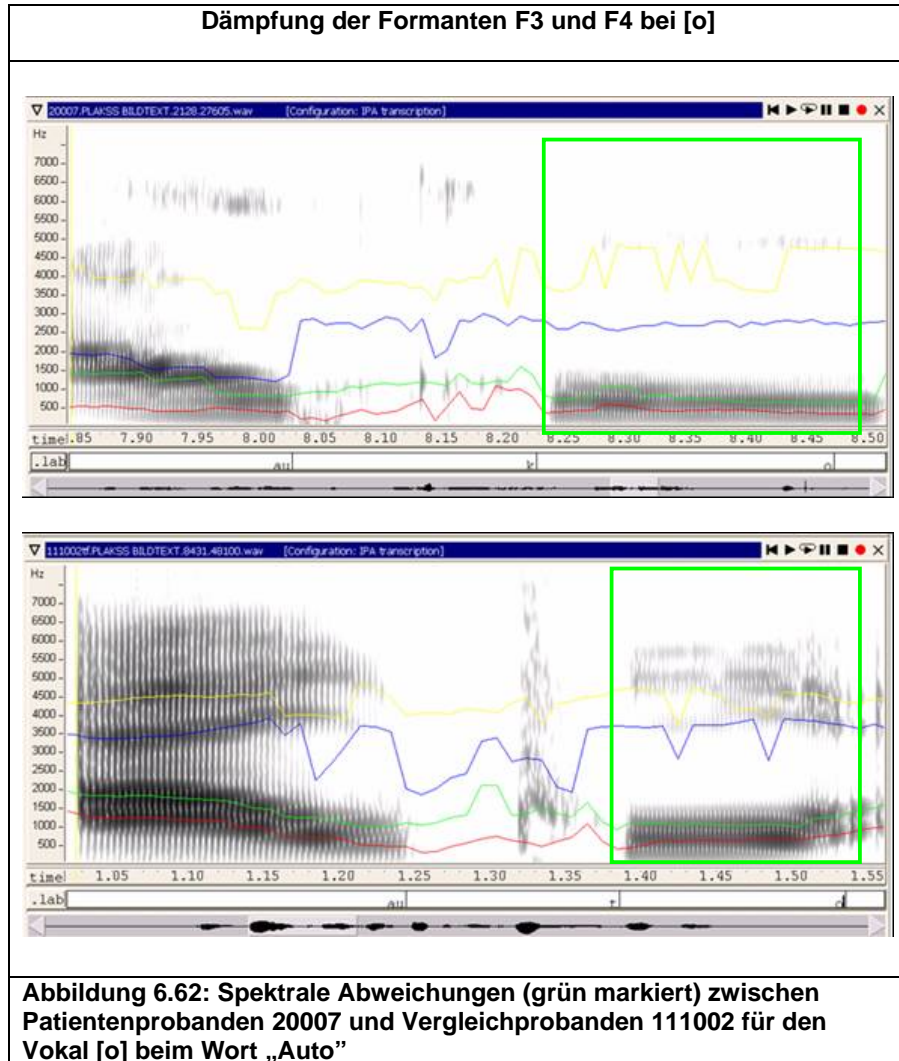
¹¹² vgl. ebenda

Beispiel 1:



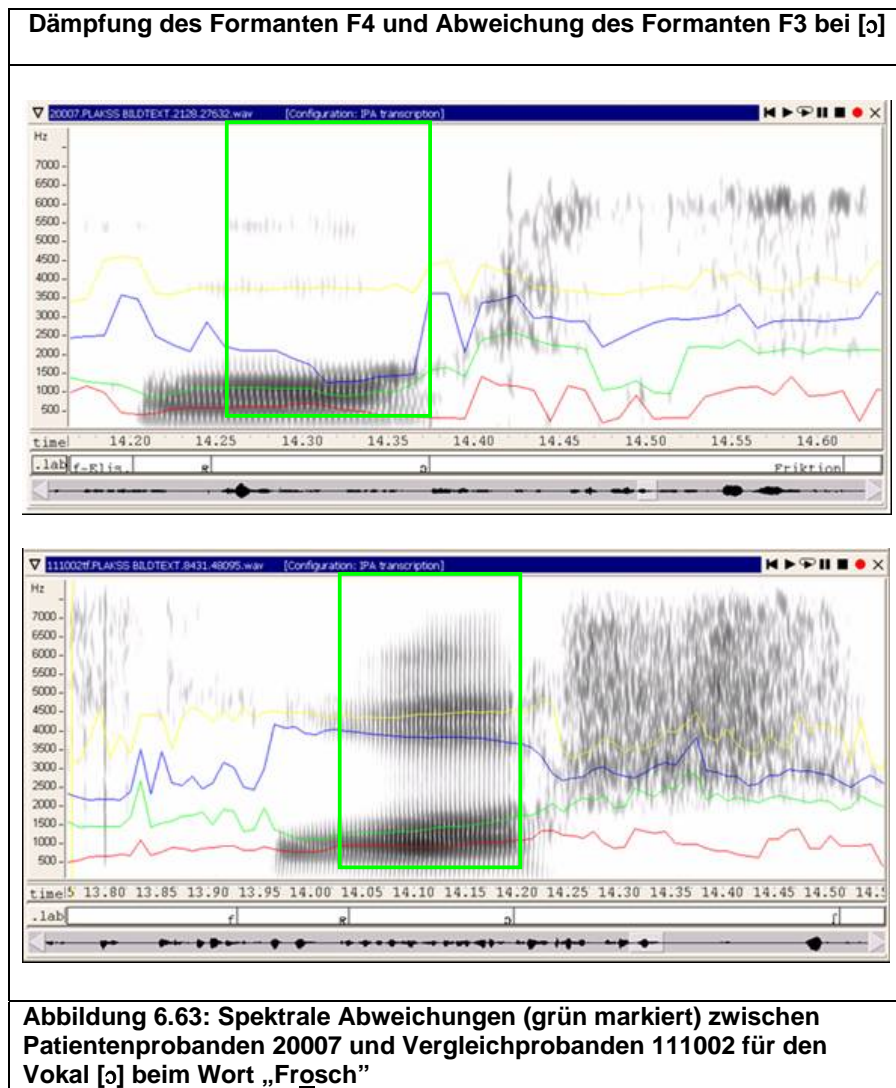
Die Abbildung 6.61 zeigt die spektralen Abweichungen (grün markiert) zwischen Patientenprobanden 20003 und Vergleichprobanden 040601 für den Vokal [o] beim Wort „Auto“. Es handelt sich sehr deutlich um die Dämpfung der Formanten F3 und F4 des Lautes [o] beim Patientenprobanden im Vergleich zum Vergleichprobanden.

Beispiel 2:

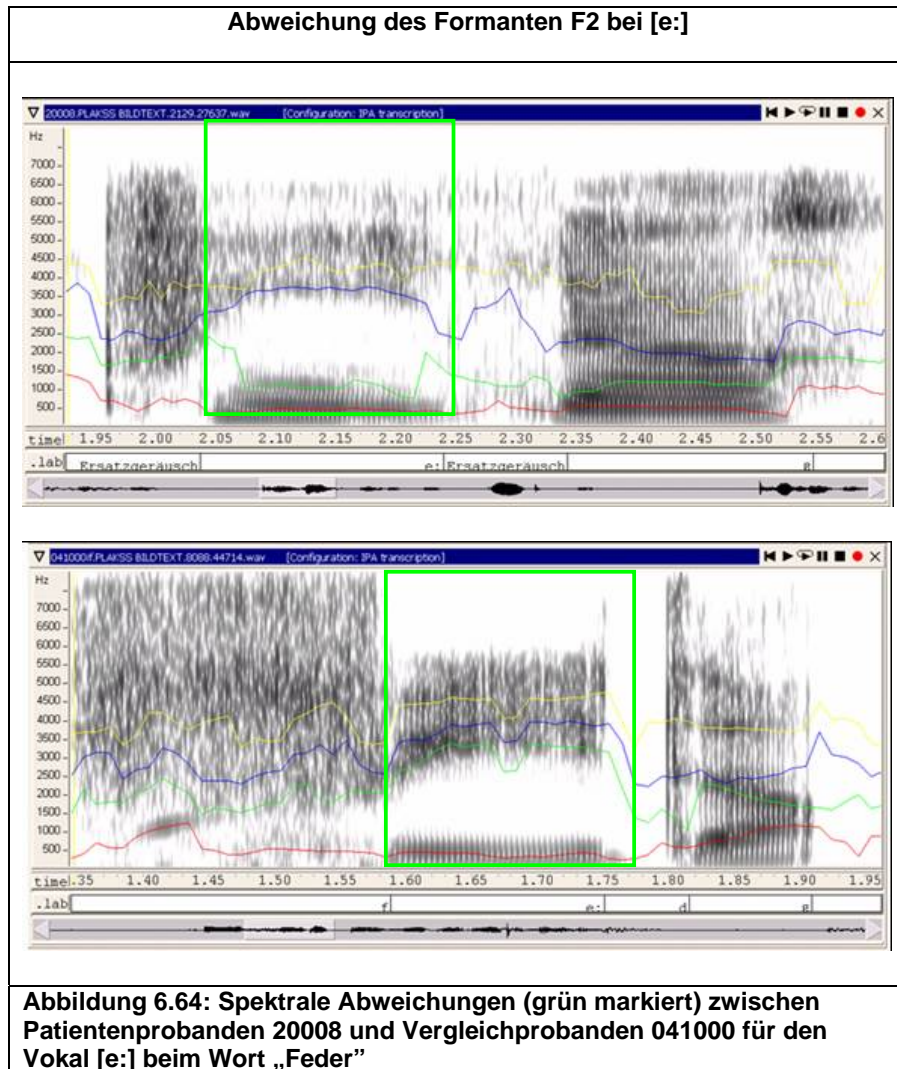


Die Abbildung 6.62 stellt die spektralen Abweichungen (grün markiert) zwischen Patientenprobanden 20007 und Vergleichprobanden 111002 für den Vokal [o] beim Wort „Auto“ dar. Ähnlich wie das Beispiel 1 handelt es sich sehr deutlich um die Verwischung der Formanten F3 und F4 bei [o] im Vergleich zum den Vergleichprobanden.

Beispiel 3:

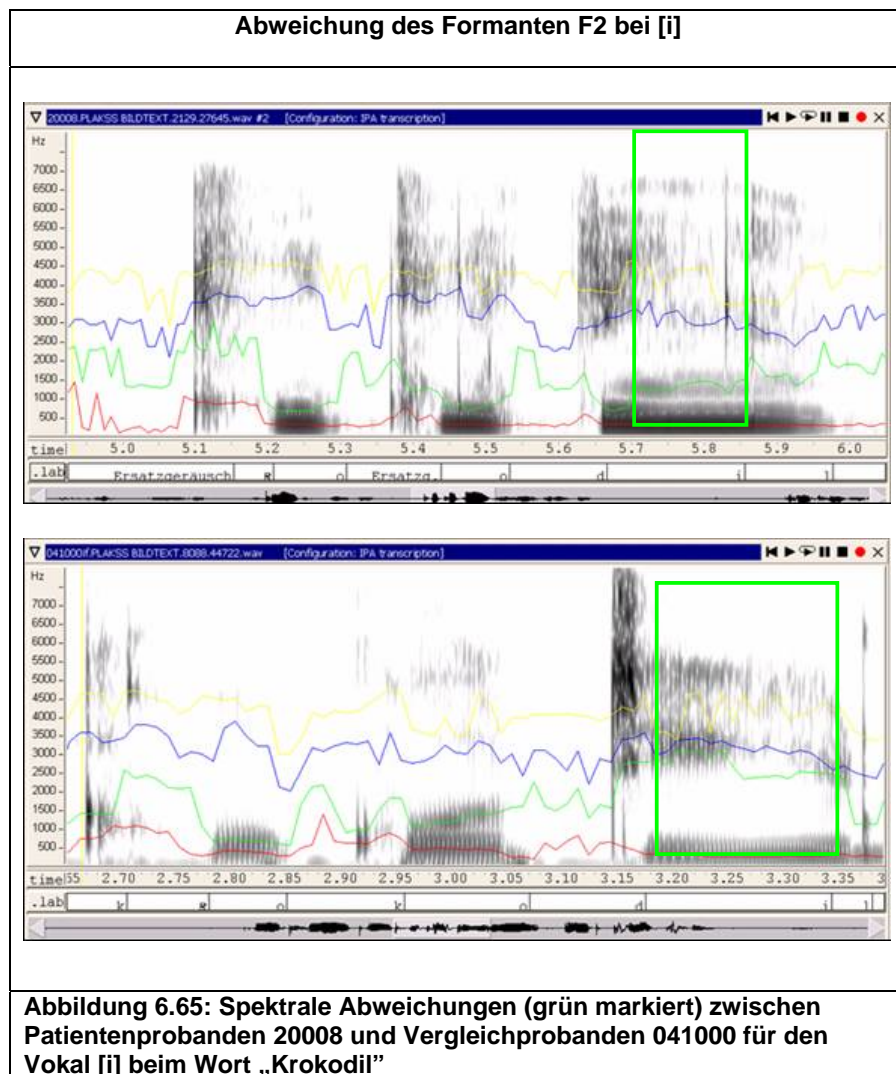


In der Abbildung 6.63 werden die spektralen Abweichungen (grün markiert) zwischen Patientenprobanden 20007 und Vergleichprobanden 111002 für den Vokal [ɔ] beim Wort „Auto“ gezeigt. Es ist deutlich zu sehen, dass die Dämpfung des Formanten F4 vorhanden ist. Darüber hinaus weicht der Formant F3 des Vokals [ɔ] vom Vergleichprobanden ab. Er befindet sich überwiegend im Frequenzbereich zwischen 1500 Hz und 2500 Hz, während der Formant F3 beim Vergleichprobanden zwischen 2500 Hz und 4000 Hz liegt.

Beispiel 4:

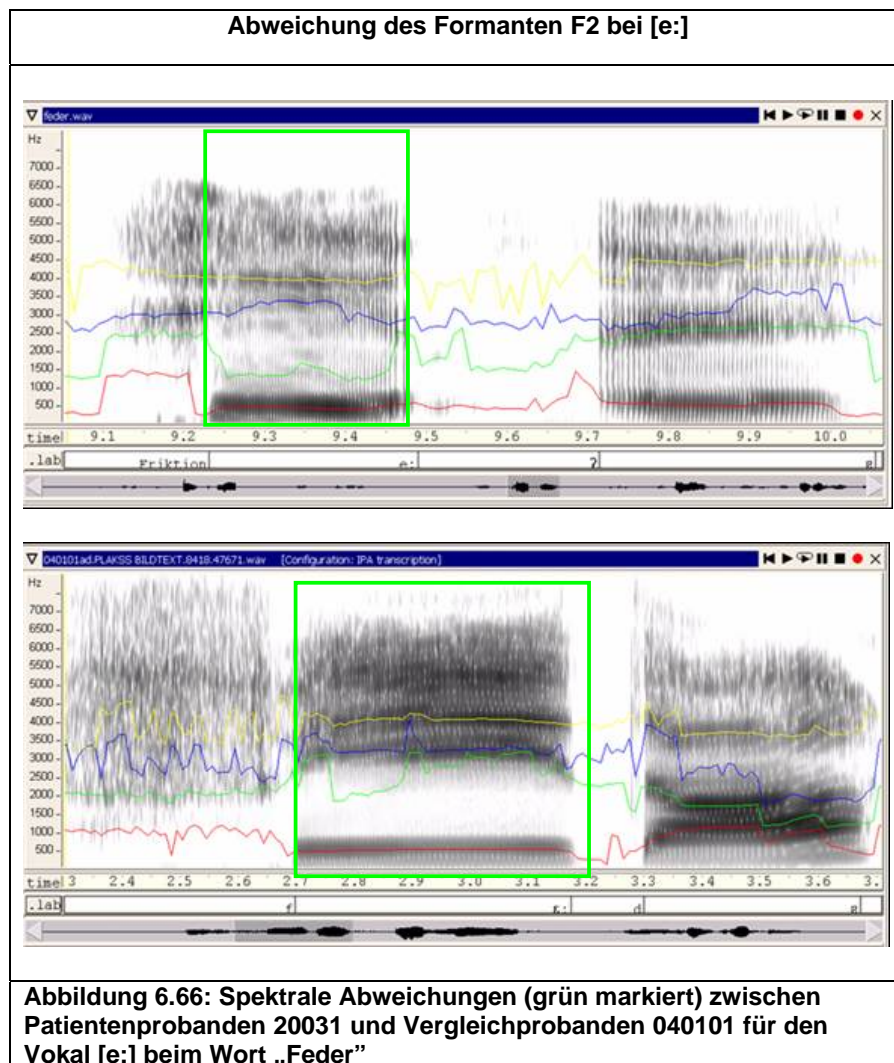
Die Abbildung 6.64 zeigt, dass die spektralen Abweichungen zwischen Patientenprobanden 20008 und Vergleichprobanden 041000 für den Vokal [e:] beim Wort „Feder“ vorhanden sind. Der Formant F2 beim Patientenprobanden befindet sich zwischen 1000 Hz und 1500 Hz, während der Formant F2 beim Vergleichprobanden zwischen 2500 Hz und 3000 Hz liegt. Deshalb kann es festgestellt werden, dass die Abweichung der Formanten F2 des Vokals [e:] beim Patientenprobanden vorhanden ist.

Beispiel 5:



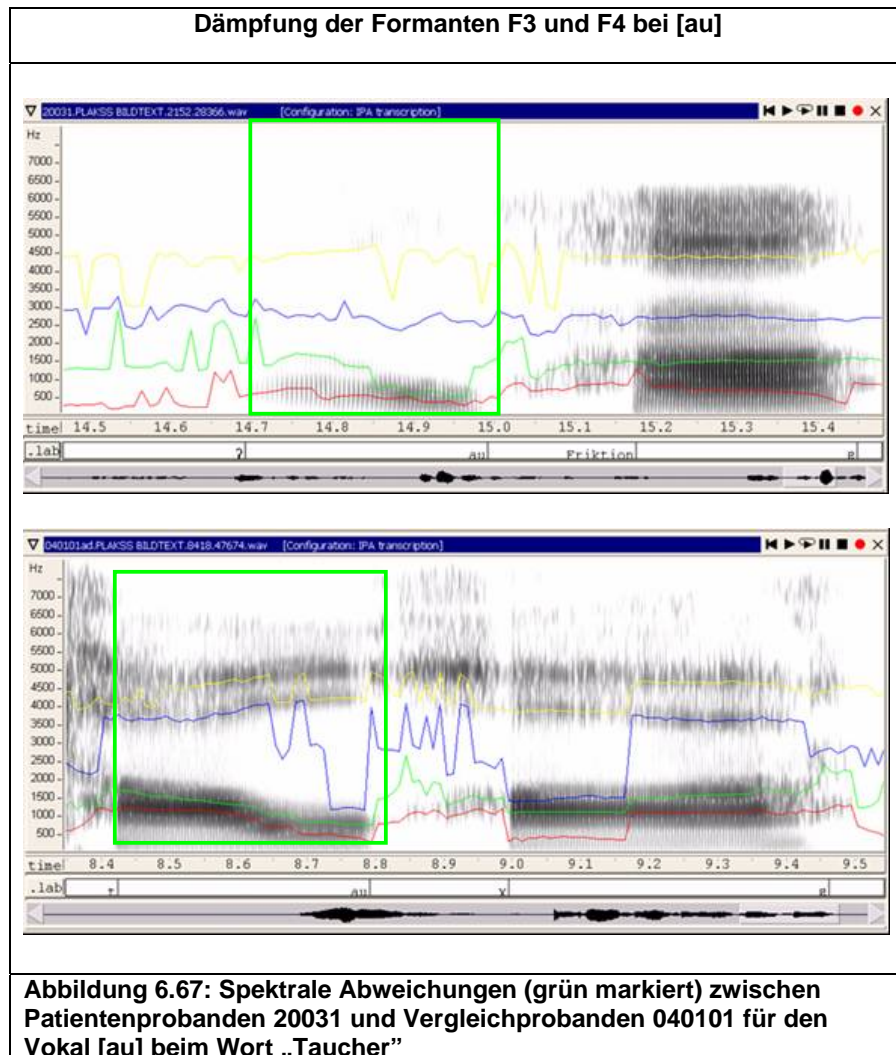
Die Abbildung 6.65 stellt die spektralen Abweichungen (grün markiert) zwischen Patientenprobanden 20008 und Vergleichprobanden 041000 für den Vokal [i] beim Wort „Krokodil“ dar. Der Formant F2 beim Patientenprobanden befindet sich zwischen 1000 Hz und 1500 Hz. Im Vergleich dazu liegt der Formant F2 zwischen 3000 Hz und 3500 Hz. Deswegen kann man feststellen, dass der Formant F2 beim Patientenprobanden vom Formant F2 beim Vergleichprobanden abweicht.

Beispiel 6:

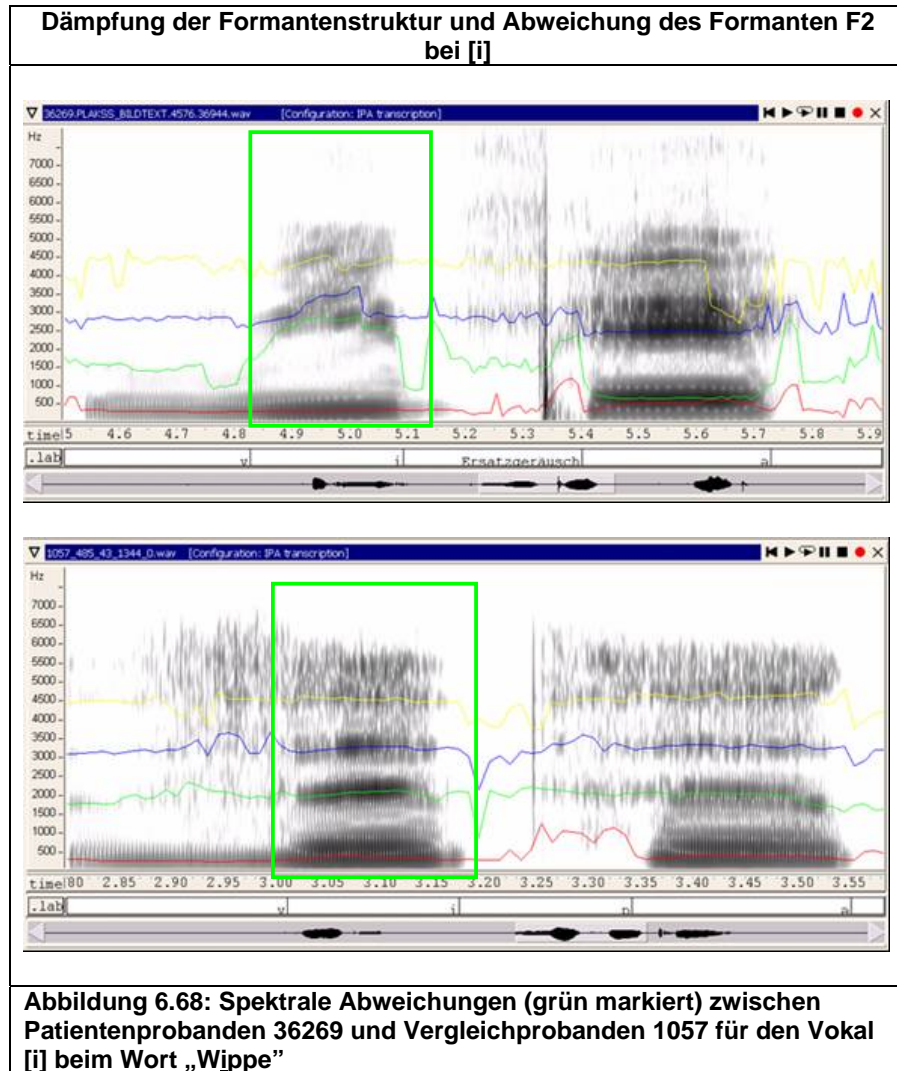


Die Abbildung 6.66 zeigt, dass die spektralen Abweichungen (grün markiert) zwischen Patientenprobanden 20008 und Vergleichprobanden 20031 für den Vokal [e:] beim Wort „Feder“ vorhanden sind. Der Formant F2 beim Patientenprobanden liegt zwischen 1000 Hz und 1500 Hz, während sich der Formant F2 beim Vergleichprobanden zwischen 2000 Hz und 3000 Hz befindet. Deshalb handelt es sich um die Abweichung des Formanten F2 beim Patientenprobanden.

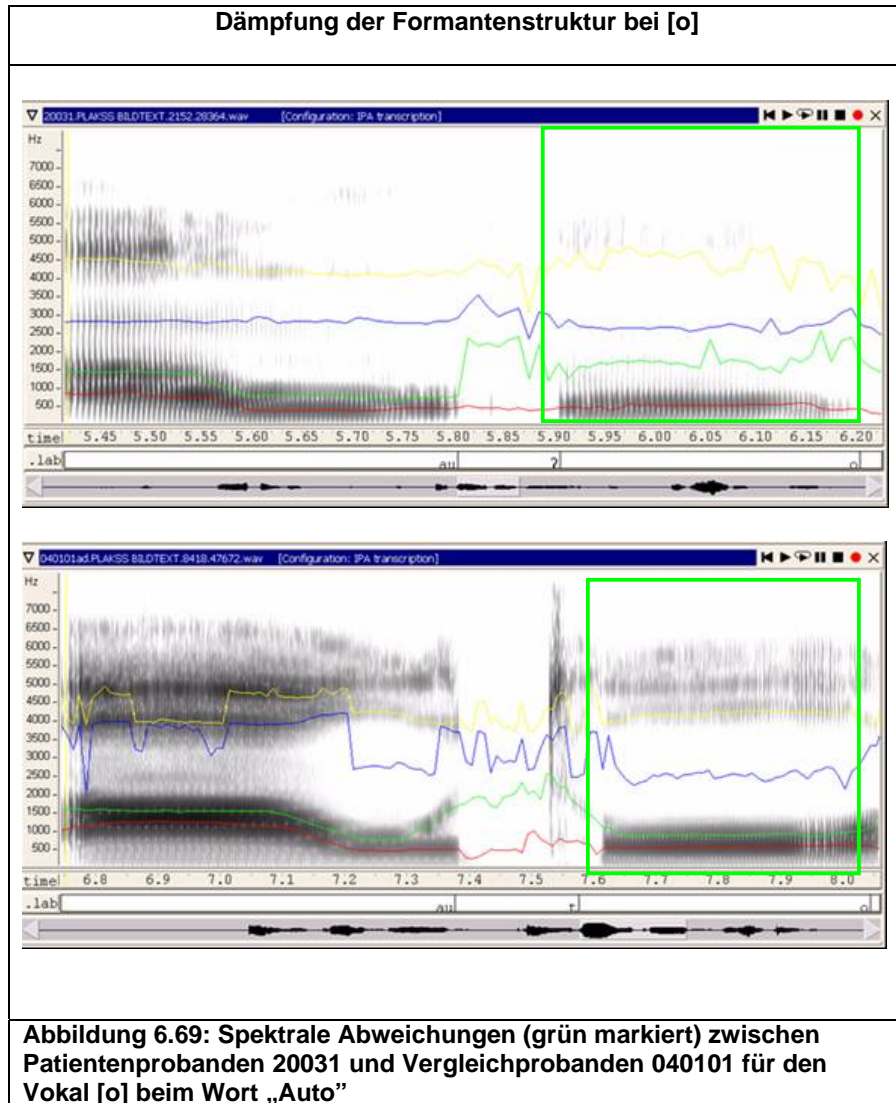
Beispiel 7:



In der Abbildung 6.67 werden die spektralen Abweichungen (grün markiert) zwischen Patientenprobanden 20031 und Vergleichprobanden 040101 für den Vokal [au] beim Wort „Taucher“ dargestellt. Es ist deutlich zu sehen, dass die Dämpfung bzw. Verwischung der Formanten F3 und F4 beim Patientenprobanden vorhanden ist. Es handelt sich daher auch um die starke Nasalität beim Patientenprobanden.

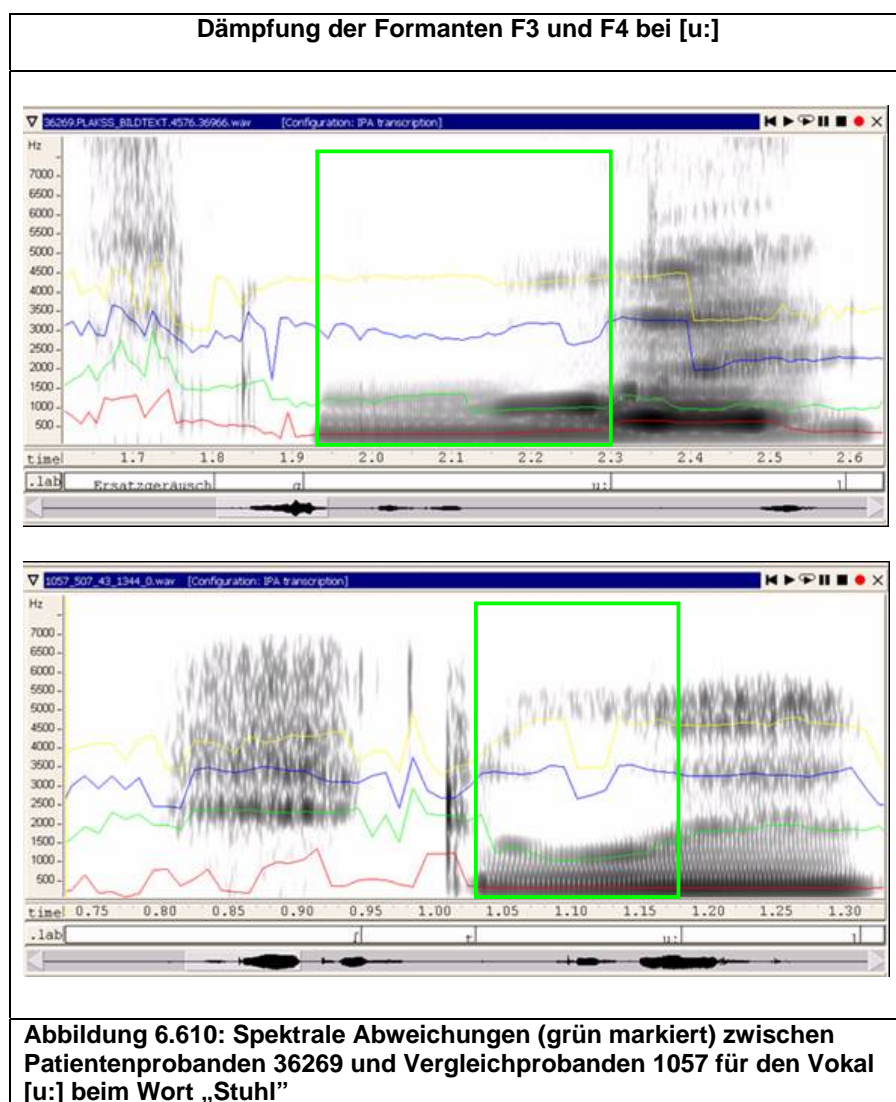
Beispiel 8:

Die Abbildung 6.68 zeigt die spektralen Abweichungen (grün markiert) zwischen Patientenprobanden 36269 und Vergleichprobanden 1057 für den Vokal [i] beim Wort „Wippe“. Die Dämpfung der gesamten Formantenstruktur des Vokals [i] ist beim Patientenprobanden zu beobachten. Darüber hinaus befindet sich der Formant F2 zwischen 2000 Hz und 2500 Hz beim Patientenprobanden. Im Vergleich dazu liegt der Formant F2 beim Vergleichprobanden zwischen 1500 Hz und 2000 Hz. Deshalb handelt es sich auch um die Abweichung des Formanten F2 beim Patientenprobanden.

Beispiel 9:

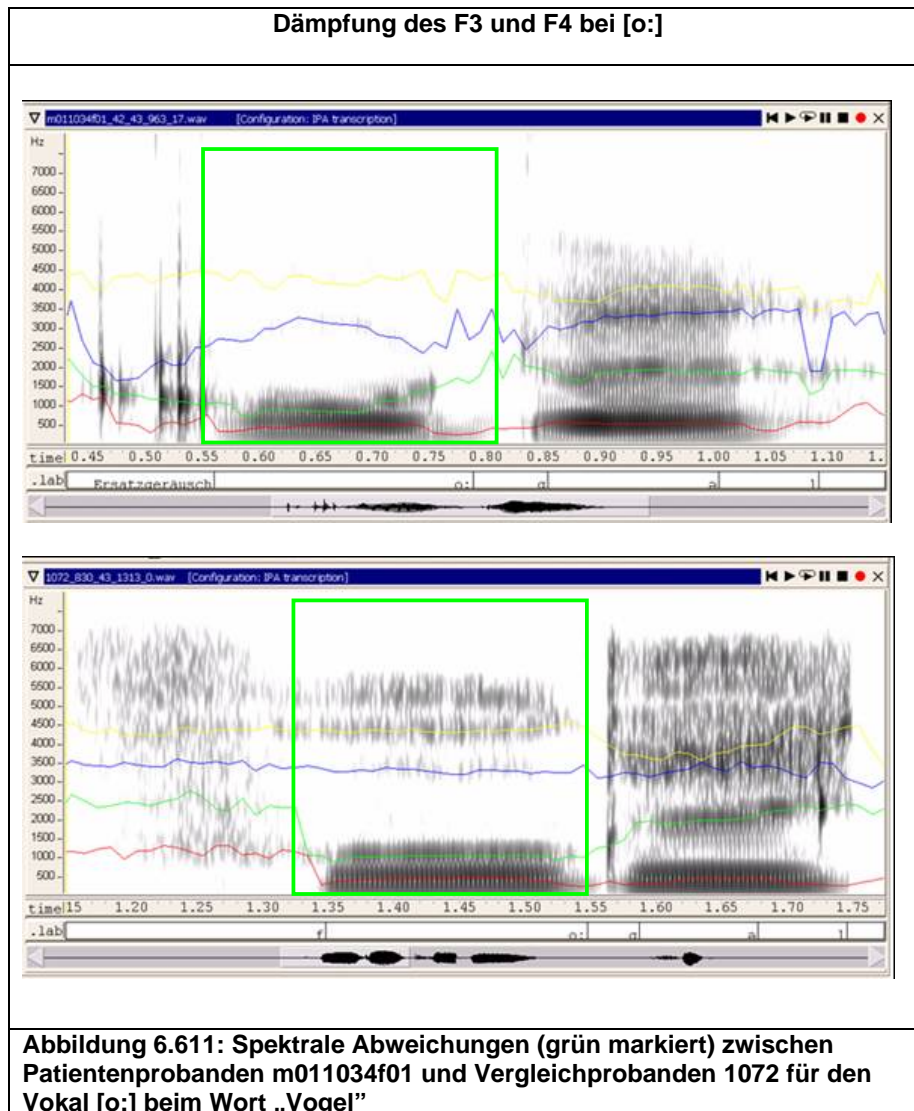
In der Abbildung 6.69 werden die spektralen Abweichungen (grün markiert) zwischen Patientenprobanden 20031 und Vergleichprobanden 040101 für den Vokal [o] beim Wort „Auto“ dargestellt. Zum Vergleich mit dem Vergleichprobanden kann es festgestellt werden, dass die Formantenstruktur des Vokals [o] stark gedämpft wird. Es betrifft besonders die Formanten F2 und F4.

Beispiel 10:



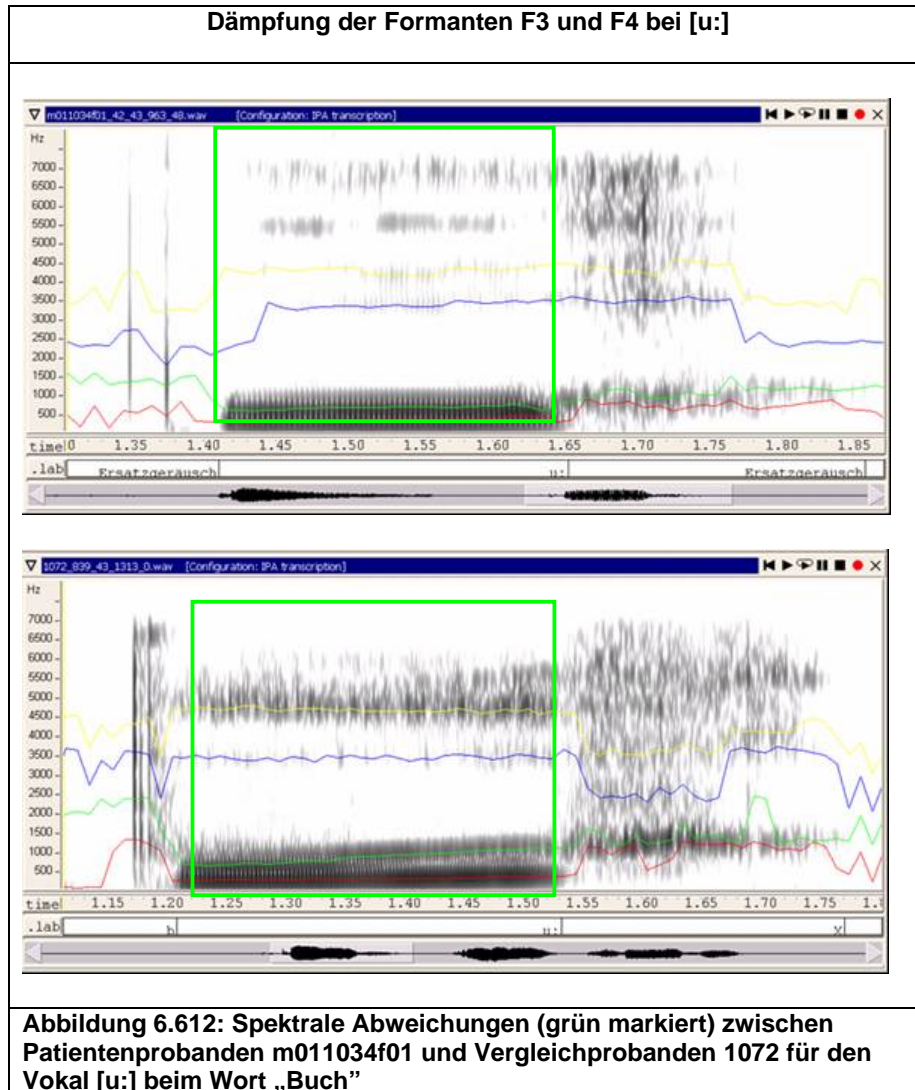
Die Abbildung 6.610 stellt die spektralen Abweichungen (grün markiert) zwischen Patientenprobanden 36269 und Vergleichprobanden 1057 für den Vokal [u:] beim Wort „Stuhl“ dar. Die Dämpfung der Formanten F3 und F4 des Vokals [u:] bei Patientenprobanden ist deutlich zu beobachten.

Beispiel 11:



Die Abbildung 6.611 stellt die spektralen Abweichungen (grün markiert) zwischen Patientenprobanden m011034f01 und Vergleichprobanden 1072 für den Vokal [o:] beim Wort „Vogel“ dar. Es kann deutlich festgestellt werden, dass die Formanten F3 und F4 beim Patientenprobanden durch die Nasalität gedämpft werden.

Beispiel 12:



In der Abbildung 6.612 werden die spektralen Abweichungen (grün markiert) zwischen Patientenprobanden m011034f01 und Vergleichprobanden 1072 für den Vokal [u:] beim Wort „Buch“ gezeigt. Im Vergleich zum Vergleichprobanden ist es deutlich zu beobachten, dass die Formanten F3 und F4 des Vokals [u:] beim Patientenprobanden wegen der Nasalität gedämpft sind.

Kapitel 7 Fazit und Ausblick

In dieser Arbeit werden 20 LKG-Patientenprobanden und eine Kontrollgruppe von 20 Vergleichprobanden hinsichtlich der spektralen Eigenschaften ausführlich untersucht. Durch die Vergleiche der Spektrogramme jedes Patientenprobanden und Vergleichprobanden sind spektrale Abweichungen sowohl bei den Konsonanten als auch bei den Vokalen zu beobachten. Im Rahmen dieser Arbeit werden hauptsächlich die spektralen Abweichungen bei den Konsonanten betrachtet.

Anhand der spektralen Eigenschaften werden die Abweichungen als Ersatzlaute bzw. Ersatzgeräusche bei den Konsonanten identifiziert. Die identifizierten Ersatzlaute bzw. Ersatzgeräusche gehören oft zu den rückverlagerten Lautbildungen, die im theoretischen Teil dieser Arbeit vorgestellt werden. Solche Ersatzlaute bzw. Ersatzgeräusche können wie Folgendes charakterisiert und systematisiert werden.

1. Bei 70% der Patientenprobanden tritt die Lautersetzung auf, dass Plosive und auch manche Frikative durch den Glottisverschlusslaut ersetzt werden. Es handelt sich dabei um die folgende Ersetzungsregel:

[p], [t], [k], [b], [d], [g], [s], [ʃ], [ts], [χ], [ç], [z] → [ʔ]

Aber im Vergleich zu Plosiven werden Frikative viel seltener durch den Glottisverschlusslaut ersetzt. Unter solchen Lauten kann der Laut [k] am häufigsten durch den Glottisverschlusslaut ersetzt werden. Auch häufig kann der Laut [t] durch den Glottisverschlusslaut ersetzt werden. Die Frikative [χ] und [ç] können nur sehr selten durch den Glottisverschlusslaut ersetzt werden.

2. Bei 35% der Patientenprobanden kommt es vor, dass der Laut [t] durch den Laut [k] ersetzt wird. Es handelt sich um die zum Gaumensegel rückverlagerte Lautbildung. Diese Lautersetzung ist nicht so konsistent wie die Lautersetzung durch den Glottisverschlusslaut. Die Sprecherabhängigkeit spielt dabei eine Rolle.
3. Bei 35% der Patientenprobanden werden manche Konsonanten nicht artikuliert. Es handelt sich um die folgenden Ersetzungsregeln:

[t], [d], [g], [b], [ʃ], [f], [k] → Lautelision

Aber die Lautelision tritt nur bei manchen Patienten gelegentlich auf. Das bedeutet, dass die Lautelision bei den Patienten nicht konsistent sondern

sprecherabhängig ist. Unter den oben genannten Konsonanten wird der Laut [f] am häufigsten durch Lautelision ersetzt. Darüber hinaus wird der Laut [t] auch oft nicht artikuliert.

4. Bei 10% der Patientenprobanden tritt die Lautersetzung auf, dass die folgenden Frikative durch die laryngalen Frikative ersetzt werden.

[ʃ], [ts], [χ], [ç], [z] → laryngale Frikative

Aber wegen der geringen Häufigkeit kann man feststellen, dass laryngale Frikative als Lautersetzungen bei LKG-Patienten nicht konsistent genug sind. Die Sprecherabhängigkeit spielt dabei eine wichtige Rolle.

5. Bei 25% der Patientenprobanden kommt es vor, dass die Laute [k] und [χ] durch pharyngale Lautbildungen ersetzt werden. Es handelt sich dabei um die folgende Regel:

[k], [χ] → pharyngale Lautbildungen

Im Vergleich zu den Lautersetzungen durch laryngale Frikative sind pharyngale Lautbildungen konsistenter. Aber sie werden auch durch die Sprechabhängigkeit beeinflusst.

Die Vokale bei LKG-Patienten weisen auch Merkmale auf, die wegen der kompensatorischen Artikulation entstanden sind. Es handelt sich um die rückverlagerten Vokale. Im Vergleich zu den rückverlagerten Lautbildungen bei Konsonanten sind rückverlagerte Vokale konsistenter. Rückverlagerte Vokale verfügen meistens über Nasalität, die zur Dämpfung der Formantenstruktur führen. In dieser Arbeit können die Charakteristika der rückverlagerten Vokale wie Folgendes zusammengefasst werden:

- a) Bei den Vokalen [o], [o:], [u:], [ɔ] und [au] können die Formanten F3 und F4 gedämpft werden.
- b) Bei den Vokalen [e:], [i], [u:] kann die Abweichung des Formanten F2 auftreten.

Neben den oben genannten Merkmalen bzw. Regeln der kompensatorischen Artikulation kann man noch die folgenden Schlussfolgerungen ziehen:

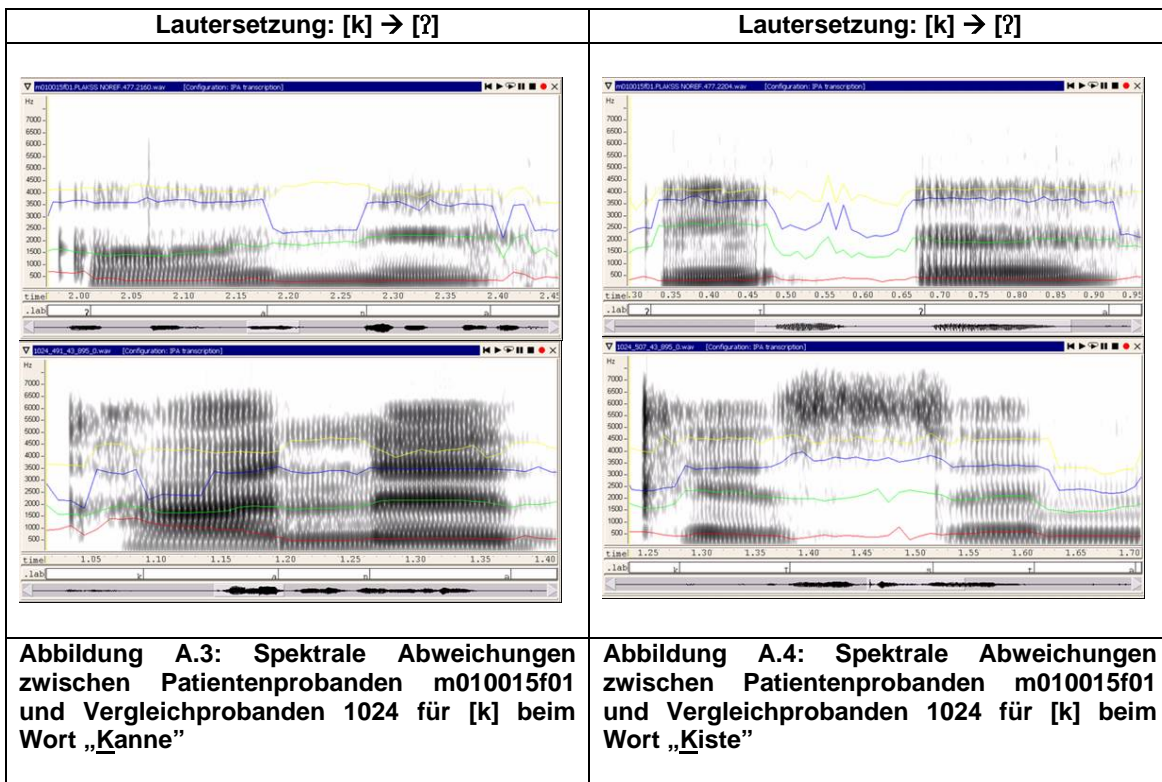
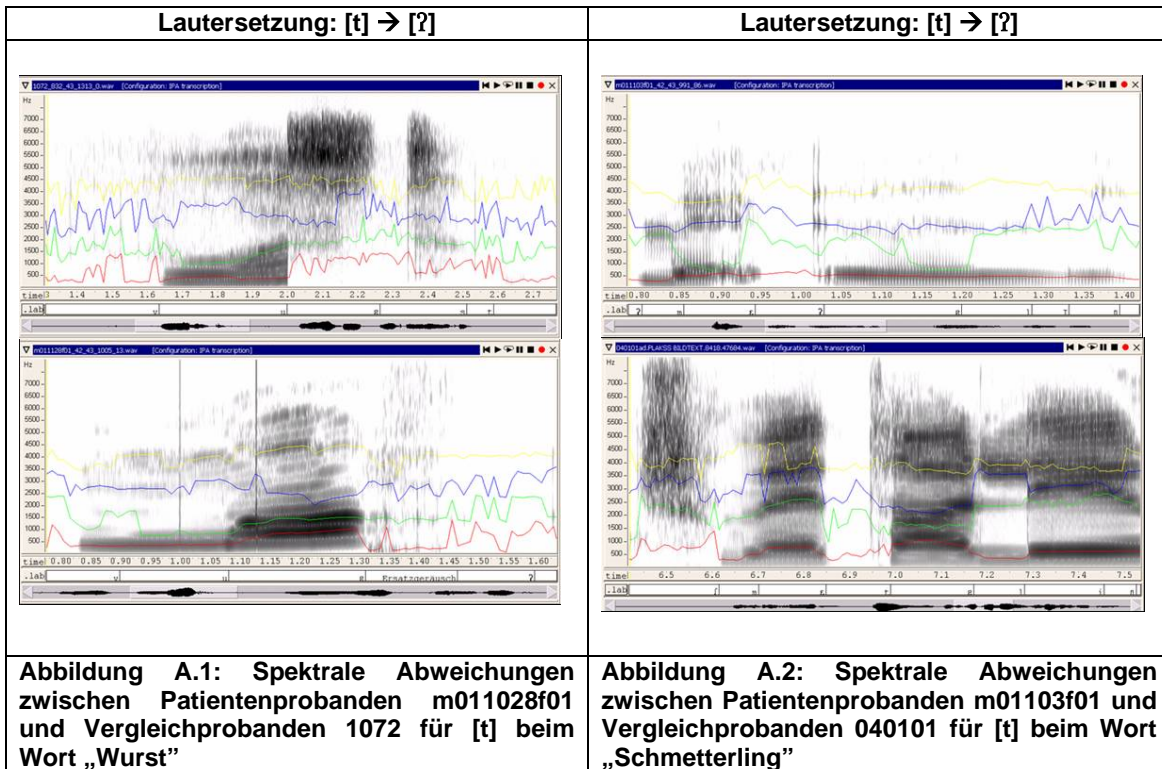
- i. Die kompensatorische Artikulation bei LKG-Patienten weist Sprecherabhängigkeit auf. Die Verlagerung der Artikulation tritt nicht bei allen LKG-Patienten vergleichbar auf. Deshalb ist die Generalisierung nur beschränkt möglich. Aber die Kompensationsmechanismen der Artikulation sind bei den LKG-Patienten tatsächlich als Maschinerie vorhanden.

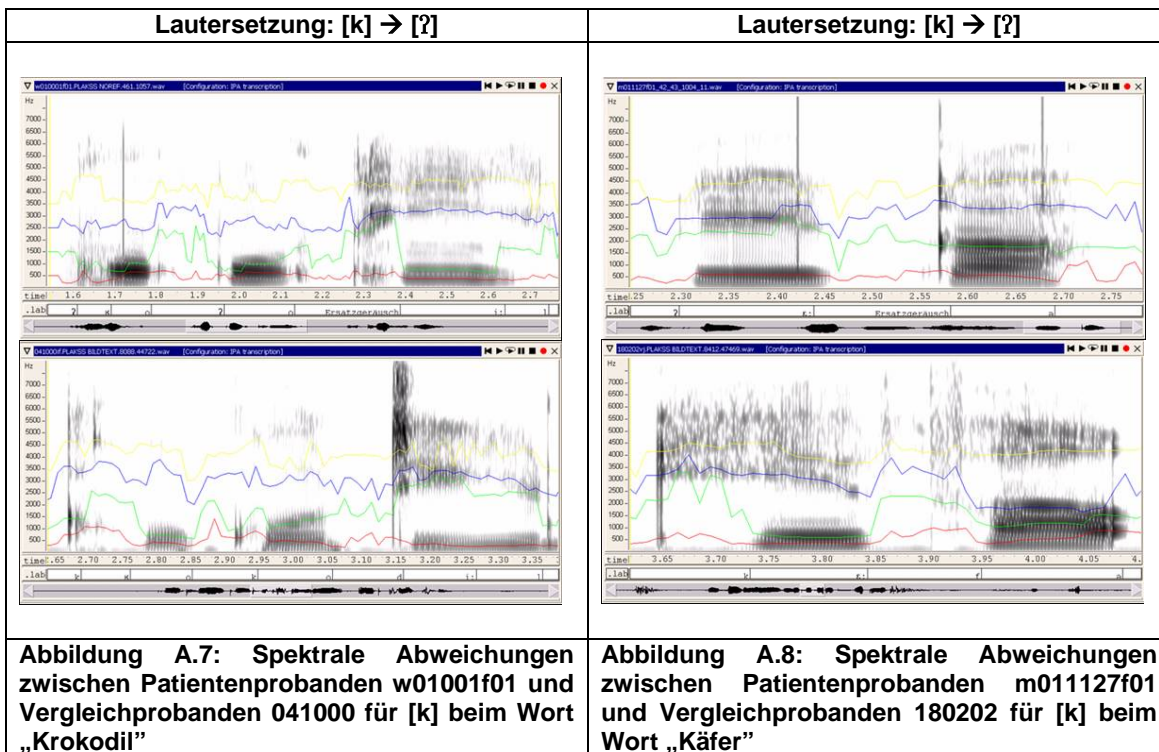
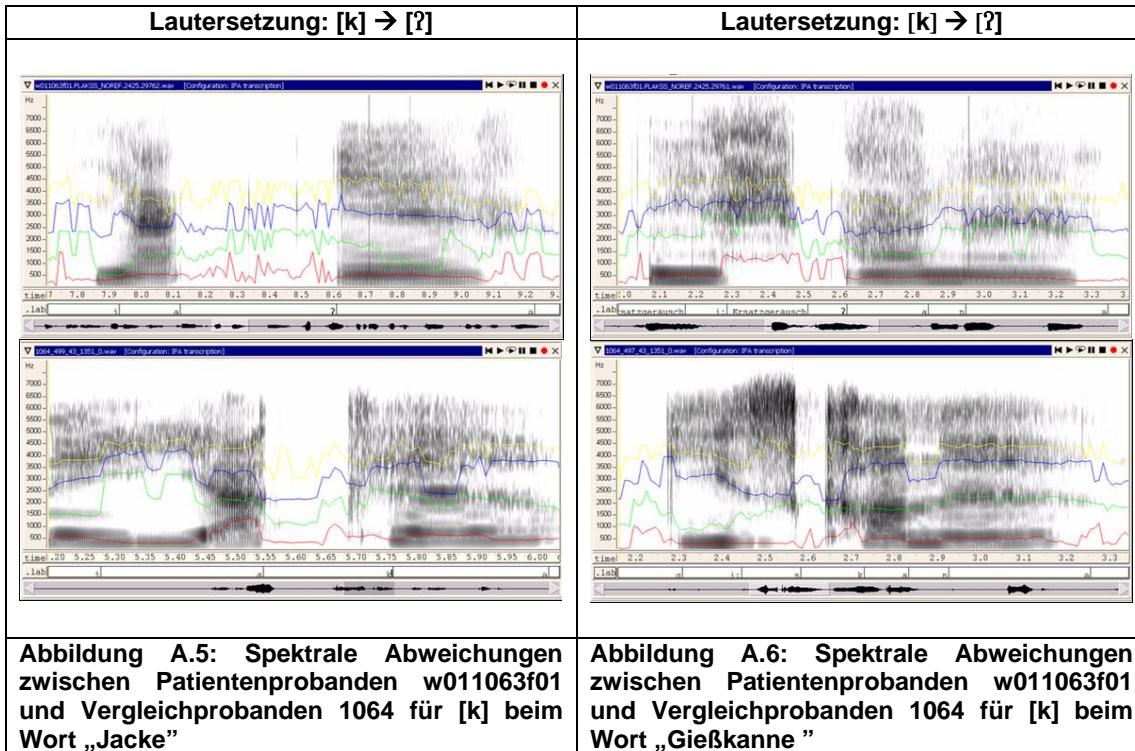
- ii. Die kompensatorische Artikulation kann parallel zu den korrekten Lautbildungen auftreten. Manche LKG-Patienten verwenden sogar verschiedene Ersatzlaute für einen Ziellaut. Die Variabilität der Ersatzlautbildungen kann von Patient zu Patient beträchtlich sein.
- iii. Es gibt noch viele unregulären Ersatzgeräusche bei LKG-Patienten, die nicht anhand der spektralen Eigenschaften des schon bekannten Lautinventars identifiziert werden können. Solche unreguläre Lautersetzungen werden im Rahmen dieser Arbeit nicht berücksichtigt.

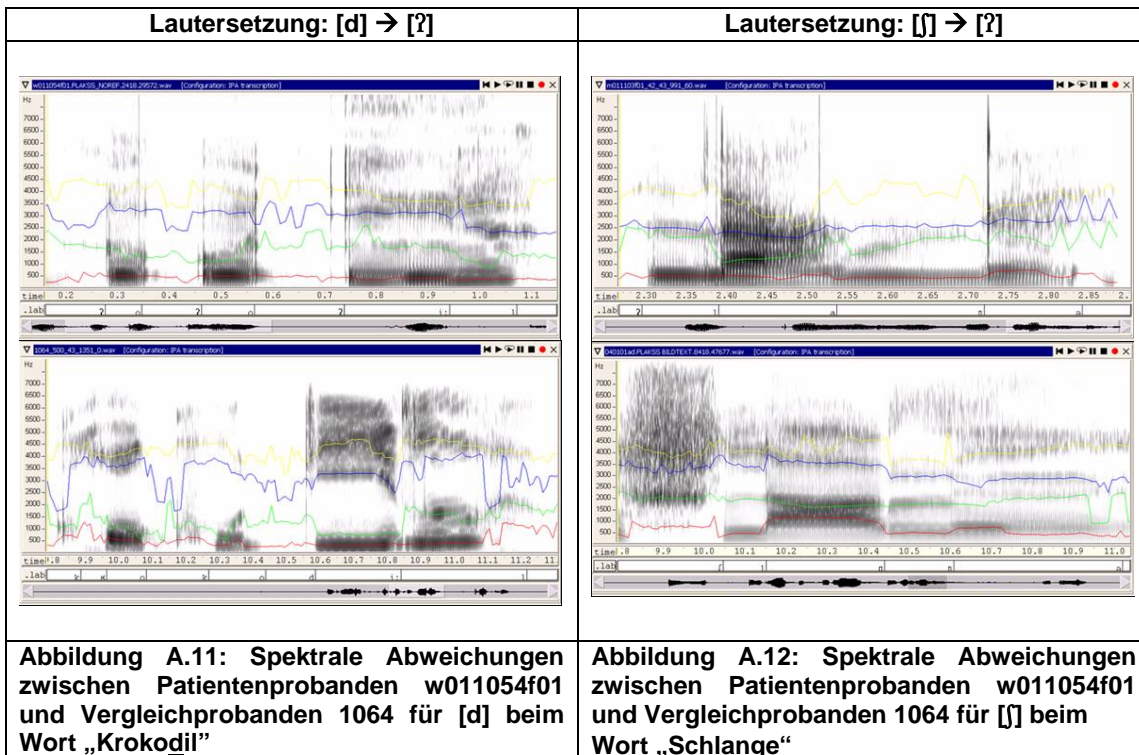
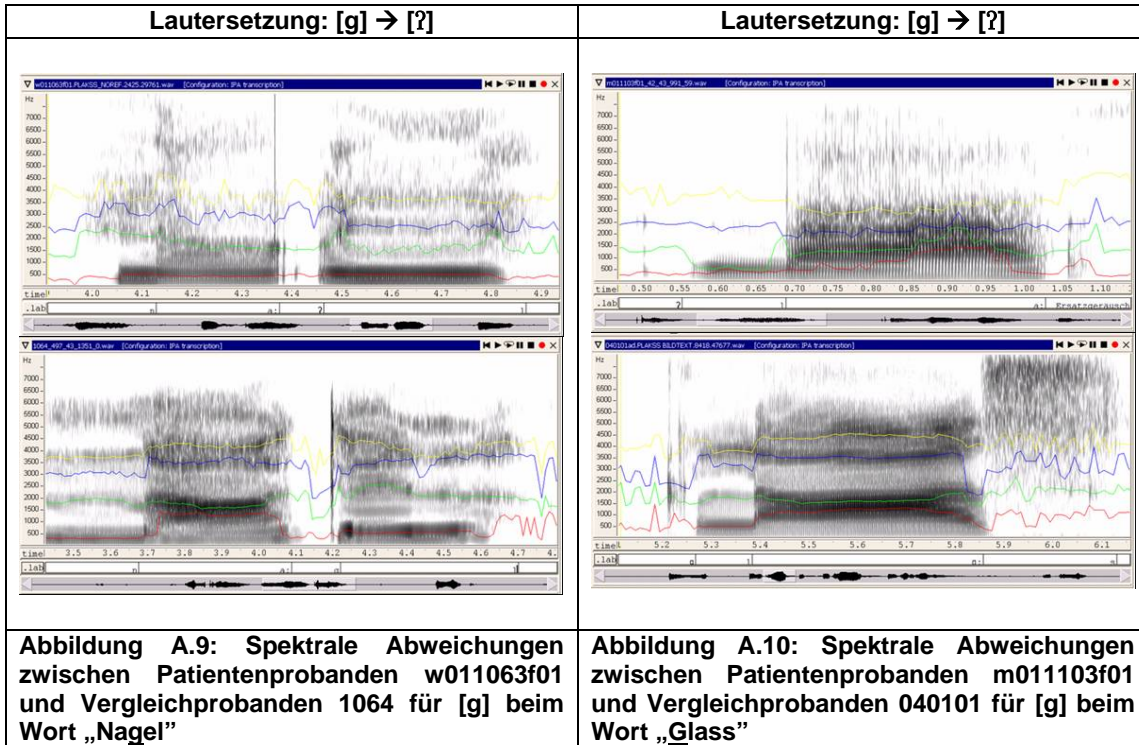
Obwohl die Systematisierung und Charakterisierung der kompensatorischen Artikulation bei LKG-Patienten nur beschränkt möglich sind, können die in dieser Arbeit zusammengefassten Ersetzungsregeln bzw. Merkmale beim den Forschungsprojekt an der Universität Erlangen-Nürnberg eingesetzt werden. Man kann beispielsweise anhand der Ersetzungsregeln die Aussprachealternativen für die Trainingsmaterien für das Spracherkennungssystem erzeugen, damit das Spracherkennungssystem besser trainiert werden kann. Dies soll dabei helfen, dass die Ergebnisse der objektiven Bewertung für die Verständlichkeit bei LKG-Patienten verbessert werden.

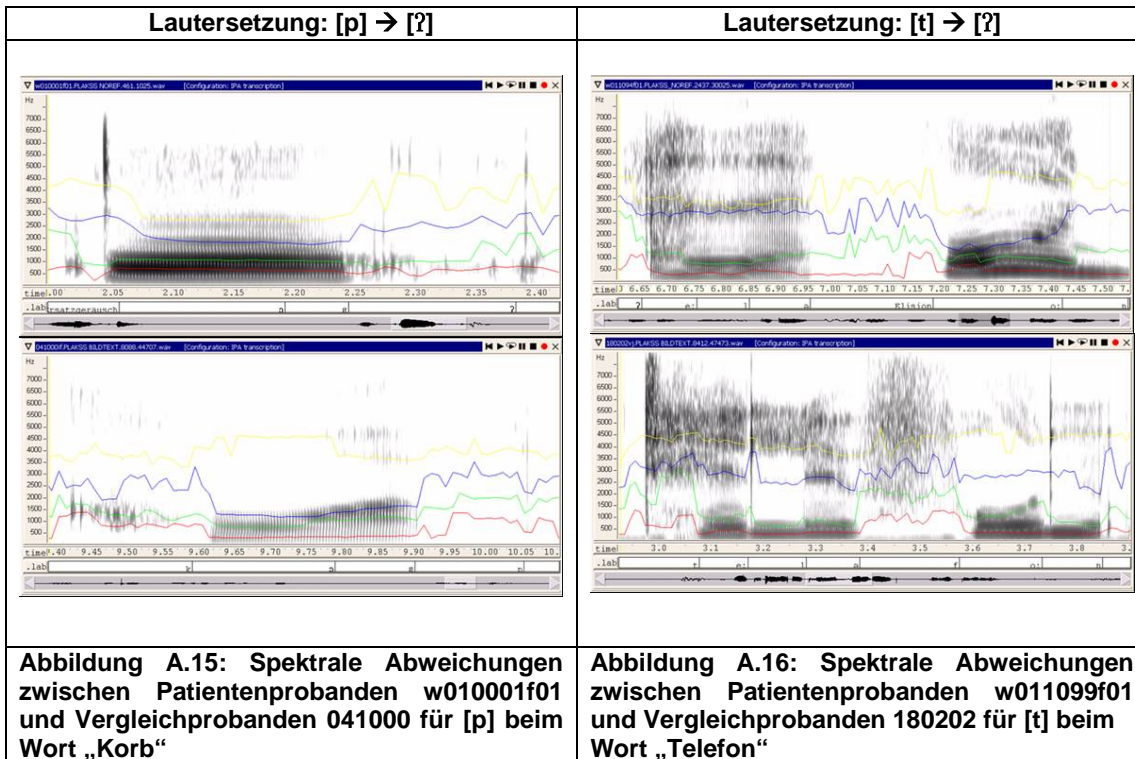
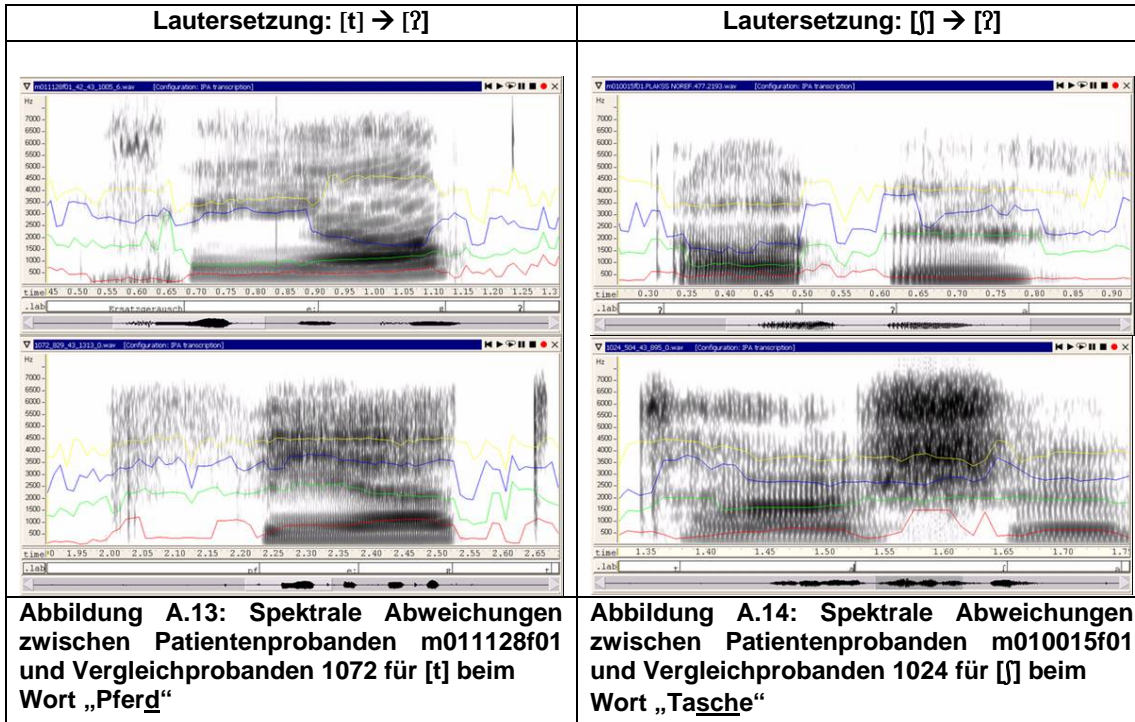
In Rahmen dieser Arbeit werden insgesamt 20 Patientenprobanden ausführlich untersucht. Es ist zu erwarten, dass noch mehr Sprachdaten genau untersucht werden sollten. Basierend auf einer größeren Anzahl der Sprachdaten könnten die Ersetzungsregeln noch ergänzt werden. Und damit könnte die Systematisierung noch optimiert werden. Darüber hinaus werden in Rahmen dieser Arbeit die rückverlagerten Vokale nicht sehr ausführlich untersucht. Es ist auch ratsam, dass die spektralen Eigenschaften der rückverlagerten Vokale statistisch genau betrachtet werden sollten. Außerdem werden die unregulären Ersatzgeräusche in Rahmen dieser Arbeit nicht berücksichtigt. Es ist auch zu erwarten, dass die spektralen Eigenschaften der unregulären Ersatzgeräusche bei LKG-Patienten systematisiert werden sollten. Dies sollte auch dabei helfen, dass das Spracherkennungssystem besser trainiert werden könnte. Schließlich könnte noch eine engere Zusammenarbeit mit den erfahrenen Logopäden empfohlen werden. Ihre Fachkenntnisse und Erfahrungen aus dem logopädischen Bereich sollten bei der Identifizierung und Systematisierung der Lautersetzungen sehr hilfreich sein.

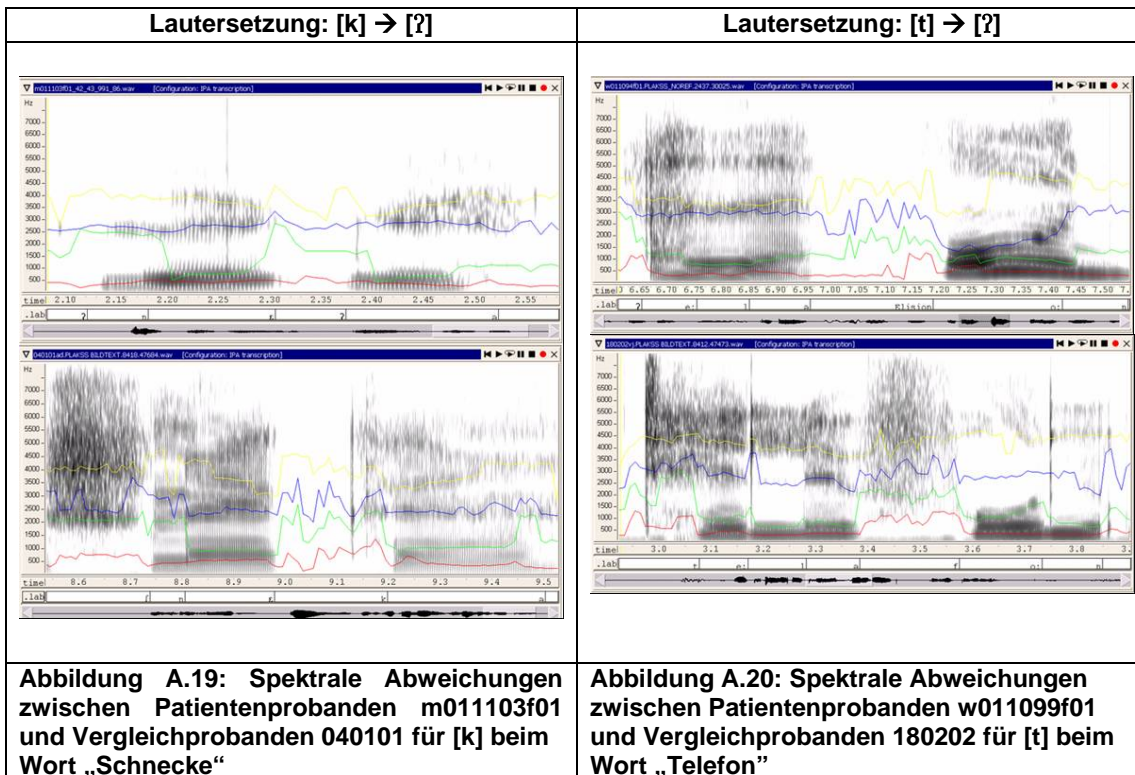
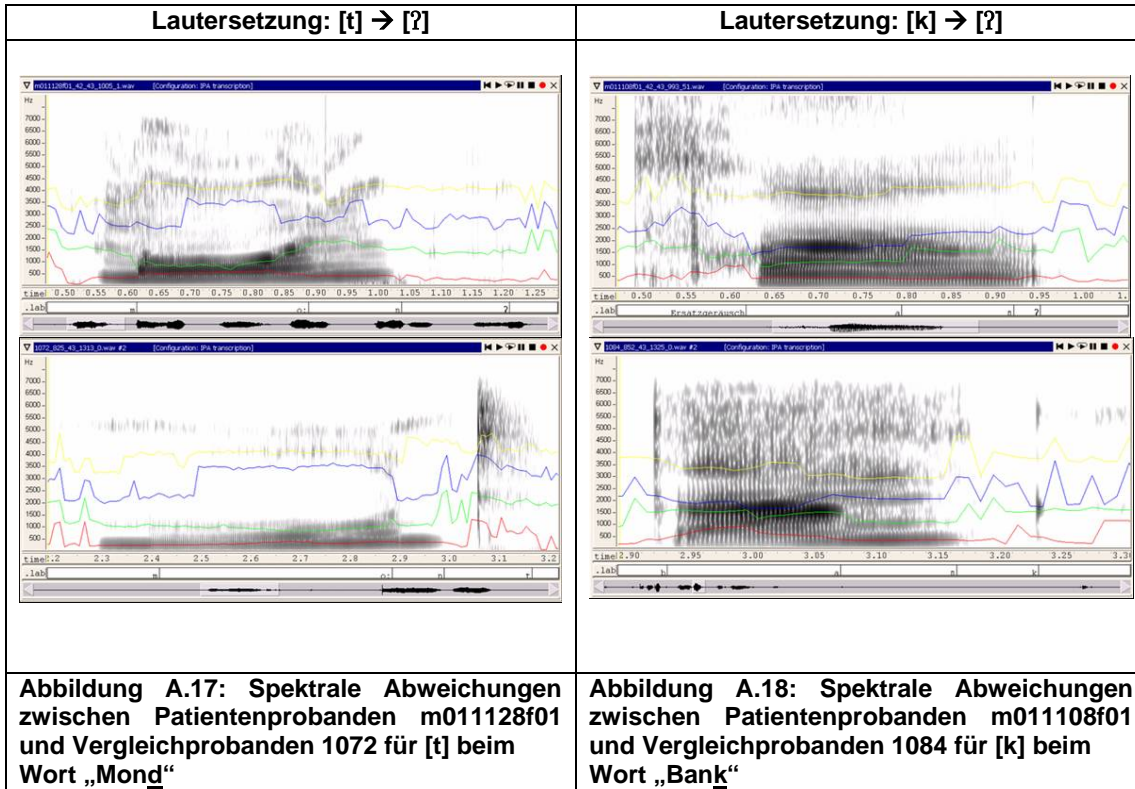
Anhang A: Glottisverschlusslaut als Lautersetzungen

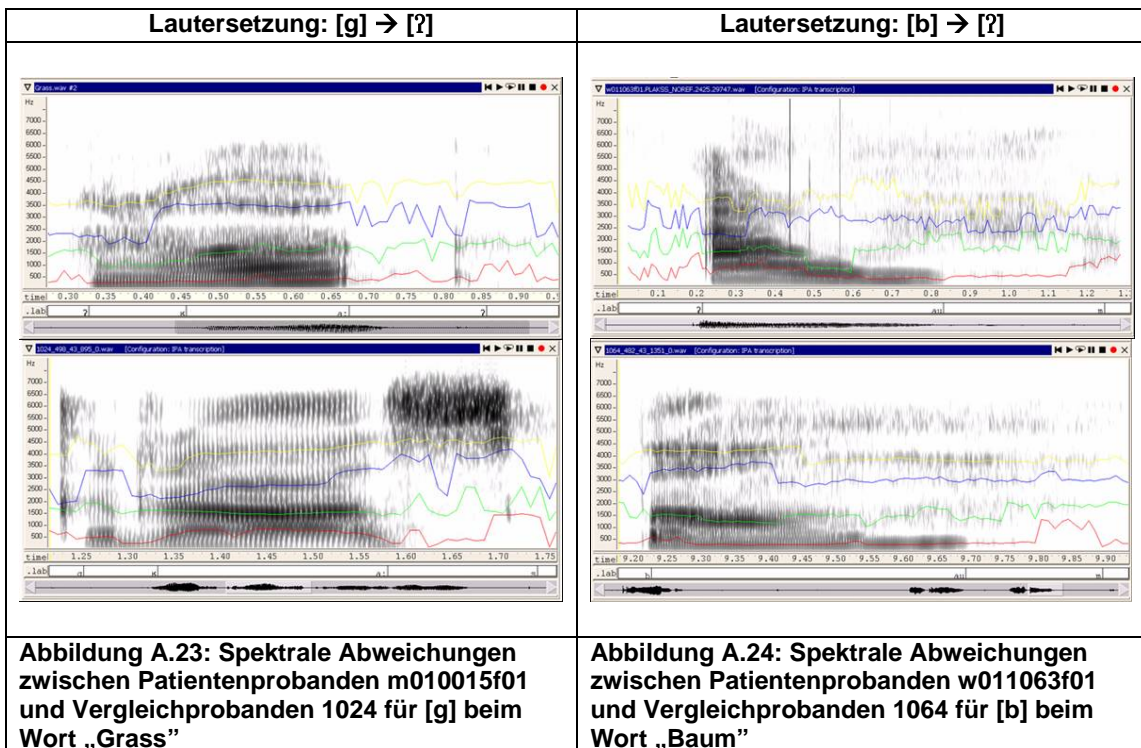
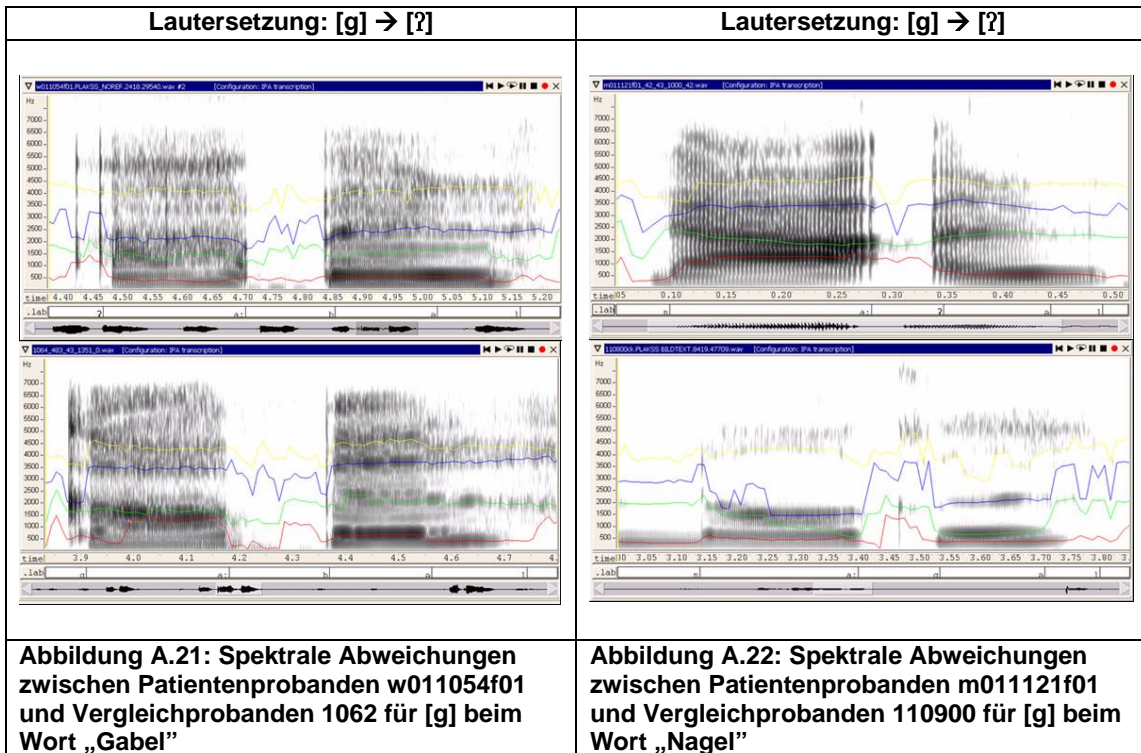


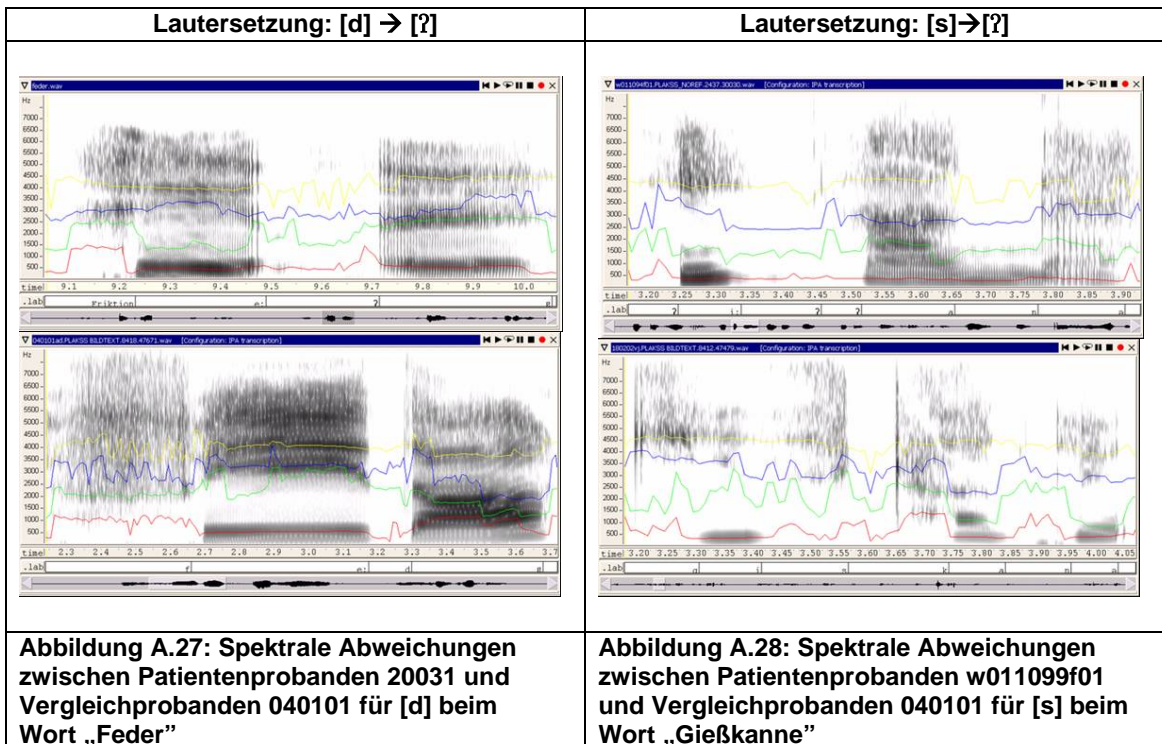
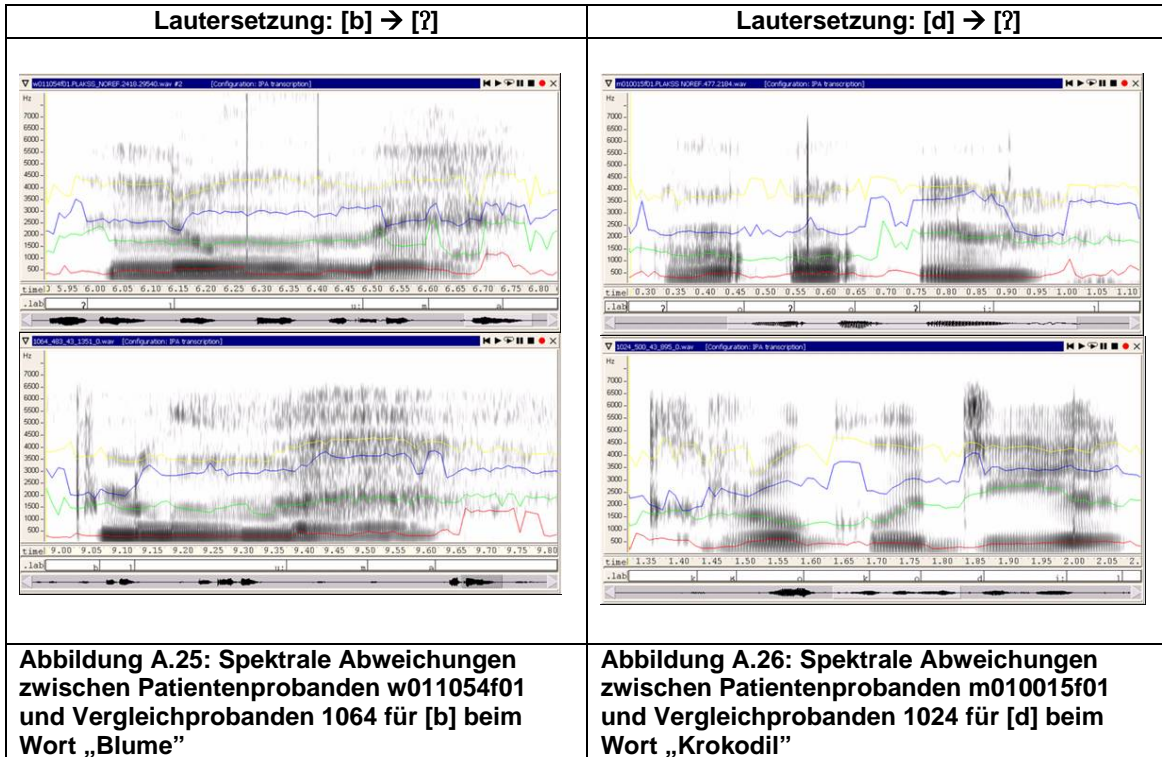




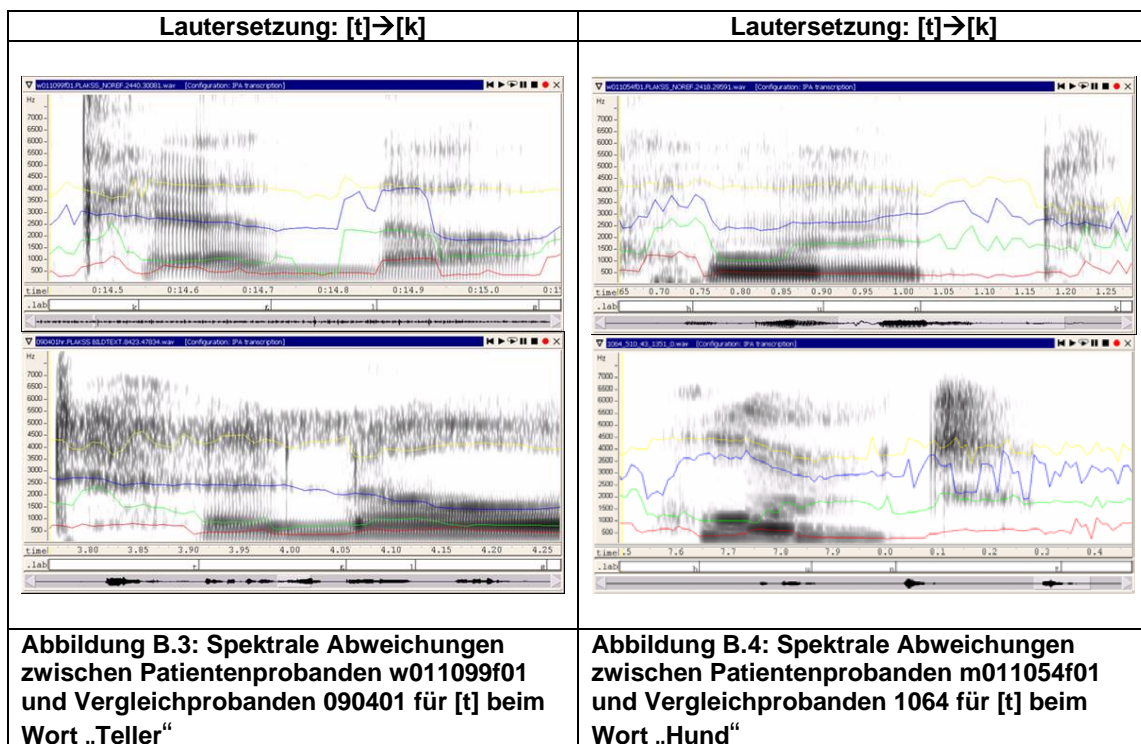
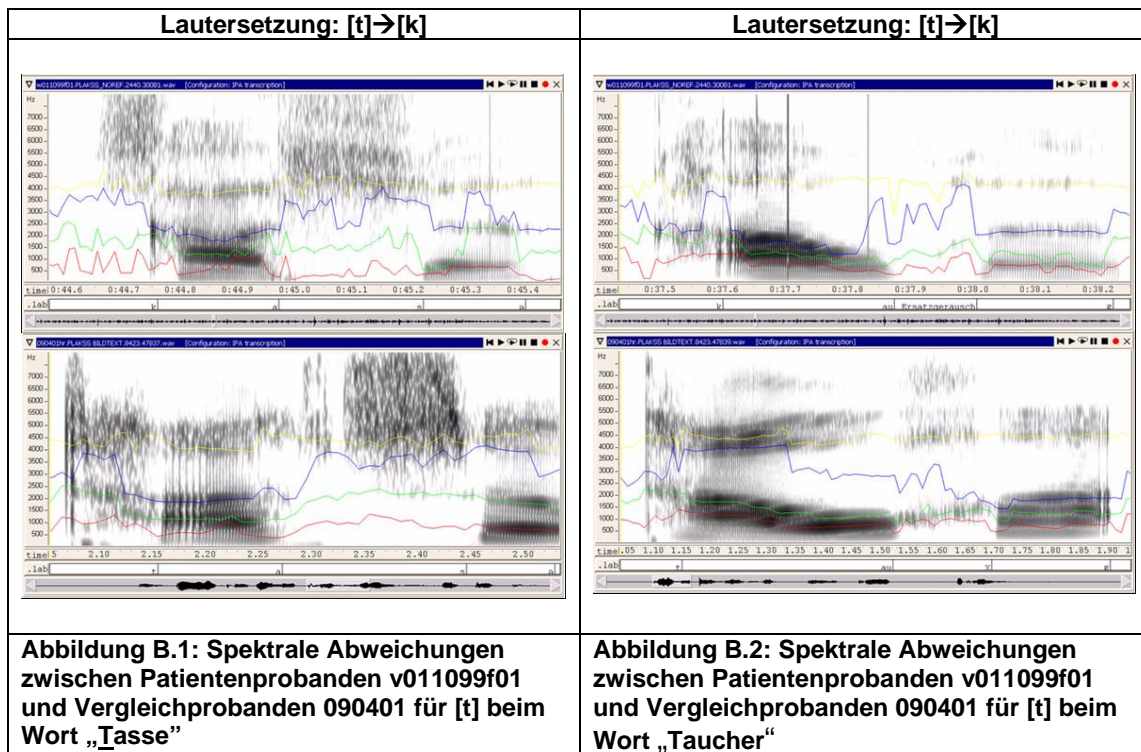


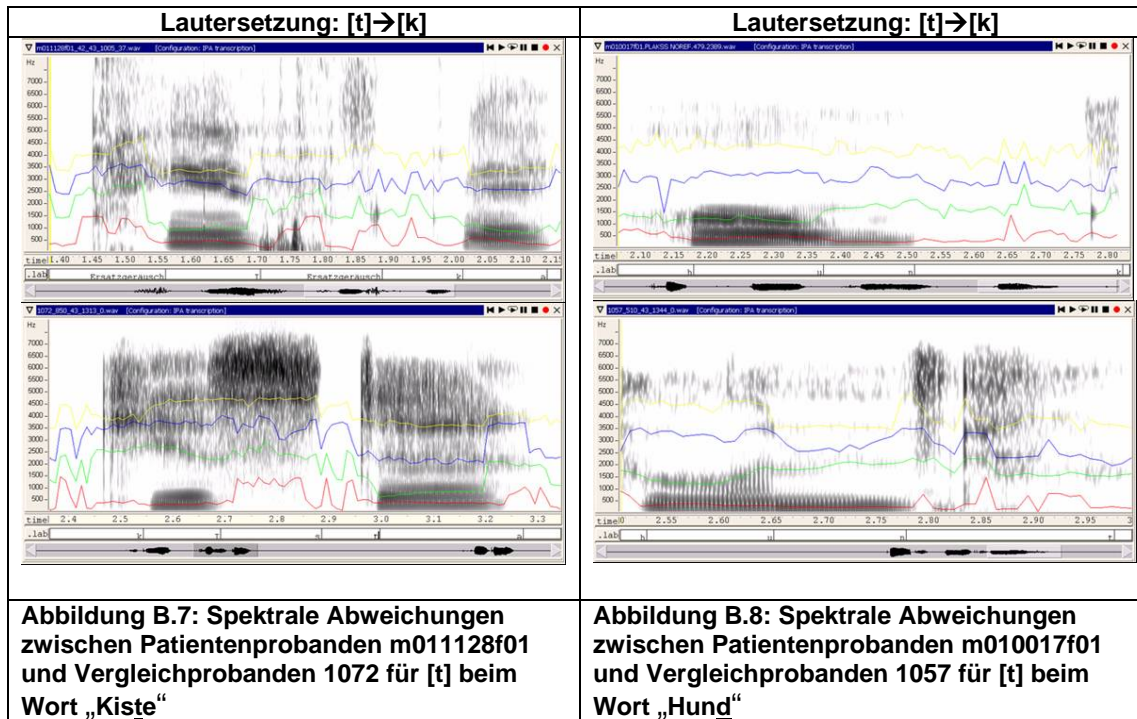
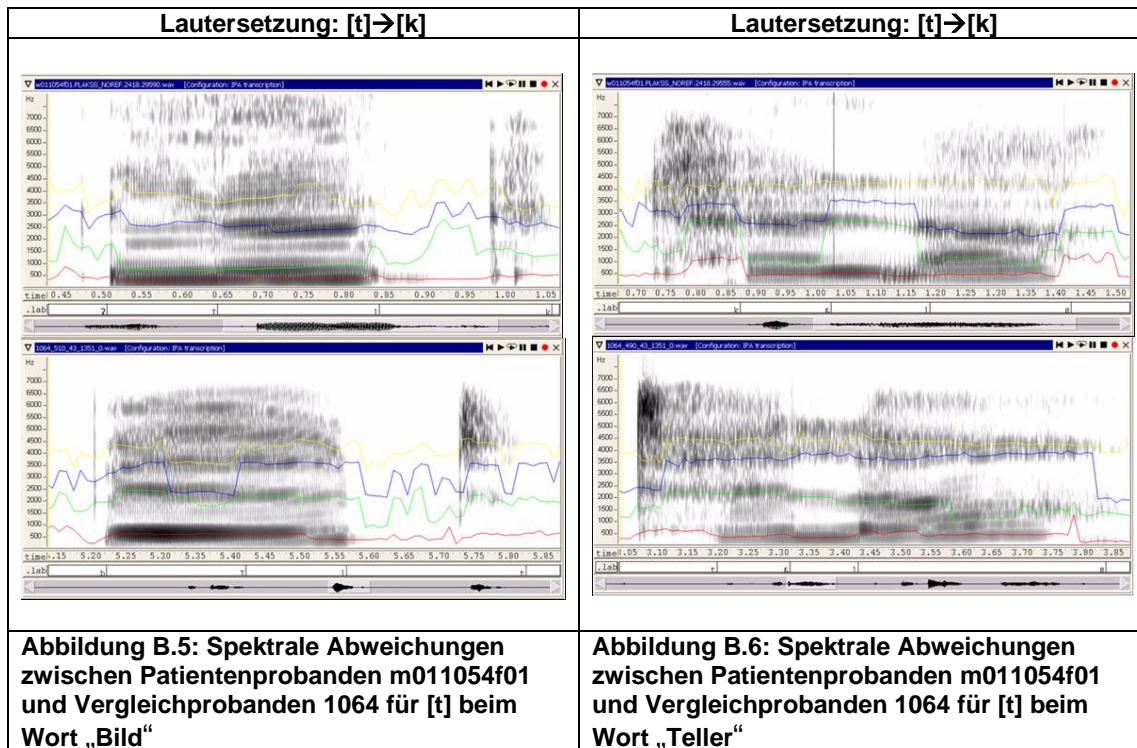


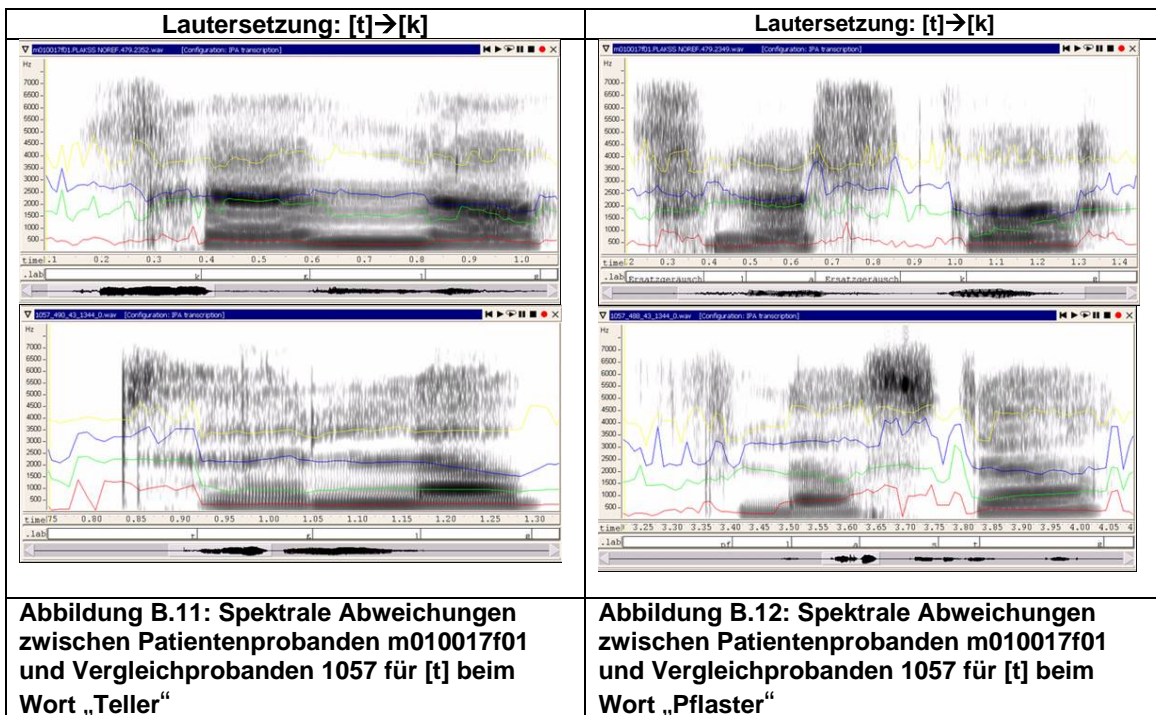
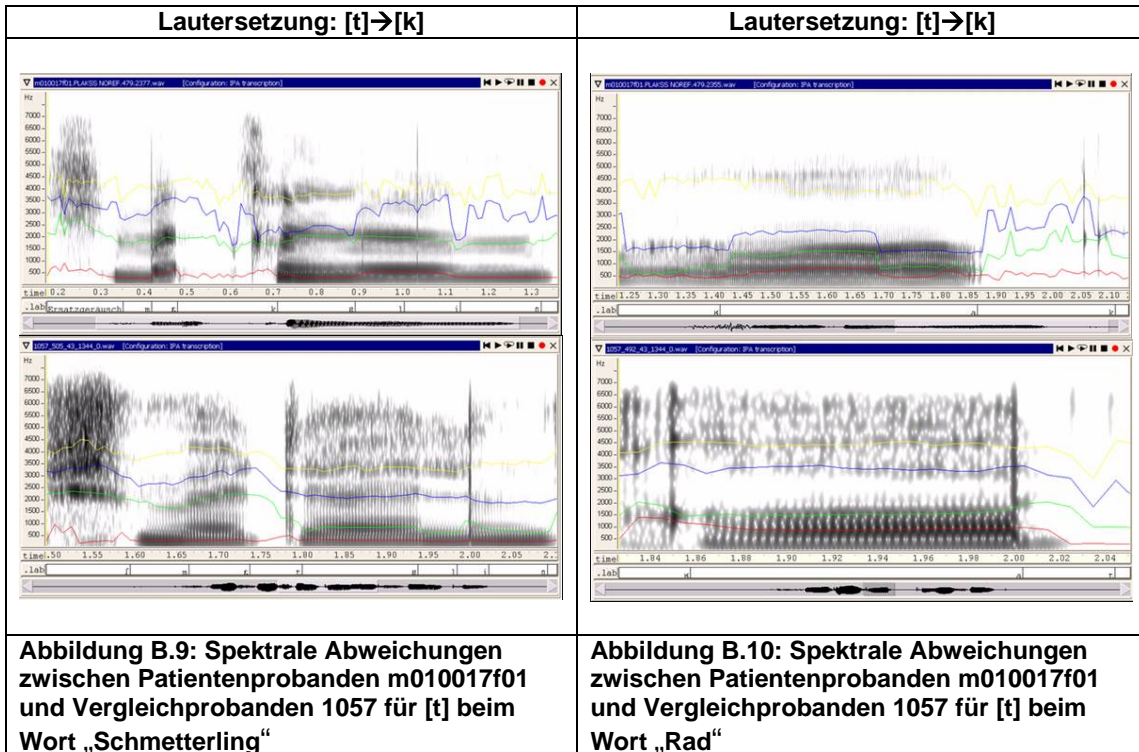


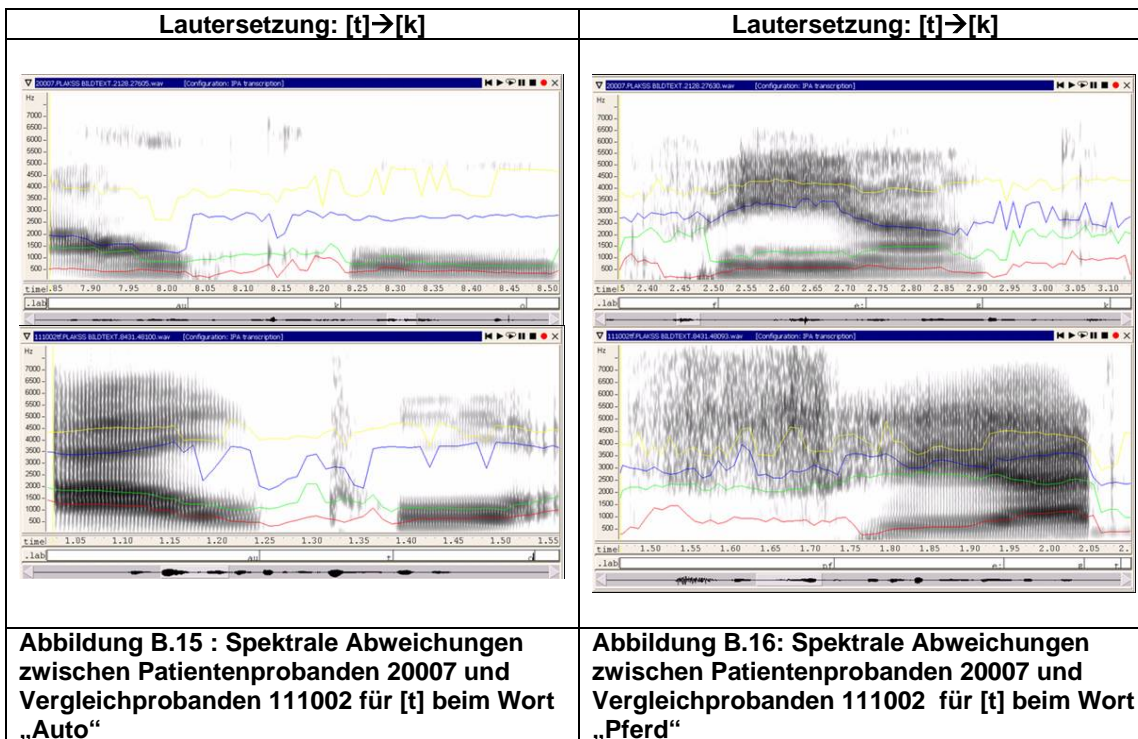
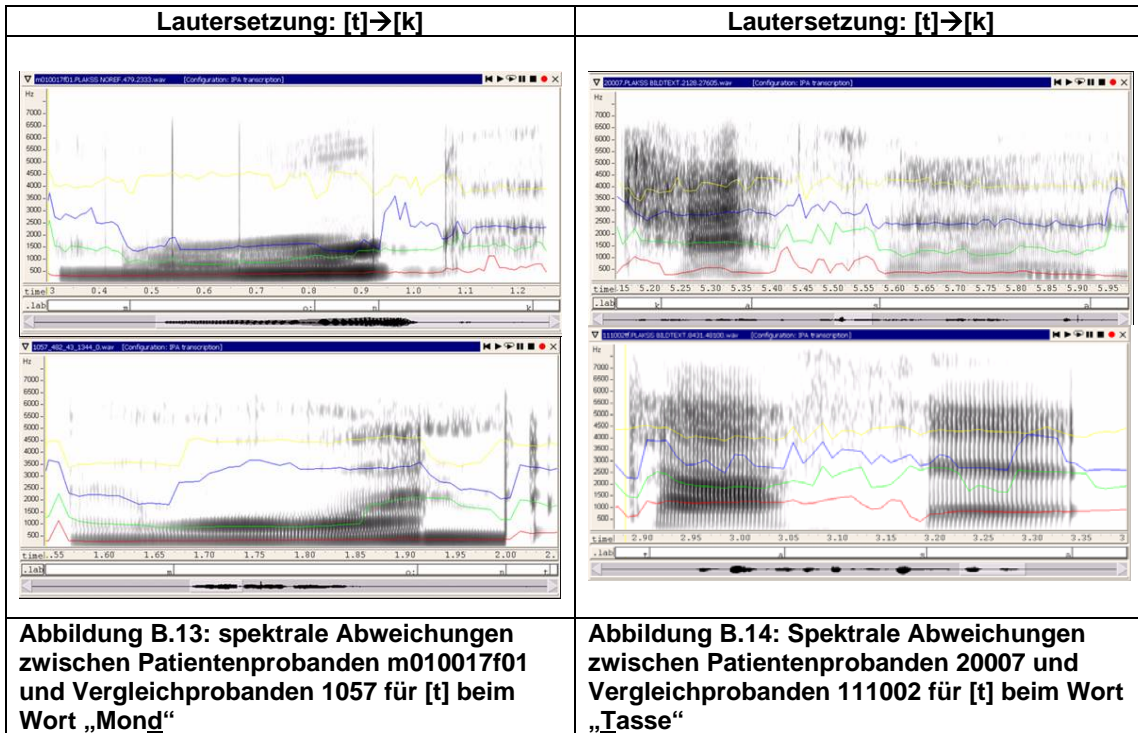


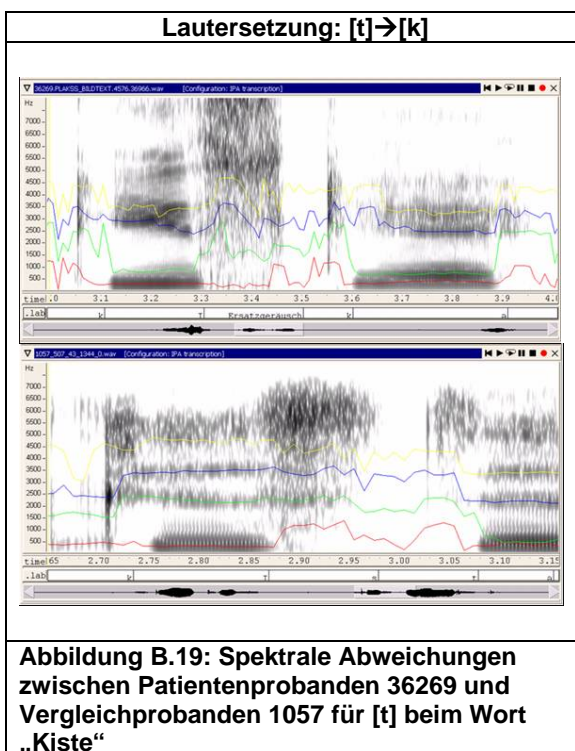
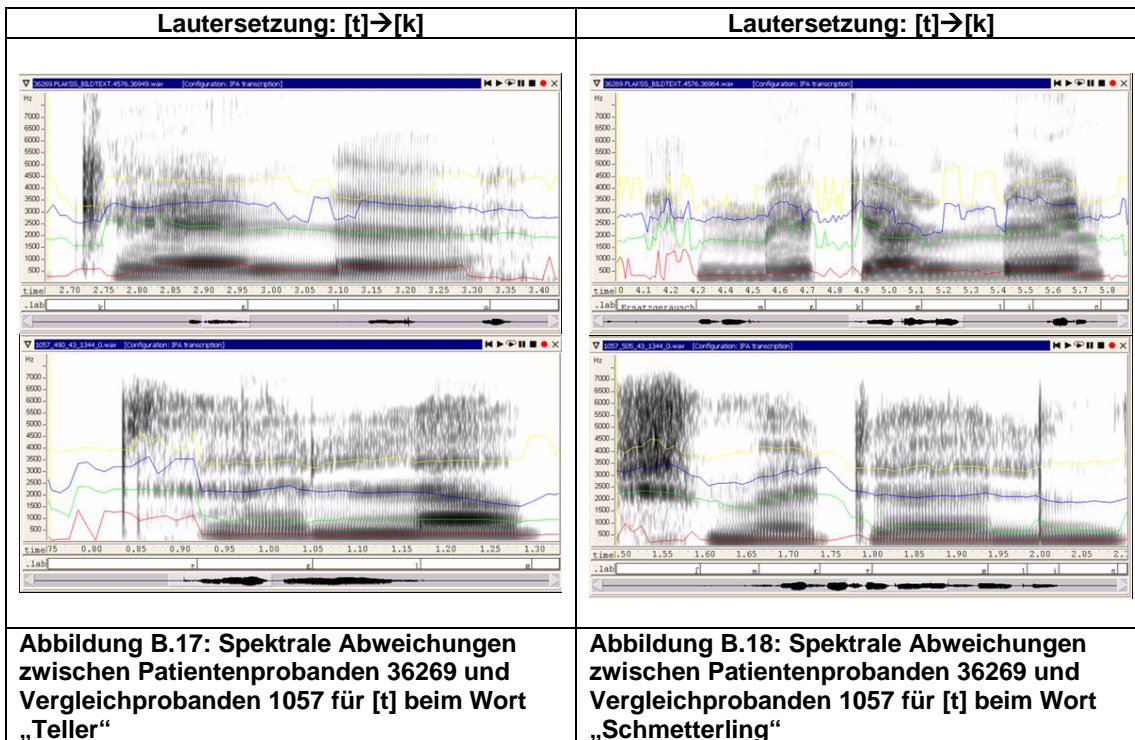
Anhang B: Zum Gaumensegel rückverlagerte Lautersetzung



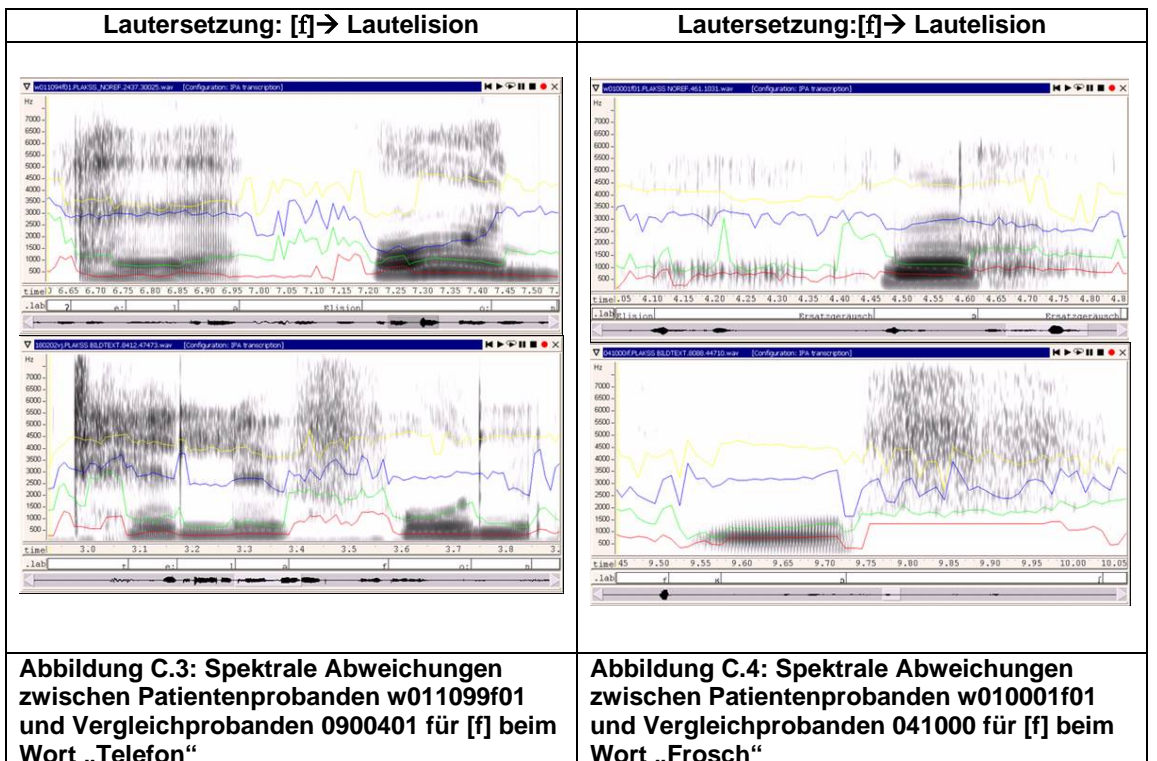
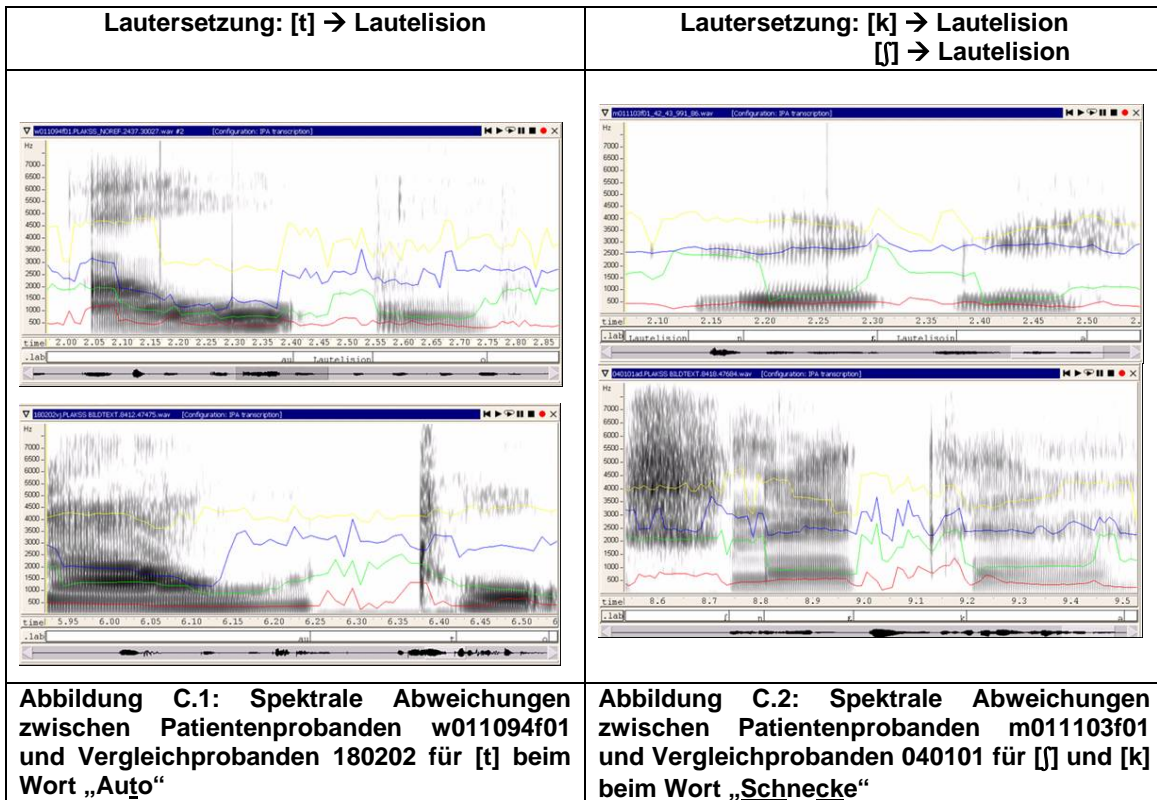




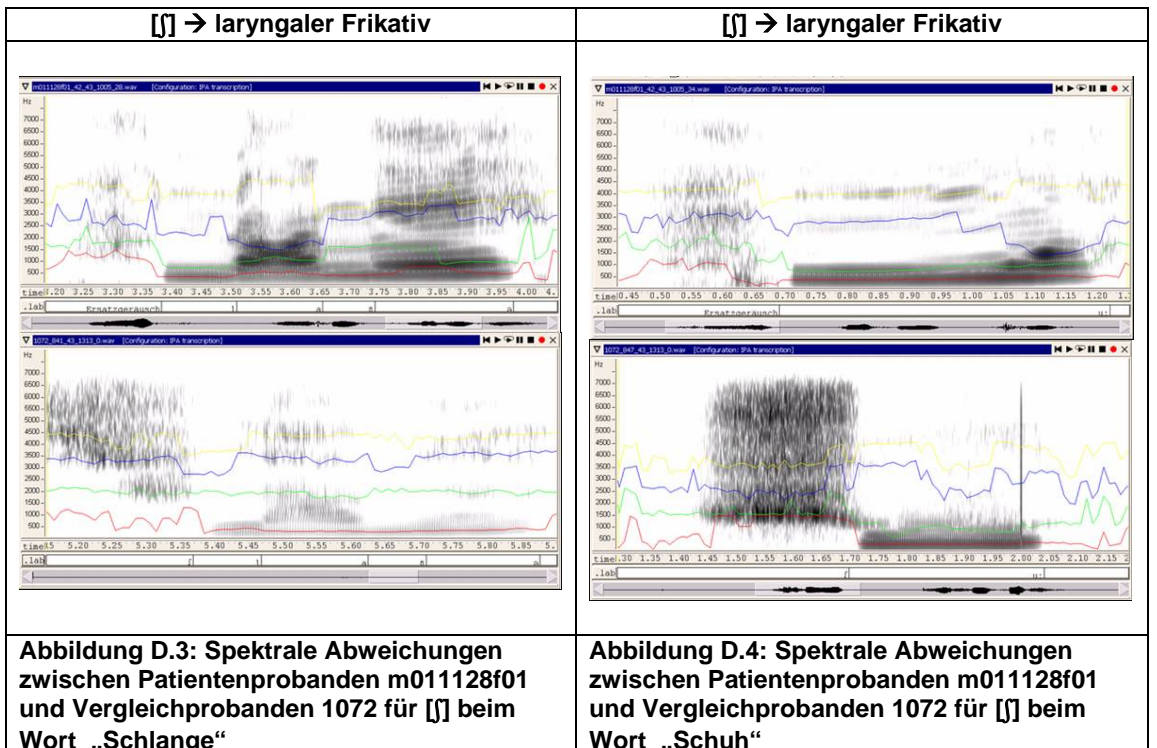
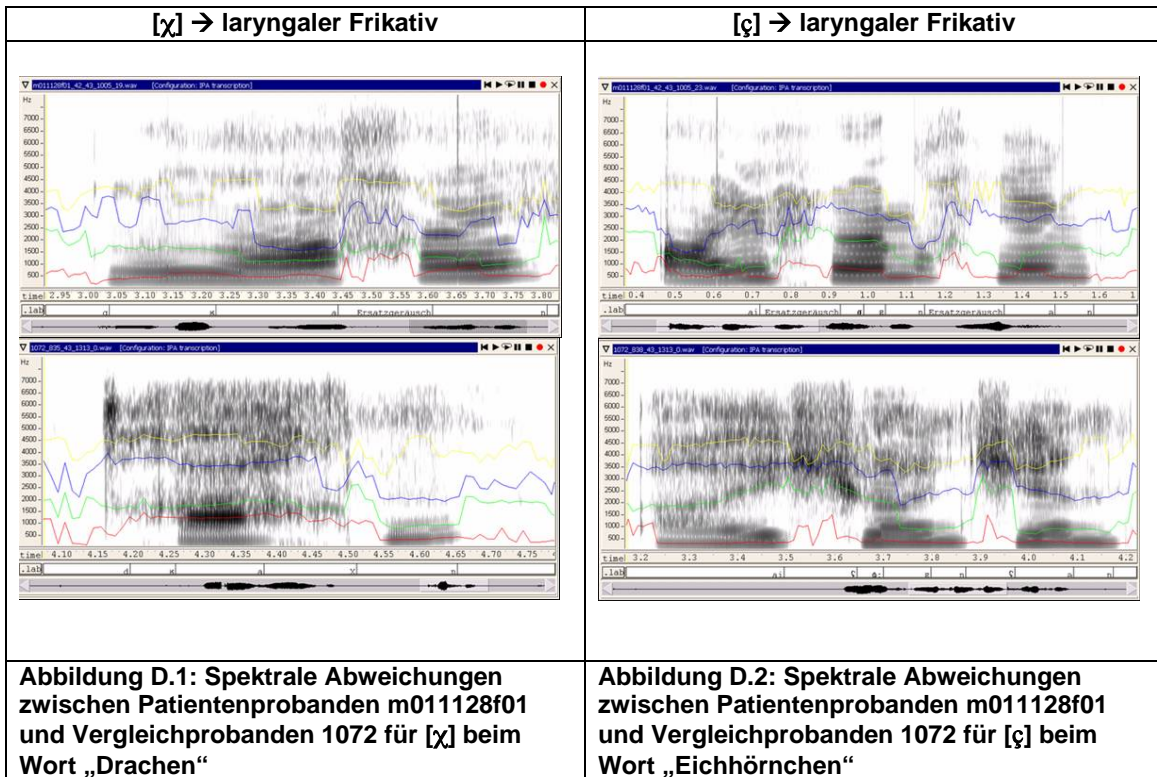


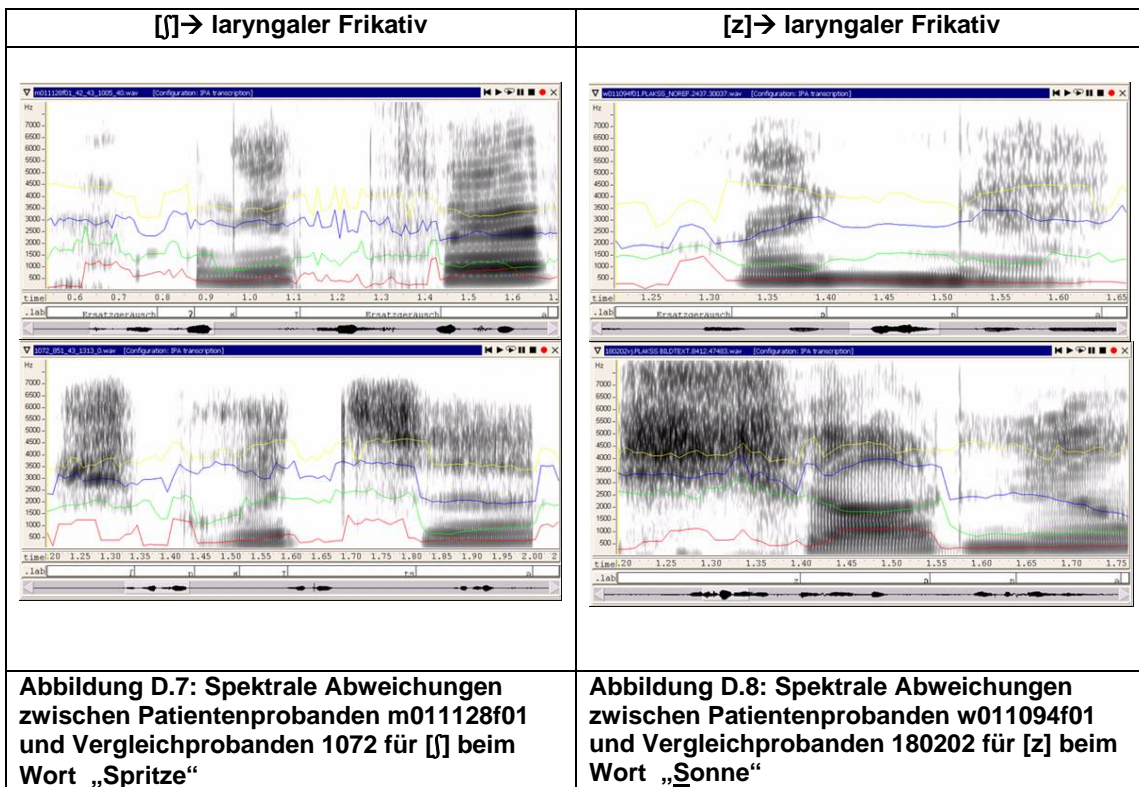
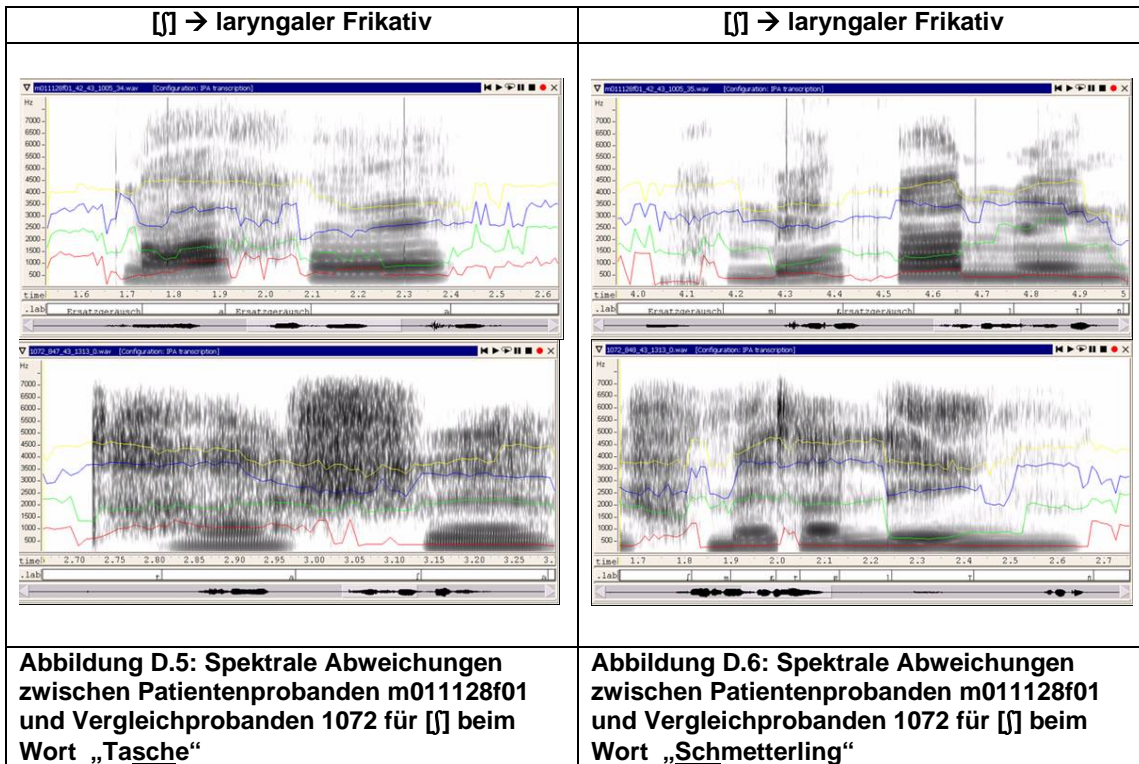


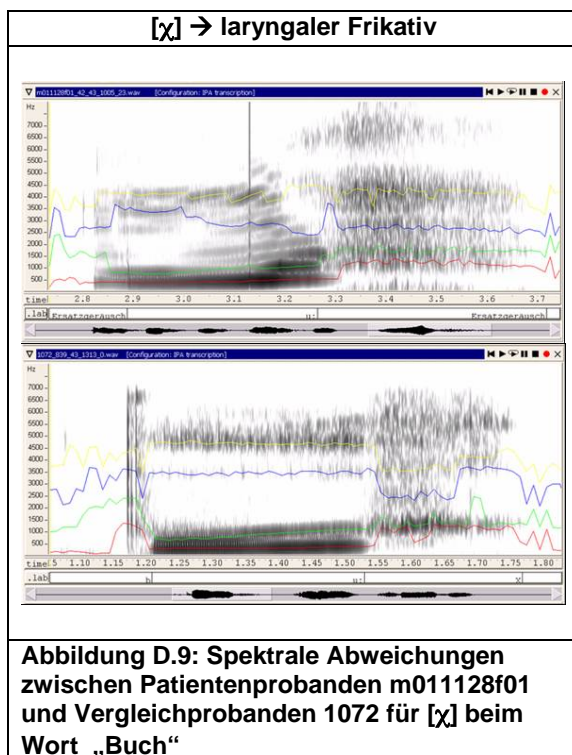
Anhang C: Lautelision



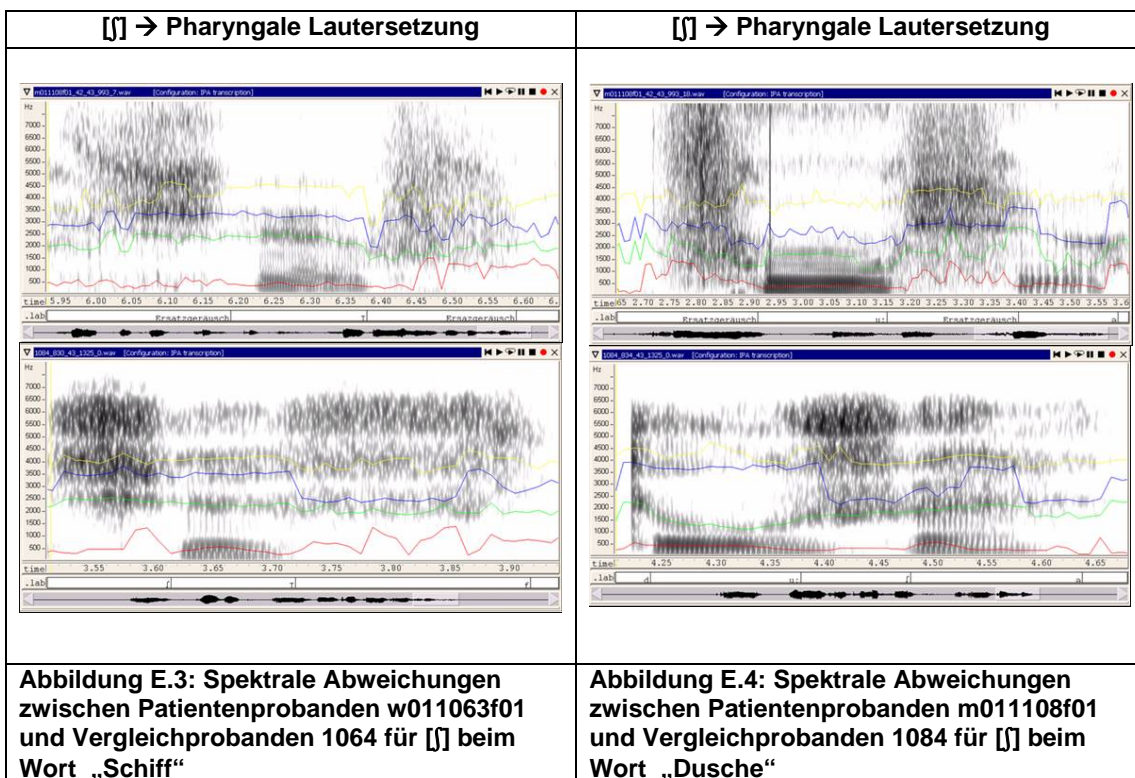
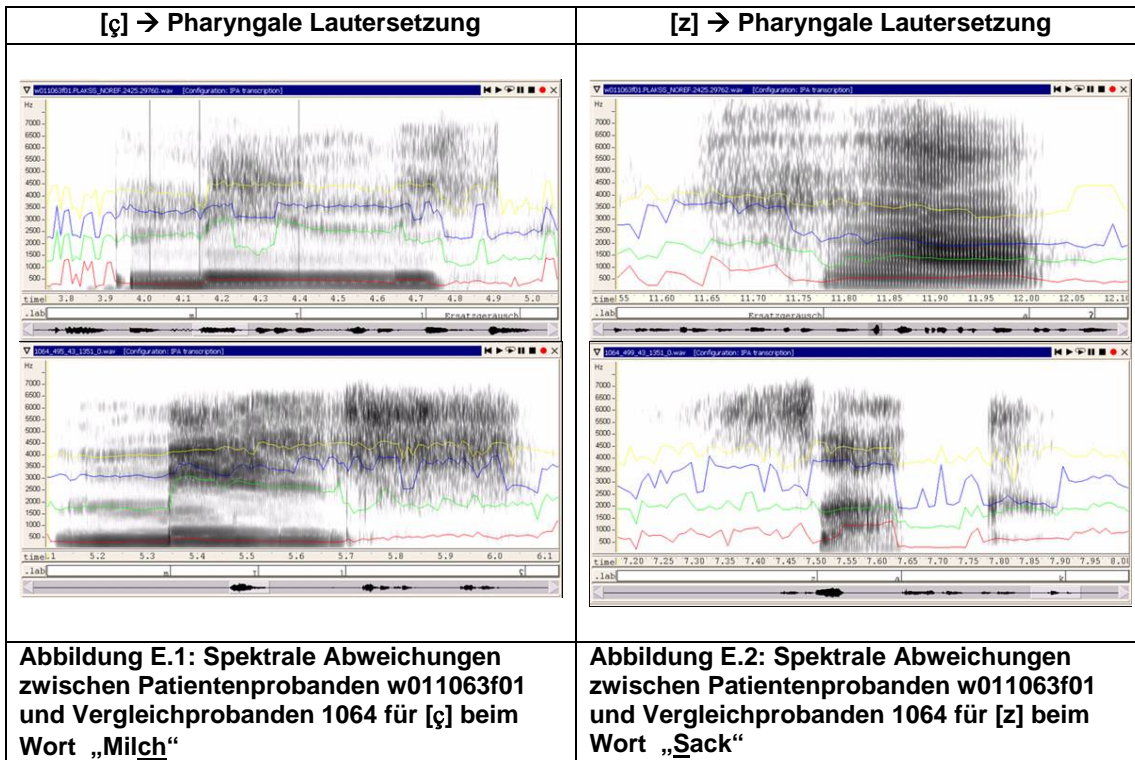
Anhang D: Laryngale Lautersetzungen

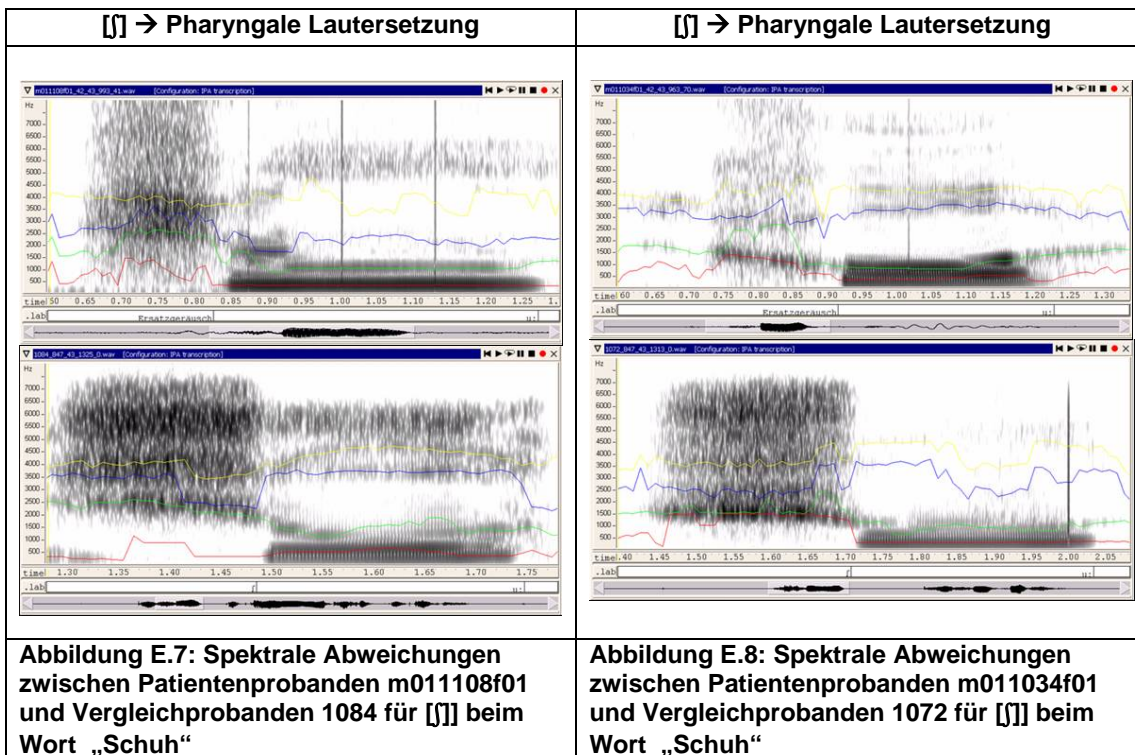
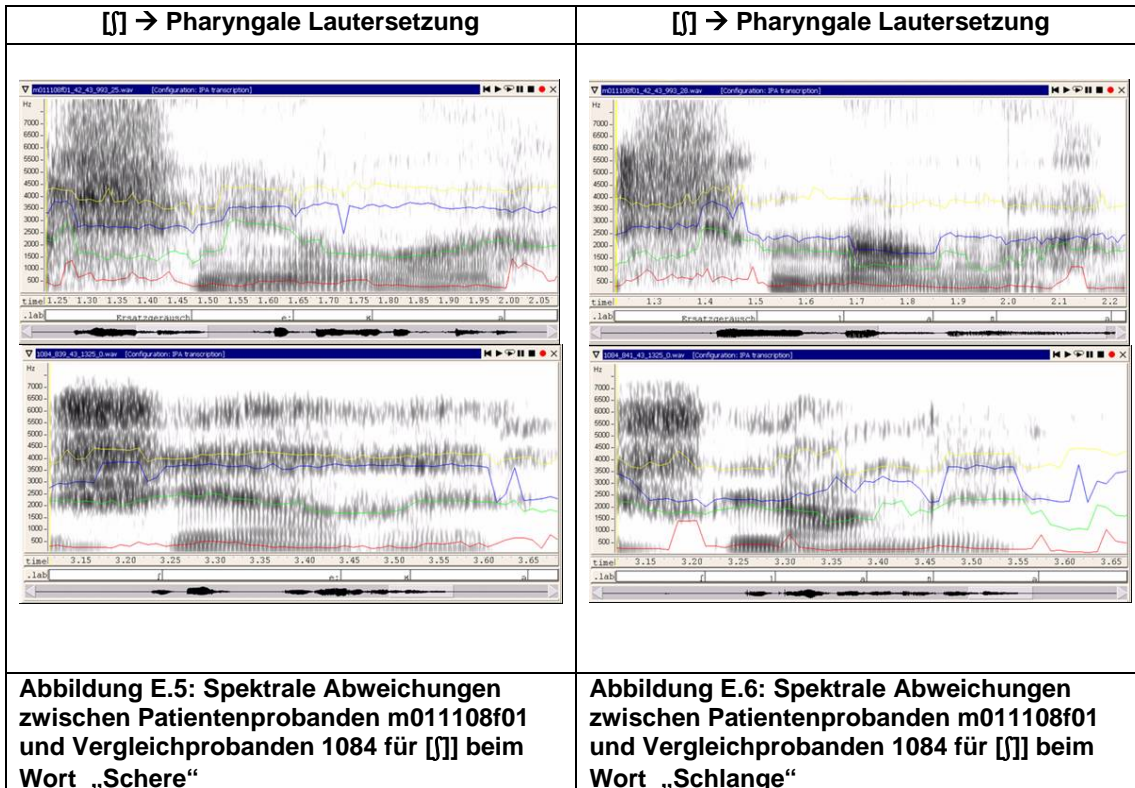


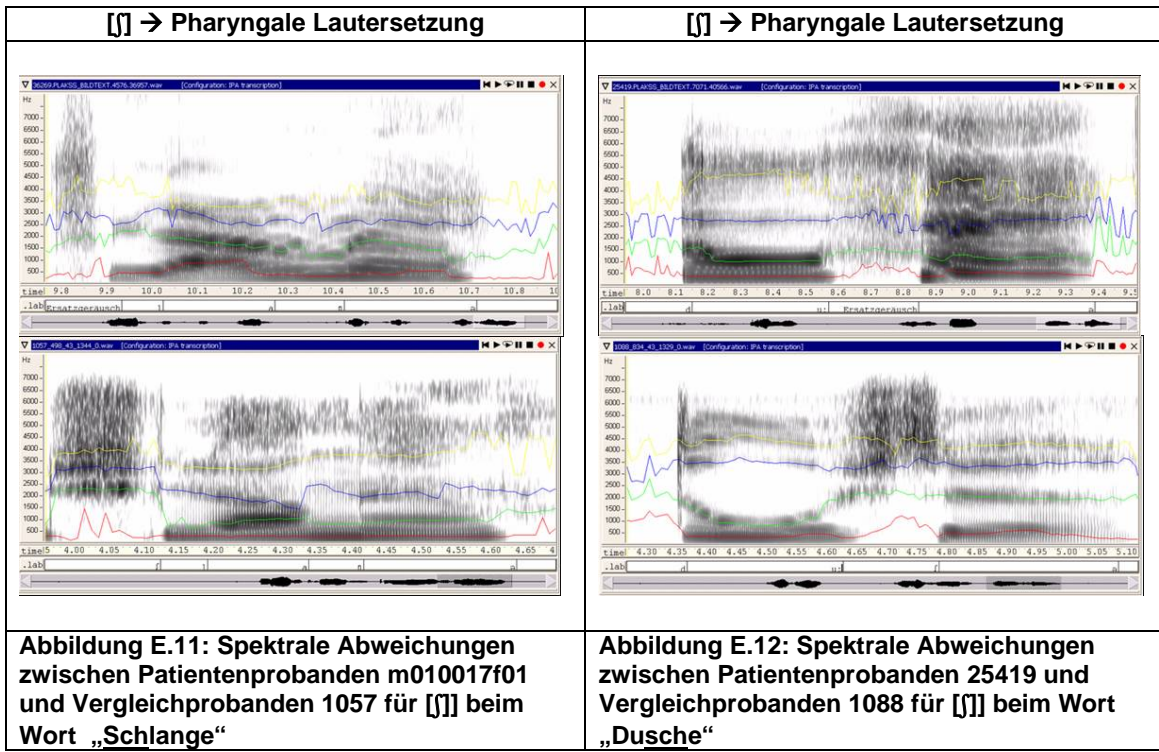
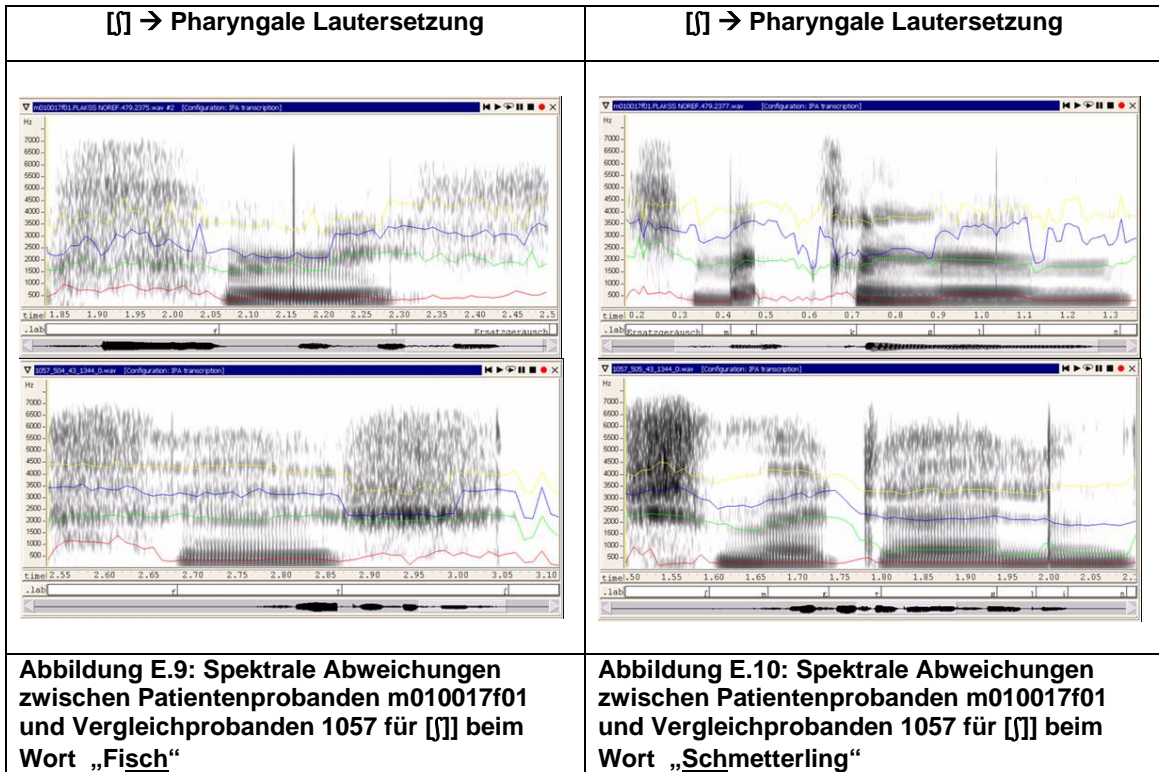




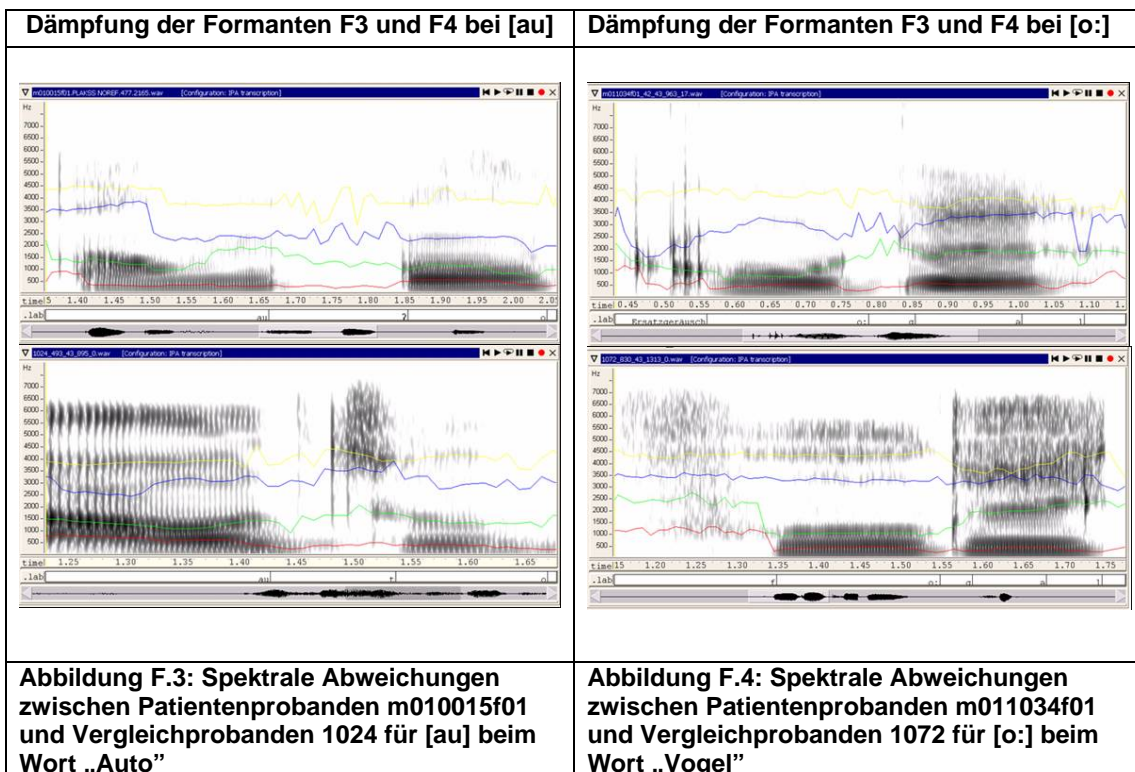
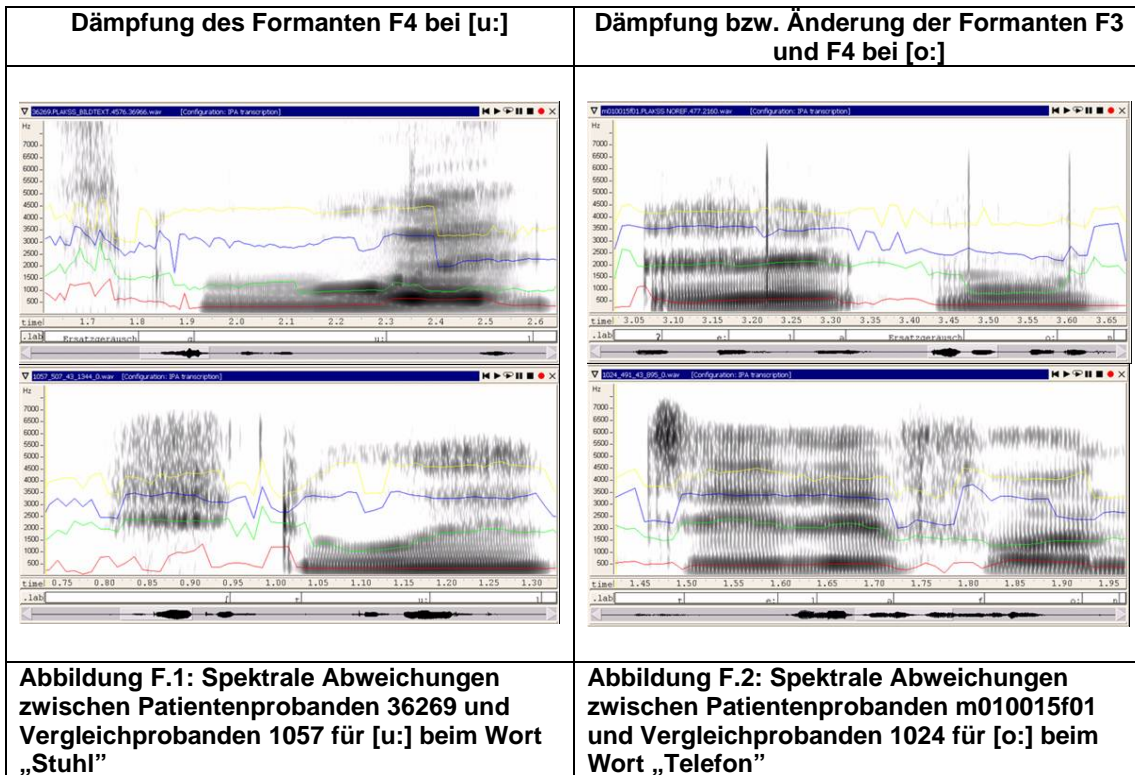
Anhang E: Pharyngale Lautersetzungen

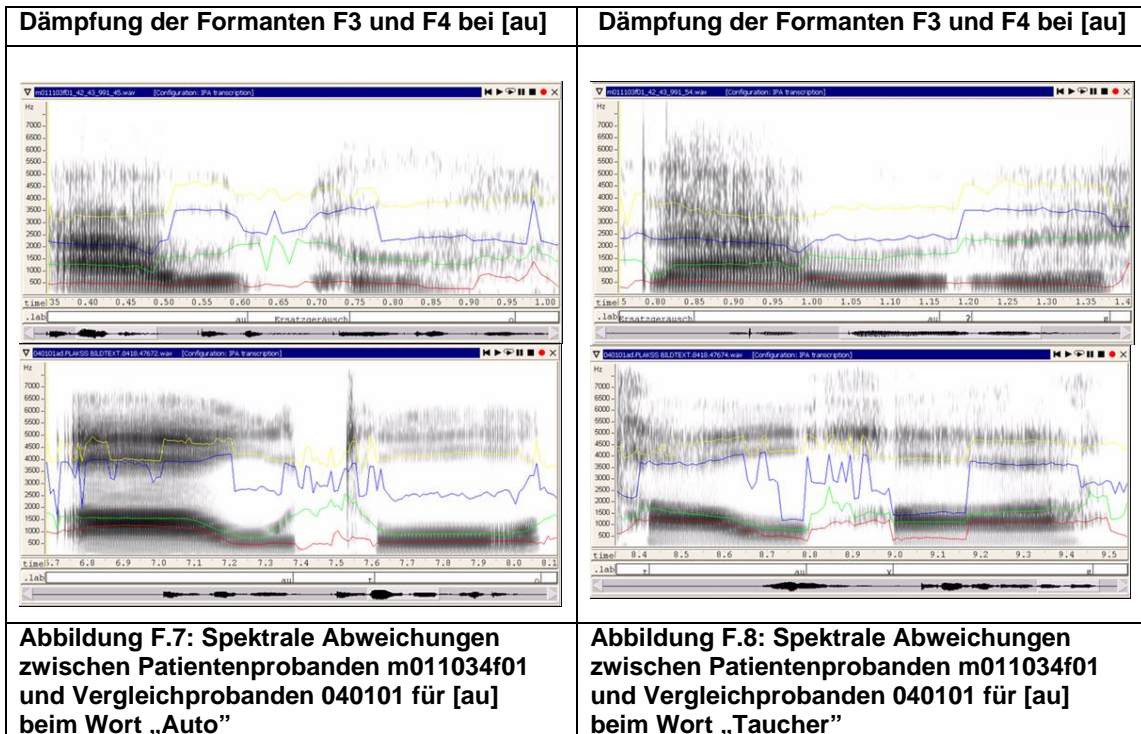
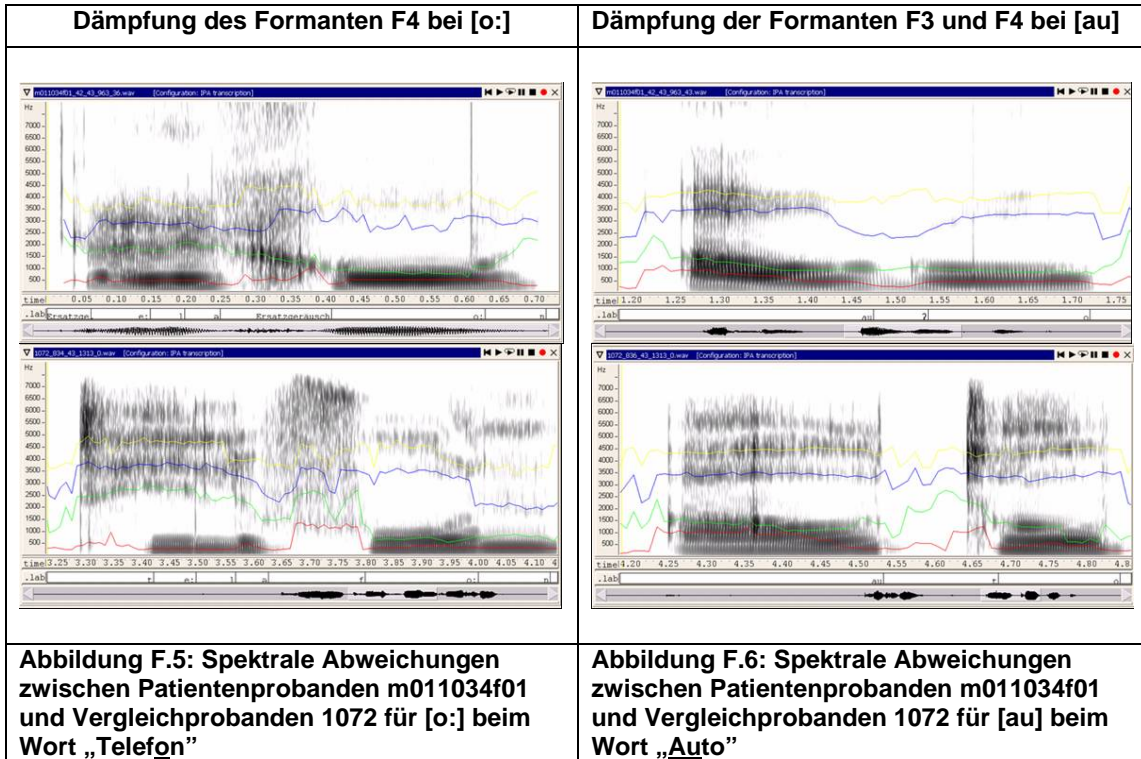


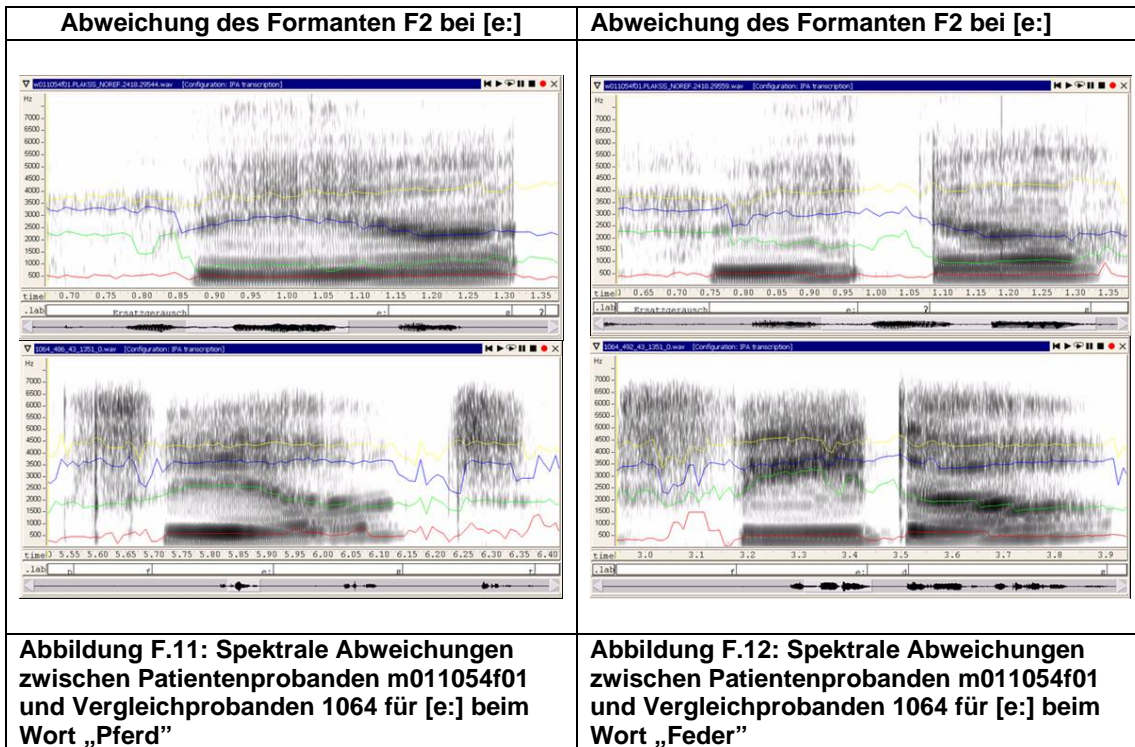
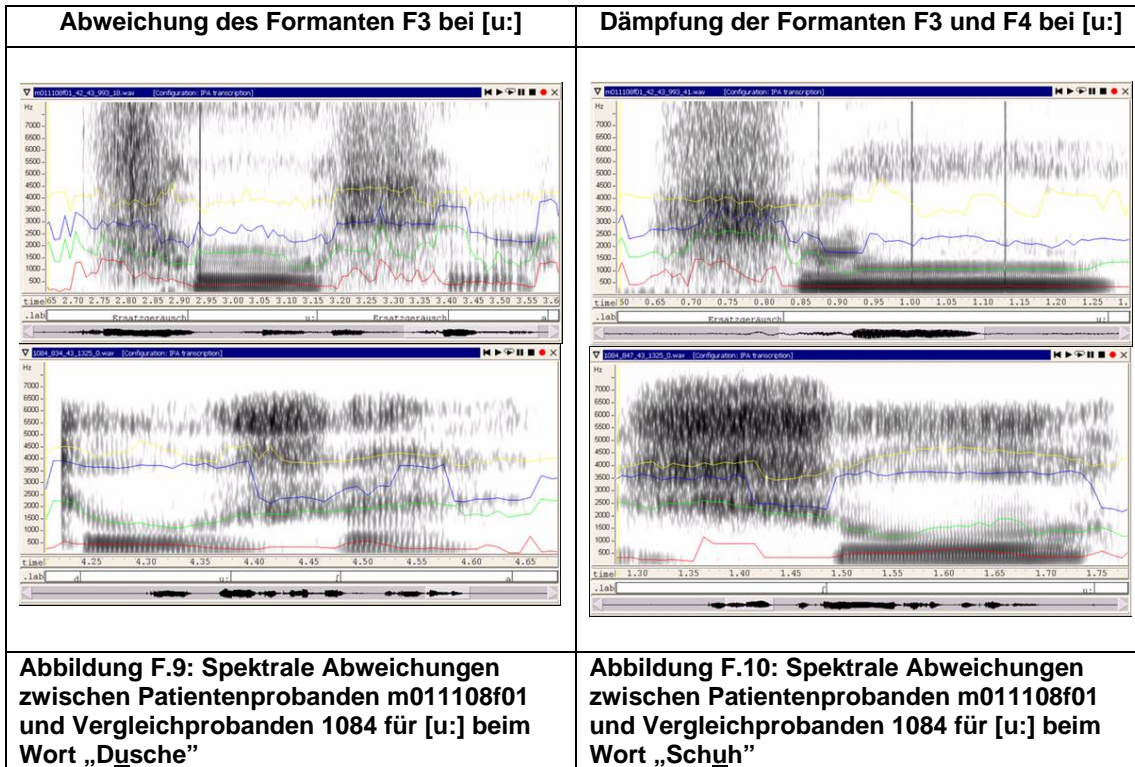


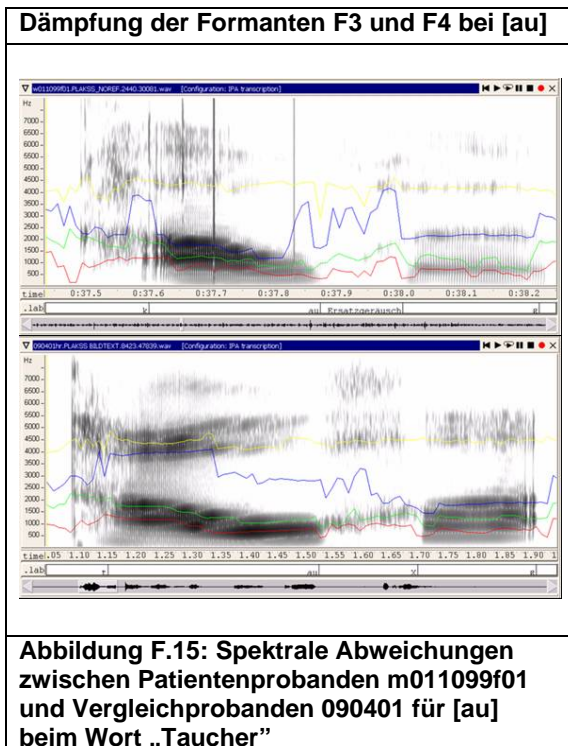
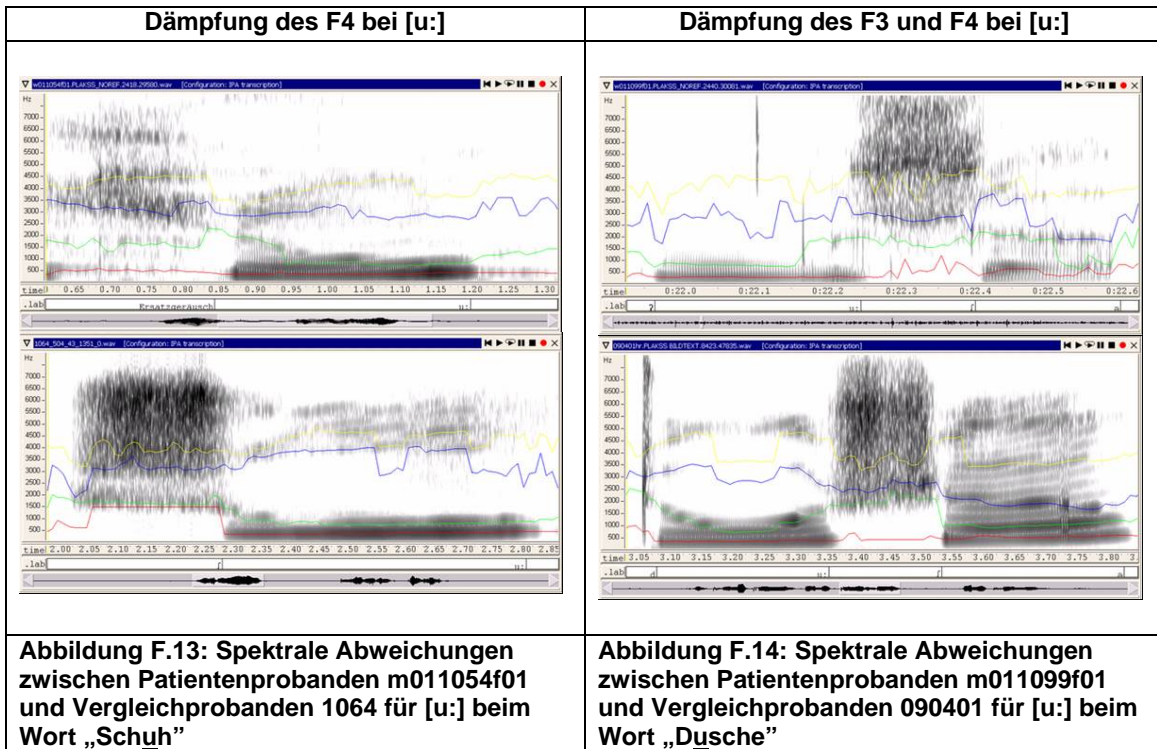


Anhang F: Rückverlagerte Vokale









Literaturverzeichnis

Bressmann et al. (1999), Sprechgeschwindigkeit bei kompensatorischer Artikulation von Patienten mit Lippen-Kiefer-Gaumenspalten in: Folia Phoniatricae et Logopaedica, 1999, 51, S. 272-286

Crystal, D. (1995), Die Cambridge-Enzyklopädie der Sprache, Frankfurt a. M., Campus

Dieckmann, O. (1996), Sprachentwicklung bei Lippen-Kiefer-Gaumenspalten aus sprachheilpädagogischer Sicht. In: Andrä, A./ Neumann, H.-J.(Hrsg.): Lippen-Kiefer-Gaumenspalten, Entstehung, Klinik, Behandlungskonzepte. Reinbek, S. 253-277

Drachmann, G. (Hrsg.), Ölberg, H.(1975), Kompensatorische Artikulation bei Gaumenspalten Sprache, in: Akten der 1. Salzburger Frühlingstagung für Linguistik, S. 149-154

Fox, A.V. (2002), PLAKSS- Psycholinguistische Analyse kindlicher Sprechstörungen, Frankfurt, 2002, S. 63

Godbersen, G.S. (1997), Das Kind mit Lippen-Kiefer-Gaumenspalte, In: Laryngo-Rhino-Otologie 76, S. 562-567

Guenther, F.H., Hampson, M., and Johnson, D. (1980), A theoretical investigation of reference frames for the planning of speech movements, In: Psychological Review 105, S. 611-633

Harding, A., Grunwell, P. (1996), Characteristics of cleft palate speech, In: European Journal of Disorders of communication 31, S. 331-357

Kåre Sjölander, Jonas Beskow (2006), Wavesurfer, TMH, Speech, Music and Hearing, URL: <http://www.speech.kth.se/wavesurfer/>, Zugriff am 05.01.2008

Machelett, K. (1996), Das Lesen von Sonagrammen, Institut für Phonetik und Sprachliche Kommunikation, Universität München, URL: <http://www.phonetik.uni-muenchen.de/SGL/SGLKap1.html>, Zugriff am 07.02.2008

Maier, A. (2004), PEAKS, Lehrstuhl für Mustererkennung, Universität Erlangen-Nürnberg, URL: http://peaks.informatik.uni-erlangen.de/joomla_de/, Zugriff am 05.03.08

Maier, A. (2007), PEAKS Programm zur Evaluation und Analyse Kindlicher Sprachstörungen Bedienungsanleitung, Lehrstuhl für Mustererkennung, Universität Erlangen-Nürnberg, URL: http://peaks.informatik.uni-erlangen.de/joomla_de/index.php?option=com_content&task=view&id=13&Itemid=29, Zugriff am 05.03.08

Meinhold, G. (1963), Phonetik der Gaumenspalten Sprache, In: Wissenschaftliche Zeitung der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg XII/8, S. 593-612

Neppert, Joachim M.H. (1999), Elemente einer akustischen Phonetik, Hamburg, 1999, 4. Auflage

Neumann, S. (2000), Frühförderung bei Kindern mit Lippen-Kiefer-Gaumen-Segel-Fehlbildung, Idstein, 2000

Neumann, S.(2002), Lippen-Kiefer-Gaumen-Segel-Spalten, Ein Ratgeber für Eltern, Idstein, 2002

Nieto-Castanon, A., Guenther, F.H., Perkell, J.S., Curtin, H. (2005), A modeling investigation of articulatory variability and acoustic stability during American English /r/ production. In: J Acoust Soc Am., 117, S. 3196-3212

Onlinebibliothek (2007), Deutsche Phonetik, URL: <http://www.obib.de/Schriften/Phonetik/deutsch.html>, Zugriff am 30.01.2008

Pétursson, M., Neppert, J. (2002), Elementarbuch der Phonetik, 3. Auflage, Hamburg, 2002

Peuser, G., Winter, S. (2000), Lexikon zur Sprachtherapie, München, 2000

Pfeifer, G., Pirsig, W., Wulff, J., Wulff, H.(1981), Lippen-Kiefer-Gaumenspalten, München, 1981

Pompino-Marschall, B. (2003), Einführung in die Phonetik, 2. Auflage, Berlin, New York, 2003

Specht-Moser, B., Elterninformation, Österreichische Gesellschaft für LKG-Spalten und Kraniofaziale Anomalien, URL: <http://www.lkg-spalten.at/elterninformation/logopaedie.php#Artikulation>, Zugriff am 23.01.2008

Storch, G. (2002), Phonetik des Deutschen für sprachtherapeutische Berufe, Stockach, 2002

Schuster et al. (2006), Evaluation of speech intelligibility for children with cleft lip and palate by means of automatic speech recognition, In: International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology 70/2006, S. 1741-1747

Tillmann, H.G., Geumann, A., Kroos, C. (1998), Compensatory articulation and the nature of phonetic goals, IPSK, Ludwig Maximilians Universität München, URL: <http://www.phonetik.uni-muenchen.de/Forschung/dfqsp/dfqspres.html>, Zugriff am 09.01.2008

Trost-Cardamone (1981), Coming to terms with VPI: A Response to Loney and Bloom. In: Cleft Palate Journal 26, S. 68ff.

Trost-Cardamone, J.E. (1981), Coming to terms with VPI: A Response to Loney and Bloom, In: Cleft Palate Journal 26, S. 68 ff. URL: http://peaks.informatik.uni-erlangen.de/joomla_de/index.php?option=com_content&task=view&id=13&Itemid=29, Zugriff am 10.01.2008

Wikipedia (2008), Lippen-, Kiefer-, Gaumenspalte, URL:
[http://de.wikipedia.org/wiki/Lippen-, Kiefer-, Gaumenspalte](http://de.wikipedia.org/wiki/Lippen-,_Kiefer-,_Gaumenspalte), Zugriff am 06.01.2008

Wikipedia (2008), Stimmloser glottaler Plosiv, URL:
[http://de.wikipedia.org/wiki/Stimmloser glottaler Plosiv](http://de.wikipedia.org/wiki/Stimmloser_glottaler_Plosiv), Zugriff am 30.01.2008

Wirth, G. (1994), Sprachstörungen Sprechstörungen Kindliche Hörstörungen, Lehrbuch für Ärzte, Logopäden und Sprachheilpädagogen, 4. Auflage, Köln, 1994

Wohlleben, U. (2004), Die Verständlichkeitsentwicklung von Kindern mit Lippen-Kiefer-Gaumen-Siegel-Spalten, Idstein, 2004

Wulff, H. (1996), Zur Therapie bei Lippen-Kiefer-Gaumenspalten. In: Grohnfeld, M. (Hrsg.): Handbuch der Sprachtherapie, Bd. 2, Störungen der Aussprache, Berlin, 1996