

Aus der Klinik für Hals-Nasen-Ohrenheilkunde
(Kommissar. Direktor Prof. Dr. M. Canis)

der Medizinischen Fakultät der Universität Göttingen

**Intraorale Druckmessungen bei dysphagischen ALS-Patienten im Vergleich zu einem
Normkollektiv**

INAUGURAL – DISSERTATION

zur Erlangung des Doktorgrades
für Zahnheilkunde

der Medizinischen Fakultät der
Georg-August-Universität zu Göttingen

vorgelegt von

Dr. med. Dr. disc. pol. Deike Böning

aus

Leer/Ostfriesland

Göttingen 2015

Dekan:	Prof. Dr. rer. nat. H. K. Kroemer
I. Berichterstatter/in:	Priv.-Doz. Dr. med. A. Olthoff
II. Berichterstatter/in:	Prof. Dr. med. Dr. med. dent. W. Engelke
III. Berichterstatter/in:	Prof. Dr. hum. biol. M. Schön

Tag der mündlichen Prüfung: 3. 2. 2016

INHALTSVERZEICHNIS

1.	Theoretischer Hintergrund der Forschungsarbeit	7
1.1	Einleitung: Ziel und Fragestellung der vorliegenden Untersuchung	7
1.2	Anatomie des orofazialen Systems	7
1.3	Das Biofunktionelle Modell (BFM) nach Engelke	9
1.4	Physiologischer Schluckvorgang und Schluckakt	11
1.5	Pathologische Schluckfunktion: Dysphagie	12
1.5.1	Ätiologie und Pathogenese	12
1.5.2	Diagnostik	13
1.5.3	Komplikationen	14
1.5.4	Therapie und Prognose	14
1.5.5	Exkurs: Dysphagie und neurologische Erkrankungen	15
1.6	Dysphagie-assoziiertes Krankheitsbild: Amyotrophe Lateralsklerose (ALS)	15
1.6.1	Ätiologie und Pathogenese	15
1.6.2	Klinik	16
1.6.3	Diagnostik	17
1.6.4	Therapie und Prognose	19
1.7	Einordnung der Studie in den Forschungskontext	20
1.7.1	Positiver Druck im Oropharynx: Studien zum maximalen Zungendruck	20
1.7.2	Negativer Druck im Oropharynx: Studien zum Saugvorgang	22
1.7.3	ALS: Studien zur Dysphagie	24
1.7.4	Forschungslücke	26
2.	Material und Methoden	27
2.1	Studiendesign	27
2.1.1	Laufzeit der Studie	27
2.1.2	Versuchsablauf	27
2.1.3	Ort der Untersuchung	28
2.1.4	Aufklärung der Studienteilnehmer	28
2.1.5	Archivierung und Datenschutz	28
2.1.6	Zusammensetzung von Probanden- und Patientenkollektiv	28
2.1.6.1	Stichprobenumfang	28
2.1.6.2	Ein- und Ausschlusskriterien	28
2.1.6.3	Geschlechterverteilung	29
2.1.6.3.1	Normkollektiv	29
2.1.6.3.2	ALS-Patientengruppe	30
2.1.6.3.3	Vergleich der Kollektive	30
2.1.6.4	Altersverteilung	30
2.2	Untersuchungsmethoden	30
2.2.1	Manometrie	31

2.2.1.1	Versuchsaufbau Manometrie	32
2.2.2	Fiberoptic endoscopic evaluation of swallowing (FEES)	37
2.2.2.1	rpSzene®	39
2.2.2.2	Exemplarische Dokumentation des Schluckvorgangs	40
2.2.3	Sydney-Schluck-Fragebogen/Sydney Swallow Questionnaire (SSQ)	41
3.	Ergebnisse der Datenauswertung	43
3.1	Altersverteilung	44
3.1.1	Normkollektiv	44
3.1.2	ALS-Patientengruppe	45
3.1.3	Vergleich der Kollektive	46
3.2	Maximaler Sog mit Filter	46
3.2.1	Normkollektiv	46
3.2.2	ALS-Patientengruppe	46
3.2.3	Vergleich der Kollektive	47
3.2.4	Korrelationen zu weiteren Studienparametern	47
3.3	Maximaler Sog ohne Filter	49
3.3.1	Normkollektiv	49
3.3.2	ALS-Patientengruppe	49
3.3.3	Normkollektiv: Vergleich mit vs. ohne Filter	49
3.3.4	Korrelationen zu weiteren Studienparametern	50
3.4	Maximaler Sog während des Schluckvorgangs	51
3.4.1	Normkollektiv	51
3.4.2	ALS-Patientengruppe	51
3.4.3	Vergleich der Kollektive	52
3.4.4	Korrelationen zu weiteren Studienparametern	52
3.5	FEES-Parameter: Leaking, Retention, Penetration/Aspiration	53
3.5.1	FEES-Parameter im Normkollektiv	53
3.5.2	FEES-Parameter in der ALS-Patientengruppe	55
3.5.3	Vergleich der Kollektive	57
3.5.4	Korrelationen zu weiteren Studienparametern	58
3.6	Sydney-Schluck-Fragebogen	58
3.6.1	Auswertung der Einzelfragen	58
3.6.1.1	Frage 1: Wie groß sind Ihre Schwierigkeiten in letzter Zeit beim Schlucken?	60
3.6.1.2	Frage 2: Wie viel Schwierigkeiten haben Sie, Getränke mit dünnflüssiger Konsistenz zu schlucken?	60
3.6.1.3	Frage 3: Wie viel Schwierigkeiten bereitet Ihnen das Schlucken von dickflüssigen Getränken oder Speisen?	61
3.6.1.4	Frage 4: Wie viel Schwierigkeiten bereitet Ihnen das Schlucken von weichen Nahrungsmitteln?	61

3.6.1.5	Frage 5: Wie viel Schwierigkeiten bereitet Ihnen das Schlucken von festen Nahrungsmitteln?	61
3.6.1.6	Frage 6: Wie viel Schwierigkeiten bereitet Ihnen das Schlucken von trockenen Nahrungsmitteln?	61
3.6.1.7	Frage 7: Haben Sie Schwierigkeiten, Ihren eigenen Speichel zu schlucken?	61
3.6.1.8	Frage 8: Haben Sie Schwierigkeiten beim Hinunterschlucken?	62
3.6.1.9	Frage 9: Haben Sie das Gefühl, dass Essen in Ihrem Rachen hängen bleibt?	62
3.6.1.10	Frage 10: Müssen Sie jemals husten oder würgen, wenn Sie feste Speisen essen?	62
3.6.1.11	Frage 11: Müssen Sie husten oder würgen, wenn Sie Flüssigkeiten trinken?	62
3.6.1.12	Frage 12: Wie lange benötigen Sie für eine durchschnittliche Mahlzeit?	62
3.6.1.13	Frage 13: Gelangen Flüssigkeiten oder Nahrungsmittel beim Schlucken in die Nase oder kommen aus der Nase heraus?	63
3.6.1.14	Frage 14: Müssen Sie mehr als einmal schlucken, damit das Essen runter geht?	63
3.6.1.15	Frage 15: Müssen Sie während einer Mahlzeit Nahrungsmittel oder Flüssigkeit hochhusten oder ausspucken?	63
3.6.1.16	Frage 16: Wie hoch schätzen Sie den Schweregrad Ihres Schluckproblems heute ein?	63
3.6.1.17	Frage 17: Wie sehr beeinträchtigt Ihr Schluckproblem Ihre Lebensfreude oder Ihre Lebensqualität?	63
3.6.1.18	Korrelationen zwischen Einzelscores des SSQ und weiteren Studienparametern	64
3.6.2	Auswertung Summationsscore Fragen 1-17	64
3.6.2.1	Normkollektiv	64
3.6.2.2	ALS-Patientengruppe	65
3.6.2.3	Vergleich der Kollektive	65
3.6.2.4	Korrelationen zu weiteren Studienparametern	66
4.	Diskussion	66
4.1	Diskussion der Ergebnisse	66
4.1.1	Manometrie	68
4.1.2	FEES	70
4.1.3	SSQ	70
4.2	Schlussfolgerungen	71
4.3	Kritische Selbsteinschätzung und Empfehlungen für nachfolgende Untersuchungen	73
4.4	Diagnostische und therapeutische Möglichkeiten: Klinischer Ausblick	74
4.5	Zusammenfassung	75

5.	Anhang	76
5.1	Abkürzungsverzeichnis	76
5.2	Abbildungsverzeichnis	77
5.3	Tabellenverzeichnis	79
5.4	Materialien	81
5.4.1	Dokumentation Untersuchungsdurchführung	82
5.4.2	Sydney-Schluck-Fragebogen	83
5.4.3	Aushang zur Rekrutierung für Probanden des Normkollektivs	86
5.4.4	Aufklärungsbögen und Probandeninformation (Normkollektiv): Manometrie, FEES, SSQ-Fragebogen	87
5.4.5	Aufklärungsbögen und Patienteninformation: Manometrie, FEES, SSQ-Fragebogen, Neurologische Untersuchungen	89
5.4.6	Manometrische Daten des Normkollektivs	91
5.4.7	Manometrische Daten des Patientenkollektivs	105
5.4.8	Datentabellen der Ergebnisse	108
5.4.8.1	Datenübersicht Normkollektiv und ALS-Patientengruppe	109
5.4.8.2	Datenübersicht Normkollektiv	109
5.4.8.3	Datenübersicht ALS-Patientengruppe	110
5.4.8.4	Datenübersicht weibliche Probanden beider Kollektive	110
5.4.8.5	Datenübersicht männliche Probanden beider Kollektive	110
5.4.8.6	Auswertung Normkollektiv und ALS-Patientengruppe	111
5.4.8.7	Auswertung Normkollektiv	112
5.4.8.8	Auswertung ALS-Patientengruppe	112
5.4.8.9	Auswertung weibliche Probanden beider Kollektive	113
5.4.8.10	Auswertung männliche Probanden beider Kollektive	113
5.4.8.11	Korrelationen ALS-Patientengruppe und Normkollektiv	114
5.4.8.12	Korrelationen Normkollektiv	115
5.4.8.13	Korrelationen ALS-Patientengruppe	116
5.4.8.14	Korrelationen zu Alter und Summationscore	117
6.	Literaturverzeichnis	118

1. THEORETISCHER HINTERGRUND DER FORSCHUNGSARBEIT

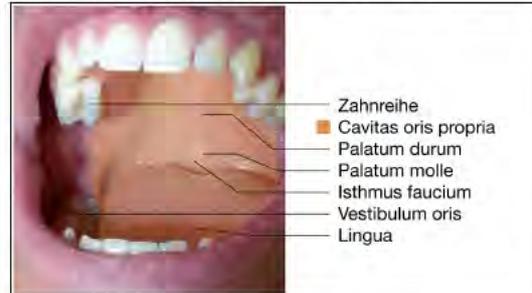
1.1 Einleitung: Ziel und Fragestellung der vorliegenden Untersuchung

Ziel der vorliegenden Untersuchung ist es, perspektivisch einen einfach zugänglichen Raum der Schluckstraße (Mundhöhle) zur Diagnostik nutzen zu können. Neben mechanischen Kräften der Zunge sind in der Literatur auch atmosphärische Druckänderungen in der Mundhöhle beschrieben, deren klinische Bedeutung für den Schluckvorgang noch unklar ist (vgl. Kapitel 1.7: *Einordnung der Studie in den Forschungskontext*). Aktuelle Forschungsarbeiten widmen sich der Dokumentation und Auswertung intraoraler positiver Maximaldrücke (z. B. maximal isometrischer Zungendruck) sowie negativer Druckverläufe während des Schluckvorgangs. Im maximalen isometrischen Zungendruck wird ein Indikator für mögliche oropharyngeale Pathophysiologien identifiziert und in ihm ein geeignetes Mittel zur klinischen Evaluation des Schluckvorgangs gesehen. Der maximale intraorale Sog als Ausdruck der oralen und oropharyngealen Myofunktion wurde in bisherigen Studien nicht untersucht. Im Fokus der vorliegenden Studie stehen somit intraorale negative Druckmessungen (maximaler Sog bzw. beim Schluckvorgang benötigter Unterdruck) an Patienten mit dysphagischer Symptomatik sowie an Probanden einer gesunden Vergleichspopulation (Referenzwerte). Das Patientenkollektiv setzt sich hierbei aus Personen mit Amyotropher Lateralsklerose (verbunden mit Störung der Mundmotorik in unterschiedlichem Ausmaß) zusammen. Die manometrisch gewonnenen Daten sollen mit der Schluckfunktion korreliert werden, welche durch eine endoskopische Untersuchung (FEES) objektiviert wird. Die subjektive Selbsteinschätzung der Schluckfunktion erfolgt durch die Patienten mit Hilfe des Sydney Swallow Questionnaire (SSQ). Es handelt sich insgesamt um eine klinisch-prospektive Arbeit. Es soll die Hypothese geprüft werden, ob ein verminderter intraoraler Druckaufbau (Sog) bei Patienten mit subjektiv bestehenden Schluckstörungen mit dem Ausmaß einer Störung der oropharyngealen Schluckphase korreliert, wie sie subjektiv mit Hilfe eines Fragebogens und objektiv über eine endoskopische Untersuchung dokumentiert wird. Dies könnte auch therapeutisch, z. B. im Hinblick auf eine Biofeedbacktherapie, von Bedeutung sein.

1.2 Anatomie des orofazialen Systems

Als Eingangsbereich des Verdauungstraktes sorgt die Mundhöhle für den Nahrungsaufschluss durch das Sekret der Mundspeicheldrüsen sowie für eine adäquate Portionierung der Nahrung (Aumüller et al. 2007; Böcker et al. 2006). Anatomisch wird die Mundhöhle durch die Zahnreihen in einen Mundvorhof (Vestibulum oris) zwischen Lippen, Wangen und Zähnen und eine eigentliche Mundhöhle (Cavitas oris propria) von den Zähnen bis zur Schlundenge (Isthmus faucium) untergliedert (Aumüller et al. 2007; Böcker et al. 2006). Das Widerlager für die Zunge bildet der Gaumen (Palatum) als Dach von Mundhöhle und Boden der Nasenhöhle zugleich. Es werden mit dem Palatum durum (harter Gaumen) und Palatum molle (weicher Gaumen) zwei separate Abschnitte beschrieben (Aumüller et al. 2007). Nachstehend eine Illustration der benannten anatomischen Strukturen.

Abbildung 1: Anatomie Mundhöhle



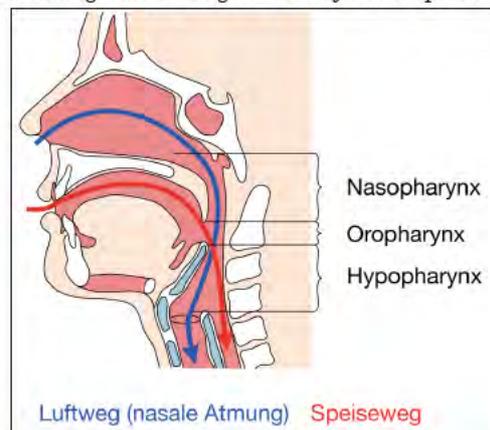
Die Zunge nimmt eine entscheidende Rolle bei der Artikulation sowie der Nahrungsaufnahme (Kau- und Schluckvorgang) ein (Aumüller et al. 2007).

Der Oropharynx bildet im Anschluss an Nasen- und Mundhöhle die Kreuzungsstelle bzw. den gemeinsamen Anfangsbereich von Luft- und Speisewegen (Böcker et al. 2006): Dorsal schließt sich die Speiseröhre (Ösophagus) an, ventral der Kehlkopf (Larynx) und die diesen fortführende Luftröhre (Trachea) (Aumüller et al. 2007). Somit beinhaltet der Pharynx eine Doppelfunktion: Zum einen in der Weiterleitung der Atemluft aus Nasen- und Mundhöhle in die Trachea, zum anderen in der Fortleitung von Nahrung und Flüssigkeit aus dem Mund in den Ösophagus (Aumüller et al. 2007). Als Weichensteller fungieren das Gaumensegel (Velum palatinum) und der Larynx (Aumüller et al. 2007). Der sich über eine Strecke von 12-15 cm von Schädelbasis bis zur Höhe des Ringknorpels erstreckende Muskelschlauch (Pharynx) wird anhand der sich an dessen Vorderwand befindenden Öffnungen topografisch in kraniokaudaler Richtung in 3 Etagen eingeteilt (Böcker et al. 2006):

- Epipharynx = Nasopharynx = Pars nasalis pharyngis
- Mesopharynx = Oropharynx = Pars oralis pharyngis
- Hypopharynx = Pars laryngea pharyngis

Über den Isthmus faucium (s. o.) leitet die Mundhöhle in den mittleren Abschnitt über, die Pars oralis pharyngis (Oropharynx, Mesopharynx). Der velopharyngeale Abschluss der Pars oralis von der Pars nasalis im Rahmen der Artikulation bzw. des Schluckvorgangs erfolgt durch Hebung des Gaumensegels, welches hierbei an die Rachenhinterwand gedrückt wird (Böcker et al. 2006). Die Pars laryngea pharyngis (Laryngopharynx, Hypopharynx) formt als unterer Abschnitt den Übergang in Kehlkopf und Speiseröhre (Aumüller et al. 2007). Nachstehend folgt eine Illustration der benannten anatomischen Etagen.

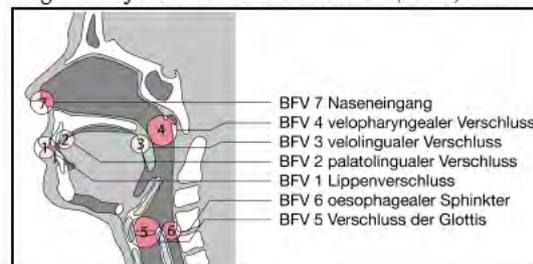
Abbildung 2: Die Etagen von Luft- und Speiseweg



1.3 Das Biofunktionelle Modell (BFM) nach Engelke

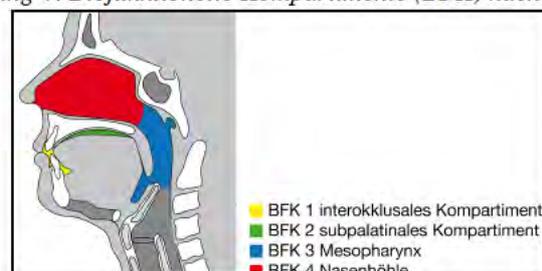
Neben einer deskriptiven (siehe Kapitel 1.2: *Anatomie des orofazialen Systems*) ist auch eine funktionelle Betrachtung des orofazialen Systems möglich. Dem Biofunktionellen Modell (BFM) nach Engelke folgend, kann der Schluckakt hierbei als Vorgang aufgefasst werden, bei dem es zu einer Verschlussbildung intraoraler Funktionsräume mit der Bildung von negativen intraoralen Druckamplituden kommt. Die Propulsion eines Nahrungsbolus wird als Transport entlang eines Druckgefälles zwischen muskulären Funktionsräumen verstanden. Dies ergänzt bisherige Auffassungen einer aktiven muskulären Transportfunktion von Zunge und orofazialer sowie oropharyngealer Muskulatur. Basierend auf einer Publikation von Engelke et al. (2011) wird das orofaziale System als multifunktionelles Hohlorgansystem betrachtet, welches sich aus zwölf biofunktionellen Einheiten (BFE) mit unterschiedlichen Eigenschaften zusammensetzt (Santander 2013). Wesentliche Bestandteile des Biofunktionellen Modells sind neben den genannten Einheiten biofunktionelle Verschlüsse (BFV) und biofunktionelle Kompartimente (BFK) (Fränkel 2013), Strukturen, welche eine integrierte Betrachtung von orofazialer Physiologie und Anatomie ermöglichen (Santander 2013). Insgesamt sind sieben Verschlüsse im Modell zu verzeichnen, welche sich jeweils dort formieren, wo zwei Strukturen miteinander in Kontakt stehen (Santander 2013). Benannt werden die Verschlüsse nach den beteiligten Strukturen.

Abbildung 3: Biofunktionelle Verschlüsse (BFV) nach Engelke



Durch die Verschlüsse wiederum werden vier biofunktionelle Kompartimente (BFK) voneinander abgegrenzt (Santander 2013), deren Namensgebung auf den jeweiligen anatomischen Grenzen beruht (Santander 2013).

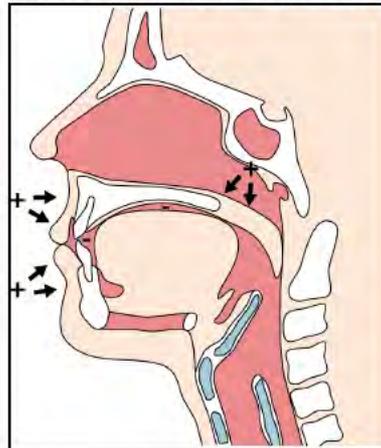
Abbildung 4: Biofunktionelle Kompartimente (BFK) nach Engelke



Das biofunktionelle Kompartiment 2 (BFK 2) wird durch den subpalatinalen Raum und das Gaumengewölbe samt Zungenoberfläche (BFV 2) limitiert. Das Gaumensegel grenzt das Kompartiment dorsal durch den Kontakt zum Zungengrund ab (BFV 3) (Santander 2013). Meist befindet sich das orofaziale System in Ruhelage (85 % der Zeit). Nach Engelke wird

diese in eine offene und eine geschlossene Ruhelage differenziert (Santander 2013). Die geschlossene Ruhelage, beispielsweise durch forciertes Schlucken induziert, ist durch das Auftreten von Verschlüssen charakterisiert. Nach einem kräftigen Schluckvorgang bzw. einem Zungenrepositionsmanöver ist in den biofunktionellen Kompartimenten 1 und 2 ein negativer Druck nachweisbar. Die Schrumpfung der genannten Kompartimente zu einem Spaltraum zwischen benachbarten Strukturen ist die Folge (Santander 2013).

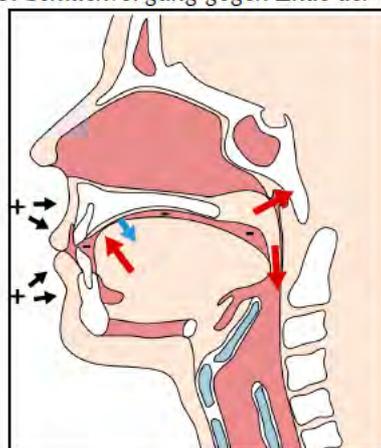
Abbildung 5: Geschlossene Ruhelage nach forciertem Schluckvorgang



Das Auftreten der genannten Verschlüsse und die Schluck- und Saugfunktion sind physiologisch eng verwoben: Der adäquate Schluss der BFV 1, 2, 4, 5 und die Öffnung von BFV 3 und 6 sind beim physiologischen Schluckvorgang Voraussetzung. Das Vorliegen eines dichten velolinguale Verschlusses (BFV 3) ist Bedingung für eine adäquate Saugfunktion (Fränkel 2013).

Nach Engelke et al. (2011) erfolgt beim Schluckvorgang gegen Ende der oralen Phase zur Auslösung des Reflexes eine Positionierung des Nahrungsbolus auf dem Zungenrücken (subpalatinales Kompartiment, BFK 2). Es folgen die Öffnung des velolinguale Verschlusses (BFV 3) sowie der Schluss von BFV 4 (velopharyngealer Verschluss) und BFV 5 (Larynx), um den Nahrungsbolus den Pharynx passieren (BFK 3) und in den nun geöffneten Ösophagus (BFV 6) eintreten zu lassen (Fränkel 2013). Nachstehend wird der genannte Vorgang illustriert.

Abbildung 6: Schluckvorgang gegen Ende der oralen Phase



Nasale Regurgitationen (Eindringen von Speiseresten in BFK 4) sind mögliche Folgen eines insuffizienten Verschlusses von BFV 4. Beim Saugvorgang erreichen Speisen zunächst das subpalatinale Kompartiment, im Verlauf wird zur Volumenvergrößerung die gesamte Mundhöhle ohne Kompartimentbildung beansprucht (Fränkel 2013).

1.4 Physiologischer Schluckvorgang und Schluckakt

Der Schluckakt ist ein komplexer, teilweise reflexartig ablaufender Vorgang, bei dem verschiedenste Muskelpaare der Zungen-, Mundboden-, Gaumen- und Rachenmuskulatur zusammenwirken, um den Speisebolus vom Mund in den Magen zu befördern. Seine schnelle Dynamik basiert auf dem Synergismus von Bewegungen muskulärer, aber auch nervaler Strukturen (Dwivedi et al. 2012 b). So vermittelt beispielsweise der Schluckreflex (s. u.) die Innervation von mehr als 25 Muskeln des Oropharynx, Larynx und Ösophagus (Speckmann et al. 2013). Durch die relativ kleinen motorischen Einheiten sind zwar feinste Bewegungsabläufe möglich (Lang et al. 2005), gleichzeitig birgt die umfangreiche nervale Versorgung in ihrer Komplexität jedoch eine potentielle Vulnerabilität dieses Funktionsablaufes (Probst et al. 2008). Besonders für die schnellen Phasen des Schluckvorgangs ist eine Vielzahl an Muskeln zuständig, so dass eben diese Abschnitte am ehesten von Schluckstörungen betroffen sind (Boenninghaus und Lenarz 2012). Die bewegungsausführenden Muskeln werden sensibel und motorisch über Hirn- (nn. V, VII, IX, X, XI und XII) und zervikale Nerven (C1 - C3) innerviert (Boenninghaus und Lenarz 2012).

Funktionell wird eine willkürlich eingeleitete orale von der unwillkürlichen, reflektorisch ausgelösten pharyngealen und ösophagealen Phase abgegrenzt (Probst et al. 2008; Silverthorn 2009; Lang et al. 2005). Nach Logemann (1988) lassen sich beim Schluckakt vier verschiedene Phasen unterscheiden (Böhme 2003 a; Boenninghaus und Lenarz 2012):

1. Vorbereitungsphase
2. orale Transportphase
3. pharyngeale Phase
4. ösophageale Phase.

Im Folgenden werden die einzelnen Phasen beschrieben:

Die **Vorbereitungsphase** leitet durch Beißen, Kauen und schließlich Formen des Speisebolus die nachfolgende, willkürliche **orale Transportphase** ein (Lang et al. 2005; Behrends et al. 2012). Durch Anheben der Zungenspitze wird die Nahrung portioniert, um dann im Anschluss mittels einer Mundbodenkontraktion in der Mitte des Zungengrundes und des harten Gaumens platziert zu werden. Der Kiefer- und Lippenschluss samt Hebung des weichen Gaumens schließt sich an (Lang et al. 2005).

In der sich anschließenden **pharyngealen Phase** erfolgt der Transport des Nahrungsbolus bis zum Ösophaguseingang. Sobald ein Nahrungsbolus den Pharynx erreicht hat, wird durch die auf den Zungengrund gelangte Nahrung der **Schluckreflex** im Sinne eines unwillkürlichen Reflexablaufes ausgelöst (Lang et al. 2005; Silverthorn 2009). Zur Sicherung des Luftweges wird der Larynx kurz verschlossen und die Atmung reflektorisch unterbrochen: Die Hebung des Kehlkopfes unterstützt den Schluss des Atemweges und die Öffnung der Speiseröhre

(Lang et al. 2005). Hierdurch ist die Aspiration von Nahrungspartikeln in die Luftröhre, abgesehen von akzidentellem Verschlucken, weitestgehend unterbunden (Lang et al. 2005). Mittels Pharynxmuskulatur (M. constrictor pharyngis) und Zunge (4 - 10mmHg Druck) wird der Nahrungsbolus über die Epiglottis nach Öffnung des oberen Ösophagusphinkters in den Ösophagus transportiert (Boenninghaus und Lenarz 2012). Vermittelt durch die Peristaltik der Ösophaguswand gelangt der Bolus nun sukzessive in den Magen (Boenninghaus und Lenarz 2012). Nach den benannten drei oropharyngealen Abläufen (Vorbereitungsphase, orale Transportphase, pharyngeale Phase) wird jener nächste Vorgang unter funktionellen Aspekten häufig als **ösophageale Phase** bezeichnet (Aumüller et al. 2007; Boenninghaus und Lenarz 2012; Lang et al. 2005).

1.5 Pathologische Schluckfunktion: Dysphagie

Dysphagie umschreibt eine Störung in der Durchführung des physiologischen Schluckvorgangs (s. o.) (Masuhr et al. 2013; Lang et al. 2005; Boenninghaus und Lenarz 2012). Es können die orale, pharyngeale und ösophageale Phase des Schluckvorgangs betroffen sein (Böhme 2003 a). Neben steigendem Alter steht die Dysphagie in Zusammenhang mit verschiedensten Erkrankungen (u.a. Kopf-Hals-Tumoren, Parkinson, Duchenne-Muskelatrophie) oder akuten Ereignissen (z.B. Apoplex) (Hind et al. 2001; Lazarus et al. 2013; Nilsson et al. 1998; Archer et al. 2013; Boyapati et al. 2013; Brown et al. 2010; Katoh et al. 2010; Haupage et al. 2010; Archontaki et al. 2010; Lam und Samman 2013; Olthoff et al. 2006; Pauloski et al. 2009; O'Connell et al. 2008; Wächter und Diz Dios 1993; Carroll et al. 2008; Deutschmann et al. 2013; Thomas et al. 2008; Dwivedi et al. 2012 a; Olthoff et al. 2009). Insgesamt sind ca. 20 % der deutschen Bevölkerung betroffen (Boenninghaus und Lenarz 2012). Das Versterben von Patienten mit neurologischen Erkrankungen ist stark dysphagieassoziiert.

1.5.1 Ätiologie und Pathogenese

Schluckstörungen sind in ihrer Ätiologie und Pathogenese mannigfaltig und stellen daher eine therapeutische Herausforderung dar (Arnold und Ganzer 2011). Die Nahrungspassage kann durch nervale, muskuläre (funktionelle) Störungen mit Dyskoordination des Schluckaktes (Böhme 2003 b) sowie durch mechanisch (morphologisch) bedingte Beeinträchtigungen (z. B. durch Narbenbildung, Tumoren, Einengung des Lumens, Kompression von Außen, entzündliche Strikturen und Stenosen) gestört sein (Szczeniak et al. 2014; Greten 2005; Lang et al. 2005; Szczeniak et al. 2014).

„Oropharyngeal dysphagia is a frequent sequelae caused by neuromuscular and neurological diseases or by structural and organic lesions of the oropharyngeal tract as well as in elderly patients. The resulting deglutitive malfunctions include wrong bolus direction with penetration and aspiration, insufficient bolus clearance with retentions in the vallecula and piriform sinuses, and prolonged or disturbed timings of the swallowing events during deglutition.“ (Olthoff et al. 2014, 1)

Einen Überblick über mögliche Ursachen einer Dysphagie gibt die nachfolgende Tabelle:

Tabellarische Übersicht 1: Oropharyngeale und ösophageale Ursachen einer Dysphagie

Oropharyngeale (= oroösophageale Ursachen)			
Zentralnervöse Systemerkrankungen Bulbärparalyse Zerebrale Ischämie Amyotrophe Lateralsklerose Multiple Sklerose Morbus Parkinson Polyneuritis Pseudobulbärparalyse	Myogene Erkrankungen Muskeldystrophie Myasthenia gravis Thyreotoxische Myopathie	Postoperative Dysphagie Oropharynx-Operationen	Weitere Idiopathische Dysfunktionen Zenker-Divertikel Pharynx-/Zungengrundtumor
Seltene Ursachen Dysphagia lusoria bei Aortenbogenanomalie, retrosternale Struma, Aortenaneurysma, Mediastinaltumoren, Plummer-Vinson-Syndrom			
Ösophageale Ursachen			
Mechanische Läsionen Ösophaguskarzinom Mediastinale Prozesse Peptische Stenosen Narben, Membranen, webs Osteophyten Hiatushernie	Neuromuskuläre Motilitätsstörungen Neurogene und myogene Funktionsstörungen Achalasie Ösophagusspasmus Kollagenosen	Schleimhautläsionen Ösophagusulkus Ösophagitis Candidamykose	Ohne organischen Befund Pseudodysphagie

1.5.2 Diagnostik

Anspruchsvoll ist es, Schluckbeschwerden im klinischen Setting adäquat zu beurteilen (Nilsson et al. 1995). Die Diagnostik und Therapie von Störungen des orofazialen Systems ist eine interdisziplinäre Aufgabe (Böhme 2003 a).

„Multidisciplinary work in dysphagia is a common denominator advocated by researchers and clinicians, since dysphagic patients have losses in the medical, nutritional, physiotherapeutic, physiological and speech arenas, thus needing numerous professionals to serve all of their health care demands.“ (Sordi et al. 2009, 777)

„The health care team which works with dysphagia must include professionals from different fields (nurses, speech therapists, nutritionists, physical therapists, psychologists) and physicians of different specialties (ENTs, surgeons, neurologists, gastroenterologists, geriatricians, radiologists and others). The multidisciplinary evaluation of dysphagic patients is fundamental in determining the diagnosis and planning treatment.“ (Sordi et al. 2009, 777)

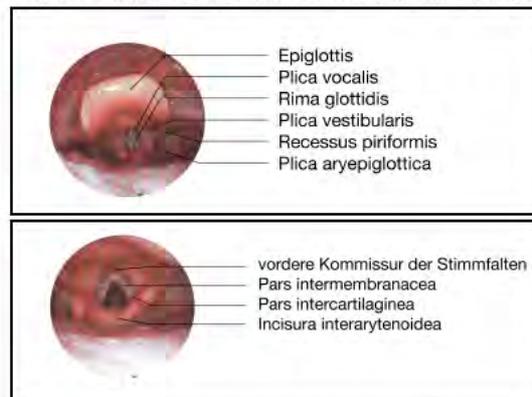
Die Erhebung der Anamnese und die klinische Inspektion der Mundhöhle sind bedeutend. Weiterhin wird die fiberoptische, endoskopische Evaluation des Schluckvorgangs (*fiberoptic endoscopic evaluation of swallowing*, FEES) in der Literatur als Goldstandard der endoskopischen Dysphagiediagnostik beschrieben (Speyer et al. 2014; Dwivedi et al. 2010; Langmore 2006; Hey et al. 2011; Langmore 2003; Murray et al. 1996). Die FEES eignet sich als kostengünstige Methode aufgrund ihrer geringen Invasivität und gleichzeitig hohen Sensitivität und Spezifität zur Erkennung pharyngealer Dysfunktionen (Périé et al. 1998; Zhang et al. 2012; Hiss et al. 2003):

„Fiberoptic endoscopic evaluation of swallowing involves passing a fiberoptic laryngoscope transnasally to visualize the hypopharynx, larynx, and proximal trachea for the purpose of assessing and treating swallowing disorders.“ (Hiss et al. 2003, 1386)

Sie birgt den Vorteil, die Inspektion von Nase und Nasenrachenraum mit der Exploration des gesamten Rachenraumes samt Kehlkopf zu vereinen (Probst et al. 2008). Das genannte Verfahren wird daher auch in der vorliegenden Studie verwendet.

Nachstehend wird die endoskopische Sicht zur Beurteilung einer Dysphagie illustriert.

Abbildungen 7: Endoskopische Sicht zur Beurteilung der Dysphagie (1-2)
 (Anmerkung: Zur besseren Übersicht im Theorieteil wurden die Abbildungen um 180° gedreht)



Ergänzend können von Patienten selbst-ausgefüllte Fragebögen (*validated, symptom-specific, patient-reported questionnaires*) zu Rate gezogen werden (Dwivedi et al. 2010; Speyer et al. 2014). In der vorliegenden Studie wird somit auf den Sydney Swallow Questionnaire (SSQ) als Fragebogen und auf die FEES zur Diagnostik potentieller Schluckstörungen im ALS-Patientenkollektiv zurückgegriffen.

1.5.3 Komplikationen

Oropharyngeale und ösophageale Dysphagie stehen in engem Zusammenhang mit erhöhter Mortalität (Cox et al. 2009). So kann dysphagische Symptomatik Dehydrierung, Gewichtsverlust, Würgereiz mit Erbrechen, Mangel- und Fehlernährung bedingen (Speyer et al. 2014; Szczesniak et al. 2014). Die lebensbedrohliche Aspirationspneumonie, eine häufige Todesursache, kann folgen (Cox et al. 2009). Aus diesen Gründen ist die Früherkennung der dysphagischen Symptomatik essentiell (Bax et al. 2014; Simons et al. 2014; Pilz et al. 2014; Dziewas et al. 2008; Martin-Harris et al. 2005). Der vom Patienten subjektiv empfundene Schweregrad der Dysphagie (Szczesniak et al. 2014) übt großen Einfluss auf dessen gesundheitsbezogene Lebensqualität und sein Wohlbefinden (Well-Being) aus (Speyer et al. 2014). Die soziale Isolation kann folgen (Cox et al. 2009).

1.5.4 Therapie und Prognose

Es ist primär die Therapie der Dysphagie-verursachenden Grunderkrankung anzustreben. Eine logopädische Anbindung kann bei unklarer Ätiologie wirksam sein (Gerok et al. 2007). Die Prognose ist von der Grunderkrankung abhängig. Aufgrund der genannten schwerwiegenden Risiken ist die Früherkennung dysphagischer Symptomatik ein richtungsweisender Schritt, Patienten mit Schluckstörungen optimal zu behandeln (Speyer et al. 2014; Langmore und Pisegna 2015). Auch palliativ ist eine Berücksichtigung der Schluckfunktion essentiell:

„Palliative care for dysphagia is aimed at maximizing swallowing function, maintaining pulmonary health, and supporting healthy nutrition despite the impaired ability to swallow. When despite all attempts at intervention a patient becomes totally unable to swallow, the goal of therapy changes toward finding ways to provide adequate nutrition for the patient.“ (Langmore et al. 2009, 87)

1.5.5 Exkurs: Dysphagie und neurologische Erkrankungen

Neurogene Dysphagien bezeichnen Schluckstörungen als Folge neurologischer Erkrankungen (Prosiegel und Weber 2013). Zu diesen Dysphagie-assoziierten neurologischen Krankheitsbildern werden beispielsweise Morbus Parkinson, Apoplex, Hirntumoren, Progressive Muskeldystrophie, Multiple Sklerose, Myasthenia gravis und die Amyotrophe Lateralsklerose gezählt (Böhme 2003 a). Insgesamt weisen neurogene Dysphagien Störungen der oralen Kontrolle (aufgrund einer eingeschränkten Zungenmotilität), der pharyngealen Peristaltik, des Verschlusses des Aditus laryngis sowie Öffnungsstörungen des oberen Ösophagussphinkters auf (Prosiegel und Weber 2013). Durch die Grunderkrankung sinkt der oropharyngeale und hypopharyngeale Druck beim Schlucken (Böhme 2003 a). Die hohe Letalität von Patienten mit Duchenne-Muskeldystrophie beispielsweise ist oft mit respiratorischen, teils dysphagie-bedingten, Komplikationen assoziiert (Archer et al. 2013). Die dysphagiebedingte Aspirationspneumonie ist auch als häufigster Grund für das vorzeitige Versterben von Parkinson-Patienten zu nennen (Troche et al. 2008; Troche et al. 2011; Troche et al. 2010; Simons et al. 2014). Diese erfahren zuvor oft eine Beeinträchtigung der Zungenbewegung und der pharyngealen Propulsion sowie eine verminderte Erschlaffung des oberen Ösophagussphinkters (Gerok et al. 2007). Verbunden ist dies mit einer reduzierten schluckbezogenen Lebensqualität (Leow et al. 2010; Simons et al. 2014). Die oropharyngeale Dysphagie ist ebenfalls häufig mit Amyotropher Lateralsklerose (besonders in der bulbären Form) vergesellschaftet (Paris et al. 2012; Berlit 2007).

1.6 Dysphagie-assoziiertes Krankheitsbild: Amyotrophe Lateralsklerose (ALS)

Die Amyotrophe Lateralsklerose (ALS) ist eine seltene progredient verlaufende, letale neurodegenerative Erkrankung (Noh et al. 2010). Synonym werden für ALS auch die Begriffe *Myatrophe Lateralsklerose*, *maladie de Charcot* (Mumenthaler und Mattle 2008; Masuhr et al. 2013) oder *Lou Gehrig Disease* verwendet (Klingelhöfer und Berthele 2009; Noh et al. 2010). ALS gilt als häufigste degenerative Motoneuronenerkrankung des Erwachsenenalters (Prosiegel und Weber 2013). Mit einer Inzidenz von ca. 2/100000 und einer Prävalenz von 6 - 8/100000 manifestiert sich das genannte Krankheitsbild oftmals zwischen dem 40. und 70. Lebensjahr (Noh et al. 2010; Klingelhöfer und Berthele 2009; Sitzer und Steinmetz 2011).

1.6.1 Ätiologie und Pathogenese

Bei ca. 90 % der Betroffenen tritt ALS sporadisch auf (Sitzer und Steinmetz 2011). Die Ursache dieser sporadischen Fälle bleibt zum jetzigen Zeitpunkt unklar. Die restlichen 10 % sind familiär durch Mutationen unter anderem der Gene SOD1, TDP43, FuS und C9ORF72 bedingt. Die häufigste Mutation mit ca. 20 % betrifft hierbei das Superoxid-Dismutase-1 (SOD-1)-Gen (Klingelhöfer und Berthele 2009; Sitzer und Steinmetz 2011). In Hinblick auf weitere Mechanismen, welche zur Entstehung einer Amyotrophen Lateralsklerose beitragen, werden die Exzitotoxizität durch erhöhte intrazelluläre Kalziumkonzentration als Folge einer

vermehrten Aktivierung von Glutamatrezeptoren, die Mikrogliaaktivierung mit vermehrter Sekretion proinflammatorischer Zytokine sowie die Dysfunktion der mitochondrialen Atemkette mit konsekutiver Zellschädigung durch vermehrte Bildung von Sauerstoff- und Stickstoffradikalen diskutiert. Auch eine Störung des axonalen Transports und ein Mangel an Wachstumsfaktoren werden in Betracht gezogen (Sitzer und Steinmetz 2011).

1.6.2 Klinik

Aufgrund des kombinierten Befalls von 1. Motoneuron (motorischer Kortex) und 2. Motoneuron (Hirnstamm/Rückenmark) imponieren pseudobulbäre und bulbäre Symptome zugleich (Prosiegel und Weber 2013). Insgesamt handelt es sich um eine Kombination einer Störung von zentralem (1. Motoneuron, ZNS) und peripherem Nervensystem (2. Motoneuron, PNS) (Prosiegel und Weber 2013). Die pseudobulbäre Symptomatik manifestiert sich in spastischen Paresen, Pyramidenbahnzeichen sowie gesteigerten Reflexen. Bulbäre Symptome zeigen sich in schlaffen Paresen sowie in Atrophien im fazio-oro-pharyngo-laryngealen Bereich (z. B. Fibrillieren der Zunge, Faszikulationen der Gesichtsmuskulatur) (Prosiegel und Weber 2013). In ca. 25 % der Fälle zeigen sich rein bulbäre Symptome (progressive Bulbärparalyse) (Prosiegel und Weber 2013).

„Although dysphagia is associated with progressive oral, lingual, and pharyngeal muscle weakness and consequently has an earlier onset and is more severe in patients with bulbar onset (BO) than spinal onset (SO), nearly all patients with ALS manifest bulbar involvement in advanced disease.“ (Ruoppolo et al. 2013, 397)

Paresen manifestieren sich oftmals erst wenn 30 – 50 % der Neurone bereits unwiderruflich geschädigt sind. Die Therapieeinleitung ist somit durch die späte Pathologie erst verzögert möglich (Hacke 2010). Eine Symptomübersicht gibt die nachstehende Abbildung.

Abbildung 8: Symptomübersicht bei Degeneration des 1. und 2. Motoneurons



Durch die Parese der Atemhilfsmuskulatur imponiert im Spätstadium eine chronisch progrediente respiratorische Insuffizienz. Diese bedingt durch die mangelnde Fähigkeit abzuhusten interkurrente pulmonale Infekte. Begleitender Gewichtsverlust als Folge der Dysphagie und Muskeltrophie führt zu einem kachektischen Ernährungszustand der

Betroffenen. Im Zusammenspiel von Hypersalivation sowie dysphagiebedingter Aspirationsgefahr bei progredient gelähmter Atemmuskulatur kann eine lebensbedrohliche Pneumonie ihren Ursprung finden (Paris et al. 2012; Noh et al. 2010; Klingelhöfer und Berthele 2009; Masuhr et al. 2013; Sitzer und Steinmetz 2011). Die oropharyngeale Dysphagie, besonders bei Vorliegen der bulbären Form einer ALS, ist somit eines der schwerwiegendsten Probleme im Verlauf der Erkrankung (Paris et al. 2012; Paris et al. 2013):

„Dysphagia-related complications, such as aspiration pneumonia and malnutrition, are major causes of death among patients with Amyotrophic Lateral Sclerosis (ALS).“ (Luchesi et al. 2014, 535)

„Primary symptoms may comprise prolonged mealtime duration, difficulty chewing or controlling liquid in the mouth, dribbling or coughing during swallowing, and choking. Secondary medical and social complications such as social isolation and embarrassment, dehydration, inadequate energy intake or aspiration pneumonia may have a major impact on the overall quality of life of these patients.“ (Goeleven et al. 2006, 241)

„Oropharyngeal dysphagia is a common symptom accompanying ALS, which alters the patient’s QoL, especially social health.“ (Paris et al. 2013, 199)

1.6.3 Diagnostik

Eine frühe gezielte logopädische Behandlung kann das Fortschreiten der Dysphagie verlangsamen sowie Komplikationen verhindern. Dies setzt voraus, dass Patienten frühzeitig und regelmäßig im Krankheitsverlauf auf das Bestehen einer Dysphagie hin untersucht werden (Paris et al. 2012).

„It is a major issue to diagnose and detect oropharyngeal dysphagia in the early stage of ALS in order to avoid pulmonary and nutritional complications.“ (Paris et al. 2012, 601)

Neben der klinischen Untersuchung ist die FEES hier eine mögliche diagnostische Option:

„Fiberoptic swallowing evaluation is a useful tool for detecting swallowing deficits and laryngeal sensitivity in patients with ALS. An impaired cough reflex is an unexpected finding in many patients with ALS.“ (Ruoppolo et al. 2013, 397)

Perspektivisch könnte der diagnostische Einsatz einer noch einfacher durchführbaren, nicht-invasiven Screening-Methode (beispielsweise die Messung des intraoralen Sogs, wie in der vorliegenden Studie als Ziel gesetzt) eine erhebliche Entlastung für den Patienten bedeuten. Aufbauend auf einer ausführlichen Anamnese sind die klinisch-neurologische Untersuchung sowie neurophysiologische Zusatzuntersuchungen wichtige Bausteine zur Diagnosesicherung einer ALS (Tankisi et al. 2013; Jenkins et al. 2013; Taksaki et al. 2010).

Zur Diagnosestellung gehört ein sorgsamer Ausschluss von Differentialdiagnosen. In der Abteilung für Neurologie der Universitätsmedizin Göttingen werden hierfür im Einklang mit den Leitlinien der Deutschen Gesellschaft für Neurologie standardmäßig nachstehende Untersuchungen mindestens einmalig an Patienten bei Verdacht auf ALS durchgeführt. Nachstehend ein Überblick über die in der klinischen Routine erhobenen neurologischen Parameter zur Diagnosesicherung:

- klinisch-neurologische Untersuchung
- klinisch-neuropsychologische Befunderhebung

- Elektromyografie und -neurografie
- Magnetstimulation, sensibel evozierte Potentiale
- Vitalkapazität, evtl. Blutgasanalyse
- Körpergewicht, Body-Mass-Index
- Basislabordiagnostik
- Liquoruntersuchung
- spinales und kraniales MRT
- erweiterte Labordiagnostik
- Tumorsuche mittels Röntgen-Thorax, Sonographie des Abdomen, ggf. gynäkologische Vorstellung

Nach Diagnosestellung (ALS) werden die Patienten regelmäßig in der hiesigen neurologischen Spezialambulanz für Motoneuronerkrankungen betreut. In diesem Rahmen erfolgen regelmäßig folgende Untersuchungen:

- klinisch-neurologische Untersuchung
- Erhebung des *ALS functional rating scale*
- Schluckdiagnostik per FEES
- respiratorische Diagnostik

Gegebenenfalls werden eine Vigorimetrie (Faustschlussprüfung) und eine Muskelsonographie durchgeführt.

Die Diagnose lässt sich schlussendlich anhand der El-Escorial Kriterien der World Federation of Neurology stellen (Grehl und Reinhardt 2008):

1. Klinische, elektrophysiologische oder neuropathologische Zeichen der Degeneration des 2. Motoneurons
2. **und** klinische Zeichen der Degeneration des 1. Motoneurons
3. **und** sich ausbreitender Prozess
4. **und** Ausschluss von Differentialdiagnosen

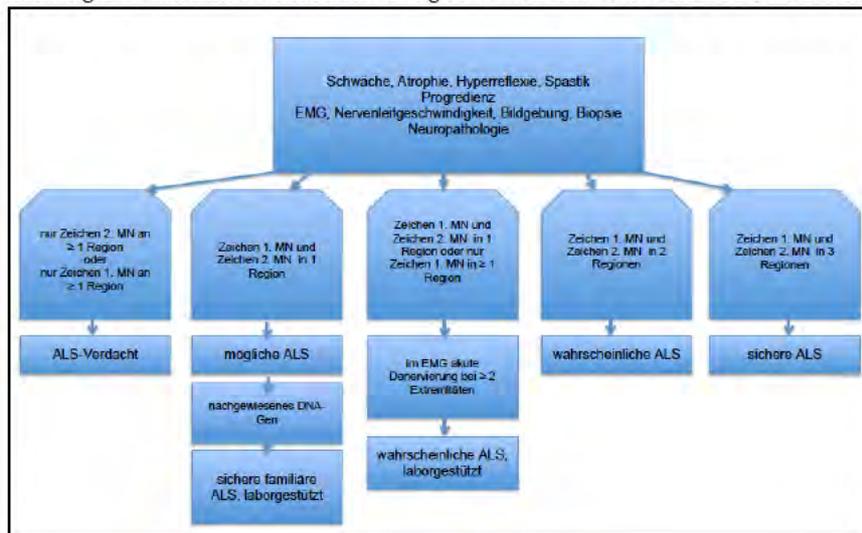
Es werden zudem nach El-Escorial vier verschiedene Regionen (bulbär, zentral, thorakal, lumbosakral) in Hinblick auf die Erkrankung unterschieden (Sitzer und Steinmetz 2011).

Letztendlich sind zu differenzieren:

1. definitive ALS:
 1. und 2. Motoneuron (MN) in 3 Regionen betroffen
2. wahrscheinliche ALS:
 1. und 2. MN in 2 Regionen betroffen
3. wahrscheinliche laborgestützte ALS:
 1. und 2. MN in 1 Region oder 1 MN \geq 1 Regionen **und** floride Denervierungszeichen im EMG in \geq 2 Extremitäten
4. mögliche ALS:
 1. und 2. MN in 1 Region betroffen
5. definitive laborgestützte familiäre ALS:
 1. und 2. MN in 1 Region betroffen **und** Nachweis eines Gendefekts
6. vermutete ALS:
 - nur 1. **oder** 2. MN in \geq 1 Region betroffen (Klingelhöfer und Berthele 2009)

Eine Übersicht über die El-Escorial Kriterien findet sich nachstehend.

Abbildung 9: Wahrscheinlichkeit der Diagnose einer ALS nach El-Escorial Kriterien



1.6.4 Therapie und Prognose

Die therapeutischen Möglichkeiten in der Behandlung einer ALS beschränken sich zurzeit vorwiegend auf die symptomatische Therapie, welche als interdisziplinäre Aufgabe zu verstehen ist. Ziel ist die Sicherung der langfristigen Autonomie des Patienten (Berlit 2007). So sind bei Vorliegen einer Dysphagie eine Ernährungsberatung, logopädisches Schlucktraining sowie die Anlage einer perkutanen, endoskopischen Gastrostomie (PEG) in Betracht zu ziehen. Einzig für die Gabe des Glutamatinhibitors Riluzol konnte bisher eine lebensverlängernde Wirkung nachgewiesen werden (ca. 3 Monate gesteigerte Überlebenszeit) (Klingelhöfer und Berthele 2009; Restivo et al. 2013). Diese ist nach aktuellem Erkenntnisstand auf eine Verminderung der glutamatvermittelten Exzitotoxizität im zentralen Nervensystem zurückzuführen. Die Gabe dieser antiglutamatergen Substanz gilt somit als semikausale, neuroprotektive Therapie, wobei die empfohlene Dosierung 2 x 50 mg/d beträgt (Sitzer und Steinmetz 2011). Die Überlebensdauer ALS-Erkrankter ist abhängig von der Verlaufsform. Generell nimmt die Krankheit einen rasch progredienten Verlauf mit einer medianen Überlebenszeit (ÜLZ) nach Diagnosestellung von ca. 3 Jahren (Sitzer und Steinmetz 2011). Bei Vorliegen einer progressiven Bulbärparalyse (PBP) ist die Prognose und Überlebenszeit nochmals verkürzt:

„Survival is worse in patients with bulbar-onset ALS as compared with spinal-onset ALS.“ (Weikamp et al. 2012, 2360)

Der Tod tritt nach 2 – 5 Jahren (Noh et al. 2010) oftmals durch Ateminsuffizienz ein (Klingelhöfer und Berthele 2009). Nach Weikamp et al. (2012) sind als prognoserelevante Faktoren das Alter zu Beginn der Erkrankung sowie die Zeitspanne zwischen dem Auftreten der ersten Symptome und der erstmaligen klinischen Untersuchung zu nennen. Dies verdeutlicht abschließend nochmals die Relevanz der Früherkennung einer Dysphagie. Somit ist weiteres Wissen über das Fortschreiten der Erkrankung und die Überlebenszeit für die klinische Praxis und Forschung unentbehrlich.

1.7 Einordnung der Studie in den Forschungskontext

Basierend auf ausführlichen Datenbank-Recherchen (Pubmed) wird die vorliegende Studie in den aktuellen Forschungskontext eingebettet. Auffallend ist das derzeitig mannigfaltige Forschungsinteresse hinsichtlich *Dysphagie* sowie *Amyotropher Lateralsklerose* (Stand 06/2015) (Hori et al. 2013). Die vorliegende Studie verbindet somit zwei aktuelle Forschungsthemen.

Noch nicht ausreichend erschlossen (Santander et al. 2013) ist derzeit die orale Phase (Logemann 1988) des oropharyngealen Schluckvorgangs, in welcher die Zunge eine zentrale Rolle einnimmt (Yoshida et al. 2006; Steele und van Lieshout 2009). Schlucken als vital notwendige Funktion ist auf eine komplexe neuromuskuläre Kontrolle angewiesen, mit dem Ziel, einen effizienten Transport von Flüssigkeit und Nahrungsbolus und zugleich einen sicheren Atemweg zu gewährleisten (Santander et al. 2013) (siehe Kapitel 1.4: *Physiologischer Schluckvorgang und Schluckakt*). Das aufeinander abgestimmte Zusammenspiel zwischen Atmung, Saug- und Schluckfunktion ist bedeutend (Selley et al. 1990). Essentiell ist hierfür eine präzise Zungenfunktion und –stärke (siehe Kapitel 1.7.1: *Positiver Druck im Oropharynx: Studien zum maximalen Zungendruck*), wie nachstehend verdeutlicht wird:

„The tongue contributes a large and significant role in the oral and pharyngeal phases of swallowing. This role includes the formation, placement, and manipulation of a bolus during the oral preparatory phase, the posterior transfer of the bolus from the oral cavity to the pharyngeal cavity during the oral transit phase, the direction of the bolus into the pharyngeal cavity, and retraction against the pharyngeal walls to assist in moving the bolus down the pharynx and into the upper esophageal sphincter during the pharyngeal phase. Subsequently, abnormal tongue function can lead to impaired mastication, poor bolus formation, abnormal bolus positioning, oral residue, disorganized oral transit, premature spillage of the bolus into the pharynx, and pharyngeal residue, all of which constitute oral and/or pharyngeal dysphagia.“ (Youmans und Stierwalt 2006, 102)

Aufgrund der exponierten, gut erreichbaren Lage der Mundhöhle birgt die Untersuchung der oralen Phase zukünftig eine potenziell hohe klinische Relevanz. Nachfolgend werden einige Aspekte aktueller Forschungsergebnisse dargestellt.

1.7.1 Positiver Druck im Oropharynx: Studien zum maximalen Zungendruck

Hinsichtlich positiver intraoraler Druckmessungen liegen der aktuellen Studienlage folgend primär Angaben über den Druck der Zunge gegen den Gaumen vor. Lazarus et al. (2007) konnten bei Patienten mit Oropharynxkarzinomen beispielsweise eine verringerte maximale Zungenkraft gegen den Gaumen nachweisen, fanden jedoch keine Korrelation zur pharyngealen Schluckfunktion. Dem entgegen stehen Ergebnisse anderer Arbeitsgruppen, welche eine Korrelation zwischen Zungenkraft und Ausmaß einer Dysphagie aufzeigen konnten (Yoshida et al. 2006; Butler et al. 2011; Ono et al. 2004; Hori et al. 2013). White et al. (2009) konnten beispielsweise zeigen, dass der maximale orolinguale Druck bei Patienten mit Kopf-Hals-Tumoren signifikant unter dem einer gesunden Vergleichspopulation liegt.

„Both before and after treatment, H&N cancer patients have been shown to produce lower maximum orolingual pressures on non-swallowing tasks than do controls.“ (White et al. 2009, 138)

Die Dauer des Schluckaktes steigt laut Studienergebnissen von Yoshida et al. (2006) mit fortschreitendem Alter. Nach Logemann et al. (1988) wird dies primär dem im Alter verlängerten oralen Bolustransport zugeschrieben. Hier nimmt die Zunge durch Druckerzeugung eine Schlüsselrolle (im Formen und Transport des Nahrungsbolus von der Mundhöhle zum Pharynx) ein (Yoshida et al. 2006). Ergänzend bestehen Annahmen, dass Zungenbewegungen oropharyngeale Rezeptoren stimulieren, welche die sich anschließenden Schluckvorgänge triggern (Yoshida et al. 2006). Kennedy et al. (2010) zeigten, dass obwohl die Zungenbewegungen zur Fortbewegung des Nahrungsbolus während der oralen Phase einer festgelegten Sequenz folgen, eine hohe individuelle Variabilität zur Erreichung dieses Zieles vorliegt. Die nachgewiesene altersbedingte Abnahme des maximalen Zungendrucks scheint mitunter durch den degenerativen Abbau an skelettaler Muskulatur im Kopf-Hals-Bereich (Sarkopenie) bedingt zu sein:

„This decline results from a decrease in the size and number of muscle fibers and an increase in noncontractile tissue, leading to a ‚stiffer‘ tongue. Such changes may result in larger regions of muscle acting as a unit, resulting in difficulty of tongue movement while eating and swallowing.“ (Yoshida et al. 2006, 63)

Youmans und Stierwalt (2006) bestimmten ebenfalls den maximalen isometrischen Zungendruck (*maximum isometric tongue pressure*) sowie ergänzend den mittleren Zungendruck während des Schluckvorgangs (*mean tongue pressure during swallowing*). Sowohl jüngere als auch männliche Probanden erzeugten hier höhere Werte als das weibliche oder ältere Pendant (Youmans und Stierwalt 2006). Der maximale Zungendruck lag hier bei 59,97 kPa (Mittelwert) und somit im Vergleichsbereich anderer Studien mit ähnlichem Versuchsaufbau (vgl. Lazarus et al. 2013 60,15 kPa, Youmans und Stierwalt 2006 59,3 kPa). Die Abnahme des Zungendrucks führte die Forschungsgruppe ebenfalls auf eine altersabhängige Reduktion von Muskelmasse zurück:

„Results appear to mirror muscle strength in other parts of the body, i.e., in general, males have higher strength capacities than females, and muscle strength in both genders begins to deteriorate as part of the natural aging process.“ (Youmans und Stierwalt 2006, 107)

Nach Robbins et al. (1995) ist der während des Schluckvorganges erzeugte Zungendruck geringer als der maximale isometrische:

„Possibly demonstrating that swallowing is a submaximal task and that this ‚functional reserve‘ is the key for maintaining swallowing function with increased age.“ (Yoshida et al. 2006, 61-62, in Anlehnung an Robbins et al. 1995)

Demzufolge stellt sich in der vorliegenden Studie die Frage, ob eine derartige „funktionelle Reserve“ auch in Bezug auf den maximalen Sog (negativer Druck während des physiologischen Schluckvorgangs vs. negativer Maximaldruck) anzunehmen ist.

Butlers Hypothese, dass Probanden mit per FEES nachgewiesener Aspiration einen geringeren maximalen Zungendruck generieren als Patienten ohne Aspirationsereignis, basiert auf der Annahme der Zunge als Schlüsselkomponente (im Rahmen der linguale Bolus-Propulsion) für einen sicheren Schluckvorgang (Butler et al. 2011):

„Isometric tongue strength was significantly lower in aspirators versus nonaspirators ($p = .03$) at both the anterior (463 vs 548 mmHg, respectively) and posterior lingual locations (285 vs. 370 mmHg).“ (Butler et al. 2011, 452)

Ergebnisse verschiedener Studien geben Hinweise, dass neben einem isoliert betrachteten ausreichenden Zungendruck, die präzise aufeinander abgestimmte Abfolge, Dauer und Größe des Zungenkontaktes bzw. –drucks essentiell für eine regelrechte Schluckfunktion ist (Ono et al. 2004; Hori et al. 2013).

In Untersuchungen an neurologischen Kollektiven erzeugten Patienten mit spinaler und bulbärer Muskeltatrophie (SBMA) in einer Studie von Mano et al. (2014) einen erniedrigten Zungendruck:

„The muscle strength of the tongue appears to decrease in SBMA before the awareness of subjective dysphagia, suggesting that tongue pressure measurement is a novel biomarker of SBMA and is applicable to early-stage detection.” (Mano et al. 2014, 255)

Der durch die Zunge während des Schluckvorganges erzeugte Druck war bei Erkrankten an Duchenne-Muskeldystrophie und hierdurch bedingter Dysphagie ebenfalls erniedrigt (Hamanaka-Kondoh et al. 2014).

Auf den Ergebnissen der genannten Studien basierend, könnte der Zungendruck als Indikator für die oropharyngeale Pathophysiologie dienen (Butler et al. 2011). Ein kombinierter Einsatz von FEES (mit ihrer hohen Sensitivität, Aspirationsereignisse zu dokumentieren) und Zungendruckmessung könnte weitere Erkenntnisse hinsichtlich rehabilitativer und therapeutischer Ansätze erbringen (Butler et al. 2011; Butler et al. 2009). In der Messung des maximalen Zungendrucks liegt somit ein geeignetes Mittel zur klinischen Evaluation der Zungenfunktion. Sie birgt einen nützlichen Beitrag zur klinischen Evaluation des Schluckvorgangs (Yoshida et al. 2006). Die vorliegende Studie zum maximalen negativen Druck knüpft hieran (ebenfalls mit Maximaldruckbestimmungen) an.

1.7.2 Negativer Druck im Oropharynx: Studien zum Saugvorgang

Im Vergleich zur Studienlage hinsichtlich der Messung und Erzeugung von positivem mechanischen intraoralen Druck (s. o.) liegen zu negativen atmosphärischen Druckmessungen wenig Forschungsergebnisse vor (Kieser et al. 2014; Santander et al. 2013):

„So far the intraoral compartment pressure changes during the oral phase of swallowing have not been extensively studied.“ (Santander et al. 2013, 1020)

Auch Druckveränderungen während des oropharyngealen Schluckvorganges sowie die Physiologie des Saugvorganges bergen noch Forschungspotenzial (Santander et al. 2013).

In Anlehnung an das Biofunktionelle Modell von Engelke (siehe gleichnamiges Kapitel 1.3) kann der Schluckvorgang als koordinierte, einem dynamischen Druckgradienten folgende Interaktion von biofunktionellen Kompartimenten, Einheiten und Verschlüssen aufgefasst werden (Santander et al. 2013). Funktionelle intraorale Kompartimente wurden erstmalig 1914 in der Literatur beschrieben (Körbitz) (Engelke et al. 2011). 1953 wurden hierauf basierend zwei verschiedene funktionelle *suction spaces* (Engelke et al. 2011) mit negativem intraoralem Druck umschrieben: Der inter-okklusale Raum (*inter-occlusal space*) und der Raum unterhalb des Gaumengewölbes (*palatal vault*) (Iida et al. 2003; Jung et al. 2012), welcher immanent durch Zungenbewegungen beeinflusst wird:

„The tongue has the function of a plunger pressing against the palate, thereby creating a separate compartment between the palate and the tongue dorsum, with negative pressure created after passive lowering of the tongue.“ (Knösel et al. 2012, 405)

Engelke unterscheidet in seinen Publikationen positiven (*closed condition with positive intra-oral pressure, CCP*) und negativen Druck (*closed condition with negative intra-oral pressure, CCN*), wie nachfolgende Textpassagen seiner Forschungsarbeiten unterstreichen:

„The cheek-blowing manoeuvre is an example of the closed condition with positive intra-oral pressure (CCP). [...] The tongue repositioning manoeuvre is an example of the closed condition with negative intra-oral pressure (CCN).“ (Engelke et al. 2011, 167)

„There are important biomechanical differences between the CCP and CCN conditions. CCP is an active manoeuvre. CCN is a posture which does not require continuous, active mouth closure. CCP allows voluntary movement of intra-oral structures within given anatomical limits. For anatomical reasons, an externally directed check-valve function of the lips and the velolingual seal is not present. Therefore, CCP always requires continuous neuromuscular activity and, in turn, is merely an active oral manoeuvre rather than an oral resting posture. CCN requires the generation of sub-atmospheric, intraoral pressure using an oral pump function which is performed during the act of swallowing.“ (Engelke et al. 2011, 167)

Negativer intraoraler Druck kann - dem obigen Modell folgend – mitunter somit durch die Expansion des subpalatinalen Kompartiments erzeugt werden (Santander et al. 2013).

„Using the biofunctional model of the orofacial structures proposed by Engelke et al. as a reference system for a better understanding of suction and swallowing activity, the generation of negative pressure in the subpalatal compartment is the key parameter to identify suction and define its timing, coordination and quality.“ (Engelke et al. 2014, 1993)

„The extension of this chamber depends mostly on a combination of a retral displacement of the tongue with a sinking of the mouth floor during a closed velolingual contact and can be confirmed by the presence of negative pressure gradients. An extensive understanding of suction physiology not only enriches basic knowledge of normal functions, but also serves as a guide in the search for new therapeutic approaches for the dysphagic population.“ (Engelke et al. 2014, 1996)

Postnatale Störungen in der Saug-, Schluck- oder Atemfunktion sowie deren Koordination können lebensbedrohliche Defizite der Respiration, Ernährung und des Wachstums nach sich ziehen (Gewolb et al. 2001; Engelke et al. 2014). Die immense Bedeutung eines intakten Saugvorganges wird offenbar, sollten z. B. tumor-assoziierte Defekte oder neurologische Funktionsstörungen die Sogentstehung einschränken (Engelke et al. 2014). Exakte Details des Saugvorgangs samt der Partizipation und Koordination verschiedener orofazialer Strukturen sind derzeit noch nicht gänzlich erschlossen. Bisherigen Erkenntnissen zufolge scheint der Saugvorgang eines Säuglings an der mütterlichen Brust auf einer peristaltischen Bewegung der Zunge gegen den Gaumen mit konsekutiver Generierung eines Vakuums zu beruhen (Santander et al. 2013; Reid et al. 2007; Wein et al. 1993; Geddes et al. 2008). Lau et al. (1997) sowie Gewolb et al. (2001) gehen von zwei Komponenten des Saugvorganges aus:

„i. e. expression (the positive pressure exerted by the squeezing of the nipple between the hard palate and tongue leading to milk expression) and suction (the negative intraoral pressure)“ (Gewolb et al. 2001, 25)

Studienorientiert gibt aktuell der Einsatz des real-time MRI Ansätze für den Erhalt zusätzlicher Informationen über Funktion und Anatomie des Schluck- und Saugvorgangs (Olthoff et al. 2014).

Die Bestimmung des negativen intraoralen Drucks kann per digitalem Manometer erfolgen (Jung et al. 2012; Dantas et al. 1990; Mattioli et al. 2003; Nilsson et al. 1996; Cook et al. 1989). Bereits in vorangegangenen Studien an der UMG (Santander et al. 2013), mit dem Ziel, die orale Phase des Schluckvorgangs besser zu verstehen, konnten bei gesunden Probanden während des Schluckens manometrisch negative intraorale Druckamplituden registriert werden.

„We found negative pressures with a median value of -278,9 mbar during ABI, of -24,2 mbar during PWA and of -29,4 mbar during PGA.“ (Santander et al. 2013, 1019) (Erklärung: ABI: active bolus intake; PWA: passive water-bolus application; PGA: passive gel-bolus application)

In einer Studie von Nilsson et al. (1996) wurden mittels Strohhalm Saugvorgänge gemessen. Der Median des negativen Drucks betrug -195 mbar und liegt somit deutlich unter dem von Santander et al. (2013) gemessenen Wert (-278,9 mbar). Von Kennedy et al. (2010) wurden eine große intra- und interindividuelle Variation intraoraler Drücke dokumentiert (Kennedy et al. 2010; Kieser 2008; Proffit et al. 1964). In Kontrast zu anderen Forschungsarbeiten gehen Kennedy et al. (2010) von einer Kombination von Positivem (Druck) und Negativem (Sog) während des Schluckens von Flüssigkeiten aus:

„Taken together, this suggests that water swallowing is characterised by an initial pull followed by a positive lingual push toward the pharynx.“ (Kennedy et al. 2010, 18)

Nach Fei et al. (2013) scheint die Abnahme negativer Drücke während des Schluckvorgangs nicht allein altersabhängig zu sein. Verschiedenste Erkrankungen bedingen eine Einschränkung des für den Schluckvorgang notwendigen Druckaufbaus (beispielsweise Lippen-, Kiefer-, Gaumenspalten, Kopf-Hals-Tumore, neurologische Erkrankungen) (Reid et al. 2007; Choi et al. 1991). Schluckstörungen resultieren.

1.7.3 ALS: Studien zur Dysphagie

Da ALS-Erkrankte oftmals an den fortschreitenden Verlust der bulbären Funktion adaptieren und die hierdurch bedingten Einschränkungen zu kompensieren versuchen, werden dysphagische Symptomatiken nicht selten verkannt. In der (Zufalls-)Bildgebung zeigen sich daher mitunter Einschränkungen der Schluckfunktion bei Patienten ohne subjektive Beschwerden oder klare Zeichen einer Dysphagie. Auf diesen Erkenntnissen fußt die Grundlage für ein engmaschiges Monitoring der Schluckfunktion von ALS-Patienten (Goeleven et al. 2006).

Dysphagie bedingte Aspiration (Anmerkung der Verfasserin) „is usually a symptom of some underlying disease and manifests itself as coughing and choking during or after a meal, chewing difficulty, drooling, weight loss, and aspiration pneumonia. It is a frequent counterpart of neurological disorders, especially those with prominent motor dysfunction. Amyotrophic lateral sclerosis (ALS) and Parkinson’s disease (PD) are neurodegenerative diseases that will course with dysphagia and have its complications (such as malnutrition and aspiration pneumonia) as the major causes of death.“ (Luchesi et al. 2013, 359)

Die korrekte Diagnosestellung, das frühzeitige Einleiten von therapeutischen Maßnahmen und die Verbesserung der Schluckfunktion sind essentiell (Luchesi et al. 2013). Goeleven et al. (2006) konnten in Studien nachweisen, dass unabhängig vom Krankheitsstadium ALS-

Patienten Abnormalitäten der oralen Phase vorweisen. Aspirationsereignisse basieren den Erkenntnissen dieser Forschungsgruppe zufolge eher auf einer reduzierten pharyngealen Clearance, nicht auf einer verminderten oralen Kontrolle.

Easterling et al. (2013) benennen in Bezug auf ihre Untersuchungen zum Zungendruck die Druck-Reserve als Differenz zwischen maximalem isometrischen und dem für den physiologischen Schluckvorgang notwendigen Zungendruck:

„Tongue strength increases significantly as we develop from birth. On the other hand, Youmans and Stierwalt found that between the ages of 60 and 79, tongue strength and pressure slowly decrease. Additionally, across three age groups, 20 – 39, 40 – 59, and 60 – 79 years, males had significantly higher maximum isometric tongue pressure than females and the youngest group experienced significantly higher maximum lingual pressures compared to the oldest group. With advancing age, lingual pressure reserve declines as does the measure of maximum isometric pressure. Pressure reserve is defined as the difference between maximum isometric pressure and the spontaneous swallow pressure for a given individual.“ (Easterling et al. 2013, 222)

Diese Reserve könnte exemplarisch ggf. auf die Differenz von maximalem Sog und während des Schluckvorganges notwendigem Sog übertragen werden (vgl. vorliegende Studie). Easterling zeigt in seinen Untersuchungen weiterhin signifikant verminderte Zungendrucke bei ALS-Patienten auf:

„The average isometric tongue pressure for healthy males has been reported as 65 kPa and for females 60 kPa. The means and standard deviations for ITS of the male ALS patient group were significantly lower than previously reported values for healthy males. The bulbar symptom group values were 28,00 ± 14,97 kPa for Trial 1, 22,00 ± 17,55 kPa for Trial 2, and 15,67 ± 14,39 kPa for Trial 3. While the male spinal symptom group's means were higher than those of the bulbar symptom group (46,19 ± 9,79 kPa for Trial 1, 45,95 ± 12,20 kPa for Trial 2, and 43,24 ± 12,5 kPa for Trial 3), they were significantly lower than the previously reported age-matched pressures. Mean ITS values for the female bulbar symptom group were 17,40 ± 7,05 for Trial 1, 12,16 ± 6,05 for Trial 2, and 14,50 ± 7,13 for Trial 3. The mean ITS values for the female spinal symptom group were 43,95 ± 9,42 for Trial 1, 38,38 ± 12,77 for Trial 2, and 31,38 ± 13,99 for Trial 3.“ (Easterling et al. 2013, 223) (Erklärung: ITS: isometric tongue strength)

Ein verminderter Zungendruck kann ein Vorbote für eine bulbäre Beteiligung bei ALS-Patienten sein und so vor dem Auftreten von Dysarthrie oder Dysphagie als Marker für eine vermutlich kurze Überlebenszeit der Erkrankten fungieren (Weikamp et al. 2012):

„A weak TS was associated with a poor survival regardless of the site of ALS symptom onset. Furthermore, a reduced TS at presentation is of more prognostic value than the presence of bulbar symptoms or signs. Thus, this independent non-invasive prognostic variable might be useful to stratify patients in studies with survival as primary outcome.“ (Weikamp et al. 2012, 2363) (Anmerkung: TS: tongue strength)

Somit dient der erniedrigte Zungendruck bei ALS-Patienten als prognostischer Faktor: Die Dysphagie, mit den Folgen der Mangelernährung, Aspiration und Pneumonie, findet ihre Grundlage im verringerten Zungendruck (Weikamp et al. 2012). Interessant ist die Fragestellung, ob diese Biomarkerfunktion auch für einen erniedrigten maximalen Sog im ALS-Kollektiv zutreffen könnte (vgl. vorliegende Studie):

„In conclusion, a decreased TS at the time of diagnosis is an important independent prognostic factor for survival in patients with ALS. Objective measurement of TS can be used to assess early bulbar involvement in clinical care.“ (Weikamp et al. 2012, 2364)

Die Dokumentation und Analyse von Zungenbewegungen kann erste Veränderungen bei ALS-Erkrankten offenbaren (Yunusova et al. 2012).

„Patients with ALS present with abnormal lingual movement, which makes swallowing effortful and therefore inefficient and fatiguing. These findings help to explain the contribution of the tongue to deglutitive failure in ALS. A collateral effect of decreased tongue strength is decreased frequency of swallowing which results in increased accumulation of saliva and thus drooling and coughing on saliva. [...] Saliva or secretion control is a common symptom and is a challenging problem to manage for ALS patients.“ (Easterling et al. 2013, 218)

Insgesamt werden im ALS-Kollektiv auch makroskopische Veränderungen der Zunge (z. B. breite Zunge, Makroglossie) (Fox et al. 2012; McKee et al. 2013) beschrieben. Dyskinesie, Atrophie und Faszikulationen bergen bedeutende Folgen:

„Dysphagia in patients with ALS is associated with atrophy and dyskinesia of the tongue, caused by nuclear or supranuclear lesion of the hypoglossus, vagus, and glossopharyngeal nerves. It leads to failure in the closure of the soft palate, nasal reflux, and change in larynx closure, reducing airway protection.“ (Luchesi et al. 2013, 359)

Der Bolustransport durch die Zunge nimmt einen bedeutenden Stellenwert ein:

„In some cases, the dysphagia begins with an impaired transport of the bolus by the anterior part of the tongue, while, in other cases, it begins with a reduced capability to hold the bolus on the posterior part of the tongue.“ (Paris et al. 2013, 202)

„Many disturbances in oropharyngeal physiology can result in aspiration. Poor tongue movement in chewing or in the oral swallow can cause food to fall into the pharynx and into the open airway before swallowing. A delay in triggering the pharyngeal swallow can result in food falling into the airway during the delay when the airway is open. Reduced peristalsis in the pharynx, whether unilateral or bilateral, will cause residue in the pharynx after the swallow that can fall or be inhaled into the airway. Reduced laryngeal elevation causes food to catch at the top of the airway. This residual food is then easily aspirated during the inhalation after the swallow. Reduced laryngeal closure may result in food penetrating the larynx during the pharyngeal swallow. Cricopharyngeal dysfunction can result in material remaining in the pyriform sinus, with aspiration of material into the airway after the swallow. Aspiration may also occur because food returns or is refluxed from the stomach or esophagus back into the pharynx. Each of these causes of aspiration can occur in a variety of patients, including those with neurologic impairment or structural damage. Each of these causes of aspiration has a different treatment.“ (Logemann 1988, 613)

Zum jetzigen Zeitpunkt stehen ausführliche Studien über den pharyngealen Druck und seine Auswirkungen auf Aspirationsereignisse bei ALS-Patienten noch aus. Lediglich eine Studie von Higo et al. (Higo et al. 2002) offenbart ein progressives Absinken des oropharyngealen und hypopharyngealen Drucks während des Schluckvorgangs bei ALS-Patienten (Goeleven et al. 2006).

1.7.4 Forschungslücke

Insgesamt stellt sich eine dürftige Forschungslage hinsichtlich eines möglichen Zusammenhangs zwischen Dysphagie und maximalen oralen atmosphärischen Saugamplituden dar. Auch der negative Druckaufbau im Oropharynx während des Schluckens ist noch nicht ausreichend erforscht. Weiterhin ist bisher die Verknüpfung zwischen klinischen Ratingskalen und manometrischen Daten unzureichend hergestellt worden. Ziel sollte eine objektive Bewertung der Schluckfunktion (samt oraler und oropharyngealer Myofunktion) der ALS-Patientengruppe sein (Goeleven et al. 2006). Es sind somit detailliertere Informationen über die Schluckdefizite und ihren Progress bei ALS-Patienten zu erbringen (Ruoppolo et al. 2013). Schließlich ist die Früherkennung einer Dysphagie, als relevanter

Indikator für den weiteren Verlauf einer Amyotrophen Lateralsklerose, die Voraussetzung, eine adäquate symptombezogene Therapie zu gewährleisten (Solazzo et al. 2014):

„Further studies on a large series of patients could provide more information about the complex mechanisms underlying dysphagia in ALS patients to improve their quality of life and reduce complications.“ (Solazzo et al. 2014, 543)

Hieran soll die vorliegende Studie anknüpfen.

2. MATERIAL UND METHODEN

2.1 Studiendesign

Die Studie ist als Gruppen-Vergleich (zwei unverbundene Stichproben) zwischen Patienten- sowie Normkollektiv angelegt. Es handelt sich um eine offene, prospektive klinische Prüfung an insgesamt 30 Probanden (10 ALS-Patienten, 20 Probanden des Normkollektivs).

2.1.1 Laufzeit der Studie

Der Ethikantrag (Antragsnummer 1/10/14) wurde am 27.01.2015 unter dem Arbeitstitel *„Intraorale Druckmessungen bei Patienten mit Schluckstörungen im Vergleich zu einem Normkollektiv“* genehmigt. Es wurden keine ethischen und rechtlichen Bedenken gegen die Durchführung des Forschungsvorhabens angegeben. Die Laufzeit der Studie umfasste zur Durchführung der Untersuchungen (Manometrie, SSQ, FEES) den Zeitrahmen ab Genehmigung des Ethikantrages bis Mai 2015. Es schloss sich die Auswertung der erhobenen Daten an.

2.1.2 Versuchsablauf

Alle in die Studie eingeschlossenen ALS-Patienten sowie Probanden des Normkollektivs erhielten im Rahmen der Routinediagnostik (für ALS-Patienten) eine funktionelle, endoskopische Schluckuntersuchung (FEES). Darüber hinaus wurde das Ausmaß der Dysphagie subjektiv mittels Sydney-Schluck-Fragebogen (SSQ) dokumentiert. Diese Untersuchungen sind im Rahmen der Studie zusätzlich durch eine Messung des intraoralen Drucks (Manometrie) ergänzt worden. Es ergibt sich somit folgender schematischer Ablauf:

Normkollektiv:

1. Aufklärung und Einwilligung
2. SSQ
3. FEES
4. Manometrie

ALS-Patientengruppe:

1. Aufklärung und Einwilligung
2. SSQ
3. FEES
4. Manometrie

2.1.3 Ort der Untersuchung

Die gesamten studienspezifischen Messungen wurden in der Phoniatrie und Pädaudiologie der Universitätsmedizin Göttingen durchgeführt. Ergänzende neurologische Untersuchungen zur Diagnosesicherung fanden in den Räumen der Klinik für Neurologie der Universitätsmedizin Göttingen statt.

2.1.4 Aufklärung der Studienteilnehmer

Die Studienteilnehmer wurden ausführlich über den Versuchsablauf sowie potenzielle Risiken und Komplikationen von ärztlicher Seite aufgeklärt (siehe Anhang 5.4.4: *Aufklärungsbögen und Probandeninformation (Normkollektiv): Manometrie, FEES, SSQ-Fragebogen* bzw. Anhang 5.4.5: *Aufklärungsbögen und Patienteninformation: Manometrie, FEES, SSQ-Fragebogen, Neurologische Untersuchungen*). Die Probanden erklärten schriftlich ihr Einverständnis in die Durchführung, Dokumentation und Evaluation der genannten Untersuchungen.

2.1.5 Archivierung und Datenschutz

Die im Projekt erzielten Daten wurden gemäß den Richtlinien für den Umgang und die Sicherung von patienten- und forschungsbezogenen Daten auf dem Server des Patientennetzwerkes der Universitätsmedizin Göttingen abgelegt. Alle im Rahmen der klinischen Prüfung erhobenen Daten unterliegen dem Datenschutz. Personenbezogene Daten werden vom Leiter der klinischen Prüfung, den Prüfärzten sowie der Doktorandin nicht weitergegeben. Die Übergabe von Prüfbögen und die Datenspeicherung zur Auswertung erfolgt nur mit pseudonymisierten Daten der Studienteilnehmer. Eine Zuordnung der persönlichen Daten zu den Studiendaten kann nur von den Prüfärzten sowie der Doktorandin vorgenommen werden. Nach Abschluss der Studie werden die Prüfunterlagen gemäß den Bestimmungen des Datenschutzes verwaltet.

2.1.6 Zusammensetzung von Probanden- und Patientenkollektiv

2.1.6.1 Stichprobenumfang

Im Sinne einer Pilotstudie zeigte sich der Stichprobenumfang von der Fallzahl an Patienten mit Amyotropher Lateralsklerose der Universitätsmedizin Göttingen abhängig. Es sind während der Studienlaufzeit 10 ALS-Patienten und 20 Probanden des Normkollektivs in die Studie eingeschlossen worden.

2.1.6.2 Ein- und Ausschlusskriterien

Zur Rekrutierung eines Normkollektivs wurden 20 gesunde Probanden, u. a. mittels Aushang, gesucht. Personen mit neuromuskulären Vorerkrankungen oder mit einer anamnestisch

bekannten Schluckstörung wurden ausgeschlossen. Die Studienteilnahme richtete sich ausschließlich an einwilligungsfähige Personen (m/w) ohne subjektive Schluckbeschwerden und ohne Einschränkung der objektiven Schluckfunktion im Alter von 20 bis 75 Jahren. Ein finanzieller Vorteil durch die Studienteilnahme bestand nicht (siehe Anhang 5.4.3: *Aushang zur Rekrutierung für Probanden des Normkollektivs*).

Die ALS-Patientengruppe der vorliegenden Studie (Patientenkollektiv) orientiert sich am aktuellen Patientengut (im Rahmen der Erstdiagnostik einer möglichen Amyotrophen Lateralsklerose) der Abteilung für Neurologie der UMG. Während der Studienlaufzeit sind ALS-Patienten, den Fallzahlen entsprechend, ca. zweiwöchentlich neurologisch gesehen worden.

Abbildung 10: Internetauftritt Spezialambulanz für Amyotrophe Lateralsklerose (Stand 06/2015)



Die Internetseite der Spezialambulanz ist unter folgendem Link einzusehen:

<http://www.neurologie.med.uni-goettingen.de/de/content/klinik/61.html> (Stand 06/2015)

2.1.6.3 Geschlechterverteilung

2.1.6.3.1 Normkollektiv

Das Geschlechterverhältnis im Normkollektiv beträgt 1:1. Es wurden jeweils 10 weibliche und 10 männliche Probanden untersucht. Insgesamt umfasst das Normkollektiv 20 Probanden.

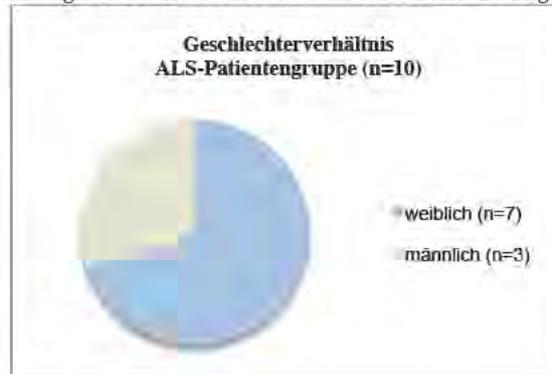
Abbildung 11: Geschlechterverhältnis Normkollektiv



2.1.6.3.2 ALS-Patientengruppe

Die ALS-Patientengruppe setzt sich aus 7 weiblichen und 3 männlichen Studienteilnehmern zusammen. Insgesamt umfasst die Gruppe der ALS-Patienten 10 Probanden.

Abbildung 12: Geschlechterverhältnis ALS-Patientengruppe



2.1.6.3.3 Vergleich der Kollektive

Insgesamt zeigt sich eine doppelte Gruppenstärke des Normkollektivs, dies ist der geringen Fallzahl der an Amyotropher Lateralsklerose Erkrankten geschuldet. Die ideale Zuordnung der Geschlechter von 1:1 konnte aufgrund dessen im Patientenkollektiv nicht erreicht werden.

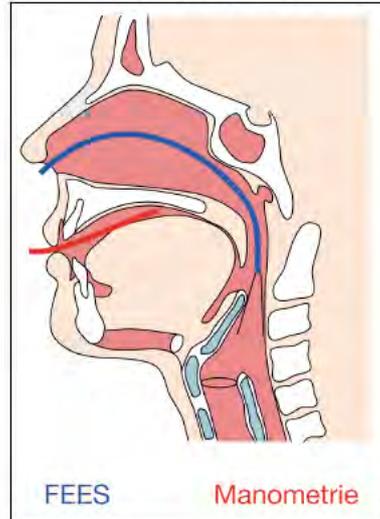
2.1.6.4 Altersverteilung

Es sei an dieser Stelle der Übersicht halber auf das Kapitel 3.1 *Altersverteilung* im Ergebnisteil verwiesen.

2.2 Untersuchungsmethoden

Nachfolgend werden die in der vorliegenden Studie angewandten Untersuchungsmethoden, die Manometrie, die Fiberoptic endoscopic evaluation of swallowing (FEES) sowie der Sydney Swallow Questionnaire (SSQ), in ihrer Durchführung erläutert. Einführend sei auf eine grafische Übersicht über den Versuchsaufbau verwiesen.

Abbildung 13: Schema Versuchsaufbau (FEES und Manometrie)



2.2.1 Manometrie

Zielgrößen der Manometrie in der vorliegenden Studie sind zum einen die Bestimmung des während des Schluckvorganges maximal notwendigen negativen Drucks in der Mundhöhle, zum anderen der mittels Saugen maximal erzeugbare negativen Druck (Sog).

Es wurden im Rahmen der Forschungsarbeit bei allen Studienteilnehmern (Normkollektiv und ALS-Patientengruppe) jeweils der während des habituellen Schluckvorganges maximale negative Druck in der Mundhöhle und der mittels Saugvorgang maximal erzeugbare negative Druck am Torus palatinus ermittelt. Im Versuchsaufbau beider Kollektive wurde zur Gewährleistung hoher Hygieneansprüche ein Filter (Wasserabscheider, Aqua-Knot II Water Trap®) in den Messaufbau eingebracht. Die Messung des durch Saugen maximal erzeugbaren negativen Drucks an Probanden des Normkollektivs erfolgte zusätzlich ohne Filter, um mögliche Einflüsse des Wasserabscheiders auf die Ergebnisse zu ermitteln und retrospektiv transparent zu halten. Insgesamt wurden im Normkollektiv daher drei verschiedene Werte per Manometrie aufgezeichnet: Der maximale negative Druck während des physiologischen Schluckvorgangs sowie der durch Saugen maximal erzeugbare negative Druck (Sog), mit und ohne Filter im Messaufbau. Der Ablauf der manometrischen Messungen im Normkollektiv gestaltete sich wie folgt: Zunächst wurde der maximale Sog ohne Filter ermittelt. Im Anschluss wurde der Filter in den Messaufbau eingebracht und die Sogmessung wiederholt. Ergänzend erfolgten hiernach drei Trockenschluckversuche. Beim Patientenkollektiv wurden die manometrischen Werte lediglich mit Filter erhoben (zwei Messungen).

Tabellarische Übersicht 2: Versuchsablauf Manometrie

Abfolge	Normkollektiv	ALS-Patientengruppe
1	Maximaler Sog ohne Filter	x
2	Maximaler Sog mit Filter	
3	Maximaler Sog während des Schluckvorgangs (3 Trockenschluckversuche)	

2.2.1.1 Versuchsaufbau Manometrie

Ein Silikon-Schlauch (distal offener Absaugkatheter) wurde durch den Untersucher für die gesamten Messungen intraoral zentral am Gaumengewölbe des Probanden/Patienten platziert. Der Torus palatinus, eine Exostose des harten Gaumens, diente in der Studie als Referenzpunkt für das distale Ende des Absaugkatheters während der Manometrie. In Anlehnung an Engelke et al. (2011) wird so die Interferenz von Zunge und Messapparatur minimiert. Der aufrecht sitzende Studienteilnehmer fixierte die Position des Schlauches mit leichtem Lippenschluss. Im Anschluss wurde der Proband/Patient zunächst aufgefordert, so stark wie ihm möglich an dem Silikon-Schlauch zu saugen (ähnlich dem Trinken mit einem Trinkhalm), dann instruiert, dreimal „trocken“ zu Schlucken. Die Messdauer insgesamt betrug etwa 30 Sekunden. Nach der Messung des maximalen Sogs (Schritt 2) erfolgte eine kurze Entspannung der perioralen Muskulatur. So wurde durch eine leichte Mundöffnung die Messung des negativen intraoralen Drucks per Druckausgleich (atmosphärischer Druck) kurz unterbrochen.

Die Messung des intraoralen negativen Drucks erfolgte mit einem enoral eingebrachten digitalen Manometer samt passendem Drucksensor (GMSD 2 BR, Greisinger, Regenstauf, Deutschland). Des Weiteren wurde ein universeller Schnittstellen-Adapter für GMSD/GMXD-Sensoren verwendet (GDUSB 1000, Greisinger, Regenstauf, Deutschland (Universeller Schnittstellen-Adapter 2015)). Der Versuchsaufbau der Manometrie setzt sich somit in der Gesamtheit aus folgenden Elementen zusammen:

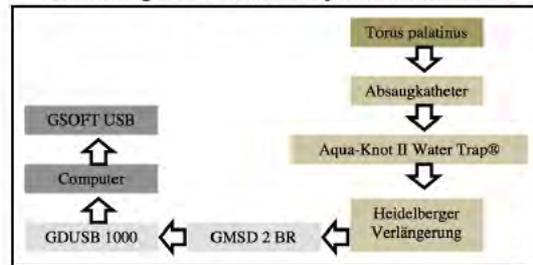
- Computer-Software: GSOFT_USB
- GDUSB 1000
- GMSD 2 BR
- Heidelberger Verlängerung
- Aqua-Knot II Water Trap®
- Absaugkatheter

Nachfolgend ein schematischer Überblick über Messapparatur und Versuchsaufbau.

*Abbildung 14: Messapparatur zur Manometrie
(Aqua-Knot II Water Trap®, GDUSB, GMSD 2 BR, Heidelberger Verlängerung)*



Abbildung 15: Versuchsaufbau Manometrie



Die für die Aufzeichnung und Erhebung der manometrischen Daten notwendigen einzelnen Elemente werden nachfolgend einzelnen illustriert.

Computer-Software: GSOFT USB

Zur Aufzeichnung der per Manometrie erhobenen Messwerte wurde die Windows™-Bedienungssoftware GSOFT_USB für USB Messadapter GDUSB 1000 Version 4.1 verwendet (Bedienungsanleitung Windows™ 2015). Mit dieser Bedien- und Auslesesoftware für USB Messadapter ist es möglich, Aufzeichnungen zu starten, zu stoppen und einzulesen. Zur Visualisierung und besseren Übersicht, können aufgenommene Messwerte in Diagrammen dargestellt werden (Bedienungsanleitung Windows™ 2015).

Abbildung 16: Basis-Menüleiste GSOFT USB 4.1

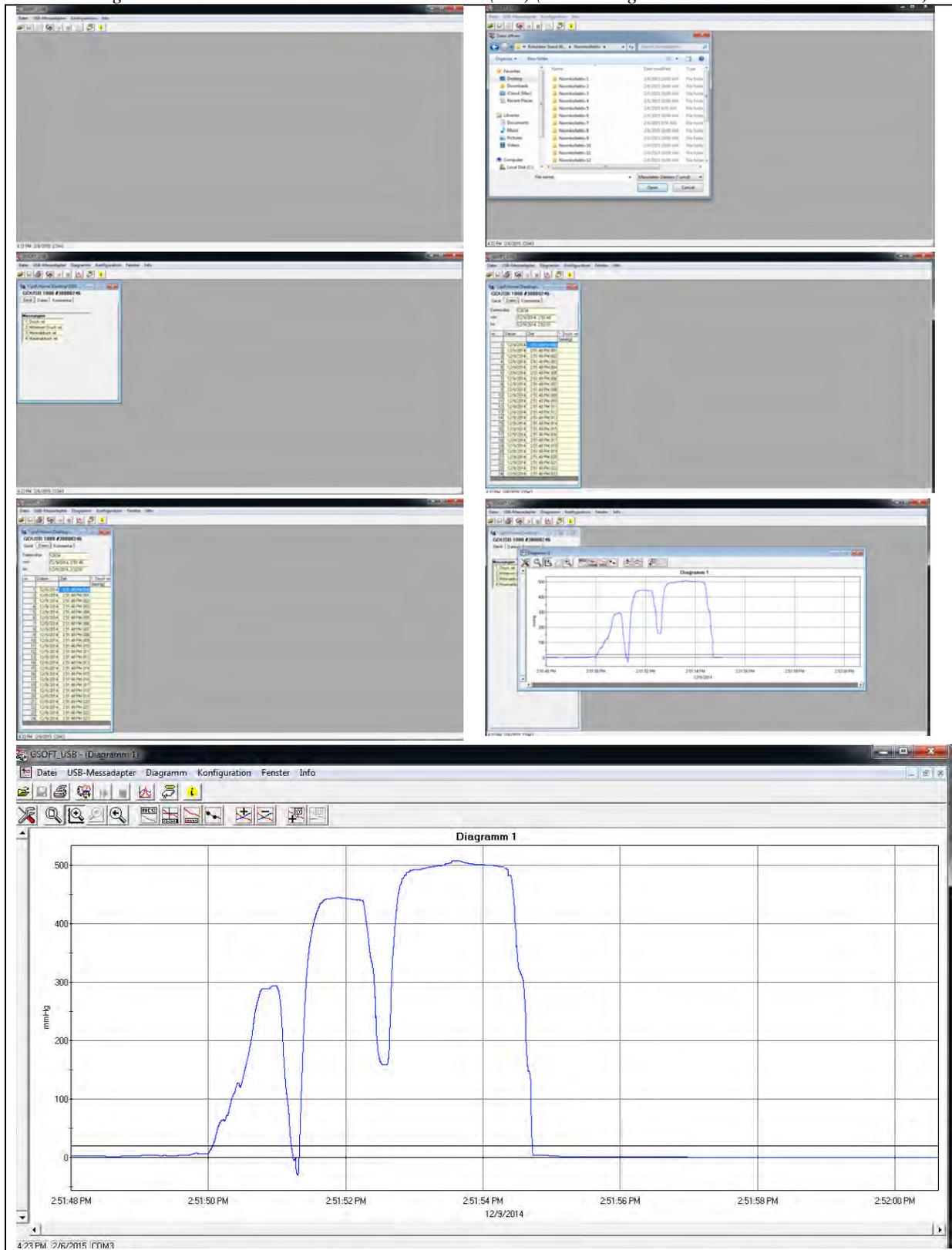


Abbildung 17: Erweiterte Menüleiste GSOFT USB 4.1



Anbei wird die Abfolge der Dokumentationsschritte zur Aufzeichnung der manometrischen Daten, wie in der vorliegenden Studie durchgeführt, gezeigt.

Abbildungen 18: Dokumentationsschritte Manometrie (1-7) (Anmerkung: von oben links nach unten rechts)



GDUSB 1000

Der GDUSB 1000 Adapter ermöglicht die direkte Anbindung eines Standard-Drucksensors des Typs GMSD/GMXD an eine USB-Schnittstelle (PC) (Universeller Schnittstellen-Adapter 2015). Er dient der Aufzeichnung von Drücken und Druckveränderungen sowie der Weiterleitung und Bearbeitung der Daten mittels der beschriebenen Software GSOFT_USB (Universeller Schnittstellen-Adapter 2015). Der Messbereich sowie die Auflösung des Adapters entsprechen dem des jeweils angesteckten Sensors. Der maximale Bereich umfasst -19999 bis 19999 Digit. Druckeinheiten (mbar, bar, kPa, MPa, mmHg, PSI, mH₂O) sind in Abhängigkeit des verwendeten Sensors umschaltbar. Der Messzyklus beträgt 1 ms bis 10 s. Der Anschluss an einen PC erfolgt per Standard USB-Stecker (Typ A). Der Verbindung des Adapters zum Sensor (GMSD) wird über einer 6-polige geschirmte Mini-DIN-Buchse mit Verriegelung gewährleistet. Bei Anstecken des Sensors findet eine automatische Sensorerkennung mit Messbereichseinstellung statt (Universeller Schnittstellen-Adapter 2015).

Abbildungen 19: GDUSB 1000 (1 - 2)



GMSD 2 BR

Es handelt sich bei dem GMSD 2 BR um einen piezoresistiven Relativdruck-Sensor für Über-, Unter- sowie Differenzdruckmessungen (Greisinger 2015). Geeignet ist der GMSD 2 BR für Flüssigkeiten, nicht ionisierende und nicht korrosive Gase sowie für Luft. Es besitzt zwei Anschlusszapfen aus Nylon für Schläuche eines Außendurchmessers von 6mm und eines Innendurchmessers von 4 mm (Greisinger 2015). Eine Platine mit Verstärker und Datenspeicher für Sensordaten ist im Sensorgehäuse integriert. Der Messbereich des Sensors umfasst -1000 bis +2000 mbar (Greisinger 2015). Die maximale Auflösung der Messwerte ist 4 bar, die Genauigkeit wird mit 1 mbar angegeben (Universeller Schnittstellen-Adapter 2015).

Abbildung 20: GMSD 2 BR



Heidelberger Verlängerung

Die Heidelberger Verlängerung wird als Verlängerungsleitung für Infusions- und Transfusionssysteme genutzt und ist in den Längen von 10 bis 550 cm erhältlich. Sie dient ursprünglich dem einfachen Verlängern von Infusions-Sets für eine komfortable Infusionstherapie ohne Längeneinschränkung. Der Durchmesser der PVC-Leitung beträgt 3,0 x 4,1 mm. Das Füllvolumen der Leitung umfasst ca. 7 ml/m. Bei Standardanwendungen ist die Flussrate unbegrenzt, der Durchfluss kann optisch kontrolliert werden. Sie ist druckbeständig bis 2 bar und verfügt über einen Luer-Lock-Ansatz (Braun 2014) (Fresenius 2011). Im vorliegenden Versuchsaufbau wird ein Stück von 1 cm Länge an das Manometer angesetzt, um dort den Wasserabscheider zu konnektieren.

Abbildung 21: Heidelberger Verlängerung an Aqua-Knot II Water Trap®



Aqua-Knot II Water Trap®

Es wurde zur Sicherung der Hygiene ein Wasserfilter in den Messaufbau eingefügt (Aqua-Knot II Water Trap®, GE Medical Systems, Milwaukee, WI, USA, 0,80 micrometer filter, male locking Luer fitting connector). Das Eintreten von Flüssigkeit während des Saug- und Schluckvorganges in die Druckmessungsleitung sollte so verhindert und diesbezügliche Messfehler minimiert werden.

Absaugkatheter

Bei dem für die manometrische Untersuchung intraoral platzierten Schlauch handelt es sich um einen distal offenen Absaugkatheter von Vygon. Die Katheterspitze ist atraumatisch abgerundet. Der Durchmesser des Katheters beträgt 2,5 mm, die Länge 375 mm (Vygon 2008).

Abbildung 22: Absaugkatheter



Abbildung 23: Intraorale Platzierung des Absaugkatheters am Torus palatinus



Anmerkung: Der besseren Übersicht halber werden die manometrischen Werte in der vorliegenden Arbeit ohne negatives Vorzeichen aufgeführt.

2.2.2 Fiberoptic endoscopic evaluation of swallowing (FEES)

Mittels fiberoptischer endoskopischer Schluckevaluation (FEES) (Logemann et al. 1998) (Langmore 2006) werden in der vorliegenden Studie endoskopische Daten des physiologischen Schluckvorganges gewonnen und als Vergleichsparameter zwischen Normkollektiv und ALS-Patientengruppe genutzt.

Im Bestreben die Untersuchung und Dokumentation von Schluckstörungen zu standardisieren, wurde von Rosenbek die Penetration-Aspiration Scale (PAS) entwickelt (Colodny 2002; Daniels et al. 2004). Ziel war es, einen multidimensionalen, reliablen und validen Index für die Beurteilung von Aspiration und Penetration und somit zur Evaluation des Schweregrades von Schluckstörungen zu erschaffen (Colodny 2002). Hierzu wurden von Rosenbek die folgenden Kriterien aufgestellt:

Tabellarische Übersicht 3: Penetration-Aspiration Scale

Score	Beurteilung
1	Material does not enter the airway
2	Material enters the airway, remains above the vocal folds, and is ejected from the airway
3	Material enters the airway, remains above the vocal folds, and is not ejected from the airway
4	Material enters the airway, contacts the vocal folds, and is ejected from the airway
5	Material enters the airway, contacts the vocal folds, and is not ejected from the airway
6	Material enters the airway, passes below the vocal folds, and is ejected into the larynx or out of the airway
7	Material enters the airway, passes below the vocal folds, and is not ejected from the trachea despite effort
8	Material enters the airway, passes below the vocal folds, and no effort is made to reject

Colodny (2002) bestärkte die adäquate Reliabilität des Penetration-Aspiration Scale.

Die wichtigsten Symptome bei Schluckbeschwerden, wie Leaking, Retention, Penetration und Aspiration, werden durch die genannte Methode hoch sensitiv und spezifisch erfasst (Schröter-Morasch et al. 1999). Die genannten Parameter wurden auch in der vorliegenden Forschungsarbeit bestimmt: Leaking (Score 0, 1, 2, 3), Retention (Score 0, 1, 2, 3) sowie - in Anlehnung an Rosenbek - Penetration und Aspiration. Die Befundungskriterien sind nachfolgend aufgeführt.

- 1 o. B.
- 2 Penetration Supraglottis, Reinigung
- 3 Penetration Supraglottis, ohne Reinigung
- 4 Penetration Glottis, Reinigung
- 5 Penetration Glottis, ohne Reinigung
- 6 Aspiration, Reinigung
- 7 Aspiration, ohne Reinigung
- 8 Stille Aspiration
(in Anlehnung an Rosenbeck)

Nachstehend werden die einzelnen studienrelevanten Parameter dargestellt.

Unter **Leaking** (dt. Leck, Leckschlagen) wird das vorzeitige, unkontrollierte, vor Auslösen des Schluckreflexes stattfindende Abgleiten eines Nahrungsbolus über den Zungengrund in den Pharynx verstanden (Böhme 2003 a; Prosiegel und Weber 2013). *Anteriores Leaking* umschreibt das Entgleiten nach vorn, *posteriores Leaking*, auch als Pooling (dt. Ansammlung, sich ansammeln) bezeichnet, das Abgleiten nach hinten (Prosiegel und Weber 2013). Leaking wird durch die folgenden Pathomechanismen hervorgerufen: Verminderte orofaziale Kontrolle, orofaziale Sensibilitätsstörungen, Beeinträchtigung der orolingualen Boluskontrolle, verspätete Schluckreflextriggerung sowie linguale Hyperkinesien (Prosiegel und Weber 2013).

Die **Retention** dokumentiert das Verbleiben von Bolusresten (Böhme 2003 a).

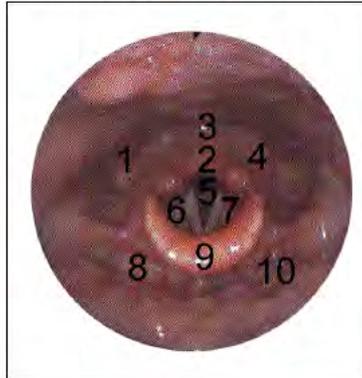
Der Eintritt fester und/oder flüssiger Nahrungsbestandteile in den Kehlkopf bis zur Supraglottis wird mit *laryngealer Penetration* umschrieben. Eine Passage der Stimmlippen-Niveaus erfolgt nicht. Hiervon abzugrenzen ist die *nasale Penetration* mit Eindringen von Bestandteilen in den Nasenraum (Prosiegel und Weber 2013). Die **Penetration** kann ursächlich bedingt sein durch einen eingeschränkten Schluss des Kehlkopfeingangs (unzureichende Annäherung der aryepiglottischen Falten, Beeinträchtigung der Epiglottiskippung), eine eingeschränkte hyolinguale Exkursion (Kippung und Vorwärtswölbung des Kehlkopfes während der pharyngealen Phase des Schluckaktes), einen eingeschränkten Schluss der Taschenfalten, eine unzureichende Öffnung des oberen Ösophagussphinkters, einen reduzierten velopharyngealen Verschluss oder eine retrograde pharyngeale Peristaltik (Prosiegel und Weber 2013).

Die **Aspiration** umfasst in Abgrenzung zur Penetration den Eintritt von Nahrungsbestandteilen unterhalb des Stimmlippen-Niveaus (in die Luftwege) (Böhme 2003 a; Prosiegel und Weber 2013). Die Aspiration findet ihre Grundlage in Leaking und/oder Penetration (Prosiegel und Weber 2013). Insgesamt werden drei verschiedene Aspirationsformen unterschieden (prä-, intra- und postdeglutitiv). Die präglutitive Form der Aspiration ist durch eine Transportstörung des Bolus, verbunden mit dessen vorzeitigem Übertritt in den Pharynx bedingt (Boenninghaus und Lenarz 2012). Eine Beeinträchtigung im Bewegungsablauf von Zungengrund, Pharynxseitenwand, Supraglottis und Glottisschluss ist für die intradeglutitive Aspiration ursächlich. Die postdeglutitive Aspirationsform ist mit der Retention von Speisebrei verbunden, welcher erst nach Wiedereröffnen der Glottis verzögert in die Trachea transportiert wird (Boenninghaus und Lenarz 2012). Die drei Untergruppen der Aspiration wurden in der vorliegenden Studie mittels FEES unterschieden und dokumentiert. Unter dem Begriff *silent aspiration* wird – im Falle der Aspiration - die

Abwesenheit des Hustenreflexes verstanden, dies gilt als das schwerwiegendste Symptom einer Dysphagie (Schröter-Morasch et al. 1999).

Nachstehend ein Überblick über die Lokalisation der verschiedenen Pathologien.

Abbildung 24: Pathologien und ihre Lokalisation: Retention (1,3,4,8,10), Penetration (2,6,7,9), Aspiration (5)



Die Dauer der FEES umfasste in der Studiendurchführung ca. 2 bis 5 Minuten. Nach Einstellung des Stimmlippenniveaus wurde zur Simulation des Schluckvorgangs Gelatine (in Form von gefärbtem Obstbrei bzw. Götterspeise rot/grün) verabreicht, um die genannten Parameter (Leaking, Retention, Penetration/Aspiration) suffizient beurteilen und mögliche Pathologien adäquat dokumentieren zu können.

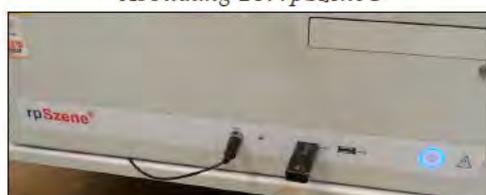
Abbildung 25: Götterspeise



2.2.2.1 rpSzene®

Als System zur digitalen Aufzeichnung, Nachbearbeitung und Archivierung von Filmsequenzen und Einzelbildern fand das Programm rpSzene® in der Studie Anwendung. Als Dokumentations- und Auswertungsplattform ist rpSzene® ein PC-unterstütztes System zur Videofilm-Dokumentation von Untersuchungen und Operationen (Rehder und Partner 2015). Auf Basis des genannten Programms erfolgte die Durchführung und Aufzeichnung (Bild- und Videodokumentation) des Schluckvorgangs. Das gesamte Bildmaterial der FEES entstammt hieraus.

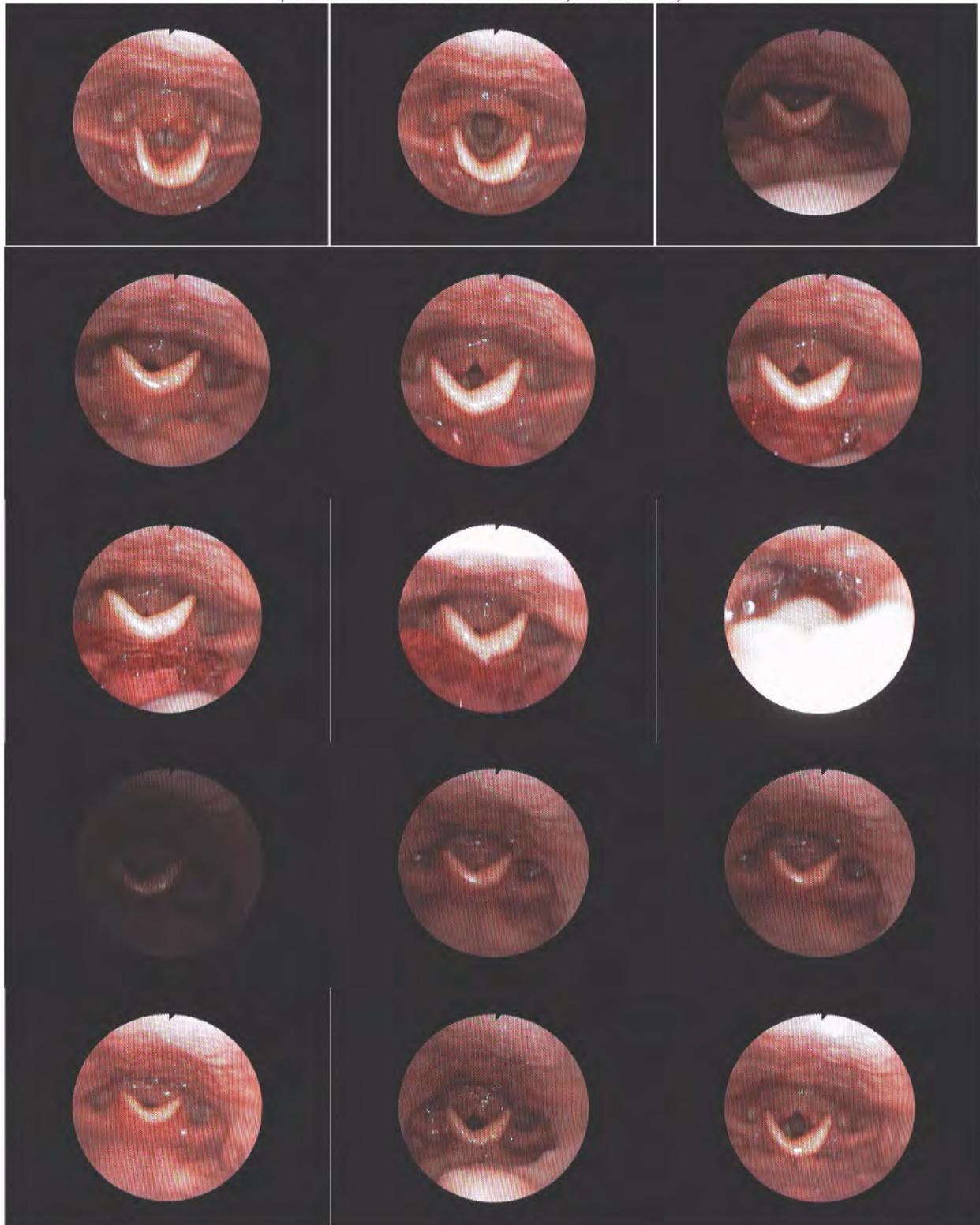
Abbildung 26: rpSzene®



2.2.2.2 Exemplarische Dokumentation des Schluckvorgangs

Es wird nachstehend exemplarisch der per FEES dokumentierte physiologische Schluckvorgang (hier: Leaking Score 1) an einem Probanden des Normkollektivs dargestellt.

*Abbildungen 27: Der per FEES dokumentierte physiologische Schluckvorgang (1 - 15)
(von links oben nach rechts unten, Proband 15)*



2.3. Sydney-Schluck-Fragebogen/Sydney Swallow Questionnaire (SSQ)

Neben der FEES können valide, symptom-spezifische Patientenfragebögen ebenfalls Aussagen zur Schluckfunktion ermöglichen (Dwivedi et al. 2010). Im Gegensatz zu einer Vielzahl an validierten schluckspezifischen Fragebögen zur Evaluation schluckbezogener Lebensqualität (*swallowing-related quality of life*) (Rinkel et al. 2009), dient der in der vorliegenden Studie verwendete **Sydney Swallow Questionnaire (SSQ)** der Erhebung von Schlucken als spezifischer Funktion (Dwivedi et al. 2010; Szczesniak et al. 2014). Er wird in der deutschen Übersetzung als *Sydney-Schluck-Fragebogen* bezeichnet. Als durch den Patienten eigenhändig ausgefülltes Inventar zur Evaluation subjektiv beklagter Schluckbeschwerden (Dwivedi et al. 2012 b; Szczesniak et al. 2014) wird durch den Bogen versucht, den symptomatischen Schweregrad einer oropharyngealen Dysphagie zu messen und gleichzeitig mit ausreichender Sensitivität Veränderungen mit dysphagischer Symptomatik und klinischer Relevanz aufzuzeigen (Szczesniak et al. 2014).

Ursprünglich entwickelt wurde der SSQ bei Patienten mit neuromuskulären Erkrankungen (Dwivedi et al. 2010). Hier zeigten sich signifikant höhere Scores bei Patienten mit Schluckbeschwerden als bei Probanden ohne Dysphagie (Dwivedi et al. 2010).

„We developed the Sydney Swallow Questionnaire (SSQ), a patient self-report inventory, to measure the symptomatic severity of oral–pharyngeal dysphagia and to be sufficiently sensitive to reliably quantify longitudinal change in dysphagia severity as a relevant clinical outcome [...]. The questionnaire demonstrated predictive validity between nondysphagic patient controls and a patient population with neuromyogenic dysphagia suggesting that the tool is highly sensitive for detection of dysphagia. However, the control data in that study was derived from a relatively small sample (n = 19) of healthy individuals.“ (Szczesniak et al. 2014, 536)

Der Fragebogen etablierte sich trotz der geringen Fallzahl zunehmend in der Ermittlung von Schluckbeschwerden bei Patienten mit Duchenne-Muskeldystrophie (Archer et al. 2013). Der SSQ wurde von Dwivedi et al. (2010) zur Prüfung der Reliabilität sowie Validität ebenfalls bei Patienten mit Kopf-Hals-Tumoren erfolgreich eingesetzt. (Archer et al. 2013). Anzunehmen ist daher, dass der Bogen – der bisherigen Studienlage folgend - hoch sensitiv zur Detektion einer Schluckstörung ist (Szczesniak et al. 2014). Er eignet sich als kurzer, präziser Fragebogen mit hoher test-retest Reliabilität zur direkten Evaluation der Schluckfunktion (Dwivedi et al. 2010; Szczesniak et al. 2014; Dwivedi et al. 2012 b; Mulcahy et al. 2012):

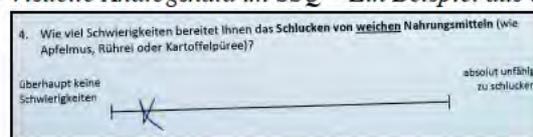
„Data complement the existing reliability and validation data and thereby improve the overall utility of the SSQ in the context of future studies of oral–pharyngeal dysphagia prevalence, efficacy, and outcome.“ (Szczesniak et al. 2014, 538)

Die Spannweite der Fragen umfasst Symptome, welche sich aus der Kombination von drei Hauptvariablen zusammensetzen (anatomische Region, Art der Dysfunktion, Konsistenz des Bolus) (Dwivedi et al. 2010). Berücksichtigte Regionen, in welchen potenziell funktionelle Störungen erfasst werden, sind hierbei Mundhöhle, Glottis sowie Pharynx (Dwivedi et al. 2010). Insgesamt beinhaltet der SSQ 17 Fragen zur Dokumentation der (von den Patienten wahrgenommenen) oropharyngealen Schluckfunktion (Dwivedi et al. 2010; Mulcahy et al. 2012). Eine Fragenübersicht findet sich nachfolgend.

1. Wie groß sind Ihre Schwierigkeiten in letzter Zeit beim Schlucken?
2. Wie viel Schwierigkeiten haben Sie, Getränke mit dünnflüssiger Konsistenz (wie Tee, Softdrinks, Bier oder Kaffee) zu schlucken?
3. Wie viel Schwierigkeiten bereitet Ihnen das Schlucken von dickflüssigen Getränken oder Speisen (wie Milchshake, Suppe oder Vanillesoße)?
4. Wie viel Schwierigkeiten bereitet Ihnen das Schlucken von weichen Nahrungsmitteln (wie Apfelmus, Rührei oder Kartoffelpüree)?
5. Wie viel Schwierigkeiten bereitet Ihnen das Schlucken von festen Nahrungsmitteln (wie Steak, rohem Apfel oder roher Karotte)?
6. Wie viel Schwierigkeiten bereitet Ihnen das Schlucken von trockenen Nahrungsmitteln (wie Brot, Keksen oder Nüssen)?
7. Haben Sie Schwierigkeiten, Ihren eigenen Speichel zu schlucken?
8. Haben Sie Schwierigkeiten beim Hinunterschlucken?
9. Haben Sie das Gefühl, dass Essen in Ihrem Rachen hängen bleibt?
10. Müssen Sie jemals husten oder würgen, wenn Sie feste Speisen (wie Brot, Fleisch oder Äpfel) essen?
11. Müssen Sie husten oder würgen, wenn Sie Flüssigkeiten (wie Kaffee, Tee, Wasser oder Bier) trinken?
12. Wie lange benötigen Sie für eine durchschnittliche Mahlzeit?
13. Gelangen Flüssigkeiten oder Nahrungsmittel beim Schlucken in die Nase oder kommen aus der Nase heraus?
14. Müssen Sie mehr als einmal schlucken, damit das Essen runter geht?
15. Müssen Sie während einer Mahlzeit Nahrungsmittel oder Flüssigkeit hochhusten oder ausspucken?
16. Wie hoch schätzen Sie den Schweregrad Ihres Schluckproblems heute ein?
17. Wie sehr beeinträchtigt Ihr Schluckproblem Ihre Lebensfreude oder Ihre Lebensqualität?

Der Bogen basiert pro Frage auf einer im Idealfall 100 mm langen Visuellen Analogskala (VAS) (Speyer et al. 2014; Mulcahy et al. 2012). Das Vorhandensein einer Schluckstörung wird hier als *Problem* bezeichnet. Der Fragebogen ist derart konzipiert, dass der Grad des Problems mittels Kreuz auf einer Linie markiert wird. Wird das Problem als gering eingeschätzt, so sind Kreuze eher auf der linken Seite der Linie zu erwarten. Bei Vorliegen eines mittelmäßig großen Problems wird das Kreuz in die Mitte gesetzt, ein sehr schwerwiegendes Problem ist auf der rechten Seite der Linie mittels Markierung einzuzeichnen. Liegt kein Problem im Sinne einer Schluckstörung vor, sollte das Kreuz ganz an das linke Ende der Linie gesetzt werden. Der jeweilige Score der Einzelfrage wird aus der Distanz des Kreuzes vom Ursprung der VAS abgeleitet (mm).

Abbildung 28: Die Visuelle Analogskala im SSQ – Ein Beispiel aus dem Studienkollektiv



Ausnahme ist Frage 12, welche auf einer 0 – 5 Skala basiert. Zur Auswertung werden hier die gewonnenen Werte mit Faktor 20 multipliziert, um den ermittelten Score in Beziehung zu den übrigen Fragen setzen zu können (Dwivedi et al. 2010; Dwivedi et al. 2012 b).

Abbildung 29: Frage 12 – Ein Beispiel aus dem Studienkollektiv

12. Wie lange benötigen Sie für eine durchschnittliche Mahlzeit?
Bitte kreuzen Sie eine Möglichkeit an:

- Weniger als 15 Minuten
- Ungefähr 15 - 30 Minuten
- Ungefähr 30 - 45 Minuten
- Ungefähr 45 - 60 Minuten
- Mehr als 60 Minuten
- Ich kann überhaupt nicht schlucken

Der Totalscore wird durch Summation aller Einzelscores berechnet und rangiert zwischen minimal 0 und maximal 1700 Punkten:

„The score for each individual question is the distance (in mm) from the origin to the patient’s mark on the VAS. The total score is calculated by summing the 16 individual VAS scores and the score for Q12 multiplied by 20, to converting the range of possible scores for Q12 from 0 – 5 to 0 – 100, to be consistent with the remaining 16 questions. This yields a total score out of a possible maximum of 1700.“ (Szczesniak et al. 2014, 535)

Ein höherer Score ist als Hinweis auf eine schwere Beeinträchtigung der Schluckfunktion zu sehen (Dwivedi et al. 2012 b; Dwivedi et al. 2010). Des Weiteren scheinen SSQ-Scores bei Patienten ohne Schluckstörung nach derzeitigem Kenntnisstand weder durch Alter noch durch Geschlecht beeinflusst zu werden (Szczesniak et al. 2014). In Anlehnung an Untersuchungen von Szczesniak et al. (2014) wird der obere Grenzwert eines gesunden Normkollektivs bei 234 Punkten gesetzt:

„We have established the normative range of scores, with an upper limit of normal of 234. [...] Defining the upper limit of the reference range improves the utility of the SSQ because it makes the tool capable of identifying the prevalence and burden of oral–pharyngeal dysphagia within any defined study population. [...] The tool can now achieve this with a high level of confidence, as these data have defined the upper limit of normal SSQ scores one expects to find in an asymptomatic cohort. This objectively defined threshold will also prove valuable in patient selection for clinical trials and in determining a clinically meaningful end point in such trials.“ (Szczesniak et al. 2014, 537)

Basierend auf der dargestellten Studienlage wird der Fragebogen auch in der vorliegenden Untersuchung eingesetzt. Verwandt wird die Version und Übersetzung von Dr. Bohlender, Universitätsspital Zürich, Abteilung für Phoniatrie und Klinische Logopädie. Vorgesehen für das Ausfüllen des Bogens sind 10 (maximal 20) Minuten) (Dwivedi et al. 2012 b).

Anmerkung: In der vorliegenden Studie umfasste die VAS aus technischen Gründen eine Strecke von jeweils 96 mm. Die Längendifferenz wurde bei der Auswertung berücksichtigt. Die Angaben der Einzelscores erfolgen in Prozent (%) mit einem Maximalwert von 100 %. Der Summationsscore wird in Punkten (Maximalwert: 1700 Punkte) notiert.

3. ERGEBNISSE DER DATENAUSWERTUNG

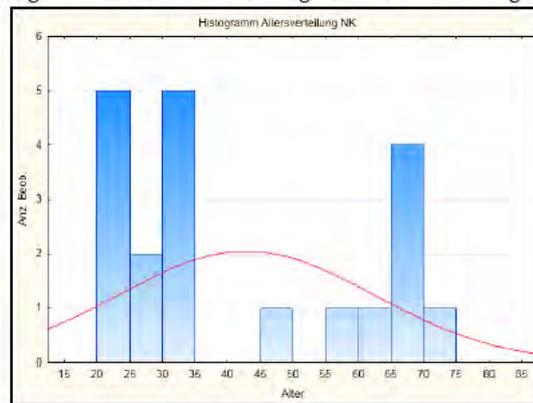
Nachstehend folgt die Auflistung zentraler Studienergebnisse. Zur besseren Übersicht werden die meisten Werte auf eine Nachkommastelle gerundet angegeben. Die exakten Daten sind in den Tabellen im Anhang dokumentiert.

3.1 Altersverteilung

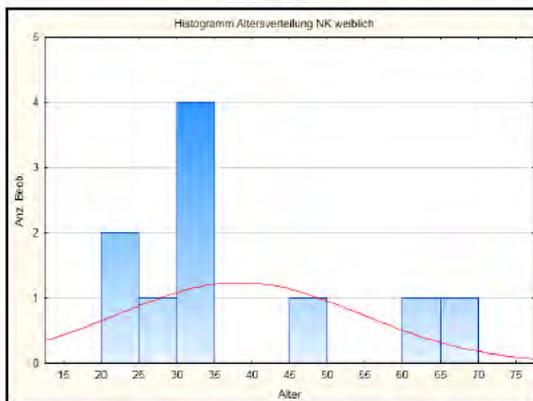
3.1.1 Normkollektiv

Der Altersmittelwert im Normkollektiv beträgt 42,7, der Median 32,5 Jahre. Zum Untersuchungszeitpunkt ist der jüngste Teilnehmer 23 Jahre, der älteste 75 Jahre alt. Im Mittel weisen die männlichen Teilnehmer ein Alter von 47,2 Jahren auf, der jüngste Proband ist 24 Jahre, der älteste 75 Jahre alt. Der Median der männlichen Studienteilnehmer liegt im Normkollektiv bei 44,5 Jahren. Bei den weiblichen Probanden liegt der Altersmittelwert bei 38,2, der Median bei 32 Jahren. Die jüngste Teilnehmerin weist ein Alter von 23 Jahren, die älteste von 67 Jahren auf.

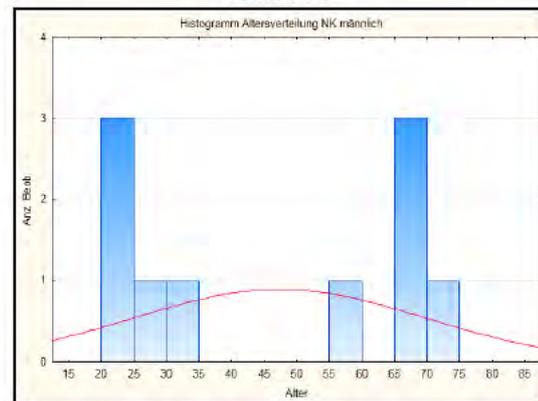
Histogramm 1: Altersverteilung Normkollektiv insgesamt



Histogramm 2: Altersverteilung Normkollektiv weiblich



Histogramm 3: Altersverteilung Normkollektiv männlich



Tabellarische Übersicht 4: Altersverteilung Normkollektiv

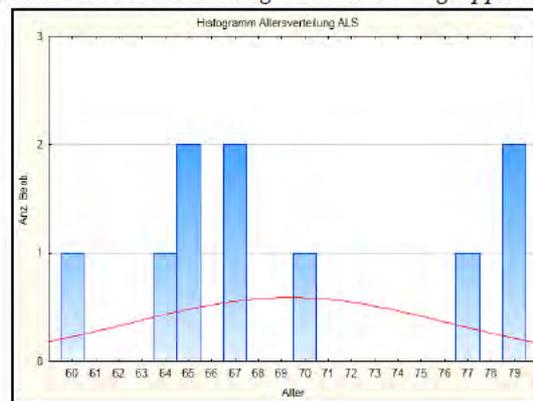
Parameter	Mean/Mittelwert (Jahre)	Median (Jahre)	Minimum (Jahre)	Maximum (Jahre)
Alter insgesamt	42,7	32,5	23	75
Alter männlich	47,2	44,5	24	75
Alter weiblich	38,2	32	23	67

Im Vergleich der Altersverteilung der weiblichen (Mittelwert 47,2 Jahre) gegenüber den männlichen Probanden (Mittelwert 38,2 Jahre) kann innerhalb des Normkollektivs kein signifikanter Unterschied nachgewiesen werden (p-Wert: 0,314372).

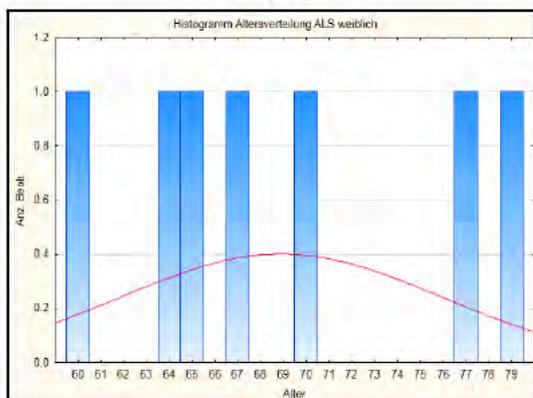
3.1.2 ALS-Patientengruppe

Der Mittelwert der Altersverteilung liegt in der ALS-Patientengruppe bei 69,3 Jahren, der Median bei 67 Jahren. Der jüngste Studienteilnehmer der ALS-Erkrankten ist zum Untersuchungszeitpunkt 60, der älteste 79 Jahre alt. Die männlichen ALS-Patienten weisen im Mittel ein Alter von 70,3 Jahren vor. Der Median liegt bei 67 Jahren. Der jüngste männliche Patient ist 65, der älteste 79 Jahre. Die weiblichen Erkrankten sind im Mittel 68,9 Jahre alt bei einem Median von 67 Jahren. 60 Jahre war im Patientenkollektiv die jüngste Studienteilnehmerin, 79 Jahre die älteste.

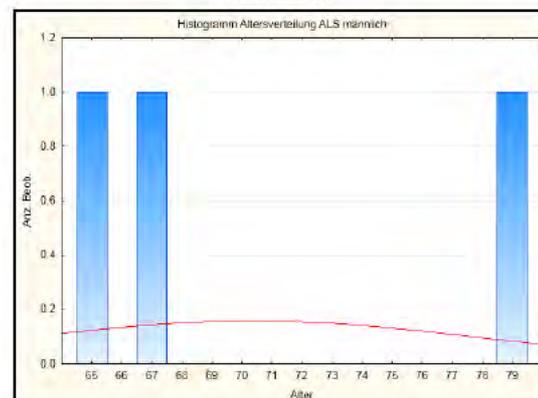
Histogramm 4: Altersverteilung ALS-Patientengruppe insgesamt



Histogramm 5: Altersverteilung ALS-Patientengruppe weiblich



Histogramm 6: Altersverteilung ALS-Patientengruppe männlich



Tabellarische Übersicht 5: Altersverteilung ALS-Patientengruppe

Parameter	Mean/Mittelwert (Jahre)	Median (Jahre)	Minimum (Jahre)	Maximum (Jahre)
Alter insgesamt	69,3	67	60	79
Alter männlich	70,3	67	65	79
Alter weiblich	68,85714	67	60	79

Im Vergleich der Altersverteilung der weiblichen (Mittelwert 68,9 Jahre) gegenüber den männlichen Probanden (Mittelwert 70,3 Jahre) kann innerhalb der ALS-Patientengruppe kein signifikanter Unterschied nachgewiesen werden (p-Wert: 0,771485).

3.1.3 Vergleich der Kollektive

Im Vergleich zeigt sich die Altersverteilung von Normkollektiv und ALS-Patientengruppe insgesamt (p-Wert: 0,000271) sowie innerhalb der weiblichen Probandenkollektive (p-Wert: 0,000284) signifikant verschieden. Der Unterschied in der Altersverteilung des männlichen Probandenguts weist hingegen keine Signifikanz auf.

Tabellarische Übersicht 6: Altersverteilung Normkollektiv und ALS-Patientengruppe

Parameter	Normkollektiv Mean/Mittelwert (Jahre)	ALS-Patientengruppe Mean/Mittelwert (Jahre)	p-Wert	Test
Alter insgesamt	42,7	69,3	0,000271	t-test
Alter männlich	47,2	70,3	0,113138	t-test
Alter weiblich	38,2	68,85714	0,000284	t-test

3.2 Maximaler Sog mit Filter

3.2.1 Normkollektiv

Der durch Probanden des Normkollektivs erreichte maximale Sog mit Filter im Messaufbau beträgt im Mittel 260,3 mmHg. Der Median liegt bei 253 mmHg. Minimal werden 42 mmHg, maximal 599 mmHg bei der Sogmessung dokumentiert. Der im Mittel durch die männlichen Probanden des Normkollektivs maximal erzeugte negative Druck liegt bei 237,3 mmHg, der Median bei 259 mmHg. Minimal werden 42 mmHg, maximal 403 mmHg erzielt. Durch die weiblichen Studienteilnehmer werden im Mittel 283,3 mmHg erreicht bei einem Median von 235 mmHg. Minimal sind 152 mmHg, maximal 599 mmHg dokumentiert. Innerhalb des Normkollektivs zeigen sich die Unterschiede des maximalen Sog zwischen den Geschlechtern nicht signifikant (p-Wert: 0,4088693).

Tabellarische Übersicht 7: Maximaler Sog mit Filter Normkollektiv

Parameter	Mean/Mittelwert (mmHg)	Median (mmHg)	Minimum (mmHg)	Maximum (mmHg)
Maximaler Sog	260,3	253	42	599
Maximaler Sog männlich	237,3	259	42	403
Maximaler Sog weiblich	283,3	235	152	599

3.2.2 ALS-Patientengruppe

Der Mittelwert des maximal erzeugten negativen Drucks in der ALS-Patientengruppe beträgt 96,7 mmHg, der Median 68 mmHg. Minimal werden 10 mmHg, maximal 225 mmHg erreicht. Bei den männlichen Probanden werden im Mittel 154,7 mmHg erzielt. Der Median liegt bei 201 mmHg. Minimal werden Werte von 47 mmHg und maximal von 216 mmHg dokumentiert. Bei den Frauen liegt der Mittelwert des maximalen Sogs mit 71,9 mmHg niedriger, der Median bei 47 mmHg. Minimal werden 10 mmHg, maximal 225 mmHg erreicht. Innerhalb der ALS-Patientengruppe zeigen sich die Unterschiede des maximalen Sogs zwischen den Geschlechtern nicht signifikant (p-Wert: 0,175299).

Tabellarische Übersicht 8: Maximaler Sog mit Filter ALS-Patientengruppe

Parameter	Mean/Mittelwert (mmHg)	Median (mmHg)	Minimum (mmHg)	Maximum (mmHg)
Maximaler Sog	96,7	68	10	225
Maximaler Sog männlich	154,6667	201	47	216
Maximaler Sog weiblich	71,85714	47	10	225

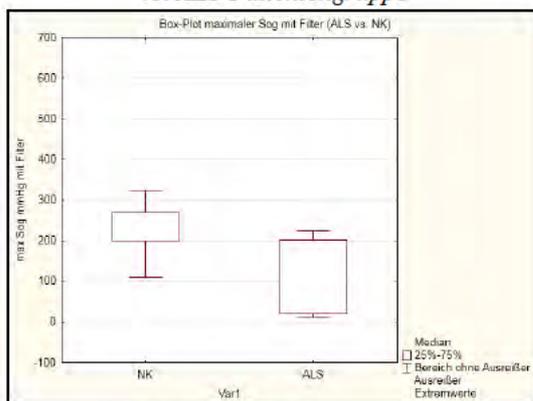
3.2.3 Vergleich der Kollektive

Im Vergleich zwischen Normkollektiv und ALS-Patientengruppe zeigen sich die erreichten maximalen Drücke signifikant verschieden (p-Wert: 0,000688). Die Probanden des Normkollektivs sind in der Lage, deutlich höhere Drücke zu erzeugen (Mittelwert 260,3 mmHg vs. 96,7 mmHg). Bei den weiblichen Probanden sind die Unterschiede zwischen den von Normkollektiv und ALS-Patientengruppe erreichten maximalen Drücken ebenfalls signifikant (p-Wert: 0,002714). Höhere Werte werden hier beim Normkollektiv dokumentiert (Mittelwert 283,3 mmHg vs. 71,9 mmHg). Bei den männlichen Probanden ist der Unterschied nicht signifikant. Die Werte des maximalen Sogs übertreffen – abgesehen von einem Probanden des Normkollektivs – alle gemessenen Drücke während des Schluckvorgangs.

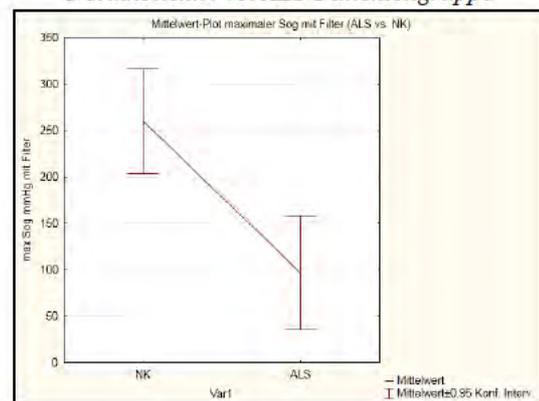
Tabellarische Übersicht 9: Maximaler Sog mit Filter im Vergleich Normkollektiv vs. ALS-Patientengruppe

Parameter	Normkollektiv Mean/Mittelwert (mmHg)	ALS-Patientengruppe Mean/Mittelwert (mmHg)	p-Wert	Test
Maximaler Sog	260,3	96,7	0,000688	t-test
Maximaler Sog männlich	237,3	154,6667	0,221547	t-test
Maximaler Sog weiblich	283,3	71,85714	0,002714	t-test

Box-Plot 1: Maximaler Sog mit Filter Normkollektiv vs. ALS-Patientengruppe



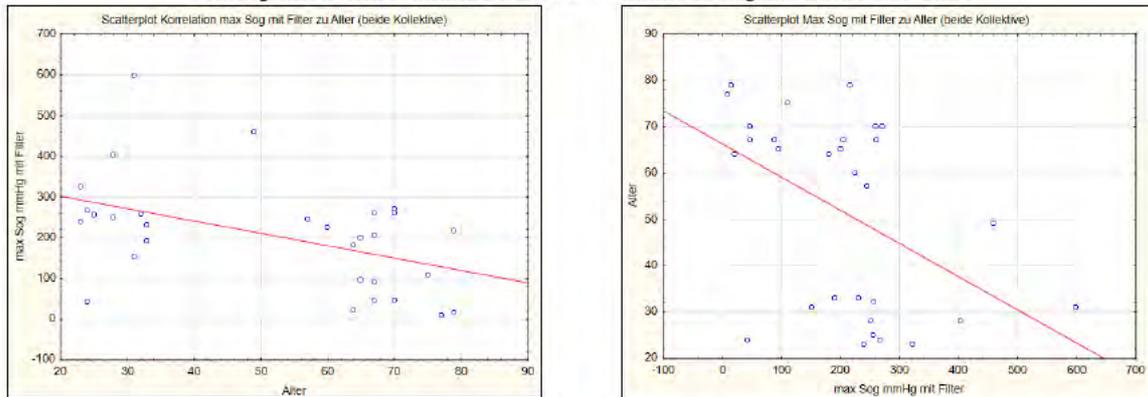
Mittelwert-Plot 1: Maximaler Sog mit Filter Normkollektiv vs. ALS-Patientengruppe



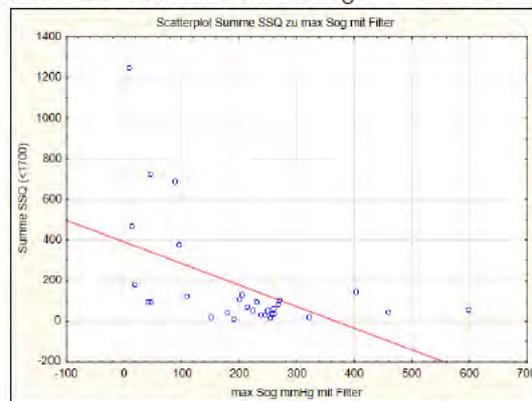
3.2.4 Korrelationen zu weiteren Studienparametern

Der mit Filter maximal erreichte negative Druck (Sog) weist unter Berücksichtigung beider Kollektive eine Korrelation mit nachfolgenden Parametern auf: Alter, SSQ Fragen 1 - 8, SSQ Fragen 10 + 11, SSQ Fragen 14 - 17 sowie Summationsscore des SSQ. Der Maximalsog mit Filter scheint so unter Berücksichtigung beider Kollektive gleichzeitig mit einem Korrelationskoeffizienten von $r = -0,466258$ altersabhängig zu sein. Der Maximaldruck korreliert während des physiologischen Schluckvorgangs hingegen nicht mit dem Alter (siehe Kapitel 3.4: Maximaler Sog während des Schluckvorgangs).

Scatterplots 1: Korrelation zwischen maximalem Sog mit Filter und Alter

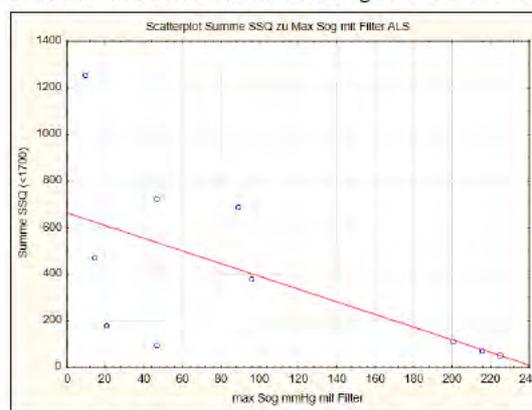


Scatterplot 2: Korrelation zwischen maximalem Sog mit Filter und Summationsscore SSQ



Korrelationen innerhalb des Normkollektivs zu den genannten Parametern treten nicht auf. Innerhalb der ALS-Patientengruppe weist der maximale Sog ausschließlich eine signifikante Korrelation zu SSQ Frage 2 ($r = -0,666382$) sowie zum Summationsscore des SSQ ($r = -0,723408$) auf.

Scatterplot 3: Korrelation zwischen maximalen Sog und Summationsscore SSQ (ALS)



Aufgrund der unterschiedlichen Kollektivzusammensetzung und des fehlenden Nachweises von Korrelationen des maximalen Sogs mit Filter der einzelnen Gruppen (abgesehen SSQ 2 und Summationsscore im ALS-Kollektiv) zu anderen Studienparametern werden die für beide Kollektive insgesamt nachgewiesenen Korrelationen (s. o.) in der weiteren Auswertung nicht berücksichtigt.

3.3 Maximaler Sog ohne Filter

3.3.1 Normkollektiv

Ausschließlich im Normkollektiv (nicht in der ALS-Patientengruppe) wurde zusätzlich eine Messung des Maximaldrucks ohne Filter im Messaufbau durchgeführt. Hier zeigen sich ein Mittelwert von 391,7 mmHg sowie ein Median von 402,5 mmHg. Minimal werden 39 mmHg, maximal 671 mmHg Maximalsog ohne Filter gemessen. Die männlichen Probanden erreichen im Mittel einen Sog von 388,7 mmHg, im Median von 402,5 mmHg. 39mm Hg und 590 mmHg stellen jeweils den Minimal- und Maximalwert dar. Die weiblichen Teilnehmer erzielen im Mittel 394,7 mmHg (und somit einen höheren Maximalwert als die männlichen Teilnehmer) sowie einen Median von 438 mmHg. Kleinster gemessener Maximalwert ist 58 mmHg, im Gegenzug beträgt der höchste 671 mmHg (höher als Korrelat der männlichen Teilnehmer).

Tabellarische Übersicht 10: Maximaler Sog ohne Filter Normkollektiv

Parameter	Mean/Mittelwert (mmHg)	Median (mmHg)	Minimum (mmHg)	Maximum (mmHg)
Maximaler Sog ohne Filter NK gesamt	391,7	402,5	39	671
Maximaler Sog ohne Filter NK männlich	388,7	402,5	39	590
Maximaler Sog ohne Filter NK weiblich	394,7	438	58	205,7744

3.3.2 ALS-Patientengruppe

Zur Gewährleistung hoher Hygieneansprüche wurden die Messungen des maximalen Sogs im Patientenkollektiv ausschließlich mit Filter durchgeführt.

3.3.3 Normkollektiv: Vergleich mit vs. ohne Filter

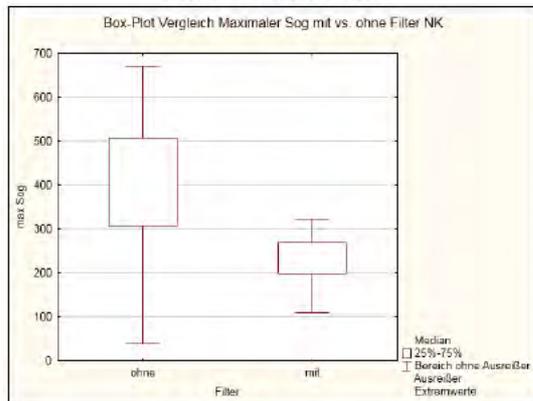
Der durch die Probanden des Normkollektivs erzeugte maximale negative Druck ist in den Messungen ohne Filter (bis auf vereinzelt Messungen, in rot markiert) höher als mit Filter. Jeweils zwei der hier markierten Werte sind den männlichen, zwei den weiblichen Probanden zuzuordnen.

Tabellarische Übersicht 11: Vergleich maximaler Sog mit und ohne Filter im Messaufbau (Normkollektiv)

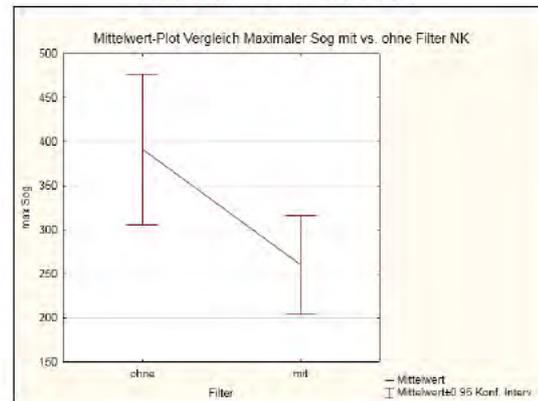
	Max Sog ohne Filter (mmHg)	Max Sog mit Filter (mmHg)
NK 1	590	267
NK 2	39	42
NK 3	503	403
NK 4	549	246
NK 5	410	261
NK 6	199	258
NK 7	507	323
NK 8	354	110
NK 9	344	239
NK 10	507	231
NK 11	618	460
NK 12	58	152
NK 13	395	255
NK 14	671	599
NK 15	96	191
NK 16	270	181
NK 17	489	206
NK 18	503	271
NK 19	345	260
NK 20	387	251

Im Vergleich der Maximaldrücke mit und ohne Filter im Messaufbau zeigen sich signifikante Unterschiede (p-Wert: 0,010773): So sind ohne Filter die intraoralen maximalen Druckwerte höher (Mittelwert 391,7 mmHg ohne Filter vs. 260,3 mmHg mit Filter). Bei den männlichen Teilnehmern wird im Vergleich ebenfalls ein signifikanter Unterschied offenbar (p-Wert: 0,024065). Auch hier werden ohne Filter höhere Werte erreicht. Bei den weiblichen Teilnehmern lassen sich keine signifikanten Differenzen zeigen. Des Weiteren bestehen im Kollektiv keine signifikanten Unterschiede innerhalb der Geschlechter. Zusammenhänge zwischen dem maximalen Sog (mit und ohne Filter) und dem Sog während des Schluckvorgangs werden hingegen nicht offenbar.

Box-Plot 2: Vergleich Maximaler Sog mit vs. ohne Filter Normkollektiv



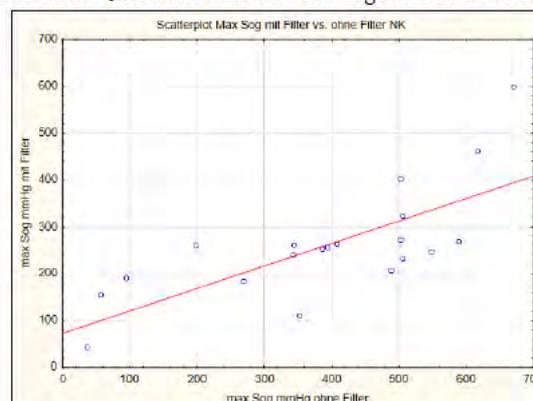
Mittelwert-Plot 2: Vergleich Maximaler Sog mit vs. ohne Filter Normkollektiv



3.3.4 Korrelationen zu weiteren Studienparametern

Es können im Normkollektiv zwar keine Zusammenhänge zwischen Maximalsog ohne Filter und anderen studienrelevanten Parametern nachgewiesen werden, jedoch wird eine Korrelation zwischen den Messungen des maximalen Sogs mit und ohne Filter im Messaufbau deutlich ($r = 0,727259$). Tendenziell können somit (zumindest insgesamt sowie im männlichen Kollektiv) ohne Filter teils höhere maximale Drücke erzeugt werden als mit Filter im Messaufbau. Eine mögliche Beeinflussung der Messungen durch den Filter ist somit in der Auswertung zu berücksichtigen. Ebenfalls ermöglicht dies zukünftig, nach weiterführenden Untersuchungen, ggf. anhand des Korrelationskoeffizienten Rückschlüsse auf die potentiell im Patientenkollektiv ohne Filter erzeugbaren maximalen Sogwerte zu ziehen.

Scatterplot 4: Korrelation zwischen maximalem Sog mit vs. ohne Filter Normkollektiv



3.4 Maximaler Sog während des Schluckvorgangs

3.4.1 Normkollektiv

Der während des physiologischen Schluckvorgangs erzeugte maximale negative Druck beträgt im Normkollektiv im Mittel 49,6 mmHg und liegt somit deutlich unter dessen Mittelwert des maximalen Sogs (260,3 mmHg). Der Median ist 41 mmHg. Während des Schluckvorgangs werden minimal 9 mmHg, maximal 138 mmHg als maximaler Druck im gesamten Kollektiv benötigt. Von den männlichen Probanden des Normkollektivs werden im Mittel 46 mmHg, im Median 34 mmHg während des Schluckvorgangs erreicht. Minimal sind 9 mmHg, maximal 138 mmHg notwendig. Die weiblichen Probanden erzielen im Mittel 53,2 mmHg, im Median 45,5 mmHg. Minimal werden 15 mmHg, maximal 96 mmHg gemessen. Innerhalb des Normkollektivs zeigen sich keine signifikanten geschlechts-spezifischen Unterschiede (p-Wert: 0,636724).

Tabellarische Übersicht 12: Maximaler Sog beim physiologischen Schluckvorgang (Normkollektiv)

Parameter	Mean/Mittelwert (mmHg)	Median (mmHg)	Minimum (mmHg)	Maximum (mmHg)
Maximaler Sog Schlucken	49,6	41	9	138
Maximaler Sog Schlucken männlich	46	34	9	138
Maximaler Sog Schlucken weiblich	53,2	45,5	15	96

Der während des Schluckvorgangs erzeugte negative Druck ist bis auf die Messung an einem Probanden (rot markiert) geringer als der maximal erzeugbare Druck mit Filter.

Tabellarische Übersicht 13: Vergleich des negativen Drucks während des Schluckvorgangs zum maximalen Sog mit Filter (Normkollektiv)

	Max Sog mit Filter (mmHg)	Max Sog Schlucken mit Filter (mmHg)
NK 1	267	9
NK 2	42	53
NK 3	403	35
NK 4	246	94
NK 5	261	18
NK 6	258	24
NK 7	323	45
NK 8	110	35
NK 9	239	40
NK 10	231	38
NK 11	460	73
NK 12	152	42
NK 13	255	138
NK 14	599	96
NK 15	191	47
NK 16	181	90
NK 17	206	15
NK 18	271	21
NK 19	260	33
NK 20	251	46

3.4.2 ALS-Patientengruppe

Der während des Schluckvorgangs notwendige maximale negative Druck erreicht in der ALS-Patientengruppe ähnliche Werte wie im Normkollektiv: Mittelwert 48,4 mmHg, Median 40 mmHg (ALS) vs. 49,6 mmHg, 41 mmHg (Normkollektiv). Minimal sind 1 mmHg, maximal 159 mmHg nötig. Männliche ALS-Patienten erreichen im Mittel 49,7 mmHg, der Median liegt bei 63 mmHg. Minimal wird eine Amplitude von 6 mmHg, maximal von

80 mmHg erzielt. Die weiblichen ALS-Patienten weisen im Mittel Drücke von 47,9 mmHg auf, der Median liegt bei 35 mmHg. Minimal sind 1 mmHg, maximal 159 mmHg während des Schluckvorgangs notwendig. Innerhalb der ALS-Patientengruppe zeigen sich keine signifikanten geschlechtsspezifischen Unterschiede (p-Wert: 0,959955).

Tabellarische Übersicht 14: Maximaler Sog Schluckvorgang (ALS-Patientengruppe)

Parameter	Mean/Mittelwert (mmHg)	Median (mmHg)	Minimum (mmHg)	Maximum (mmHg)
Maximaler Sog Schlucken	48,4	40	1	159
Maximaler Sog Schlucken männlich	49,66667	63	6	80
Maximaler Sog Schlucken weiblich	47,85714	35	1	159

Insgesamt offenbart sich der während des Schluckvorgangs gemessene maximale Druck bei allen Probanden der ALS-Patientengruppe geringer als der maximal erzeugbare Druck.

Tabellarische Übersicht 15: Vergleich des negativen Drucks während des Schluckvorgangs zum maximalen Sog mit Filter (ALS-Patientengruppe)

	Max Sog mit Filter (mmHg)	Max Sog Schlucken (mmHg)
ALS 1	10	1
ALS 2	216	80
ALS 3	201	63
ALS 4	15	12
ALS 5	89	68
ALS 6	96	45
ALS 7	47	6
ALS 8	225	159
ALS 9	21	15
ALS 10	47	35

3.4.3 Vergleich der Kollektive

Im Vergleich zwischen Normkollektiv und ALS-Patientengruppe zeigen sich bezüglich des während des physiologischen Schluckvorgangs erzeugten maximalen Drucks keine signifikanten Unterschiede (p-Wert: 0,936026). Auch die geschlechtsspezifische Auswertung ergibt keine Signifikanz.

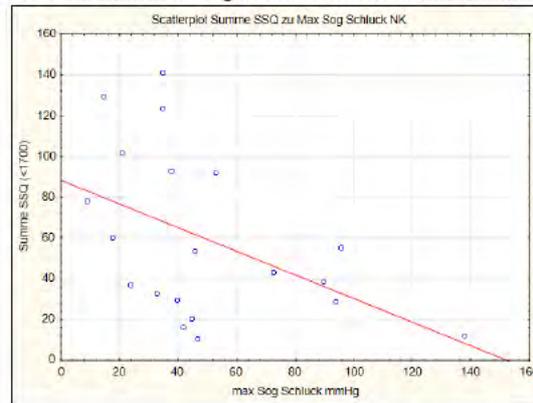
Tabellarische Übersicht 16: Maximaler Sog während des Schluckvorgangs im Vergleich Normkollektiv vs. ALS-Patientengruppe

Parameter	Normkollektiv Mean/Mittelwert (mmHg)	ALS-Patientengruppe Mean/Mittelwert (mmHg)	p-Wert	Test
Maximaler Sog Schlucken	49,6	48,4	0,936026	t-test
Maximaler Sog Schlucken männlich	46	49,66667	0,891445	t-test
Maximaler Sog Schlucken weiblich	53,2	47,85714	0,786641	t-test

3.4.4 Korrelationen zu weiteren Studienparametern

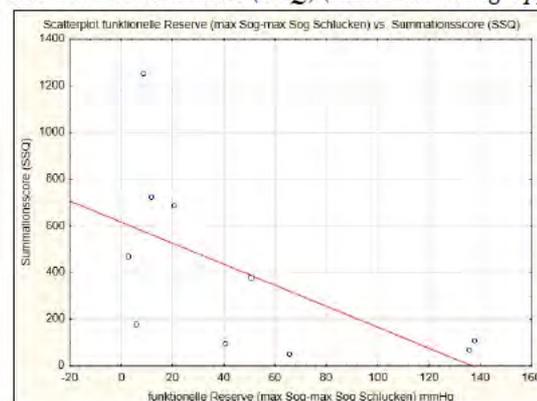
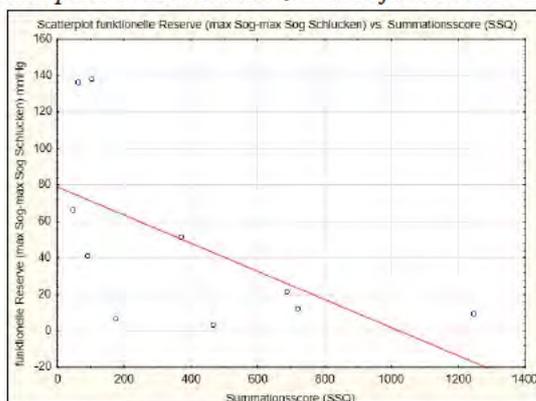
Innerhalb des Normkollektivs lässt sich eine Korrelation des Sogs zu den Fragen 16 ($r = -0,49615$) und 17 ($r = -0,475312$) sowie zum Summationsscore ($r = -0,512975$) des Sydney-Schluck-Fragebogens herstellen. Innerhalb der ALS-Patientengruppe sind hingegen keine Korrelationen zu anderen Parametern nachweisbar.

Scatterplot 5: Korrelation zwischen maximalem Sog beim Schlucken und Summationsscore SSQ (Normkollektiv)



Es zeigt sich weiterhin eine signifikante Korrelation zwischen der Differenz von Maximalsog mit Filter und dem maximalen Sog während des Schluckvorgangs zum Summationsscore des SSQ ($r = -0,648485$) innerhalb der ALS-Patientengruppe (vgl. Begriff der *Funktionellen Reserve*). Diese Korrelation lässt sich im Normkollektiv nicht nachweisen.

Scatterplots 6: Korrelation zwischen funktioneller Reserve und Summationsscore (SSQ) (ALS-Patientengruppe)



3.5 FEES-Parameter: Leaking, Retention, Penetration/Aspiration

3.5.1 FEES-Parameter im Normkollektiv

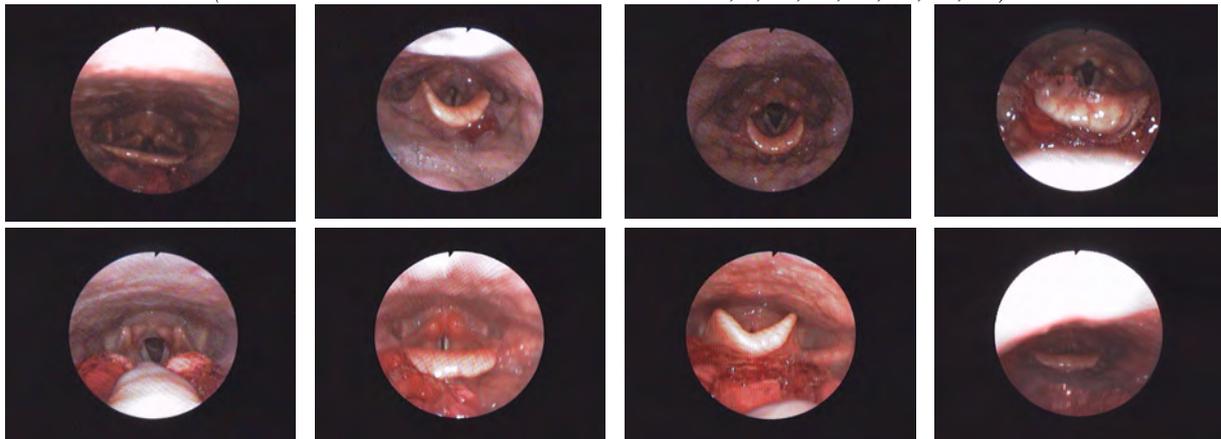
Die mittels FEES erhobenen Parameter Leaking und Retention sowie die Einordnung von Penetration und Aspiration auf der Penetrations-Aspirations-Skala in Anlehnung an Rosenbek zeigen insgesamt wenig Auffälligkeiten. Es werden ausschließlich die Scores 0 und 1 für den Parameter Leaking nachgewiesen. Für Retention wird mit Ausnahme eines Probanden (Score 1) durchweg der Score 0 vergeben. Es zeigt sich in der Bewertung von Penetration/Aspiration durchgehend ein Score von 1 (physiologisch). Die Probanden erweisen sich bzgl. der Scores homogen, es lassen sich keine signifikant geschlechtsspezifischen Unterschiede nachweisen. Bei den Patienten, bei denen ein Leaking dokumentiert ist, besteht jeweils keine Retention. Der Proband mit der Retention weist hingegen kein Leaking auf. In einem Fall verlief der gesamte Schluckvorgang nebenbefundlich stark verlangsamt. Nachfolgend ist die Beurteilung von Leaking, Retention und Penetration/Aspiration als tabellarische Übersicht dargestellt.

Tabellarische Übersicht 17: Scores für Leaking, Retention, Penetration/Aspiration (Normkollektiv)

	Leaking	Retention	Penetration/Aspiration
NK 1	0	0	1
NK 2	0	0	1
NK 3	0	0	1
NK 4	0	0	1
NK 5	1	0	1
NK 6	0	0	1
NK 7	0	0	1
NK 8	1	0	1
NK 9	0	0	1
NK 10	1	0	1
NK 11	1	0	1
NK 12	1	0	1
NK 13	0	0	1
NK 14	1	0	1
NK 15	1	0	1
NK 16	1	0	1
NK 17	0	0	1
NK 18	0	1	1
NK 19	0	0	1
NK 20	0	0	1

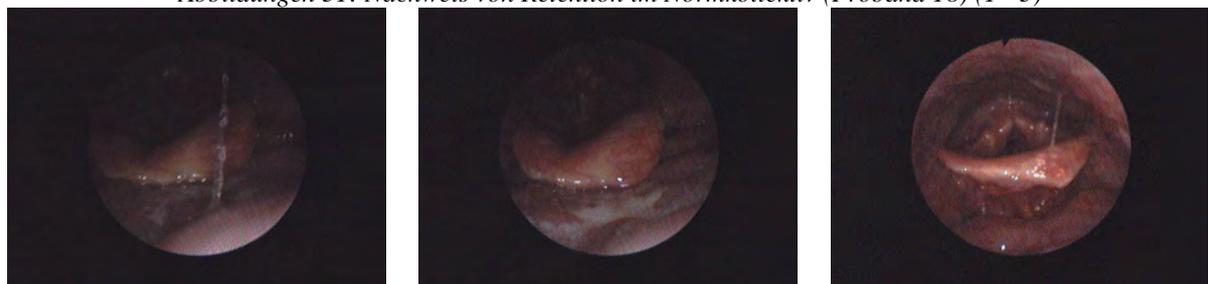
Leaking, das vorzeitige, vor dem Auslösen des Schluckreflexes stattfindende Abgleiten eines Nahrungsbolus über den Zungengrund in den Pharynx, wird bei insgesamt 8 Probanden beobachtet (vgl. nachstehende Abbildungen).

Abbildungen 30: Nachweis von Leaking im Normkollektiv (1 - 8)
(von links oben nach rechts unten: Probanden 5, 8, 10, 11, 12, 14, 15, 16)



Die Retention, der Verbleib von Bolusresten nach dem Schluckvorgang, wird nur bei einem der Probanden des Normkollektivs dokumentiert (vgl. nachstehende Abbildungen).

Abbildungen 31: Nachweis von Retention im Normkollektiv (Proband 18) (1 - 3)



Insgesamt handelt es sich bei den Pathologien um geringgradige Befunde (Score 1).

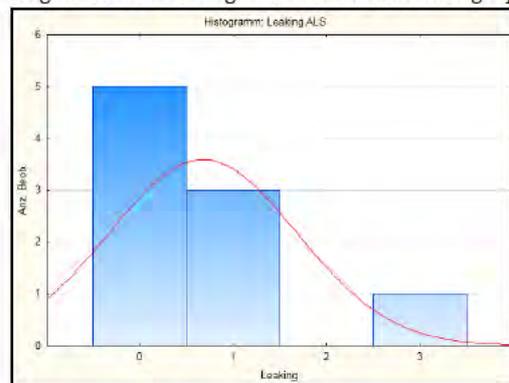
3.5.2 FEES-Parameter in der ALS-Patientengruppe

In der ALS-Patientengruppe werden für Leaking hauptsächlich die Scores 0 und 1 vergeben, bei einem Patienten der Maximalwert von 3. Bezüglich der Retention werden heterogen das gesamte Spektrum umfassende Werte von 0 bis 3 dokumentiert. Abgesehen von einem Patienten (Score 2) wird für Penetration/Aspiration durchgehend der Score 1 vergeben (o. B.). Die Probanden zeigen sich insgesamt bzgl. der Scores homogen, es lassen sich keine signifikant geschlechtsspezifischen Unterschiede innerhalb der Patientengruppe nachweisen. Bei einer Patientin sind die Scores für Leaking, Retention sowie Penetration/Aspiration nicht bestimmbar, da die FEES in der Durchführung nicht toleriert und in der Folge frühzeitig, ohne Durchführung des Schluckaktes, abgebrochen werden musste. Nachfolgend ist eine tabellarische Übersicht über die Beurteilung von Leaking, Retention, Penetration/Aspiration aufgeführt.

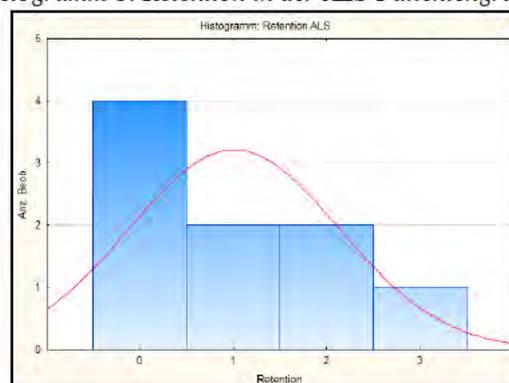
Tabellarische Übersicht 18: Scores für Leaking, Retention, Penetration/Aspiration (ALS-Patientengruppe)

	Leaking	Retention	Penetration/Aspiration
ALS 1		FEES nicht toleriert	
ALS 2	1	0	1
ALS 3	0	0	1
ALS 4	0	2	1
ALS 5	1	0	1
ALS 6	3	3	1
ALS 7	0	1	1
ALS 8	0	1	1
ALS 9	0	0	1
ALS 10	1	2	2

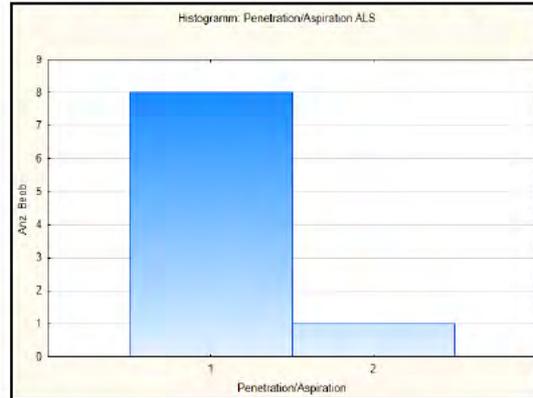
Histogramm 7: Leaking in der ALS-Patientengruppe



Histogramm 8: Retention in der ALS-Patientengruppe

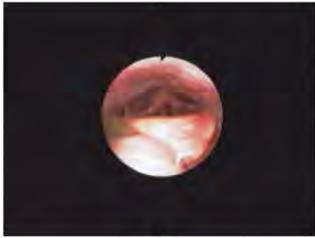
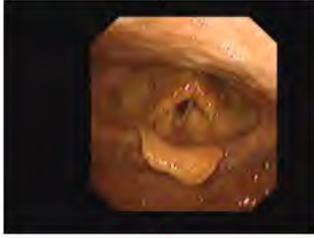
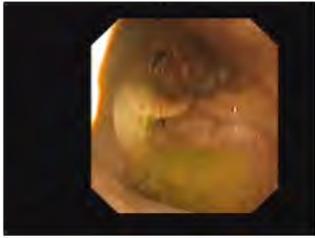
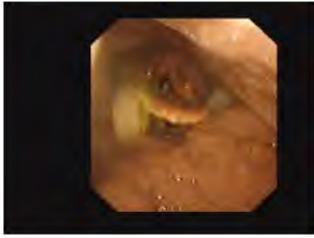


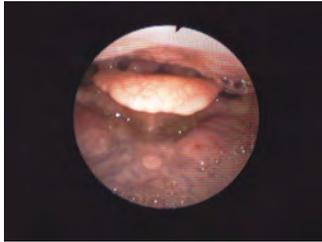
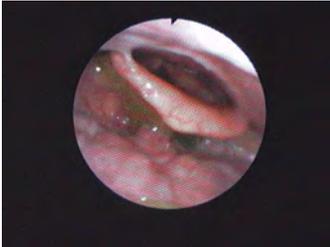
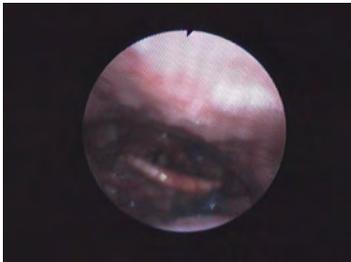
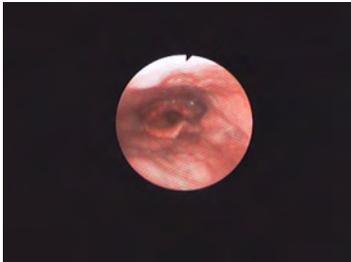
Histogramm 9: Penetration/Aspiration in der ALS-Patientengruppe



Nachstehend sind die per FEES erhobenen Befunde tabellarisch dokumentiert.

Tabellarische Übersicht 19: Per FEES dokumentierte Pathologien ALS-Patientengruppe

ALS-Patient	Leaking	Retention	Penetration
1	FEES durchgeführt, aber Schlucken und somit eine Beurteilung der genannten Parameter während der Untersuchung nicht toleriert. Vermutlich aufgrund ausgeprägter dysphagischer Symptomatik potentiell höhere Scores erreicht.		
2	1 	0	1 
3	0	0	1 
4	0	2 	1 
5	1 	0	1 

ALS-Patient	Leaking	Retention	Penetration
6	3 	3 	1 
7	0	1 	1 
8	0	1 	1 
9	0	0	1 
10	1 	2 	2 

3.5.3 Vergleich der Kollektive

Im Vergleich von Normkollektiv und ALS-Patientengruppe zeigt sich ein signifikanter Unterschied (p-Wert: 0,00194) der Retention-Scores. Die Scores von Leaking und Penetration/Aspiration differieren hingegen nicht signifikant. Es zeigen sich besonders in den Penetration-Aspirations-Scores (bis auf eine Ausnahme, Score von 2) homogene Scores von 1 (o. B.). In der geschlechtsspezifischen Zuordnung wird offenbar, dass (pathologische) Scores von 2 und 3 allesamt durch weibliche Probanden des ALS-

Patientenkollektivs erreicht werden. Eine signifikante Abgrenzung zwischen weiblichen Vertretern des Normkollektivs (Scores 0 - 1) und der ALS-Patientengruppe (Scores 0 - 3) wird immanent (p-Wert: 0,0054). Die männlichen Probanden (ALS-Patientengruppe und Normkollektiv) zeigen sich bezüglich der Scores homogen (0 - 1). Verdeutlicht wird dies durch die nachstehenden tabellarischen Übersichten:

Tabellarische Übersicht 20: Weibliche Probanden aus ALS-Patientengruppe und Normkollektiv: Scores für Leaking, Retention, Penetration/Aspiration

	Leaking	Retention	Penetration/Aspiration
NK	0	0	1
NK	0	0	1
NK	1	0	1
NK	1	0	1
NK	1	0	1
NK	1	0	1
NK	1	0	1
NK	1	0	1
NK	0	0	1
NK	0	0	1
ALS	FEES nicht toleriert		
ALS	0	2	1
ALS	1	0	1
ALS	3	3	1
ALS	0	1	1
ALS	0	0	1
ALS	1	2	2

Tabellarische Übersicht 21: Männliche Probanden aus ALS-Patientengruppe und Normkollektiv: Scores für Leaking, Retention, Penetration/Aspiration

	Leaking	Retention	Penetration/Aspiration
NK	0	0	1
NK	0	0	1
NK	0	0	1
NK	0	0	1
NK	1	0	1
NK	0	0	1
NK	1	0	1
NK	0	0	1
NK	0	1	1
NK	0	0	1
ALS	1	0	1
ALS	0	0	1
ALS	0	1	1

3.5.4 Korrelationen zu weiteren Studienparametern

Retention korreliert nur unter Berücksichtigung beider Kollektive zu Alter ($r = 0,445741$) und Summationsscore des SSQ ($r = 0,456198$). In den einzelnen Kollektiven sind hingegen keine Korrelationen nachweisbar. Die oben genannten Zusammenhänge zu Alter und Summationsscore sind daher in der weiteren Auswertung zu vernachlässigen.

3.6 Sydney-Schluck-Fragebogen

3.6.1 Auswertung Einzelfragen

In der Auswertung der Einzelfragen zeigen sich deutliche Unterschiede in den Scores beider Kollektive (Normkollektiv und ALS-Patientengruppe) zueinander. Es offenbaren sich mit

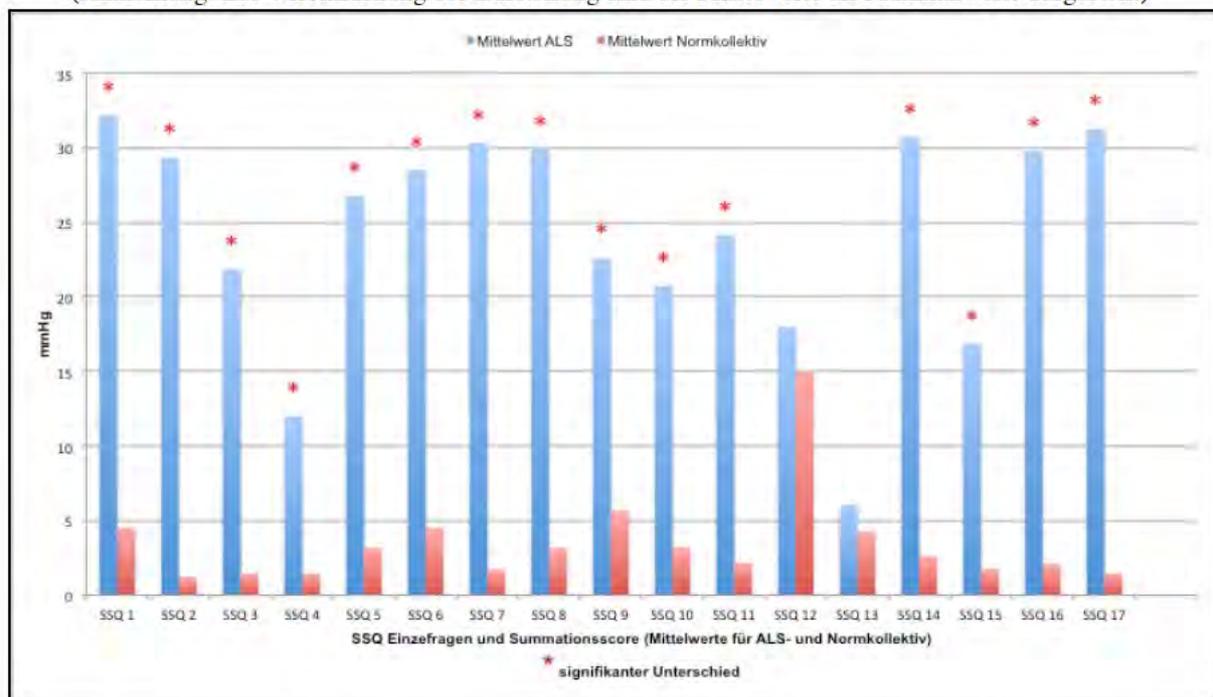
Ausnahme von Frage 12 und 13 höhere Einzelscores in der ALS-Patientengruppe als im Normkollektiv mit signifikantem Unterschied (p-Wert < 0,05). Dies wird durch nachstehende Tabelle und Abbildung illustriert.

Tabellarische Übersicht 22: Vergleich der Einzelscores im SSQ beider Kollektive zueinander

Parameter	Normkollektiv				ALS-Patientengruppe				p-Wert	Test
	Mean (%)	Median (%)	Minimum (%)	Maximum (%)	Mean (%)	Median (%)	Minimum (%)	Maximum (%)		
SSQ 1	4,53	2,1	0	19,8	32,61	26,55	2,1	97,9	0,000893	t-test
SSQ 2	1,25	1	0	5,2	29,36	12	2,1	98,9	0,000983	t-test
SSQ 3	1,455	0,5	0	5,2	21,87	5,75	1,2	98,9	0,006049	t-test
SSQ 4	1,445	1	0	8,3	11,99	7,3	2,1	41,7	0,000731	t-test
SSQ 5	3,175	2,1	0	17,7	26,77	13	2,1	95,8	0,003001	t-test
SSQ 6	4,525	2,1	0	25	28,522 22	8,3	2,1	95,8	0,005248	t-test
SSQ 7	1,715	1	0	12,5	30,32	21,35	1	94,8	0,000459	t-test
SSQ 8	3,18	2,1	0	15,6	29,89	5,75	1	93,8	0,004257	t-test
SSQ 9	5,67	2,1	0	34,4	22,61	8,85	1	91,7	0,023573	t-test
SSQ 10	3,225	1	0	14,6	20,73	10,4	2,1	93,8	0,011702	t-test
SSQ 11	2,185	1	0	13,5	24,155	7,275	1	94,8	0,003738	t-test
SSQ 12	15	20	0	40	18	20	0	20	0,524016	Mann-Whitney U-Test
SSQ 13	4,26	1,55	0	46,9	6,05	3,4	0	26	0,633318	t-test
SSQ 14	2,65	2,1	0	9,4	30,725	10,425	0	90,6	0,001662	t-test
SSQ 15	1,77	1,55	0	6,3	16,864	6,25	1	73,9	0,008533	t-test
SSQ 16	2,085	1,55	0	8,3	29,795	15,1	2,1	93,8	0,000429	t-test
SSQ 17	1,455	1	0	6,3	31,255	9,9	2,1	97,9	0,001237	t-test

Abbildung 32: Vergleich der Einzelscores im SSQ beider Kollektive zueinander

(Anmerkung: Zur Vereinfachung der Darstellung sind die Mittelwerte als Maximalwerte dargestellt)



Innerhalb des Normkollektivs sowie innerhalb der ALS-Patientengruppe zeigen sich in keiner Frage signifikante geschlechtsspezifische Unterschiede. Die beiden Kollektive sind für sich genommen bezüglich der Beantwortung der Einzelfragen im SSQ homogen. Bei Betrachtung ausschließlich der männlichen Probanden beider Kollektive zueinander imponiert eine signifikante Differenz bei den Fragen 7 (p-Wert: 0,017106), 11 (p-Wert: 0,033401), 15 (p-Wert:

0,039533) und 17 (p-Wert: 0,047148). Jedoch sind die Mittelwerte der Scores bei den hervorgehobenen Fragen recht niedrig (< 6%). Die genannten Signifikanzen sind daher weitestgehend zu vernachlässigen. Deutlich differierende Ergebnisse ergibt der Vergleich der weiblichen Probanden von Normkollektiv und ALS-Patientengruppe. Es zeigen sich hier in den Einzelscores wesentlich höhere Werte bei den ALS-Erkrankten. Abgesehen von den Fragen 12 und 13 sind die Unterschiede signifikant, wie nachfolgende Tabelle illustriert:

Tabellarische Übersicht 23: Signifikante Unterschiede der Einzelscores im Vergleich der weiblichen Probanden von Normkollektiv und ALS-Patientengruppe

Parameter	Mittelwert NK (%)	Mittelwert ALS (%)	p-Wert	Test
SSQ 1	3,12	45,2429	0,000865	t-test
SSQ 2	0,83	40,4571	0,003324	t-test
SSQ 3	0,82	29,9143	0,016544	t-test
SSQ 4	0,61	15,4857	0,002937	t-test
SSQ 5	2,91	36,6143	0,007917	t-test
SSQ 6	4,36	40,7833	0,009153	t-test
SSQ 7	1,66	41,3714	0,001831	t-test
SSQ 8	3,33	41,0714	0,011793	t-test
SSQ 9	5,82	29,9143	0,040283	t-test
SSQ 10	2,49	27,8286	0,025801	t-test
SSQ 11	2,59	32,2786	0,016129	t-test
SSQ 12	12	17,14286	0,294058	Mann-Whitney U-Test
SSQ 13	1,85	6,7714	0,13766	t-test
SSQ 14	2,17	41,9571	0,005142	t-test
SSQ 15	1,56	22,0057	0,03258	t-test
SSQ 16	1,66	40,4786	0,001545	t-test
SSQ 17	0,93	42,4143	0,005055	t-test

Es folgt nun eine Betrachtung der einzelnen Fragen.

3.6.1.1 Frage 1: Wie groß sind Ihre Schwierigkeiten in letzter Zeit beim Schlucken?

Die Mittelwerte der ersten Frage (angegeben in Prozent, %) differieren zwischen Normkollektiv (Mittelwert: 4,53 %) und ALS-Patientengruppe (Mittelwert: 32,61 %) signifikant (p-Wert: 0,000893). Im Geschlechtervergleich zeigen sich ebenfalls signifikante Unterschiede (p-Wert: 0,000865) bei den weiblichen Teilnehmern (Mittelwerte Normkollektiv 3,12 % vs. ALS-Patientengruppe 45,24 %).

3.6.1.2 Frage 2: Wie viel Schwierigkeiten haben Sie, Getränke mit dünnflüssiger Konsistenz (wie Tee, Softdrinks, Bier oder Kaffee) zu schlucken?

Die Mittelwerte der Beantwortung dieser Frage zeigen sich zwischen Normkollektiv (Mittelwert: 1,25 %) und ALS-Patientengruppe (Mittelwert: 29,36 %) signifikant (p-Wert: 0,000983). Im Geschlechtervergleich offenbaren sich signifikante Unterschiede (p-Wert: 0,003324) bei den weiblichen Teilnehmern (Mittelwerte Normkollektiv 0,83 % vs. ALS-Patientengruppe 40,46 %).

3.6.1.3 Frage 3: Wie viel Schwierigkeiten bereitet Ihnen das Schlucken von dickflüssigen Getränken oder Speisen (wie Milchshake, Suppe oder Vanillesoße)?

Die Mittelwerte variieren zwischen Normkollektiv (Mittelwert: 1,45 %) und ALS-Patientengruppe (Mittelwert: 21,87 %) signifikant (p-Wert: 0,006049). Im Geschlechtervergleich finden sich ebenfalls signifikante Unterschiede (p-Wert: 0,016544) bei den weiblichen Teilnehmern (Mittelwerte Normkollektiv 0,82 % vs. ALS-Patientengruppe 29,91 %).

3.6.1.4 Frage 4: Wie viel Schwierigkeiten bereitet Ihnen das Schlucken von weichen Nahrungsmitteln (wie Apfelmus, Rührei oder Kartoffelpüree)?

Auch in der Beantwortung der vierten Frage durch Normkollektiv (Mittelwert: 1,45 %) und ALS-Patientengruppe (Mittelwert: 11,99 %) zeigen sich signifikant (p-Wert: 0,000731) voneinander differierende Ergebnisse. Im Geschlechtervergleich lassen sich signifikante Unterschiede (p-Wert: 0,002937) bei den weiblichen Teilnehmern (Mittelwerte Normkollektiv 0,61 % vs. ALS-Patientengruppe 15,49 %) finden.

3.6.1.5 Frage 5: Wie viel Schwierigkeiten bereitet Ihnen das Schlucken von festen Nahrungsmitteln (wie Steak, rohem Apfel oder roher Karotte)?

Zwischen Normkollektiv (Mittelwert: 3,18 %) und ALS-Patientengruppe (Mittelwert: 26,77 %) lassen sich signifikante (p-Wert: 0,003001) Unterschiede nachweisen. Bei den weiblichen Teilnehmern (Mittelwerte Normkollektiv 2,91 % vs. ALS-Patientengruppe 36,61 %) ist dies ebenfalls der Fall (p-Wert: 0,007917).

3.6.1.6 Frage 6: Wie viel Schwierigkeiten bereitet Ihnen das Schlucken von trockenen Nahrungsmitteln (wie Brot, Keksen oder Nüssen)?

Signifikant (p-Wert: 0,005248) differieren die Mittelwerte in Norm- (Mittelwert: 4,52 %) und Patientenkollektiv (Mittelwert: 28,52 %) voneinander. Im Geschlechtervergleich zeigen sich signifikante Unterschiede (p-Wert: 0,009153) bei den weiblichen Teilnehmern (Mittelwerte Normkollektiv 4,36 % vs. ALS-Patientengruppe 40,78 %).

3.6.1.7 Frage 7: Haben Sie Schwierigkeiten, Ihren eigenen Speichel zu schlucken?

Die Mittelwerte differieren zwischen Normkollektiv (Mittelwert: 1,72 %) und ALS-Patientengruppe (Mittelwert: 30,32 %) signifikant (p-Wert: 0,000459). Im Geschlechtervergleich finden sich bei Männern (p-Wert: 0,017106) und Frauen (p-Wert: 0,001831) signifikante Unterschiede. Die Mittelwerte der weiblichen Teilnehmer liegen im Normkollektiv bei 1,66 %, in der ALS-Patientengruppe bei 41,37 % während sich bei den männlichen Teilnehmern lediglich niedrige Mittelwerte von 1,77 % und 4,53 % gegenüberstehen.

3.6.1.8 Frage 8: Haben Sie Schwierigkeiten beim Hinunterschlucken?

Auch bei der Beantwortung der achten Frage lassen sich signifikante (p-Wert: 0,004257) Differenzen der Mittelwerte von Normkollektiv (Mittelwert: 3,81 %) und ALS-Patientengruppe (Mittelwert: 29,89 %) vorweisen. Ebenfalls signifikante Unterschiede zeigen sich im Geschlechtervergleich (p-Wert: 0,011793) bei den weiblichen Teilnehmern (Mittelwerte Normkollektiv 3,33 % vs. ALS-Patientengruppe 41,07 %).

3.6.1.9 Frage 9: Haben Sie das Gefühl, dass Essen in Ihrem Rachen hängen bleibt?

Mit einem p-Wert von 0,023573 sind die Mittelwerte von Normkollektiv (Mittelwert: 5,67 %) und ALS-Patientengruppe (Mittelwert: 22,61 %) signifikant verschieden. Im Geschlechtervergleich bestätigen sich signifikante Unterschiede (p-Wert: 0,040283) bei den weiblichen Teilnehmern (Mittelwerte Normkollektiv 5,82 % vs. ALS-Patientengruppe 29,91 %).

3.6.1.10 Frage 10: Müssen Sie jemals husten oder würgen, wenn Sie feste Speisen (wie Brot, Fleisch oder Äpfel) essen?

Mit Mittelwerten von 3,23 % (Normkollektiv) und 20,73 % (ALS-Patientengruppe) zeigen sich signifikante Unterschiede im Vergleich der Kollektive (p-Wert: 0,011702). Diese präsentieren sich im Geschlechtervergleich ebenfalls signifikant (p-Wert: 0,025801) bei den weiblichen Teilnehmern (Mittelwerte Normkollektiv 2,49 % vs. ALS-Patientengruppe 27,83 %).

3.6.1.11 Frage 11: Müssen Sie husten oder würgen, wenn Sie Flüssigkeiten (wie Kaffee, Tee, Wasser oder Bier) trinken?

Die Mittelwerte differieren zwischen Normkollektiv (Mittelwert: 2,19 %) und ALS-Patientengruppe (Mittelwert: 24,15 %) signifikant (p-Wert: 0,003738). Es lassen sich bei Männern und Frauen im Vergleich der Kollektive ebenfalls signifikante Differenzen ausmachen. So liegen die Mittelwerte der weiblichen Teilnehmer bei 2,59 % im Normkollektiv und 32,28 % in der ALS-Patientengruppe (p-Wert: 0,016129). Die männlichen Teilnehmer weisen zwar signifikante (p-Wert: 0,033401) Unterschiede der jedoch in beiden Fällen niedrigen Mittelwerte auf (1,78 % vs. 5,2 %).

3.6.1.12 Frage 12: Wie lange benötigen Sie für eine durchschnittliche Mahlzeit?

Es zeigen sich im Vergleich der Einzelscores der Frage 12 bzgl. der Kollektive sowie der Geschlechter keine signifikanten Ergebnisse.

3.6.1.13 Frage 13: Gelangen Flüssigkeiten oder Nahrungsmittel beim Schlucken in die Nase oder kommen aus der Nase heraus?

Es zeigen sich im Vergleich der Einzelscores der Frage 13 bzgl. der Kollektive sowie der Geschlechter wie in der vorherigen Frage keine signifikanten Ergebnisse.

3.6.1.14 Frage 14: Müssen Sie mehr als einmal schlucken, damit das Essen runter geht?

Die Mittelwerte differieren zwischen Normkollektiv (Mittelwert: 2,65 %) und ALS-Patientengruppe (Mittelwert: 30,73 %) signifikant (p-Wert: 0,001662). Bei den weiblichen Teilnehmern (Mittelwerte Normkollektiv 2,17 % vs. ALS-Patientengruppe 41,96 %) lassen sich diese signifikanten Unterschiede ebenfalls finden (p-Wert: 0,005142).

3.6.1.15 Frage 15: Müssen Sie während einer Mahlzeit Nahrungsmittel oder Flüssigkeit hochhusten oder ausspucken?

Signifikante Differenzen zwischen Normkollektiv (Mittelwert: 1,77 %) und ALS-Patientengruppe (Mittelwert: 16,86 %) lassen sich bei Frage 15 zeigen (p-Wert: 0,008533). Im Geschlechtervergleich präsentieren sich signifikante Unterschiede sowohl bei männlichen als auch weiblichen Teilnehmern. Frauen des Normkollektivs setzen einen Mittelwert von 1,56 % dem der ALS-Patientengruppe von 22,01 % entgegen (p-Wert: 0,03258). Männer erreichen einen Mittelwert mit signifikantem Unterschied (p-Wert: 0,039533) von 1,98 % vs. 4,87 %.

3.6.1.16 Frage 16: Wie hoch schätzen Sie den Schweregrad Ihres Schluckproblems heute ein?

Zwischen Normkollektiv (Mittelwert: 2,09 %) und ALS-Patientengruppe (Mittelwert: 29,79 %) differieren die Mittelwerte signifikant (p-Wert: 0,000429). Frauen beider Kollektive offenbaren ebenfalls signifikante Unterschiede (p-Wert: 0,001545) zueinander in der Beantwortung der Frage 16 (Mittelwerte Normkollektiv 1,66 % vs. ALS-Patientengruppe 40,48 %). Ein Patientin hat die Frage nicht beantwortet.

3.6.1.17 Frage 17: Wie sehr beeinträchtigt Ihr Schluckproblem Ihre Lebensfreude oder Ihre Lebensqualität?

Die Mittelwerte differieren hier zwischen Normkollektiv (Mittelwert: 1,45 %) und ALS-Patientengruppe (Mittelwert: 31,25 %) ebenfalls signifikant (p-Wert: 0,001237). Im Geschlechtervergleich zeigen sich signifikante Unterschiede in beiden Kollektiven. Frauen erreichen Mittelwerte von 0,93 % (Normkollektiv) und 42,41 % (ALS-Patientengruppe)

(p-Wert: 0,005055). Männer weisen Mittelwerte von 1,98 % (Normkollektiv) und 5,22 % (ALS-Patientengruppe) auf (p-Wert: 0,047148).

3.6.1.18 Korrelationen zwischen Einzelscores des SSQ und weiteren Studienparametern

Abgesehen von den Fragen 9, 12 und 13 tritt in Zusammenschau beider Kollektive eine negative Korrelation des Scores der Einzelfragen zum ermittelten Maximalsog mit Filter auf. Eine Korrelation der Einzelfragen zum maximalen Sog während des Schluckvorgangs lässt sich unter Betrachtung beider Kollektive hingegen nicht nachweisen. Aufgrund der Inhomogenität beider Kollektive zueinander sind die oben aufgeführten Korrelationen nicht aussagekräftig. Innerhalb des Normkollektivs offenbart sich ausschließlich eine Korrelation der Fragen 16 ($r = -0,49615$) und 17 ($r = -0,475312$) zum maximalen Sog während des physiologischen Schluckvorgangs. Korrelationen zum maximalen Sog mit und ohne Filter bestehen hier nicht. Die ALS-Patientengruppe weist lediglich eine Korrelation ($r = -0,666382$) zwischen maximalem Sog mit Filter und Frage 2 des SSQ auf.

3.6.2 Auswertung Summationsscore Fragen 1-17

Szczesniak et al. (2014) legten für den SSQ in ihrer Analyse (73 gesunde Studienteilnehmer, Durchschnittsalter 58,6 Jahre) erstmals einen oberen Grenzwert von 234 Punkten für ein Probandenkollektiv ohne dysphagische Symptomatik fest. Der Mittelwert des Summationsscores wird im Normkollektiv von Szczesniak et al. (2014) mit 59,0 Punkten angegeben. Eine alters- oder geschlechtsabhängige Korrelation des SSQ-Scores konnte damals nicht nachgewiesen werden:

„The calculated upper limit of the reference interval was 234 with a 90 % CI. The SSQ scores in a nondysphagic population are not influenced by age or gender.“ (Szczesniak et al. 2014, 535)

„There was no significant correlation between age and SSQ dysphagia score (Spearman's rho $r_s = 0,140$, $p = 0,239$). Likewise, the point-biserial correlation coefficient did not show a statistically significant relationship between SSQ score and gender ($r_{pb} = 0,021$, $p = 0,857$).“ (Szczesniak et al. 2014, 536)

Der genannte Grenzwert dient als Referenz für den Summationsscore in der vorliegenden Studie. Bei der Beantwortung des Sydney Swallow Questionnaire kann maximal ein Totalscore von 1700 erreicht werden (Mulcahy et al. 2012).

3.6.2.1 Normkollektiv

Insgesamt wird im Normkollektiv bei Summation der Einzelscores ein Mittelwert von 59,6 Punkten erreicht. Der Median liegt bei 47,9 Punkten. Minimal werden 10,2, maximal 140,9 Punkte zugeordnet. Die männlichen Probanden erreichen im Mittel 70,4, im Median 68,8 Punkte. Minimal werden 11,5, maximal 129,3 Punkte vergeben. Die weiblichen Probanden weisen im Mittel 48,7 Punkte auf, im Median 40,5 Punkte. Minimal werden 10,2, maximal 129,3 Punkte erreicht. Mit einem Maximalwert von 140,9 liegen alle erreichten

Summationswerte unterhalb des Grenzwertes von 234, wie für eine Studiengruppe ohne dysphagische Symptomatik beschrieben. Des Weiteren befindet sich der Mittelwert des Summationsscores (59,6 Punkte) nahe dem in der Referenzstudie (59,0 Punkte, Szczesniak et al. 2014) angegebenen. Das Kollektiv zeigt sich bezogen auf den Summationsscore im Vergleich der Geschlechter homogen.

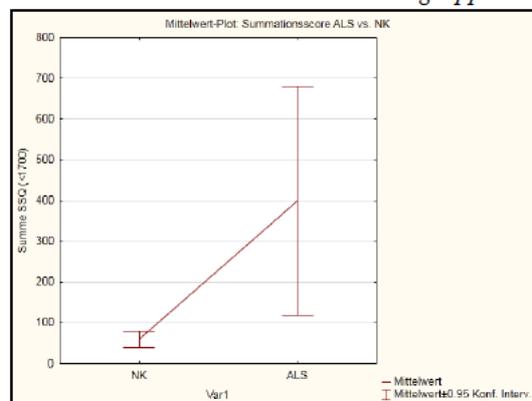
3.6.2.2 ALS-Patientengruppe

Im Mittel erreichen Probanden der ALS-Patientengruppe 399,1 Punkte, der Median ist auf 276,2 Punkte festgesetzt. Minimal werden 48,7, maximal 1248 Punkte erreicht. Männliche Probanden weisen im Vergleich zu den weiblichen Vertretern niedrigere Werte auf: Mittelwert 88,4 Punkte, Median 93,1 Punkte. Minimal werden 65,8, maximal 106,4 Punkte vergeben. Die weiblichen Teilnehmer können hingegen einen Mittelwert von 532,2 Punkten aufweisen, sowie einen Median von 467,8 Punkten. Minimal werden 48,7 Punkte erzielt, maximal 1248 Punkte. Somit liegen die Werte der weiblichen Probanden deutlich über dem in der Literatur beschriebenen Grenzwert von 234. Der Score der männlichen Probanden findet sich unterhalb des Grenzwertes ein. Das Kollektiv zeigt sich dennoch insgesamt im Geschlechtervergleich nicht signifikant bezogen auf den Summationsscore.

3.6.2.3 Vergleich der Kollektive

Im Vergleich der von Normkollektiv und ALS-Patientengruppe dokumentierten Werte zeigen sich im gesamten Kollektiv sowie bei den Frauen signifikante Unterschiede bzgl. des Totalscores des Sydney-Schluck-Fragebogens. Mit einem p-Wert von 0,000895 präsentieren sich die durch die ALS-Patientengruppe angegebenen Werte im Summationsscore deutlich höher (Mittelwert 399,1 Punkte vs. 59,6 Punkte) als die der gesunden Probanden. Bei den weiblichen Probanden ergibt sich abhängig von der Kollektivzugehörigkeit ebenfalls eine signifikante Differenz des Mittelwertes (532,2 Punkte vs. 48,7 Punkte) mit einem p-Wert von 0,002916.

Mittelwert-Plot 3: Summationsscore ALS-Patientengruppe vs. Normkollektiv



Tabellarische Übersicht 24: Der Summationsscore in beiden Kollektiven im Vergleich

Parameter	Normkollektiv				ALS-Patientengruppe				p-Wert	Test
	Mean (Punkte)	Median (Punkte)	Minimum (Punkte)	Maximum (Punkte)	Mean (Punkte)	Median (Punkte)	Minimum (Punkte)	Maximum (Punkte)		
Summe SSQ gesamt	59,575	47,95	10,2	140,9	399,084	276,2	48,7	1248	0,000895	Mann-Whitney U-Test
Summe SSQ männlich	70,44	68,75	11,5	140,9	88,43333	93,1	65,8	106,4	0,446873	Mann-Whitney U-Test
Summe SSQ weiblich	48,71	40,45	10,2	129,3	532,22	467,8	48,7	1248	0,002916	Mann-Whitney U-Test

3.6.2.4 Korrelation zu weiteren Studienparametern

In gemeinsamer Betrachtung beider Kollektive zeigen sich Korrelationen des Summationsscores zum maximalen Sog mit Filter ($r = -0,504394$) sowie zum Alter ($r = 0,569136$). Aufgrund der oben genannten Problematik sind diese Zusammenhänge jedoch in den Hintergrund zu rücken. Bei der Analyse der einzelnen Kollektive lassen sich Korrelationen des Totalscores zum maximalen Sog während des Schluckvorgangs ($r = -0,5129751$, Normkollektiv) sowie zum maximalen Sog mit Filter ($r = -0,723408$, ALS-Patientengruppe) finden.

4. DISKUSSION

4.1 Diskussion der Ergebnisse

Im Fokus der vorliegenden Studie steht die Fragestellung, ob Patienten mit Amyotropher Lateralsklerose manometrisch einen verminderten intraoralen negativen Druckaufbau (Sog) aufweisen. Weiterführend ist zu klären, ob das Ausmaß der Schluckbeschwerden (SSQ, FEES) mit den manometrischen Werten per Korrelation in Einklang zu bringen ist.

Der physiologische Schluckvorgang basiert auf dem komplexen Zusammenspiel muskulärer und nervaler Strukturen. Zwar bedingen kleinste motorische Einheiten die Möglichkeit feinsten Bewegungsabläufe, jedoch birgt dies eine potenziell hohe Vulnerabilität. So wird die am Schluckakt beteiligte Zungen-, Pharynx- und Gaumenmuskulatur teils über Hirnnerven versorgt (nn. V, VII, IX, X, XI, XII), deren Funktion beispielsweise im Rahmen von neurodegenerativen Erkrankungen stark beeinträchtigt sein kann. Ein Großteil an ALS-Patienten weist im Verlauf der Erkrankung eine derartige Störung der bulbären Muskulatur auf. Es resultieren Einschränkungen der Kau- und Schluckfunktion sowie der Artikulation. Die Nahrungsaufnahme ist u.a. durch unkontrollierte Faszikulationen sowie Kraftminderung und Steifigkeit der Zunge zunehmend erschwert bis nicht möglich. Aufgrund der pharyngealen Doppelfunktion als Luft- und Nahrungsweg bergen funktionelle Beeinträchtigungen des Schluckens lebensbedrohliche Konsequenzen.

Der Schluckakt wird in Anlehnung an Engelke et al. (2011) als Vorgang der Verschlussbildung intraoraler muskulärer Funktionsräume mit der Bildung negativer Druckamplituden aufgefasst. Entlang dieses Druckgefälles erfolgt der Transport des Nahrungsbolus. Beim Saugvorgang erreichen Speisen zunächst das subpalatinale Kompartiment (BFK 2), welches durch den subpalatinalen Raum und das Gaumengewölbe

samt Zungenoberfläche formiert wird. Hier sind in geschlossener Ruhelage, wie beispielsweise durch forciertes Schlucken induziert, negative Drücke verbunden mit einer Schrumpfung des Kompartimentes nachweisbar. Hieran angelehnt erfolgt die Durchführung von drei Trockenschluckversuchen in der vorliegenden Untersuchung. Die uneingeschränkte Verschlussbildung ist Voraussetzung für eine adäquate Schluck- (Schluss von BFV 1, 2, 4, 5, Öffnung von BFV 3, 6) und Saugfunktion (Schluss von BFV 3). Der velolinguale Verschluss (BFV 3) als Kontakt von Gaumensegel zu Zungenrund dient als dorsale Abgrenzung des subpalatinalen Kompartimentes und ist für die Sogentstehung essentiell. Störungen dieses Verschlusses, z. B. durch bulbäre Symptomatik bedingt, könnten daher eine Verminderung der Saugfunktion bedingen. Derzeit stehen wegweisende Forschungsergebnisse bezogen auf den Zusammenhang von Dysphagie und maximalen oralen Saugamplituden noch aus. Lediglich Forschungsansätze zum negativen Druckaufbau im Oropharynx und zur Physiologie des Saugvorgangs (s. o.) lassen sich finden. Nach Engelke et al. (2011) wird intraoraler subatmosphärischer Druck im subpalatinalen Kompartiment während des Schluckvorgangs durch eine Pumpfunktion erzeugt. Dieser dort vorherrschende negative Druck nimmt eine Schlüsselrolle in der weiteren Erforschung des Saugvorgangs samt dessen zeitlichem Ablauf, Koordination und Qualität ein. Erst ein umfassendes Wissen über die Saugphysiologie kann die Basis neuer therapeutischer Ansätze für die dysphagische Bevölkerung bieten.

Einige aktuelle Forschungsarbeiten widmen sich der Dokumentation und Auswertung intraoraler positiver Maximaldrücke (z. B. *maximal isometrischer Zungendruck*). Hier verweisen Forschungsgruppen im Vergleich zu gesunden Vergleichspopulationen auf signifikant verminderte Maximalwerte an Kollektiven mit oropharyngealen Erkrankungen wie beispielsweise Kopf-Hals-Tumoren. Insgesamt handelt es sich um einen ähnlichen Forschungs- und Settingansatz wie in der vorliegenden Arbeit (Maximaldruckmessung, oropharyngeale Beeinträchtigungen, Vergleich zweier Kollektive). Eine Korrelation von vermindertem maximalem Zungendruck zu einer Einschränkung der Schluckfunktion lässt sich nur in einigen Forschungsarbeiten zeigen. Butler et al. (2011) gehen beispielsweise von einem geringeren maximalen Zungendruck bei Patienten mit Aspirationsereignis aus. Dies könnte auf einen Aspekt der vorliegenden Studie - mit der Fragestellung eines erniedrigten intraoralen maximalen Sogs bei Patienten mit per FEES dokumentierten Pathologien - verweisen. Angaben des mittleren maximalen Zungendrucks einer gesunden Vergleichspopulation zeigen geringe Schwankungen zwischen 59,97 kPa bzw. 449,81 mmHg (Youmans und Stierwalt 2006), 60,15 kPa bzw. 451,16 mmHg (Lazarus et al. 2013) und 59,3 kPa bzw. 444,79 mmHg (Youmans und Stierwalt 2006). Der maximale Zungendruck ist der Studienlage folgend jeweils höher als der während des Schluckvorgangs erzeugte. Dies zeigt eine Parallele zu den Ergebnissen der vorliegenden Studie (maximaler Sog höher als Sog während des Schluckvorgangs) auf. Der von Robbins et al. (1995) eingeführte Begriff der *funktionellen Reserve* könnte in Verbindung der Ergebnisse unterschiedlicher Studien zum (positiven und negativen) Maximaldruck die Gewährleistung einer auch im Alter funktionierenden Schluckfunktion (als *submaximal task*) ermöglichen. In Anlehnung an die vorangegangenen Überlegungen ist somit auch eine funktionelle Reserve des maximalen Sogs im Verhältnis zum während des physiologischen Schluckvorgangs generierten denkbar.

Der aktuellen Studienlage folgend wird im maximalen isometrischen Zungendruck ein Indikator für das Vorliegen einer oropharyngealen Pathophysiologie identifiziert und in ihm ein geeignetes Mittel zur klinischen Evaluation des Schluckvorgangs gesehen. Diesem Ansatz folgend könnte der kombinierte Einsatz von FEES (pharyngeale Schluckfunktion) und Zungendruckmessung (orale Schluckfunktion) weitere richtungsweisende Erkenntnisse für rehabilitative und therapeutische Ansätze erbringen.

Aufgrund von Kompensationsmechanismen kann der progrediente Verlust der bulbären Funktion bei ALS-Patienten (teils vor Diagnosestellung) zunächst unerkannt bleiben. Ein Großteil dieser Patienten weist bereits ohne klinische Korrelation Zeichen einer Dysphagie in der endoskopischen Untersuchung auf. In Anlehnung an die dargestellten Untersuchungen zum maximalen Zungendruck kann dieser insbesondere bei ALS-Patienten als potentieller Marker für eine bulbäre Beteiligung und eine hiermit verbundene verkürzte Überlebenszeit eingesetzt werden. In aktuellen Forschungsarbeiten erwiesen sich maximale Zungendrücke bei ALS-Patienten im Vergleich zu einer gesunden Population signifikant vermindert (Easterling et al. 2013): Die männlichen (65 kPa bzw. 487,54 mmHg) und weiblichen (60 kPa bzw. 450,04 mmHg) Teilnehmer der gesunden Vergleichspopulation erreichten deutlich höhere Werte als ALS-Patienten (Mittelwerte zwischen 31,38 kPa bzw. 235,37 mmHg und 46,19 kPa bzw. 346,45 mmHg). Erkrankte mit bulbärer Symptomatik wiesen nochmals niedrigere Mittelwerte auf (12,16 kPa bzw. 91,21 mmHg bis 28 kPa bzw. 210,01 mmHg) (Easterling et al. 2013). Basierend auf dem Vorkommen von Zungenatrophie und -dyskinesie konnten Luchesi et al. (2013) bei ALS-Erkrankten mit bulbärer Beteiligung (und somit Schädigung der nn. hypoglossus, vagus und glossopharyngeus) oropharyngeale Pathologien während des Schluckaktes nachweisen. So wurden am ALS-Kollektiv eine Beeinträchtigung der Abdichtung des weichen Gaumes, nasaler Reflux, unzureichender Larynxschluss und ein reduzierter Schutzmechanismus der Luftweges beobachtet. Eine Einschränkung des subpalatinalen Kompartimentes (für die Sogentstehung essentiell) durch die beeinträchtigte Abdichtung des weichen Gaumens bei ALS-Patienten ist somit möglich und muss in der aktuellen Studie bei der Auswertung der manometrischen Werte berücksichtigt werden.

4.1.1 Manometrie

Der diagnostische Einsatz einer einfachen, kostengünstigen und nicht invasiven Screening-Methode wie z. B. die Messung des intraoralen Sogs könnte eine erhebliche Entlastung für Patienten mit Schluckstörungen bedeuten. Zur Aufzeichnung der während des Schluckaktes vorherrschenden Drücke eignet sich die Manometrie. In Abgrenzung zur FEES (s. u.) wurde in der Studie versucht, anhand manometrischer Daten explizit Störungen der oralen Phase zu erkennen. Nachfolgend werden die Studienergebnisse hinsichtlich des maximal möglichen Sogs mit und ohne Filter im Messaufbau sowie der während des Schluckvorgangs maximal generierte negative Druck dargestellt (jeweils Mittelwerte).

Das Normkollektiv zeigt sich in der Erzeugung eines maximalen Sogs homogen (Mittelwert 260,3 mmHg) und ohne geschlechtsspezifisch signifikante Unterschiede. Weibliche Teilnehmer erzeugen hier dennoch höhere Werte als männliche Probanden (283,3 mmHg vs. 237,3 mmHg). Die maximale negative Druckerzeugung erweist sich in der ALS-

Patientengruppe ebenfalls homogen, wenn auch mit signifikant (p -Wert $< 0,01$) niedrigeren Werten im Vergleich zum Normkollektiv (96,7 mmHg vs. 260,3 mmHg). Signifikant verschieden sind auch die Messwerte der Frauen beider Kollektive zueinander (p -Wert $< 0,01$). Zwar nicht von Signifikanz, jedoch deutlich höher als die Werte der weiblichen Patienten erweisen sich die Messwerte der männlichen ALS-Erkrankten (154,7 mmHg vs. 71,9 mmHg). In der Zusammenschau beider Kollektive zeigt sich der Maximaldruck altersabhängig ($r = -0,466258$). Diese Korrelation ist jedoch bei der Betrachtung der einzelnen Gruppen jeweils nicht nachzuweisen und beruht daher vermutlich u.a. auf deren unterschiedlicher Zusammensetzung. In der Zusammenschau der Kollektive sowie in der Betrachtung der ALS-Patientengruppe, nicht jedoch des Normkollektivs, offenbart sich eine deutliche Korrelation zwischen maximalem Sog mit Filter und Summationsscore des SSQ ($r = -0,504394$). Je höher der erreichte Totalscore des Sydney Swallow Questionnaire, desto niedriger hierbei der manometrisch nachgewiesene Sog. Im Vergleich zu Voruntersuchungen von Santander et al. (2013) und Nilsson et al. (1996) (278,9 mbar bzw. 209,19 mmHg und 195 mbar bzw. 146,26 mmHg) passt sich der in der vorliegenden Studie ermittelte Mittelwert des maximalen Sogs (260,3 mmHg) – wenn auch bei anderem Versuchsaufbau - gut ein.

Hinsichtlich des Einflusses des in den Versuchsaufbau eingebrachten Filters (Aqua-Knot II Water Trap®) zeigen sich insgesamt sowie bei den männlichen Teilnehmern (p -Wert $< 0,05$) signifikante Unterschiede zwischen den mit und ohne Filter dokumentierten manometrischen Messwerten. So werden ohne Filter im Mittel deutlich höhere Sogwerte erzielt (391,7 mmHg vs. 260,3 mmHg). Frauen erreichen wie bei den Messungen mit Filter einen höheren, jedoch nicht signifikanten, Mittelwert als die Männer des Kollektivs (394,7 mmHg vs. 388,7 mmHg). Deutlich wird eine Korrelation zwischen den mit und ohne Aqua-Knot erreichten Sogwerten ($r = 0,727259$). Ob die nachgewiesene Korrelation ausschließlich auf dem Filter basiert ist zu diskutieren. Perspektivisch, auf der Basis weiterführender Untersuchungen, könnte die genannte Korrelation auf die Messungen mit Filter am Patientenkollektiv übertragen werden, mit dem Ziel, die konstruierten Werte ohne Filter aufzuzeigen, um diese für den Vergleich mit anderen Forschungsarbeiten (ohne Filter) nutzen zu können. Hinweise auf eine Korrelation von maximalem Sog mit und ohne Filter auf den während des Schluckvorganges erzeugten Sog gibt es nicht. Hier ist der Einfluss des Filters in nachfolgenden Untersuchungen zu prüfen.

Die maximal erreichten Sogwerte (mit Ausnahme eines Probanden des Normkollektivs) liegen allesamt oberhalb der negativen Druckwerte während des Schluckvorgangs, simuliert durch die Trockenschluckversuche (Normkollektiv: 260,3 mmHg vs. 49,6 mmHg). Es ist diesen Ergebnissen folgend ebenfalls von einer funktionellen Reserve (vgl. Robbins et al. 1995) zwischen maximal erzeugbarem und für den Schluckvorgang notwendigen Druck auszugehen. Es offenbart sich innerhalb der ALS-Patientengruppe, nicht jedoch im Normkollektiv, eine signifikante Korrelation zwischen der Differenz von Maximalsog mit Filter und dem maximalen Sog während des Schluckvorgangs zum Summationsscore des SSQ ($r = -0,648485$). Diese Korrelation könnte die These einer funktionellen Reserve stützen. Vereinfacht: Je höher der Summationsscore im SSQ, desto niedriger scheint die funktionelle Reserve im Patientenkollektiv zu sein.

Es lassen sich große interindividuelle Differenzen bezüglich des während des Schluckvorganges benötigten negativen Drucks aufzeigen (9 mmHg vs. 138 mmHg). Signifikante Unterschiede zwischen den von Normkollektiv und ALS-Patientengruppe erreichten Werten (49,6 mmHg vs. 48,4 mmHg) sowie Korrelationen zu anderen Parametern (insbesondere Alter) können während des Schluckvorgangs nicht ermittelt werden.

4.1.2 FEES

Die FEES, derzeit Goldstandard in der endoskopischen (nicht radiologischen) Beurteilung des Schluckvorgangs, eignet sich aufgrund ihrer geringen Invasivität und den geringen Kosten zur Früherkennung oropharyngealer Dysfunktionen. Es wurden bei den endoskopischen Untersuchungen am Normkollektiv keine Hinweise auf Einschränkungen der Schluckfunktion gefunden. Dies entspricht den Rekrutierungskriterien für das Normkollektiv. Lediglich hinsichtlich der Dokumentation von Retentionsereignissen zeigen sich deutlich höhere und heterogenere Werte im ALS-Patientenkollektiv (Score 0 - 3). Diesen Befund unterstreichend offenbaren sich im Vergleich signifikante Unterschiede der Retentionsscores von Normkollektiv und ALS-Patientengruppe (p -Wert $< 0,01$) zueinander. Höhere Scores werden hier primär durch weibliche ALS-Erkrankte erzielt. Die Retention ist nach separater Betrachtung beider Kollektive nicht altersabhängig und weist keine Korrelation zum Summationsscore des SSQ oder zur funktionellen Reserve auf.

Es ist zu überlegen, ob die per FEES dokumentierten niedrigen Scores insgesamt (noch) auf einer Kompensation der Schluckfunktion (z.B. durch die funktionelle Reserve) beruhen.

4.1.3 SSQ

Der Sydney Swallow Questionnaire dient besonders bei Patienten mit neuromuskulären Erkrankungen der Erfassung des subjektiven Schweregrades und der Früherkennung von oropharyngealen Dysphagien. Von Szczesniak et al. (2014) wurde für die Prävalenz einer Dysphagie und hierdurch bedingte Beeinträchtigungen ein Grenzwert von 234 Punkten (asymptomatisches Kollektiv) festgesetzt.

In der aktuellen Studie werden in einer Vielzahl an Einzelfragen signifikant höhere Scores durch die ALS-Patientengruppe als durch das Normkollektiv erreicht. Begleitend sind bei den weiblichen ALS-Erkrankten erhöhte, jedoch im Vergleich zum männlichen Patientengut nicht signifikante Werte zu verzeichnen. Ähnlich zeigen sich in beiden Kollektiven die Dauer der durchschnittlichen Mahlzeit sowie ein möglicher nasaler Ein-/Austritt von Flüssigkeiten oder Nahrungsmitteln (Fragen 12 und 13). Im Normkollektiv und der männlichen ALS-Patientengruppe werden allenfalls geringe Scores in der Beantwortung der Einzelfragen dokumentiert. Eine Übersicht gibt die nachstehende tabellarische Auflistung.

Tabellarische Übersicht 25: Einzelscores SSQ mit signifikantem Unterschied beider Kollektive zueinander

Frage	Schluckschwierigkeiten	ALS-Patientengruppe insgesamt (%)	weibliche ALS-Erkrankte (%)
1	allgemein	32,61	45,24
2	Getränke dünnflüssiger Konsistenz	29,36	40,46
3	Getränke dickflüssiger Konsistenz	21,87	29,91
4	weiche Nahrungsmittel	11,99	15,49
5	feste Nahrungsmittel	26,77	36,61
6	trockene Nahrungsmittel	28,52	40,78
7	Speichelschlucken	30,32	41,37
8	Hinunterschlucken	29,89	41,07
9	Essen bleibt im Rachen hängen	22,61	29,91
10	husten/würgen bei festen Nahrungsmitteln	20,73	27,83
11	husten/würgen bei Flüssigkeiten	24,15	32,28
14	mehrmaliges Schlucken	30,73	41,96
15	hochhusten/ausspucken	16,86	22,01
16	Schweregrad Schluckproblem	29,79	40,48
17	Beeinträchtigung Lebensfreude/Lebensqualität durch Schluckproblem	31,25	42,41

Mit Ausnahme der Fragen 4, 12, 13 und 15 werden im ALS-Kollektiv als Maximum jeweils Werte > 90% angegeben. Der Maximalscore von 1700 Punkten wird bei Summation der Einzelscores von keinem Probanden erreicht. Der höchste Totalscore liegt bei 1248 Punkten. Es offenbaren sich signifikante Unterschiede des Summationsscores im Vergleich beider Kollektive (399,1 Punkte vs. 59,6 Punkte) zueinander (p-Wert < 0,01) sowie im Vergleich der weiblichen Teilnehmer mit jeweils höheren Werten in der ALS-Patientengruppe. Während die gesamten männlichen Teilnehmer des ALS-Kollektivs sowie das Normkollektiv (maximal 140,9 Punkte) unterhalb des Grenzwertes von 234 Punkten liegen, werden bei fünf (von sieben) der ALS-Patientinnen Werte oberhalb des Grenzwertes dokumentiert (Mittelwert 532,2 Punkte). Zu überlegen ist, ob es sich bei den männlichen ALS-Patienten der Studie um Erkrankte in sehr frühem Stadium und bisher ohne bulbäre Symptomatik handeln und dies die geringen Scores bedingen könnte. Aufgrund der sehr geringen Kollektivgröße (3 Probanden) lässt sich dies basierend auf der aktuellen Untersuchung nicht abschließend beurteilen. Mit Mittelwerten von 59,6 (vorliegende Studie) und 59,0 Punkten (Szczesniak et al. 2014) liegen die erhobenen Werte des Summationsscores für das Normkollektiv nah der Werte für eine gesunde Vergleichspopulation. Wie auch in der genannten Forschungsarbeit von Szczesniak et al. (2014) kann in der vorliegenden Studie keine signifikante Korrelation im Normkollektiv von Alter oder Geschlecht mit dem Summationsscore des SSQ nachgewiesen werden. Ergänzend lässt sich auch in der ALS-Patientengruppe keine derartige Korrelation ersehen. Lediglich bei Betrachtung beider Kollektive zusammen zeigt sich eine altersabhängige Korrelation ($r = 0,569136$), welche jedoch vermutlich auf die signifikant differierende Altersverteilung beider Kollektive zueinander zurückzuführen ist (p-Wert < 0,01).

4.2 Schlussfolgerungen

Als mögliche Antworten auf die Fragestellungen der vorliegenden Forschungsarbeit (Weisen ALS-Patienten einen verminderten intraoralen Druckaufbau auf? Korreliert das Ausmaß der subjektiv bestehenden Schluckbeschwerden mit der objektiven Störung der oropharyngealen Phase?) können folgende studienbasierte Ansätze gegeben werden: ALS-Patienten (96,7 mmHg) weisen einen im Vergleich zum Normkollektiv (260,3 mmHg) signifikant

verminderten maximalen intraoralen Druckaufbau auf (p -Wert $< 0,01$). Dies könnte basierend auf der Annahme des Saugvorgangs als Verschlussbildung intraoraler muskulärer Funktionsräume mit der Bildung negativer Druckamplituden möglicherweise auf eine ALS-bedingte Störung des velolinguale Verschlusses (BFV 3) hindeuten. So wurde an ALS-Patienten in vorangegangenen Studien z. B. eine mangelhafte Abdichtung des weichen Gaumens beschrieben. Die Manometrie könnte hierauf aufbauend potenziell als Marker für eine Störung der Saugfunktion und somit als Hinweis auf eine beginnende Dysphagie angewendet werden. Wie der maximale isometrische Zungendruck könnte somit (im Anschluss an nachfolgende Forschungsarbeiten) die manometrische Bestimmung des maximalen Sogs als Indikator für das Vorliegen einer oropharyngealen Pathophysiologie fungieren. Innerhalb der ALS-Patientengruppe offenbart sich eine Korrelation zwischen maximalem Sog und Summationsscore des Sydney Swallow Questionnaire ($r = -0,723408$): Je höher der erreichte Totalscore des Fragebogens (Hinweis auf subjektiv bestehende Schluckbeschwerden), desto niedriger der manometrisch nachgewiesene Sog (perspektivisch objektiver Marker für die Schluckfunktion). Der im Normkollektiv manometrisch ermittelte Sog zeigt ähnliche Werte wie Santander et al. (2013) (260,3 mmHg vs. 209,2 mmHg) und passt sich so – trotz Unterschieden in der Methodik – gut in den Forschungskontext ein. Hinsichtlich der während des Schluckvorgangs vorliegenden negativen Drücke zeigen sich keine signifikanten Unterschiede im Vergleich beider Kollektive (Normkollektiv 49,6 mmHg vs. ALS-Patientengruppe 48,4 mmHg). Altersabhängige Korrelationen lassen sich nicht nachweisen. Maximal erreichte Sogwerte liegen tendenziell oberhalb der für den physiologischen Schluckvorgang notwendigen Drücke (Normkollektiv: 260,3 mmHg vs. 49,6 mmHg). Dies gibt Hinweise auf eine möglicherweise vorliegende funktionelle Reserve, welche eine Gewährleistung für eine funktionierende Schluckfunktion geben könnte. Hier ist die signifikante Korrelation der Differenz von maximal möglichem Sog zu maximalem Sog während des Schluckens zum Summationsscores des SSQ ($r = -0,648485$) in der ALS-Patientengruppe hervorzuheben.

In der FEES offenbaren sich einzig signifikante Unterschiede der Retentionsscores beider Kollektive (p -Wert $< 0,01$), diese korrelieren jedoch nicht mit Alter oder Summationsscore des SSQ. Die FEES kann somit den Ergebnissen dieser Untersuchung folgend zwar eine signifikante Verbindung von Retention und ALS-Erkrankung herstellen, nicht jedoch zum Sydney Swallow Questionnaire. In weiterführenden Untersuchungen ist daher zu überlegen, ob die funktionelle Reserve (zunächst) eine Kompensation der dysphagischen Symptomatik bedingt, welche die fehlende Korrelation zwischen Pathologien in der FEES und dem Summationsscore des SSQ erklären könnte. Die Einzelscores des Fragebogens zeigen jeweils – bis auf zwei Fragen (Dauer der durchschnittlichen Mahlzeit sowie nasaler Ein-/Austritt von Flüssigkeiten oder Nahrungsmitteln) – (besonders bei den Frauen) signifikant höhere Werte im ALS- als im Normkollektiv. Ähnlich stellen sich hierbei die Schluckbeschwerden bei Getränken und Nahrungsmitteln jeglicher Konsistenz dar. Der Schweregrad des Schluckproblems sowie dessen Auswirkungen auf die Lebensfreude und –qualität zeigen ebenso hohe Werte auf. Mit Mittelwerten von 59,6 (Szczeniak et al. 2014: 59,0) Punkten lassen sich die am Normkollektiv erhobenen Werte des Totalscores gut in den Forschungskontext einordnen.

4.3 Kritische Selbsteinschätzung und Empfehlungen für nachfolgende Untersuchungen

Insgesamt entspricht zwar die Altersspanne der ALS-Patientengruppe näherungsweise (mit 60 - 79 Jahren) der in der Literatur angegebenen Verteilung zwischen dem 40. und 70. Lebensjahr, jedoch zeigt sich ein signifikanter Unterschied zur Altersverteilung des Normkollektivs. So sind Normkollektiv und ALS-Patientengruppe in der Altersverteilung zwar innerhalb der einzelnen Kollektive homogen, das ALS-Kollektiv, neben einem kleinen Fenster der Altersverteilung, im Mittel jedoch signifikant älter als das Normkollektiv. Dies sollte in zukünftigen Forschungsarbeiten angeglichen werden. Es empfiehlt sich beispielsweise das Normkollektiv erst nach vollständig abgeschlossener Planung der Patientengruppe in ihrer Zusammensetzung zu formieren. Alternativ könnte pro ALS-Patient zeitnah ein in Alter und Geschlecht passendes Pendant der gesunden Vergleichspopulation gefunden werden. Die aktuellen Fallzahlen an ALS-Patienten (zum Zeitpunkt der Erstdiagnosestellung) ermöglichten während der Studienlaufzeit kein ausgedehntes Kollektiv, sodass die vorliegende Untersuchung als Pilotstudie mit nur 10 Patienten einzuordnen ist. Die Kollektivgröße sollte zukünftig ausgeweitet werden. Die Geschlechtsverteilung in Norm- (10:10) und ALS-Kollektiv (7:3) gestaltete sich inhomogen, hier ist ebenfalls in weiterführenden Studien eine Optimierung anzustreben. Der Versuchsaufbau zur Durchführung der Manometrie wurde erstmalig angewandt. Es ist in zukünftigen Forschungsarbeiten der Einfluss des Aqua-Knot als möglicher Störfaktor weiter zu prüfen. Perspektivisch ist die Auswirkung des Filters auf den maximalen Sog auch bei ALS-Patienten - nicht nur in einer gesunden Vergleichspopulation - von Interesse. Hier sind hohe hygienische Ansprüche zu beachten. Hinsichtlich der Methodenentwicklung der vorliegenden Studie ist zu erwähnen, dass zunächst manometrische Messungen am Normkollektiv erhoben wurden. Zur Sicherung der Hygiene wurde im Verlauf ein Filter in den Messaufbau eingefügt. Im Vergleich der Maximalwerte der Messungen mit und ohne Filter zeigte sich eine Korrelation ($r = 0,727259$). Die manometrischen Werte am ALS-Patientenkollektiv wurden zur Wahrung der Hygiene im Verlauf ausschließlich mit Filter erhoben. Es ist in weiterführenden Forschungsarbeiten zu prüfen, ob der Korrelationskoeffizient den Einflussfaktor des Filters auf die Maximalwerte widerspiegelt. Gegebenenfalls könnten auf diese Weise die potentiellen Werte ohne Filter im Messaufbau für die ALS-Patientengruppe rekonstruiert werden, um sie für den Vergleich zu anderen Studien nutzen zu können.

Innerhalb der manometrischen Messungen zeigte sich der Druckausgleich vor und während der Trockenschluckversuche teilweise nur erschwert bis nicht möglich, so dass ggf. zu hohe Werte berücksichtigt wurden. Ein einheitlicher Versuchsaufbau sollte für zukünftige Studien aufgrund der besseren Vergleichbarkeit gewählt werden. Es ist zu überlegen, wie nicht tolerierte endoskopische Untersuchungen bei Patienten mit stark ausgeprägter subjektiv bestehender Dysphagie in die Auswertung einbezogen werden können. Weiterhin ist auf das vollständige Ausfüllen der Fragebögen achtzugeben. In einem Fall wurde beispielsweise eine Frage ausgelassen, eine nachträgliche Beantwortung der Fragestellung war nicht möglich mit konsekutivem Einfluss auf die Auswertung. Die Skalierung der Visuellen Analogskala erwies sich im Verlauf als suboptimal, hier ist im Vorfeld auf einen genauen Ausdruck mit einer

exakten Länge der Skala von 100 mm zu achten. Aktuell ist die Studienlage zur Auswertung des SSQ spärlich, eine genaue Zuordnung der Einzelfragen zu einzelnen Schluckphasen liegt nicht vor. Des Weiteren fehlen Angaben zur Bezeichnung der Einzelscores in Prozent- oder Absolut-Werten. Hier offenbart sich weiterführender Forschungsbedarf.

4.4 Diagnostische und therapeutische Möglichkeiten: Klinischer Ausblick

Die Begriffe *Dysphagie* und *Amyotrophe Lateralsklerose* benennen zwei relevante und aktuelle Forschungsthemen (Stand 06/2015). Derzeit ist die oropharyngeale Phase noch nicht ausreichend erforscht. Insbesondere die Rolle der Zunge sowie bestehende Druckverhältnisse sind nicht gänzlich erschlossen. Ziel ist perspektivisch, eine einfache, kostengünstige, valide und reliable Methode zur objektiven Bewertung der Schluckfunktion von Patienten mit neurologischen Erkrankungen, insbesondere Amyotropher Lateralsklerose, zu schaffen. Diagnostisch bietet sich die Mundhöhle als einfach zugänglicher Raum der Schluckstraße an. Die Früherkennung einer Dysphagie als relevanter Indikator für den weiteren Verlauf einer ALS ist für eine zeitgerechte adäquate symptombezogene Therapie essentiell. Aufgrund ihrer facettenreichen Ätiologie und Ausprägung stellt die oropharyngeale Dysphagie jedoch in Hinblick auf ihre schwerwiegenden Risiken und konsekutiver Beeinträchtigung der Lebensqualität eine therapeutische und interdisziplinäre Herausforderung dar. Dieser interdisziplinäre Ansatz wird in der vorliegenden Untersuchung durch die Zusammenarbeit von Phoniatrie, Neurologie und Mund-Kiefer-Gesichtschirurgie aufgegriffen. Eine Einordnung der klinischen Relevanz atmosphärischer oraler Druckveränderungen könnte ein wegweisender Schritt für einen frühzeitigen, innovativen Therapieeinstieg sein. Dieser ist Bedingung für die effiziente Vermeidung dysphagiebedingter Komplikationen mit teils lebensbedrohlichem Ausmaß. Die Zeitspanne zwischen dem Auftreten erster Symptome und der initialen klinischen Untersuchung von ALS-Patienten ist prognoserelevant und verdeutlicht nochmals die Relevanz der Früherkennung. Mit dem Ziel des langfristigen Autonomieerhalts von Patienten steht aktuell neben der semikausalen Therapie mit Riluzol die symptomatische Linderung der Beschwerden im Vordergrund. Möglicher ergänzender Ansatz wäre ggf. eine Biofeedbacktherapie: So stellt das aufeinander abgestimmte Zusammenspiel von Atmung, Saug- und Schluckfunktion die Grundlage für die Durchführung eines adäquaten Schluckvorgangs dar. Im Sinne eines Biofeedbacks könnte den Patienten die Möglichkeit gegeben werden, ihre aktuellen maximalen Sogwerte ersehen zu können, mit dem Ziel, im Rahmen eines „Sogtrainings“ (beispielweise in Anlehnung an das Atemtraining bei Pulmonalerkrankungen) im Verlauf höhere negative Maximaldrücke zu erzielen und so die orofaziale Muskulatur zu schulen und dysphagischen Komplikationen vorzubeugen.

Es besteht definitiver und ausgeprägter Forschungsbedarf für weitere therapeutische Ansätze der ALS-Therapie. Ebenfalls steht die Erkenntnis über die Ursache einer Vielzahl an sporadischen ALS-Fällen noch aus. Weiteres Wissen über das Fortschreiten der Erkrankung und die Überlebenszeit sind für die klinische Praxis und Forschung zukünftig unentbehrlich. Manometrische Daten über den intraoralen Sog könnten erste Hinweise geben.

4.5 Zusammenfassung

Im Fokus der Studie steht die Fragestellung, ob ALS-Patienten manometrisch einen verminderten intraoralen negativen Druckaufbau (Sog) vorweisen und ob hiermit das Ausmaß der subjektiven Schluckbeschwerden korreliert. Es wurden hierzu 20 gesunde Probanden und 10 Patienten mit einer ALS untersucht. Bei allen Probanden und Patienten führten wir eine flexibel endoskopische Evaluation des Schluckens (FEES) (rpszene, Fa. Rehder&Partner, Hamburg) sowie eine manometrische Messung im Mundraum (GSOFT, Fa. Greisinger, Regenstauf) durch. Hierbei wurden sowohl der maximale Sog als auch die Druckänderungen beim Trockenschlucken ermittelt. Die Selbstbeurteilung des Schluckvermögens durch die Probanden und Patienten erfolgte durch den Sydney Swallow Questionnaire (SSQ). Die Druckmessung wurde von allen Probanden und Patienten problemlos toleriert. Negative orale Drücke konnten bei allen Untersuchten während des Schluckvorganges nachgewiesen werden. Die Mittelwerte des maximalen Sogs von Normkollektiv (260,3 mmHg) und ALS-Patienten (96,7 mmHg) unterschieden sich signifikant (p -Wert $< 0,01$). In Anlehnung an Engelke et al. (2011) könnte dies auf eine ALS-bedingte Störung des velolingualen Verschlusses hindeuten. Der maximale Sog könnte somit perspektivisch als Marker für die Schluckfunktion angewendet werden. Die subjektive Einschätzung der Schluckfunktion (Summationsscore) differierte in beiden Kollektiven signifikant (p -Wert $< 0,01$). Des Weiteren konnte innerhalb der ALS-Patientengruppe eine negative Korrelation zwischen maximalem Sog (perspektivisch als objektiver Marker für die Schluckfunktion) und Summationsscore des SSQ (Hinweis auf subjektiv bestehende Schluckbeschwerden) ($r = -0,723408$) nachgewiesen werden. Nicht signifikant zeigte sich der Vergleich der maximalen Drücke während des Trockenschluckens (p -Wert: 0,936026). Die maximal erreichten Sogwerte (mit Ausnahme eines Probanden des Normkollektivs) lagen allesamt oberhalb der negativen Druckwerte während des Schluckvorgangs, simuliert durch die Trockenschluckversuche (Normkollektiv: 260,3 mmHg vs. 49,6 mmHg). Analog zu den manometrisch gewonnenen Daten von Robbins et al. (Schluckfunktion als *submaximal task*) kann (vorläufig) eine reduzierte funktionelle Reserve (Differenz zwischen maximal erzeugbarem und für den Schluckvorgang notwendigen Druck) bei den ALS-Patienten angenommen werden. Die Korrelation zwischen „Reserve“ und Summationsscore des SSQ erweist sich bei den ALS-Patienten als signifikant ($r = -0,648485$). In Anlehnung an Forschungsarbeiten zum maximalen isometrischen Zungen- druck könnte die manometrische Bestimmung des maximalen Sogs perspektivisch ggf. ebenfalls als Indikator für das Vorliegen einer oropharyngealen Pathophysiologie fungieren. Derzeit ist die orale Phase des Schluckvorgangs noch nicht umfassend erforscht. Das Ziel dieser Pilotstudie war, eine einfache, kostengünstige, valide und reliable Methode zur objektiven Bewertung der Schluckfunktion zu entwickeln und an einer ersten Patientengruppe zu erproben. Eine Einordnung der klinischen Relevanz atmosphärischer oraler Druckveränderungen steht derzeit noch aus. Die Eignung einer Messung des maximalen Sogs als Marker für die Schluckfunktion, für Screenings im Rahmen stationärer Behandlungen, zu Kontrollen im Verlauf von Schlucktherapien oder als Biofeedback-Instrument in der Therapie bleibt zu prüfen. Hierfür sind weitere Evaluationen an zukünftig größeren Patientengruppen vorgesehen.

5. ANHANG

5.1 ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

ABI	<i>active bolus intake</i>
ALS	Amyotrophe Lateralsklerose
ALS-FRS	<i>ALS functional rating scale</i>
alt.	alternativ
Anz. Beob.	Anzahl an Beobachtungen
Bar	Druckeinheit
BFE	biofunktionelle Einheiten
BFK	biofunktionelle Kompartimente
BFM	biofunktionelles Modell
BFV	biofunktionelle Verschlüsse
bzgl.	bezüglich
bzw.	beziehungsweise
ca.	circa
C1-C3	Plexus cervicalis
CCN	<i>closed condition with negative intra-oral pressure</i>
CCP	<i>closed condition with positive intra-oral pressure</i>
CI	<i>confidence interval</i>
dt.	deutsch
ENT	<i>ear nose and throat</i>
et al.	et alii
f.	für
FA	Facharzt
Fa.	Firma
FEES	<i>fiberoptic endoscopic evaluation of swallowing</i>
ggf.	gegebenenfalls
H&N	<i>head&neck</i>
HNO	Hals-Nasen-Ohrenheilkunde
i.e.	id est
Interv.	Intervall
ITS	<i>isometric tongue strength</i>
Konf. Interv.	Konfidenzintervall
kPa	Kilopascal
m	männlich
max.	maximal
mbar	Millibar
mH ₂ O	Meter Wassersäule
mm	Millimeter
mmHg	Millimeter Quecksilbersäule
MN	Motoneuron
MPa	Megapascal
MRI	<i>magnetic resonance imaging</i>
Ms	Millisekunde
n	Anzahl
n.	nervus
n. V	Nervus trigeminus

n. VII	Nervus facialis
n. IX	Nervus glossopharyngeus
n. XI	Nervus accessorius
n. XII	Nervus hypoglossus
NK	Normkollektiv
nn.	nervi
Nr.	Nummer
o.B.	ohne Befund
Pa	Pascal
PAS	Penetration-Aspiration Scale
PBP	progressive Bulbärparalyse
PD	<i>parkinson's disease</i>
PGA	<i>passive gel-bolus application</i>
PSI	<i>pound-force per square inch</i>
PVC	Polyvinylchlorid
PWA	<i>passive water-bolus application</i>
Q12	Frage 12 des SSQ
QoL	<i>quality of life</i>
r	Korrelationskoeffizient
r _{pb}	punktbiseriale Korrelation
rs	Spearman Rangkorrelation
s	Sekunde
s.o.	siehe oben
s.u.	siehe unten
SBMA	spinale und bulbäre Muskelatrophie
SO	<i>spinal onset</i>
SSQ	Sydney Swallow Questionnaire
SSQ 1-17	jeweilige Frage des Sydney Swallow Questionnaire
TS	<i>tongue strength</i>
u.a.	unter anderem
ÜLZ	Überlebenszeit
UMG	Universitätsmedizin Göttingen
V.a.	Verdacht auf
VAS	Visuelle Analogskala
vgl.	vergleiche
vs.	versus
w	weiblich
z.B.	zum Beispiel

5.2 ABBILDUNGSVERZEICHNIS

1.	Abb. 1: Anatomie Mundhöhle (<i>eigene Abbildung</i>)	8
2.	Abbildung 2: Die Etagen von Luft- und Speiseweg (<i>eigene Abbildung, in Anlehnung an Behrbohm et al. 2012, 119</i>)	8
3.	Abbildung 3: Biofunktionelle Verschlüsse (BFV) nach Engelke (<i>eigene Abbildung, in Anlehnung an Behrbohm et al. 2012, 119 und Engelke et al. 2011</i>)	9
4.	Abbildung 4: Biofunktionelle Kompartimente (BFK) nach Engelke (<i>eigene Abbildung, in Anlehnung an Behrbohm et al. 2012, 119 und Engelke et al. 2011</i>)	9

5. Abbildung 5: Geschlossene Ruhelage nach forciertem Schluckvorgang (<i>eigene Abbildung, in Anlehnung an Behrbohm et al. 2012, 119 und Engelke et al. 2011</i>)	10
6. Abbildung 6: Schluckvorgang gegen Ende der oralen Phase (<i>eigene Abbildung, in Anlehnung an Behrbohm et al. 2012, 119 und Engelke et al. 2011</i>)	10
7. Abbildungen 7: Endoskopische Sicht zur Beurteilung der Dysphagie (1-2) (<i>eigene Abbildungen</i>)	14
8. Abbildung 8: Symptomübersicht bei Degeneration des 1. und 2. Motoneurons (<i>in Anlehnung an Masur et al. 2013, 232</i>)	16
9. Abbildung 9: Wahrscheinlichkeit der Diagnose einer ALS nach El-Escorial Kriterien (<i>in Anlehnung an Silzer und Aksu 2011, 319</i>)	19
10. Abbildung 10: Internetauftritt Spezialambulanz für Amyotrophe Lateralsklerose (Stand 06/2015) (http://www.neurologie.med.uni-goettingen.de/de/content/klinik/61.html)	29
11. Abbildung 11: Geschlechterverhältnis Normkollektiv (<i>eigene Abbildung</i>)	29
12. Abbildung 12: Geschlechterverhältnis ALS-Patientengruppe (<i>eigene Abbildung</i>)	30
13. Abbildung 13: Schema Versuchsaufbau (FEES und Manometrie) (<i>eigene Abbildung, in Anlehnung an Behrbohm et al. 2012, 119</i>)	31
14. Abbildung 14: Messapparatur zur Manometrie (Aqua-Knot II Water Trap®, GDUSB, GMSD 2 BR, Heidelberger Verlängerung) (<i>eigene Abbildung</i>)	32
15. Abbildung 15: Versuchsaufbau Manometrie (<i>eigene Abbildung</i>)	33
16. Abbildung 16: Basis-Menüleiste GSOFT USB 4.1 (<i>eigene Abbildung</i>)	33
17. Abbildung 17: Erweiterte Menüleiste GSOFT USB 4.1 (<i>eigene Abbildung</i>)	33
18. Abbildungen 18: Dokumentationsschritte Manometrie (1-7) (<i>eigene Abbildungen</i>)	34
19. Abbildungen 19: GDUSB 1000 (1-2) (<i>eigene Abbildungen</i>)	35
20. Abbildung 20: GMSD 2 BR (<i>eigene Abbildung</i>)	35
21. Abbildung 21: Heidelberger Verlängerung an Aqua-Knot II Water Trap® (<i>eigene Abbildung</i>)	36
22. Abbildung 22: Absaugkatheter (<i>eigene Abbildung</i>)	36
23. Abbildung 23: Intraorale Platzierung des Absaugkatheters am Torus palatinus (<i>eigene Abbildung</i>)	37
24. Abbildung 24: Pathologien und ihre Lokalisation: Retention (1, 3, 4, 8, 10), Penetration (2, 6, 7, 9), Aspiration (5) (<i>eigene Abbildung, in Anlehnung an Böhme 2003 a, 415</i>)	39
25. Abbildung 25: Götterspeise (<i>eigene Abbildung</i>)	39
26. Abbildung 26: rpSzene® (<i>eigene Abbildung</i>)	39
27. Abbildungen 27: Der per FEES dokumentierte physiologische Schluckvorgang (1-15) (<i>eigene Abbildungen</i>)	40
28. Abbildung 28: Die visuelle Analogskala im SSQ – Ein Beispiel aus dem Studienkollektiv (<i>eigene Abbildung</i>)	42
29. Abbildung 29: Frage 12 – Ein Beispiel aus dem Studienkollektiv (<i>eigene Abbildung</i>)	43
30. Abbildungen 30: Nachweis von Leaking im Normkollektiv (1-8) (<i>eigene Abbildungen</i>)	54
31. Abbildungen 31: Nachweis von Retention im Normkollektiv (Proband 18) (1-3) (<i>eigene Abbildungen</i>)	54
32. Abbildung 32: Vergleich der Einzelscores im SSQ beider Kollektive zueinander (<i>eigene Abbildung, Microsoft Excel</i>)	59
33. Box-Plot 1: Maximaler Sog mit Filter Normkollektiv vs. ALS-Patientengruppe (<i>eigene Abbildung, Statistica</i>)	47

34. Box-Plot 2: Vergleich Maximaler Sog mit vs. ohne Filter Normkollektiv (<i>eigene Abbildung, Statistica</i>)	50
35. Histogramm 1: Altersverteilung Normkollektiv insgesamt (<i>eigene Abbildung, Statistica</i>)	44
36. Histogramm 2: Altersverteilung Normkollektiv weiblich (<i>eigene Abbildung, Statistica</i>)	44
37. Histogramm 3: Altersverteilung Normkollektiv männlich (<i>eigene Abbildung, Statistica</i>)	44
38. Histogramm 4: Altersverteilung ALS-Patientengruppe insgesamt (<i>eigene Abbildung, Statistica</i>)	45
39. Histogramm 5: Altersverteilung ALS-Patientengruppe weiblich (<i>eigene Abbildung, Statistica</i>)	45
40. Histogramm 6: Altersverteilung ALS-Patientengruppe männlich (<i>eigene Abbildung, Statistica</i>)	45
41. Histogramm 7: Leaking in der ALS-Patientengruppe (<i>eigene Abbildung, Statistica</i>)	55
42. Histogramm 8: Retention in der ALS-Patientengruppe (<i>eigene Abbildung, Statistica</i>)	55
43. Histogramm 9: Penetration/Aspiration in der ALS-Patientengruppe (<i>eigene Abbildung, Statistica</i>)	56
44. Mittelwert-Plot 1: Maximaler Sog mit Filter Normkollektiv vs. ALS-Patienten- gruppe (<i>eigene Abbildung, Statistica</i>)	47
45. Mittelwert-Plot 2: Vergleich Maximaler Sog mit vs. ohne Filter Normkollektiv (<i>eigene Abbildung, Statistica</i>)	50
46. Mittelwert-Plot 3: Summationsscore ALS-Patientengruppe vs. Normkollektiv (<i>eigene Abbildung, Statistica</i>)	65
47. Scatterplots 1: Korrelation zwischen maximalem Sog mit Filter und Alter (1-2) (<i>eigene Abbildung, Statistica</i>)	48
48. Scatterplot 2: Korrelation maximalem Sog mit Filter und Summationsscore SSQ (<i>eigene Abbildung, Statistica</i>)	48
49. Scatterplot 3: Korrelation zwischen maximalen Sog und Summationsscore SSQ (ALS) (<i>eigene Abbildung, Statistica</i>)	48
50. Scatterplot 4: Korrelation zwischen maximalem Sog mit vs. ohne Filter Norm- kollektiv (<i>eigene Abbildung, Statistica</i>)	50
51. Scatterplot 5: Korrelation zwischen maximalem Sog beim Schlucken und Summationsscore SSQ (Normkollektiv) (<i>eigene Abbildung, Statistica</i>)	53
52. Scatterplots 6: Korrelation zwischen funktioneller Reserve und Summations- score (SSQ) (ALS-Patientengruppe) (<i>eigene Abbildungen, Statistica</i>)	53

5.3 TABELLENVERZEICHNIS

1. Tabellarische Übersicht 1: Oropharyngeale und ösophageale Ursachen einer Dys- phagie (<i>in Anlehnung an Arastéh et al. 2009</i>)	13
2. Tabellarische Übersicht 2: Versuchsablauf Manometrie (<i>eigene Tabelle</i>)	31
3. Tabellarische Übersicht 3: Penetration–Aspiration Scale (<i>Colodny et al. 2002, in Anlehnung an Rosenbek</i>)	37

4. Tabellarische Übersicht 4: Altersverteilung Normkollektiv (<i>eigene Tabelle, Statistica</i>)	44
5. Tabellarische Übersicht 5: Altersverteilung ALS-Patientengruppe (<i>eigene Tabelle, Statistica</i>)	45
6. Tabellarische Übersicht 6: Altersverteilung Normkollektiv und ALS-Patienten- gruppe (<i>eigene Tabelle, Statistica</i>)	46
7. Tabellarische Übersicht 7: Maximaler Sog mit Filter Normkollektiv (<i>eigene Tabelle, Statistica</i>)	46
8. Tabellarische Übersicht 8: Maximaler Sog mit Filter ALS-Patientengruppe (<i>eigene Tabelle, Statistica</i>)	46
9. Tabellarische Übersicht 9: Maximaler Sog mit Filter im Vergleich Normkollektiv vs. ALS-Patientengruppe (<i>eigene Tabelle, Statistica</i>)	47
10. Tabellarische Übersicht 10: Maximaler Sog ohne Filter Normkollektiv (<i>eigene Tabelle, Statistica</i>)	49
11. Tabellarische Übersicht 11: Vergleich maximaler Sog mit und ohne Filter im Messaufbau (Normkollektiv) (<i>eigene Tabelle, Statistica</i>)	49
12. Tabellarische Übersicht 12: Maximaler Sog beim physiologischen Schluckvorgang (Normkollektiv) (<i>eigene Tabelle, Statistica</i>)	51
13. Tabellarische Übersicht 13: Vergleich des negativen Drucks während des Schluck- vorgangs zum maximalen Sog mit Filter (Normkollektiv) (<i>eigene Tabelle, Statistica</i>)	51
14. Tabellarische Übersicht 14: Maximaler Sog Schluckvorgang (ALS-Patientengruppe) (<i>eigene Tabelle, Statistica</i>)	52
15. Tabellarische Übersicht 15: Vergleich des negativen Drucks während des Schluck- vorgangs zum maximalen Sog mit Filter (ALS-Patientengruppe) (<i>eigene Tabelle, Statistica</i>)	52
16. Tabellarische Übersicht 16: Maximaler Sog während des Schluckvorgangs im Vergleich Normkollektiv vs. ALS-Patientengruppe (<i>eigene Tabelle, Statistica</i>)	52
17. Tabellarische Übersicht 17: Scores für Leaking, Retention, Penetration/Aspiration (Normkollektiv) (<i>eigene Tabelle, Statistica</i>)	54
18. Tabellarische Übersicht 18: Scores für Leaking, Retention, Penetration/Aspiration (ALS-Patientengruppe) (<i>eigene Tabelle, Statistica</i>)	55
19. Tabellarische Übersicht 19: Per FEES dokumentierte Pathologien (<i>eigene Tabelle</i>)	56
20. Tabellarische Übersicht 20: Weibliche Probanden (ALS-Patientengruppe und Normkollektiv): Scores für Leaking, Retention, Penetration/Aspiration (<i>eigene Tabelle, Statistica</i>)	58
21. Tabellarische Übersicht 21: Männliche Probanden (ALS-Patientengruppe und Normkollektiv): Scores für Leaking, Retention, Penetration/Aspiration (<i>eigene Tabelle, Statistica</i>)	58
22. Tabellarische Übersicht 22: Vergleich der Einzelscores im SSQ beider Kollektive zueinander (<i>eigene Tabelle, Statistica</i>)	59
23. Tabellarische Übersicht 23: Signifikante Unterschiede der Einzelscores im Vergleich der weiblichen Probanden von Normkollektiv und ALS-Patientengruppe (<i>eigene Tabelle, Statistica</i>)	60
24. Tabellarische Übersicht 24: Der Summationsscore in beiden Kollektiven im Vergleich (<i>eigene Tabelle, Statistica</i>)	66
25. Tabellarische Übersicht 25: Einzelscores SSQ mit signifikantem Unterschied beider Kollektive zueinander (<i>eigene Tabelle, Statistica</i>)	71

5.4 MATERIALIEN

- 5.4.1 Dokumentation Untersuchungsdurchführung
- 5.4.2 Sydney-Schluck-Fragebogen
- 5.4.3 Aushang zur Rekrutierung für Probanden des Normkollektivs
- 5.4.4 Aufklärungsbögen und Probandeninformation (Normkollektiv): Manometrie, FEES, SSQ
- 5.4.5 Aufklärungsbögen und Patienteninformation: Manometrie, FEES, SSQ
- 5.4.6 Manometrische Daten Normkollektiv
- 5.4.7 Manometrische Daten Patientenkollektiv
- 5.4.8 Datentabellen der Ergebnisse
 - 5.4.8.1 Datenübersicht Normkollektiv und ALS-Patientengruppe
 - 5.4.8.2 Datenübersicht Normkollektiv
 - 5.4.8.3 Datenübersicht ALS-Patientengruppe
 - 5.4.8.4 Datenübersicht weibliche Probanden
(Normkollektiv und ALS-Patientengruppe)
 - 5.4.8.5 Datenübersicht männliche Probanden
(Normkollektiv und ALS-Patientengruppe)
 - 5.4.8.6 Auswertung Normkollektiv und ALS-Patientengruppe
 - 5.4.8.7 Auswertung Normkollektiv
 - 5.4.8.8 Auswertung ALS-Patientengruppe
 - 5.4.8.9 Auswertung weibliche Probanden (Normkollektiv und ALS-Patientengruppe)
 - 5.4.8.10 Auswertung männliche Probanden
(Normkollektiv und ALS-Patientengruppe)
 - 5.4.8.11 Korrelationen ALS-Patientengruppe und Normkollektiv
 - 5.4.8.12 Korrelationen Normkollektiv
 - 5.4.8.13 Korrelationen ALS-Patientengruppe
 - 5.4.8.14 Korrelationen zu Alter und Summationscore

5.4.1 Dokumentation Untersuchungsdurchführung

Datum: _____

Name: _____

Geburtsdatum: _____

Geschlecht: _____

(alt. Aufkleber)

Normkollektiv: ALS-Patient: _____

Sydney-Schluck-Fragebogen *durchgeführt*

Manometrie (max. Unterdruck, 3x Trockenschlucken)

FEES

Leaking	0	1	2	3
Retention	0	1	2	3
Penetration/Aspiration	<input type="checkbox"/> prä	<input type="checkbox"/> intra	<input type="checkbox"/> postdeglutitiv	

- 1 o.B.
- 2 Penetration Supraglottis, Reinigung
- 3 Penetration Supraglottis, ohne Reinigung
- 4 Penetration Glottis, Reinigung
- 5 Penetration Glottis, ohne Reinigung
- 6 Aspiration, Reinigung
- 7 Aspiration, ohne Reinigung
- 8 Stille Aspiration

(frei nach J.C. Rosenbeck 1996)

Daten in eigenem Ordner gespeichert

5.4.2 Sydney-Schluck-Fragebogen

Sydney-Schluck-Fragebogen

Dieser Fragebogen wurde entwickelt, damit wir den Schweregrad Ihrer Schluckstörung ermitteln können. Er ist nicht kompliziert und sollte leicht in 10 Minuten auszufüllen sein. Alle Ihre Informationen werden **streng vertraulich** behandelt.

Bitte setzen Sie für jede Frage ein Kreuz „X“ auf die untenstehende Linie, um anzugeben wie schwerwiegend Ihr Schluckproblem ist.

Beispiel:

Sie setzen das „X“ auf der **linken** Seite der Linie, wenn Sie Ihr Problem als **gering** einschätzen, in die **Mitte**, wenn es sich um ein **mittelmässig großes** Problem handelt und auf die **rechte** Seite der Linie, wenn Ihr Problem sehr **schwerwiegend** ist.

Sie setzen das „X“ **ganz an das linke Ende** der Linie, wenn Sie **kein** Problem haben.

1. Wie gross sind Ihre **Schwierigkeiten in letzter Zeit** beim Schlucken?

überhaupt keine Schwierigkeiten

absolut unfähig zu schlucken

2. Wie viel Schwierigkeiten haben Sie, **Getränke mit dünnflüssiger Konsistenz** (wie Tee, Softdrinks, Bier oder Kaffee) zu schlucken?

überhaupt keine Schwierigkeiten

absolut unfähig zu schlucken

3. Wie viel Schwierigkeiten bereitet Ihnen das **Schlucken von dickflüssigen Getränken oder Speisen** (wie Milchshake, Suppe oder Vanillesosse)?

überhaupt keine Schwierigkeiten

absolut unfähig zu schlucken

4. Wie viel Schwierigkeiten bereitet Ihnen das **Schlucken von weichen Nahrungsmitteln** (wie Apfelmus, Rührei oder Kartoffelpüree)?

überhaupt keine Schwierigkeiten

absolut unfähig zu schlucken

5. Wie viel Schwierigkeiten bereitet Ihnen das **Schlucken von festen Nahrungsmitteln** (wie Steak, rohem Apfel oder roher Karotte)?

überhaupt keine Schwierigkeiten |-----| absolut unfähig zu schlucken

6. Wie viel Schwierigkeiten bereitet Ihnen das **Schlucken von trockenen Nahrungsmitteln** (wie Brot, Keksen oder Nüssen)?

überhaupt keine Schwierigkeiten |-----| absolut unfähig zu schlucken

7. Haben Sie Schwierigkeiten Ihren eigenen **Speichel zu schlucken**?

überhaupt keine Schwierigkeiten |-----| absolut unfähig zu schlucken

8. Haben Sie Schwierigkeiten, beim **Hinunterschlucken**?

Niemals |-----| jedes Mal, wenn ich schlucke

9. Haben Sie das Gefühl, dass Essen **in Ihrem Rachen hängen** bleibt?

Niemals |-----| jedes Mal, wenn ich schlucke

10. Müssen Sie jemals **husten oder würgen**, wenn Sie **feste Speisen** (wie Brot, Fleisch oder Äpfel) essen?

Niemals |-----| jedes Mal, wenn ich esse

11. Müssen Sie **husten oder würgen**, wenn Sie **Flüssigkeiten** (wie Kaffee, Tee, Wasser oder Bier) trinken?

Niemals |-----| jedes Mal, wenn ich trinke

12. Wie lange benötigen Sie für eine **durchschnittliche Mahlzeit**?

Bitte kreuzen Sie eine Möglichkeit an:

- Weniger als 15 Minuten
- Ungefähr 15 - 30 Minuten
- Ungefähr 30 - 45 Minuten
- Ungefähr 45 - 60 Minuten
- Mehr als 60 Minuten
- Ich kann überhaupt nicht schlucken

13. Gelangen Flüssigkeiten oder Nahrungsmittel beim Schlucken **in die Nase oder kommen aus der Nase heraus**?

Niemals jedes Mal,
wenn ich schlucke
|-----|

14. Müssen Sie **mehr als einmal schlucken**, damit das Essen runter geht?

Niemals jedes Mal,
wenn ich schlucke
|-----|

15. Müssen Sie **während einer Mahlzeit Nahrungsmittel oder Flüssigkeit hochhusten oder ausspucken**?

niemals jedes Mal,
wenn ich esse oder trinke
|-----|

16. Wie hoch schätzen Sie den **Schweregrad Ihres Schluckproblems heute** ein?

kein Problem extrem schwerwiegendes
Problem
|-----|

17. Wie sehr **beeinträchtigt** Ihr Schluckproblem Ihre **Lebensfreude oder Ihre Lebensqualität**?

keine
Beeinträchtigung extrem schwere
Beeinträchtigung
|-----|

Vielen Dank für Ihre Mitarbeit

Quelle: KD Dr. med. Jörg Bohlender, UniversitätsSpital Zürich, Abteilung Phoniatrie und Klinische Logopädie

5.4.3 Aushang zur Rekrutierung für Probanden des Normkollektivs

Intraorale Druckmessung bei Patienten mit Schluckstörungen im Vergleich zu einem Normkollektiv

Leiter der Klinischen Prüfung (gemäß § 40 AMG):

Priv.-Doz. Dr. med. Arno Olthoff
Leiter der Phoniatrie und Pädaudiologie
Klinik und Poliklinik für Hals-Nasen-Ohrenheilkunde
Universitätsmedizin Göttingen
Robert-Koch-Str. 40
D-37075 Göttingen

Prüfzentrum:

Phoniatrie und Pädaudiologie
Klinik und Poliklinik für Hals-Nasen-Ohrenheilkunde
Universitätsmedizin Göttingen
Robert-Koch-Str. 40
D-37075 Göttingen

Zur Rekrutierung eines Normkollektivs werden im Rahmen einer Studie zur intraoralen Druckmessung bei Patienten mit Schluckstörungen 20 gesunde Probanden gesucht. Durchgeführt werden eine Druckmessung, eine endoskopische Untersuchung (FEES) sowie ein Fragebogen (SSQ).

Gesucht werden hierzu Personen (m/w) ohne subjektive Schluckbeschwerden und ohne Einschränkung der objektiven Schluckfunktion im Alter von 20 bis 75 Jahren. Es werden ausschließlich einwilligungsfähige Personen in das Normkollektiv eingeschlossen.

Einen finanziellen Ausgleich können wir leider nicht bieten, jedoch Einblicke in den eigenen Körper.

Kontakt:

Phoniatrie und Pädaudiologie
Klinik und Poliklinik für Hals-Nasen-Ohrenheilkunde
Universitätsmedizin Göttingen
Robert-Koch-Str. 40
D-37075 Göttingen

Telefon: 0551 3922811

5.4.4 Aufklärungsbögen und Probandeninformation (Normkollektiv): Manometrie, FEES, SSQ-Fragebogen

Leiter der Klinischen Prüfung (gemäß § 40 AMG):
Priv.-Doz. Dr. med. Arno Olthoff
Leiter der Phoniatrie und Pädaudiologie
Klinik und Poliklinik für Hals-Nasen-Ohrenheilkunde
Universitätsmedizin Göttingen
Robert-Koch-Str. 40
D-37075 Göttingen

Sehr geehrte Probanden,

wir möchten Sie sehr herzlich zur Teilnahme an einer klinisch/wissenschaftlichen Studie einladen.

Informationen über die Durchführung einer intraoralen Manometrie

Zur klinischen Diagnostik von Schluckstörungen stellt die Druckmessung im Mundraum ein einfach durchzuführendes Verfahren dar, dessen Invasivität das Trinken über einen Trinkhalm nicht übersteigt. Selbstverständlich ist Ihre Teilnahme an allen Untersuchungen freiwillig und Sie können Ihre Einwilligung jederzeit ohne Angabe von Gründen zurückziehen.

Die Untersuchungen finden im Rahmen einer klinisch/wissenschaftlichen Studie statt. Diese dient der Prüfung des maximalen Soges im Mundraum und seiner Bedeutung in der Dysphagiediagnostik. Sie wurde zustimmend von der Ethikkommission der Universitätsmedizin Göttingen bewertet. Alle Untersuchungen werden in der Phoniatrie, der Neurologie oder der Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie der UMG durchgeführt.

Informationen über die Durchführung einer flexiblen transnasalen Endoskopie (FEES)

Zusätzlich erfolgt neben der Untersuchung des Druckes in der Mundhöhle die Prüfung des Schluckablaufes mit Hilfe der flexiblen Endoskopie. Hierzu wird ein flexibles Endoskop durch die Nase geführt und das Schlucken eines gallertigen Bolus (Götterspeise) optisch kontrolliert. Eine Befundung durch den Untersucher (PD Dr. med. Arno Olthoff, FA f. HNO-Heilkunde, FA f. Phoniatrie und Pädaudiologie oder Herr Dr. med. Matthias Weidenmüller, Wissenschaftlicher Mitarbeiter, Phoniatrie und Pädaudiologie) ist die Voraussetzung zur Teilnahme an der oben genannten Studie.

Als mögliche Untersuchungsrisiken sind Blutungen und Schmerzen durch kleinere Verletzungen oder Engen in der Nase zu nennen. Diese Risiken werden durch den sehr geübten Untersucher minimiert und die Untersuchung kann zu jedem Zeitpunkt abgebrochen werden. Das Risiko von weiteren Verletzungen der untersuchten Organbereiche sowie die

Gefahr einer Entzündung des Untersuchungsgebietes sind als sehr gering einzustufen. Dies gilt ebenso für das sehr geringe Risiko einer Aspiration, da der zu schluckende Bolus nur ein sehr kleines Volumen besitzt und über eine unproblematische (flüssige) Konsistenz verfügt. Die fachärztliche Betreuung ist zu jedem Zeitpunkt sichergestellt. Die endoskopische Untersuchung wird in der Phoniatrie und Pädaudiologie, Klinik für Hals-, Nasen- und Ohrenheilkunde der Universitätsmedizin Göttingen, Robert-Koch-Str. 40 in 37075 Göttingen durchgeführt.

Informationen über die Durchführung des Sydney-Schluck-Fragebogens (SSQ)

Die subjektive Einordnung der Schluckfunktion wird in der klinischen Routine mittels eines Fragebogens („Sydney-Schluck-Fragebogen“) durchgeführt. Dies ist ein Fragebogen zur Einschätzung der subjektiven Schluckfunktion.

Weitere Erläuterungen und Erklärungen der genannten Teilbereiche erhalten Sie bei Herrn PD Dr. med. Arno Olthoff, Phoniatrie und Pädaudiologie, HNO-Klinik, Universitätsmedizin Göttingen, Telefon 0551-39-2811/Pieper 919-1068 bzw. bei Herrn Dr. med. Matthias Weidenmüller, Wissenschaftlicher Mitarbeiter, Phoniatrie und Pädaudiologie,

HNO-Klinik, Universitätsmedizin Göttingen, Telefon 0551-39-2811/Pieper 919-1054, bei Herrn Dr. med. Tobias Frank, Neurologie, Universitätsmedizin Göttingen, Telefon 0551-39-12581/Pieper 919-2847 bzw. Frau Dr. med. Bettina Göricke, Neurologie, Universitätsmedizin Göttingen, Telefon 0551-39-12581/Pieper 919-6887 sowie bei Frau Dr. med. Dr. disc. pol. Deike Böning, Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie, Universitätsmedizin Göttingen, Pieper 919-2627.

Freiwilligkeit

Ihre Teilnahme an dieser klinisch/wissenschaftlichen Studie ist freiwillig. Sie werden in diese Studie also nur dann einbezogen, wenn Sie dazu schriftlich Ihre Einwilligung erklären. Bitte zögern Sie nicht, alle Punkte anzusprechen, die Ihnen unklar sind. Sie werden ausreichend Bedenkzeit erhalten, um über Ihre Teilnahme zu entscheiden. Sofern Sie nicht an der klinisch/wissenschaftlichen Studie teilnehmen oder später aus ihr ausscheiden möchten, erwachsen Ihnen daraus keinerlei Nachteile. Sie sollten auch wissen, dass Sie zu jedem Zeitpunkt ohne Angabe von Gründen auf eine weitere Teilnahme an der Studie verzichten können.

Zufallsfunde

Obwohl die durchgeführten Untersuchungen keine diagnostischen Untersuchungen sind, besteht die Möglichkeit, dass pathologische Befunde entdeckt werden. Sollte sich ein Hinweis auf einen Zufallsbefund ergeben, müssen Sie sich ausdrücklich damit einverstanden erklären, dass Ihnen dieser mitgeteilt wird. Bilddaten, welche auf einer eventuell ausgehändigten CD gespeichert sind, dürfen nicht für diagnostische Zwecke genutzt werden!

Datenschutz

Während der klinisch/wissenschaftlichen Studie werden medizinische Befunde und persönliche Informationen von Ihnen erhoben und in der Prüfstelle in Ihrer persönlichen Akte niedergeschrieben oder elektronisch gespeichert. Die für die klinisch/wissenschaftliche Studie wichtigen Daten werden zusätzlich in pseudonymisierter Form gespeichert, ausgewertet und gegebenenfalls weitergegeben.

Ihre Akte wird die Sie betreuende Abteilung nicht verlassen, diese kann jedoch von Personen, die mit der Durchführung der Studie (Prüfarzte, Studienassistentinnen) betraut sind, eingesehen werden. Diese Personen unterliegen der Schweigepflicht und sind zur Wahrung des Datenschutzes verpflichtet. Die endoskopischen Daten und die Daten der Druckmessung, die im Rahmen dieser Studie erhoben werden, werden in der Abteilung Phoniatrie und Pädaudiologie, Klinik für Hals-, Nasen- und Ohrenheilkunde der Universitätsmedizin Göttingen, aufbewahrt. Die pseudonymisierten Daten dürfen dann für zukünftige Forschungsvorhaben von der HNO-Klinik der Universitätsmedizin Göttingen benutzt sowie im Falle einer Zusammenarbeit mit anderen medizinwissenschaftlichen Forschergruppen, diesen übermittelt werden. Sollten Sie nicht einwilligen, wird etwaiges Restmaterial bei Abschluss der Studie vernichtet.

Einzelheiten entnehmen Sie bitte der Einwilligungserklärung, die im Anschluss an diese Patienteninformation abgedruckt ist.

Studie: Intraorale Druckmessung bei Patienten mit Schluckstörungen im Vergleich zu einem Normkollektiv

Leiter der Klinischen Prüfung (gemäß § 40 AMG):
Priv.-Doz. Dr. med. Arno Olthoff
Leiter der Phoniatrie und Pädaudiologie
Klinik und Poliklinik für Hals-Nasen-Ohrenheilkunde
Universitätsmedizin Göttingen
Robert-Koch-Str. 40
D-37075 Göttingen

Einwilligung in die Durchführung einer intraoralen Manometrie, einer flexiblen transnasalen Endoskopie sowie der Datenerhebung durch Fragebogen

.....
Name der Probandin/des Probanden in Druckbuchstaben

geb. am Teilnehmer-Nr.

Ich bin in einem persönlichen Gespräch durch den Arzt **PD Dr. med. Arno Olthoff** oder **Dr. med. Matthias Weidenmüller** bzw. die Ärzte **Dr. med. Tobias Frank, Dr. med. Bettina Göricke** sowie **Dr. med. Dr. disc. pol. Deike Böning** ausführlich und verständlich über Wesen, Bedeutung, Risiken und Tragweite der klinisch/wissenschaftlichen Studie aufgeklärt worden. Ich hatte insbesondere die Gelegenheit, mit Herrn PD Dr. med. Arno Olthoff bzw. Herrn Dr. med. Matthias Weidenmüller über die Durchführung der endoskopischen Untersuchung zu sprechen. Alle meine Fragen wurden zufriedenstellend beantwortet.

Mir ist bekannt, dass die Untersuchungen im Rahmen dieser Studie Zufallsbefunde ergeben können. Ich erkläre mich damit

- einverstanden,
- nicht einverstanden,

dass mir Zufallsbefunde mitgeteilt werden. Bei meinem Einverständnis wird mir eine Auffälligkeit zeitnah mitgeteilt und eine rasche ärztliche Hilfe vermittelt. Ich verfüge über einen ausreichenden Krankenversicherungsschutz.

Mir ist bekannt, dass bei dieser klinisch/wissenschaftlichen Prüfung personen-bezogene Daten, insbesondere medizinische Befunde von mir erhoben, in pseudonymisierter Form gespeichert und ausgewertet werden sollen. Die Verwendung der Angaben über meine Gesundheit erfolgt nach gesetzlichen Bestimmungen und setzt vor der Teilnahme an der klinisch/wissenschaftlichen Prüfung folgende freiwillig abgegebene Einwilligungserklärung voraus, das heißt ohne die nachfolgende Einwilligung kann ich nicht an der klinisch/wissenschaftlichen Prüfung teilnehmen.

Ich erkläre mich damit einverstanden, dass im Rahmen dieser klinisch/wissenschaftlichen Studie meine personenbezogenen Daten, insbesondere Angaben über meine Gesundheit, erhoben und in Papierform sowie auf elektronischen Datenträgern in der Abteilung Phoniatrie und Pädaudiologie der Universitätsmedizin Göttingen in pseudonymisierter Form aufgezeichnet werden.

Ich erkläre mich damit einverstanden, dass meine Daten nach Beendigung oder Abbruch der Prüfung mindestens zehn Jahre aufbewahrt werden. Danach werden meine personenbezogenen Daten gelöscht, soweit nicht gesetzliche, satzungsmäßige oder vertragliche Aufbewahrungsfristen entgegenstehen. Im Falle, dass Sie Ihr Einverständnis widerrufen, werden alle bis dahin erhobenen Daten gelöscht.

Ich bin damit einverstanden, dass die im Rahmen dieser Studie von mir erhobenen Daten pseudonymisiert für zukünftige Studien der HNO-Klinik zur Erforschung des Schluckaktes und seiner Störungen benutzt sowie im Falle einer Zusammenarbeit mit anderen medizinwissenschaftlichen Forschergruppen, diesen übermittelt werden dürfen:

- einverstanden
- nicht einverstanden

Mir ist bekannt, dass ich jederzeit und ohne Angabe von Gründen meine Einwilligung zur Teilnahme an der Prüfung zurückziehen kann (mündlich oder schriftlich), ohne dass mir daraus Nachteile entstehen. Mir ist bekannt, dass ich (i) mein Einverständnis zur Speicherung der personenbezogenen Daten jederzeit widerrufen, (ii) die Löschung meiner bereits gespeicherten personenbezogenen Daten verlangen, und (iii) jederzeit Auskunft über die gespeicherten Daten erhalten kann.

Ich hatte ausreichend Zeit, mich zu entscheiden. Ich erkläre mich bereit, an der oben genannten klinisch/wissenschaftlichen Studie freiwillig teilzunehmen.

Möglichkeit zur Dokumentation zusätzlicher Fragen seitens der Probandin/des Probanden oder sonstiger Aspekte des Aufklärungsgesprächs:

.....
.....
.....
.....

Ein Exemplar der Aufklärungs- und Einwilligungsunterlagen habe ich erhalten. Ein Exemplar verbleibt im Prüfzentrum.

.....
Datum, Unterschrift der **Probandin/des Probanden**

Ich habe das Aufklärungsgespräch geführt und die Einwilligung der Patientin/des Patienten eingeholt.

.....
Name des aufklärenden Versuchsleiters in Druckbuchstaben

.....
Datum, Unterschrift der aufklärenden **Versuchsleiter**

5.4.5 Aufklärungsbögen und Patienteninformation: Manometrie, FEES, SSQ-Fragebogen, Neurologische Untersuchungen

Leiter der Klinischen Prüfung (gemäß § 40 AMG):
Priv.-Doz. Dr. med. Arno Olthoff
Leiter der Phoniatrie und Pädaudiologie
Klinik und Poliklinik für Hals-Nasen-Ohrenheilkunde
Universitätsmedizin Göttingen
Robert-Koch-Str. 40
D-37075 Göttingen

Sehr geehrte Patienten,

wir möchten Sie sehr herzlich zur Teilnahme an einer klinisch/wissenschaftlichen Studie einladen.

Informationen über die Durchführung einer intraoralen Manometrie

Zur klinischen Diagnostik von Schluckstörungen stellt die Druckmessung im Mundraum ein einfach durchzuführendes Verfahren dar, dessen Invasivität das Trinken über einen Trinkhalm nicht übersteigt. Selbstverständlich ist Ihre Teilnahme an allen Untersuchungen freiwillig und Sie können Ihre Einwilligung jederzeit ohne Angabe von Gründen zurückziehen. Die Untersuchungen finden im Rahmen einer klinisch/wissenschaftlichen Studie statt. Diese klinisch/wissenschaftliche Studie dient der Prüfung des maximalen Soges im Mundraum und seiner Bedeutung in den Dysphagiediagnostik. Sie wurde zustimmend von der Ethikkommission der Universitätsmedizin Göttingen bewertet. Alle Untersuchungen werden in der Phoniatrie, der Neurologie oder der Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie der UMG durchgeführt.

Informationen über die Durchführung einer flexiblen transnasalen Endoskopie (FEES)

Zusätzlich erfolgt neben der Untersuchung des Druckes in der Mundhöhle die Prüfung des Schluckablaufes mit Hilfe der flexiblen Endoskopie. Hierzu wird ein flexibles Endoskop durch die Nase geführt und das Schlucken eines gallertigen Bolus (Götterspeise) optisch kontrolliert. Eine Befundung durch den Untersucher (PD Dr. med. Arno Olthoff, FA f. HNO-Heilkunde, FA f. Phoniatrie und Pädaudiologie oder Herr Dr. med. Matthias Weidenmüller, Wissenschaftlicher Mitarbeiter, Phoniatrie und Pädaudiologie) ist die Voraussetzung zur Teilnahme an der oben genannten Studie. Als mögliche Untersuchungsrisiken sind Blutungen und Schmerzen durch kleinere Verletzungen oder Engen in der Nase zu nennen. Diese Risiken werden durch den sehr geübten Untersucher minimiert und die Untersuchung kann zu jedem Zeitpunkt abgebrochen werden. Das Risiko von weiteren Verletzungen der untersuchten Organbereiche sowie die Gefahr einer Entzündung des Untersuchungsgebietes sind als sehr gering einzustufen. Dies gilt ebenso für das sehr geringe Risiko einer Aspiration, da der zu schluckende Bolus nur ein sehr kleines Volumen besitzt und über eine unproblematische (flüssige) Konsistenz verfügt. Die fachärztliche Betreuung ist zu jedem Zeitpunkt sichergestellt. Die endoskopische Untersuchung wird in der Phoniatrie und Pädaudiologie, Klinik für Hals-, Nasen- und Ohrenheilkunde der Universitätsmedizin Göttingen, Robert-Koch-Str. 40 in 37075 Göttingen durchgeführt.

Informationen über die Durchführung des Sydney-Schluck-Fragebogens (SSQ)

Die subjektive Einordnung der Schluckfunktion wird in der klinischen Routine mittels eines Fragebogens („Sydney-Schluck-Fragebogen“) durchgeführt. Dies ist ein Fragebogen zur Einschätzung der subjektiven Schluckfunktion.

Weitere Erläuterungen und Erklärungen der genannten Teilbereiche erhalten Sie bei Herrn PD Dr. med. Arno Olthoff, Phoniatrie und Pädaudiologie, HNO-Klinik, Universitätsmedizin Göttingen, Telefon 0551-39-2811/Pieper 919-1068 bzw. bei Herrn Dr. med. Matthias Weidenmüller, Wissenschaftlicher Mitarbeiter, Phoniatrie und Pädaudiologie, HNO-Klinik, Universitätsmedizin Göttingen, Telefon 0551-39-2811/Pieper 919-1054, bei Herrn Dr. med. Tobias

Frank, Neurologie, Universitätsmedizin Göttingen, Telefon 0551-39-12581/Pieper 919-2847 bzw. Frau Dr. med. Bettina Göricke, Neurologie, Universitätsmedizin Göttingen, Telefon 0551-39-12581/Pieper 919-6887 sowie bei Frau Dr. med. Dr. disc. pol. Deike Böning, Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie, Universitätsmedizin Göttingen, Pieper 919-2627.

Freiwilligkeit

Ihre Teilnahme an dieser klinisch/wissenschaftlichen Studie ist freiwillig. Sie werden in diese Studie also nur dann einbezogen, wenn Sie dazu schriftlich Ihre Einwilligung erklären. Bitte zögern Sie nicht, alle Punkte anzusprechen, die Ihnen unklar sind. Sie werden ausreichend Bedenkzeit erhalten, um über Ihre Teilnahme zu entscheiden. Sofern Sie nicht an der klinisch/wissenschaftlichen Studie teilnehmen oder später aus ihr ausscheiden möchten, erwachsen Ihnen daraus keinerlei Nachteile. Sie sollten auch wissen, dass Sie zu jedem Zeitpunkt ohne Angabe von Gründen auf eine weitere Teilnahme an der Studie verzichten können.

Zufallsfunde

Obwohl die durchgeführten Untersuchungen keine diagnostischen Untersuchungen sind, besteht die Möglichkeit, dass pathologische Befunde entdeckt werden. Sollte sich ein Hinweis auf einen Zufallsbefund ergeben, müssen Sie sich ausdrücklich damit einverstanden erklären, dass Ihnen dieser mitgeteilt wird. Bilddaten, welche auf einer eventuell ausgehängigten CD gespeichert sind, dürfen nicht für diagnostische Zwecke genutzt werden!

Datenschutz

Während der klinisch/wissenschaftlichen Studie werden medizinische Befunde und persönliche Informationen von Ihnen erhoben und in der Prüfstelle in Ihrer persönlichen Akte niedergeschrieben oder elektronisch gespeichert. Die für die klinisch/wissenschaftliche Studie wichtigen Daten werden zusätzlich in pseudonymisierter Form gespeichert, ausgewertet und gegebenenfalls weitergegeben. Ihre Akte wird die Sie betreuende Abteilung nicht verlassen, diese kann jedoch von Personen, die mit der Durchführung der Studie (Prüfarzte, Studienassistentinnen) betraut sind, eingesehen werden. Diese Personen unterliegen der Schweigepflicht und sind zur Wahrung des Datenschutzes verpflichtet. Die endoskopischen Daten und die Daten der Druckmessung, die im Rahmen dieser Studie erhoben werden, werden in der Abteilung Phoniatrie und Pädaudiologie, Klinik für Hals-, Nasen- und Ohrenheilkunde der Universitätsmedizin Göttingen aufbewahrt. Die pseudonymisierten Daten dürfen dann für zukünftige Forschungsvorhaben von der HNO-Klinik der Universitätsmedizin Göttingen benutzt sowie im Falle einer Zusammenarbeit mit anderen medizinwissenschaftlichen Forschergruppen, diesen übermittelt werden. Sollten Sie nicht einwilligen, wird etwaiges Restmaterial bei Abschluss der Studie vernichtet.

Einzelheiten entnehmen Sie bitte der Einwilligungserklärung, die im Anschluss an diese Patienteninformation abgedruckt ist.

Studie: Intraorale Druckmessung bei Patienten mit Schluckstörungen im Vergleich zu einem Normkollektiv

Leiter der Klinischen Prüfung (gemäß § 40 AMG):
Priv.-Doz. Dr. med. Arno Olthoff
Leiter der Phoniatrie und Pädaudiologie
Klinik und Poliklinik für Hals-Nasen-Ohrenheilkunde
Universitätsmedizin Göttingen
Robert-Koch-Str. 40
D-37075 Göttingen

Einwilligung in die Durchführung einer intraoralen Manometrie, einer flexiblen transnasalen Endoskopie sowie der Datenerhebung durch Fragebogen

.....
Name der Patientin/des Patienten in Druckbuchstaben

geb. am Teilnehmer-Nr.

Ich bin in einem persönlichen Gespräch durch den Arzt **PD Dr. med. Arno Olthoff** oder **Dr. med. Matthias Weidenmüller** bzw. die Ärzte **Dr. med. Tobias Frank**, **Dr. med. Bettina Göricke** sowie **Dr. med. Dr. disc. pol. Deike Böning** ausführlich und verständlich über Wesen, Bedeutung, Risiken und Tragweite der klinisch/wissenschaftlichen Studie aufgeklärt worden. Ich hatte insbesondere die Gelegenheit, mit Herrn PD Dr. med. Arno Olthoff bzw. Herrn Dr. med. Matthias Weidenmüller über die Durchführung der endoskopischen Untersuchung zu sprechen. Alle meine Fragen wurden zufriedenstellend beantwortet.

Mir ist bekannt, dass die Untersuchungen im Rahmen dieser Studie Zufallsbefunde ergeben können. Ich erkläre mich damit

- einverstanden,
- nicht einverstanden,

dass mir Zufallsbefunde mitgeteilt werden. Bei meinem Einverständnis wird mir eine Auffälligkeit zeitnah mitgeteilt und eine rasche ärztliche Hilfe vermittelt. Ich verfüge über einen ausreichenden Krankenversicherungsschutz.

Mir ist bekannt, dass bei dieser klinisch/wissenschaftlichen Prüfung personenbezogene Daten, insbesondere medizinische Befunde von mir erhoben, in pseudonymisierter Form gespeichert und ausgewertet werden sollen. Die Verwendung der Angaben über meine Gesundheit erfolgt nach gesetzlichen Bestimmungen und setzt vor der Teilnahme an der klinisch/wissenschaftlichen Prüfung folgende freiwillig abgegebene Einwilligungserklärung voraus, das heißt ohne die nachfolgende Einwilligung kann ich nicht an der klinisch/wissenschaftlichen Prüfung teilnehmen.

Ich erkläre mich damit einverstanden, dass im Rahmen dieser klinisch/wissenschaftlichen Studie meine personenbezogenen Daten, insbesondere Angaben über meine Gesundheit, erhoben und in Papierform sowie auf elektronischen Datenträgern in der Abteilung Phoniatrie und Pädaudiologie der Universitätsmedizin Göttingen in pseudonymisierter Form aufgezeichnet werden.

Ich erkläre mich damit einverstanden, dass meine Daten nach Beendigung oder Abbruch der Prüfung mindestens zehn Jahre aufbewahrt werden. Danach werden meine personenbezogenen Daten gelöscht, soweit nicht gesetzliche, satzungsmäßige oder vertragliche Aufbewahrungsfristen entgegenstehen. Im Falle, dass Sie Ihr Einverständnis widerrufen, werden alle bis dahin erhobenen Daten gelöscht.

Ich bin damit einverstanden, dass die im Rahmen dieser Studie von mir erhobenen Daten pseudonymisiert für zukünftige Studien der HNO-Klinik zur Erforschung des Schluckaktes und seiner Störungen benutzt sowie im Falle einer Zusammenarbeit mit anderen medizinwissenschaftlichen Forschergruppen, diesen übermittelt werden dürfen:

- einverstanden
- nicht einverstanden

Mir ist bekannt, dass ich jederzeit und ohne Angabe von Gründen meine Einwilligung zur Teilnahme an der Prüfung zurückziehen kann (mündlich oder schriftlich), ohne dass mir daraus Nachteile entstehen. Mir ist bekannt, dass ich (i) mein Einverständnis zur Speicherung der personenbezogenen Daten jederzeit widerrufen, (ii) die Löschung meiner bereits gespeicherten personenbezogenen Daten verlangen, und (iii) jederzeit Auskunft über die gespeicherten Daten erhalten kann.

Ich hatte ausreichend Zeit, mich zu entscheiden. Ich erkläre mich bereit, an der oben genannten klinisch/wissenschaftlichen Studie freiwillig teilzunehmen.

Möglichkeit zur Dokumentation zusätzlicher Fragen seitens der Patientin/des Patienten oder sonstiger Aspekte des Aufklärungsgesprächs:

.....
.....
.....
.....

Ein Exemplar der Aufklärungs- und Einwilligungsunterlagen habe ich erhalten. Ein Exemplar verbleibt im Prüfzentrum.

.....
Datum, Unterschrift **der Patientin/des Patienten**

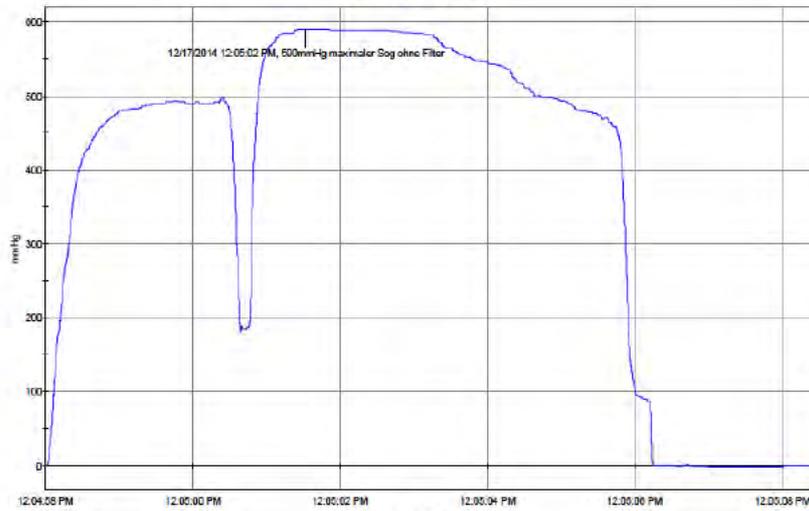
Ich habe das Aufklärungsgespräch geführt und die Einwilligung der Patientin/des Patienten eingeholt.

.....
Name des aufklärenden Versuchsleiters in Druckbuchstaben

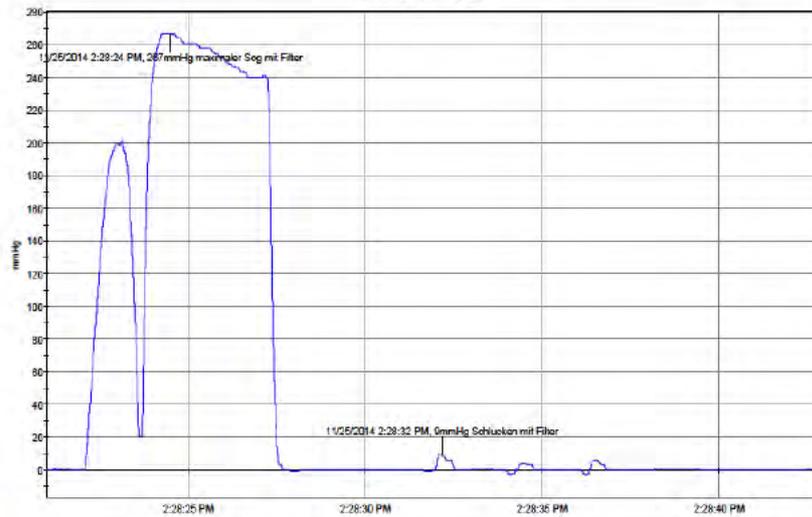
.....
Datum, Unterschrift der aufklärenden **Versuchsleiter**

5.4.6 Manometrische Daten Normkollektiv

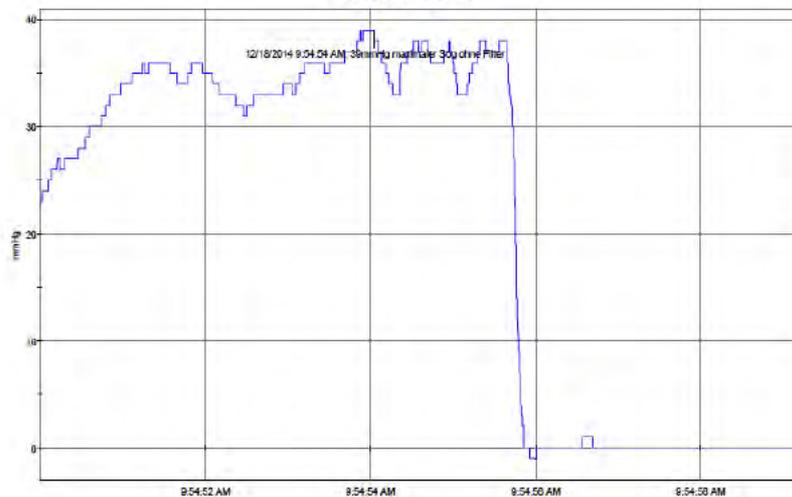
Proband 1 Normkollektiv
ohne Filter



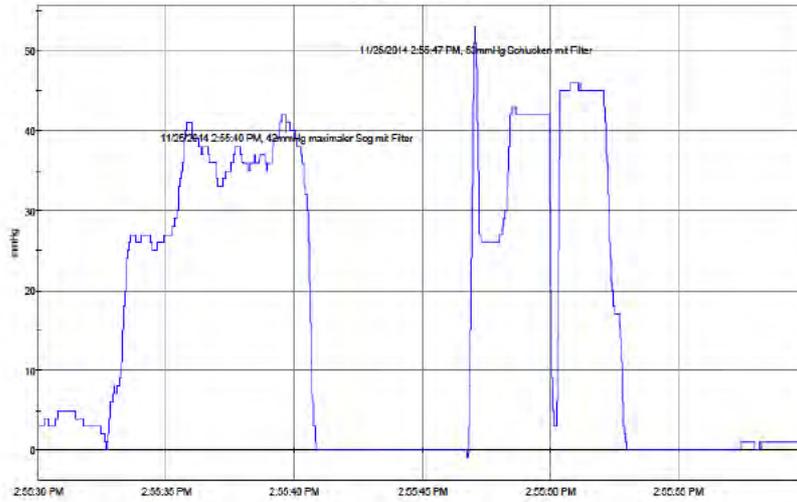
mit Filter



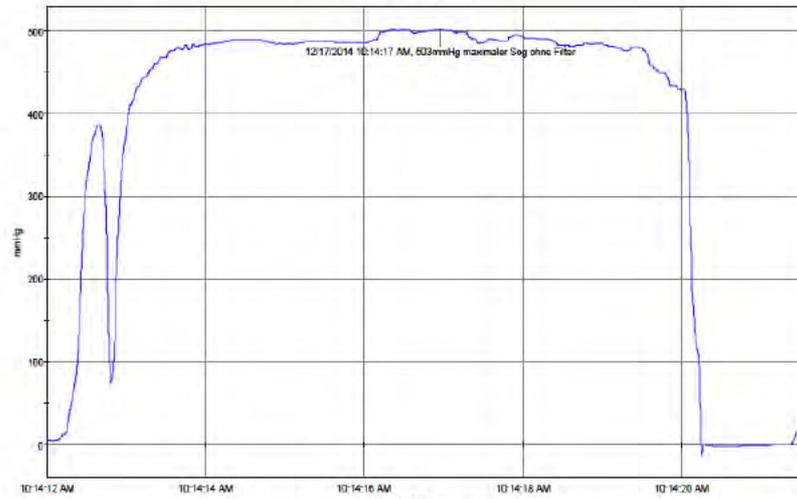
Proband 2 Normkollektiv
ohne Filter



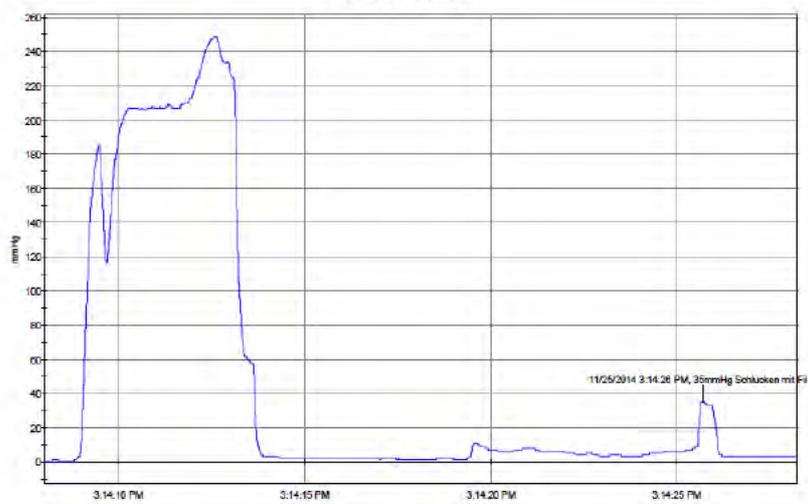
mit Filter



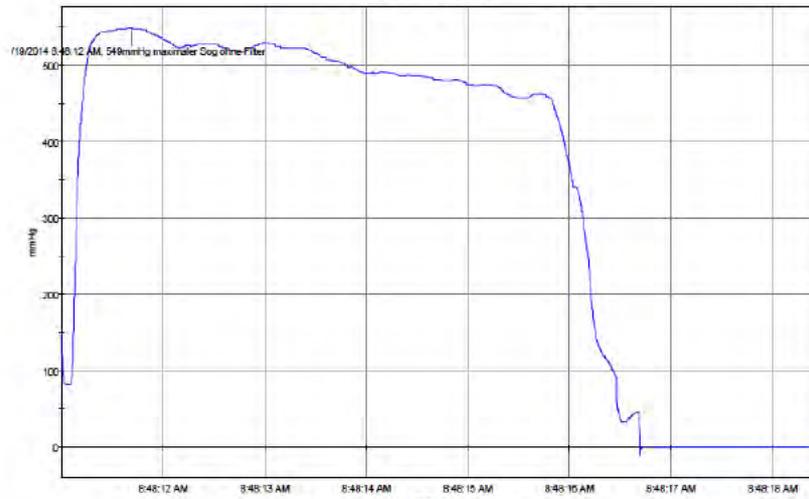
Proband 3 Normkollektiv ohne Filter



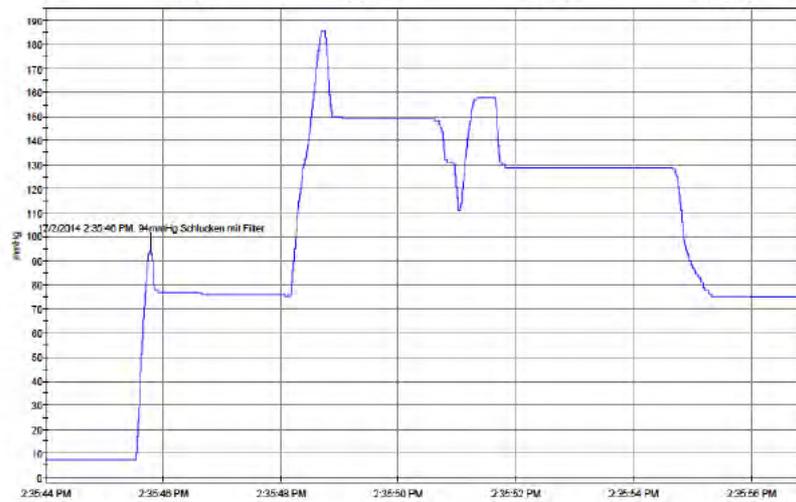
mit Filter



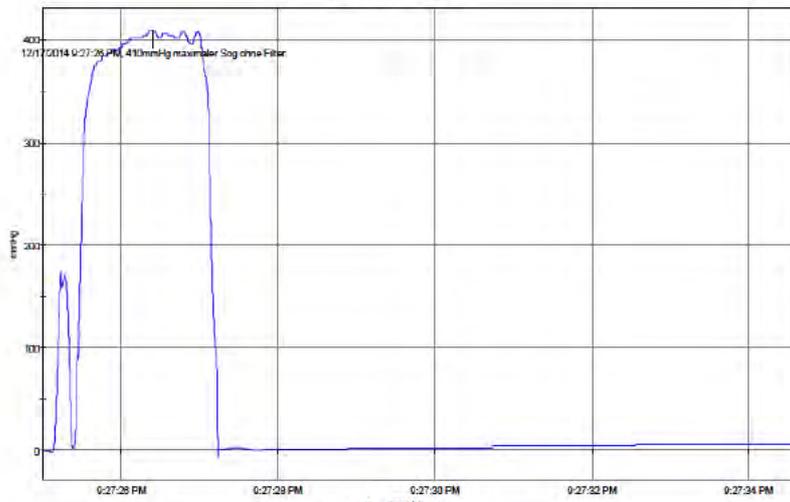
Proband 4 Normkollektiv ohne Filter



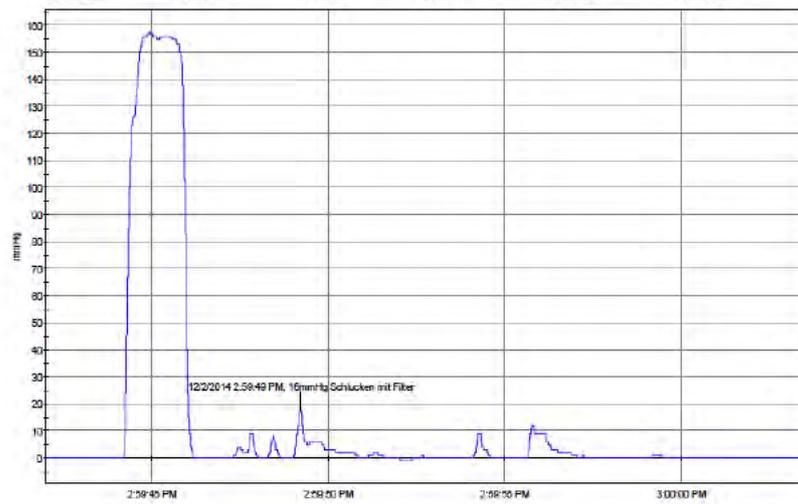
mit Filter



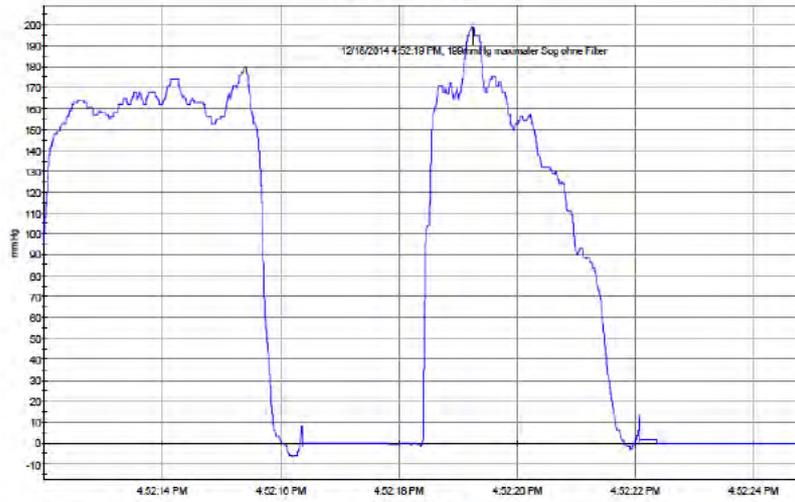
Proband 5 Normkollektiv ohne Filter



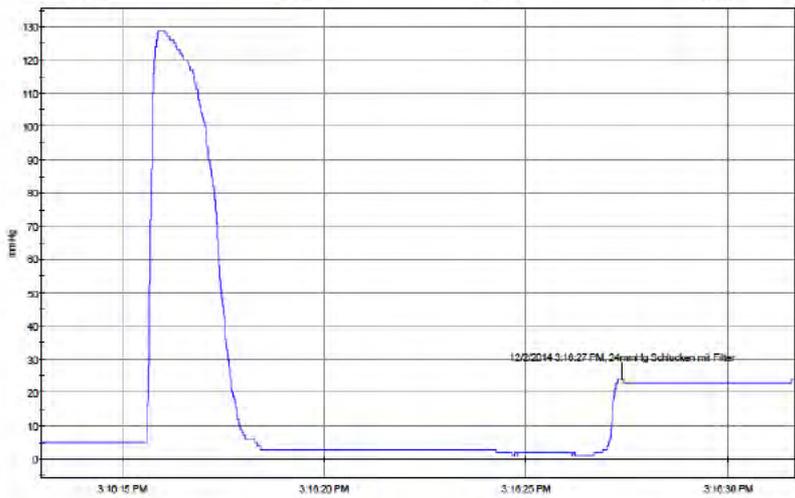
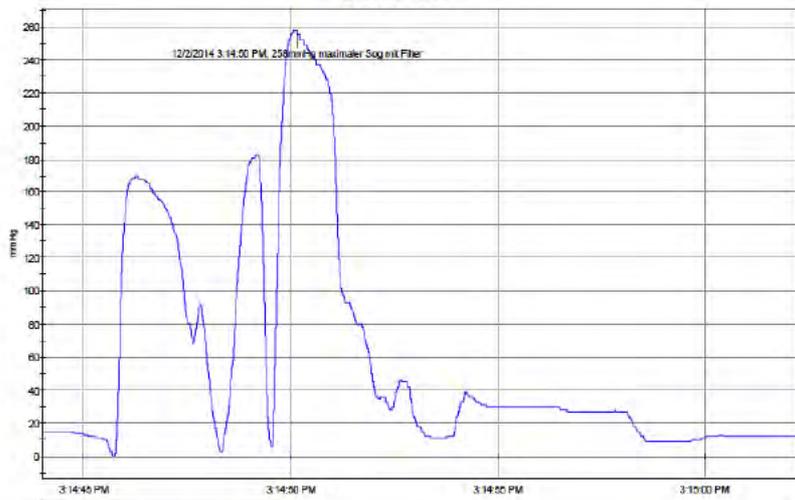
mit Filter



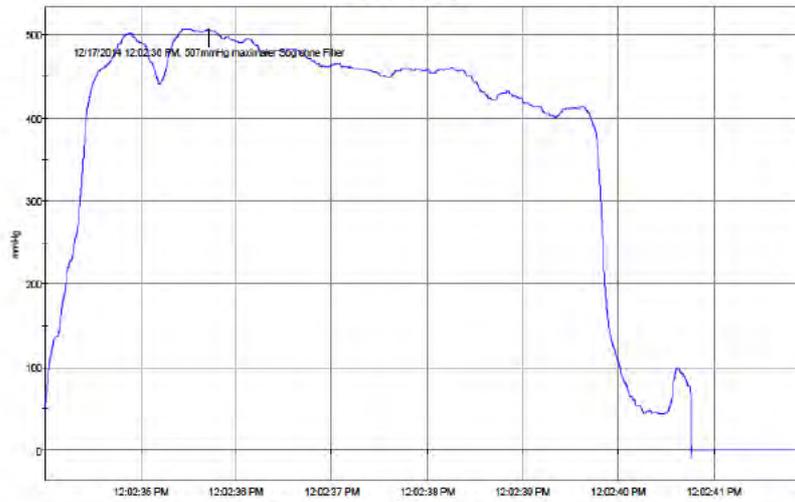
Proband 6 Normkollektiv ohne Filter



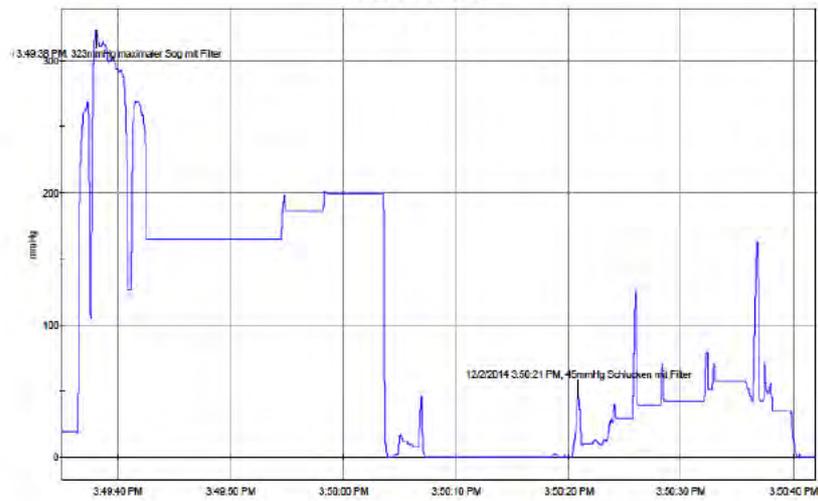
mit Filter



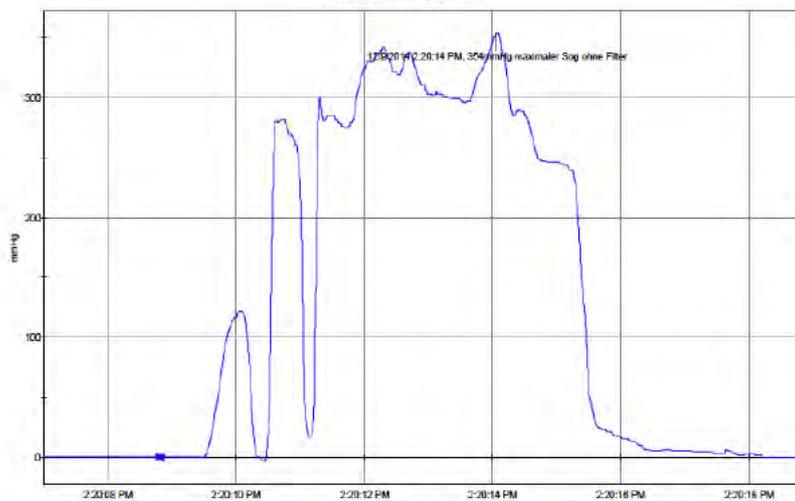
Proband 7 Normkollektiv ohne Filter



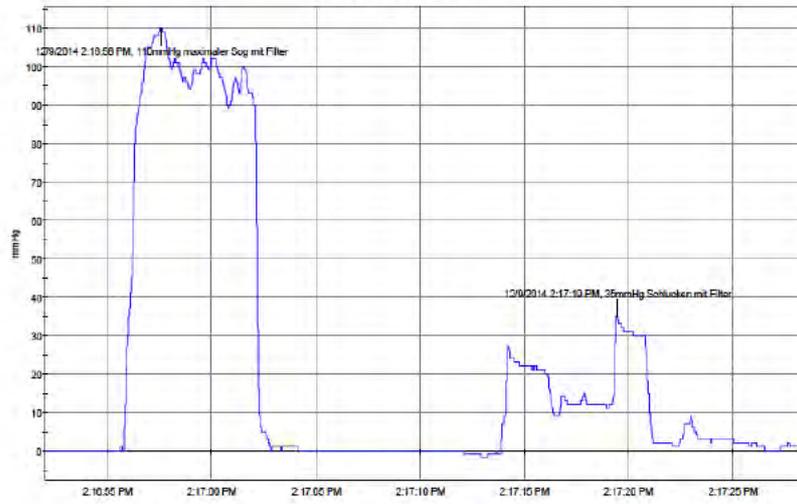
mit Filter



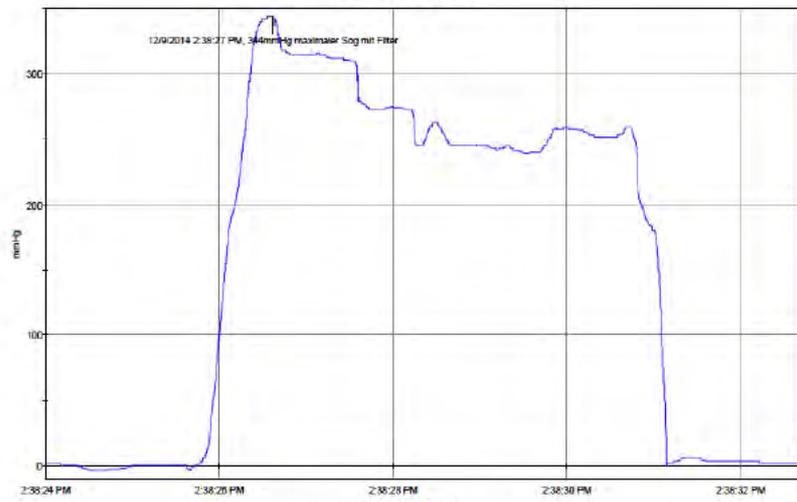
Proband 8 Normkollektiv ohne Filter



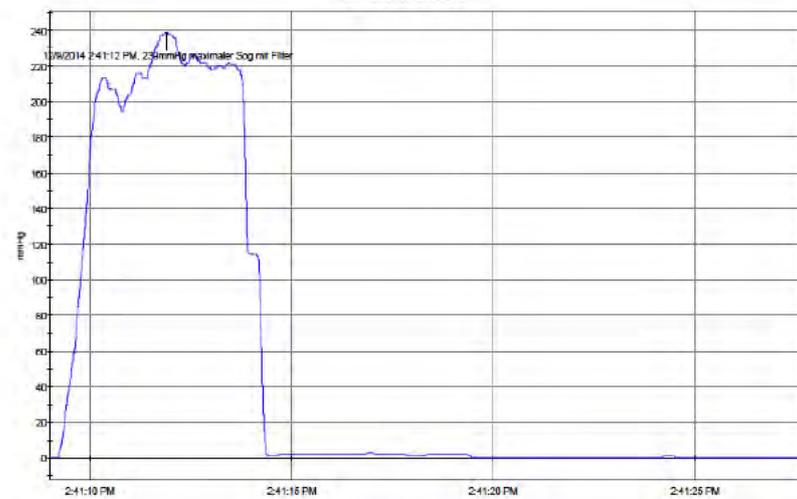
mit Filter

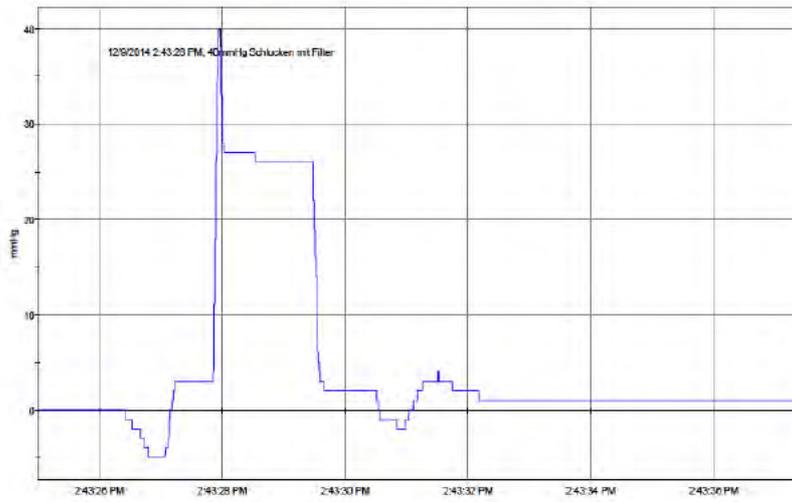


Proband 9 Normkollektiv ohne Filter

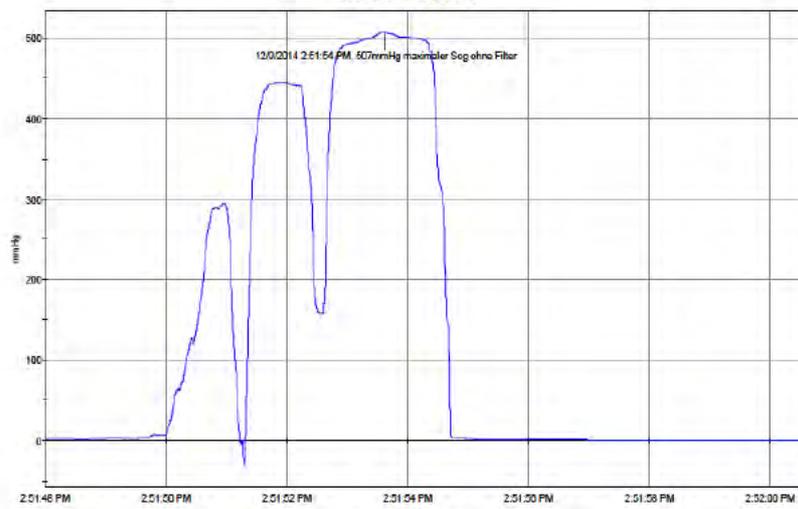


mit Filter

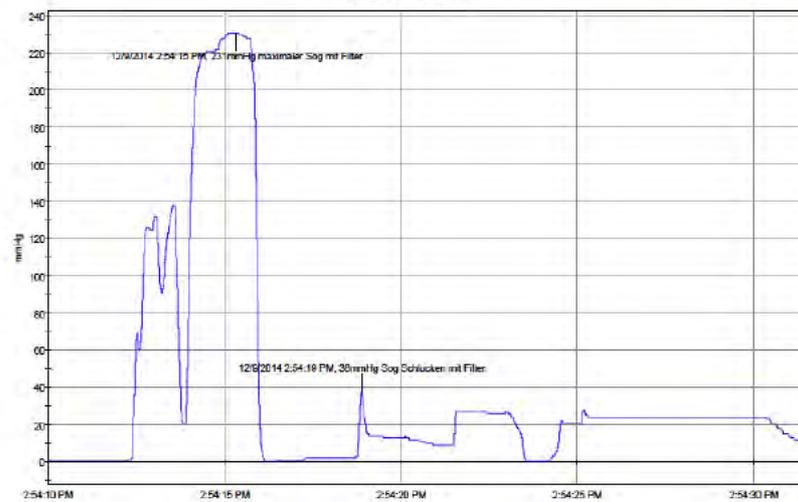




**Proband 10 Normkollektiv
ohne Filter**



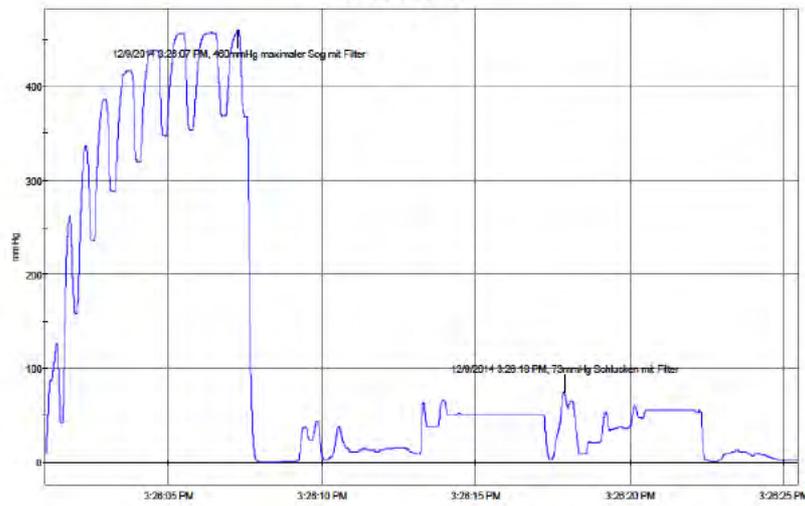
mit Filter



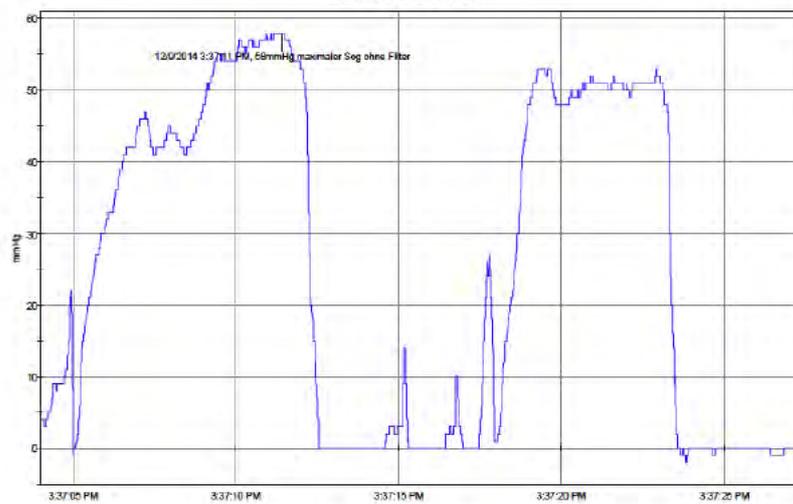
Proband 11 Normkollektiv ohne Filter



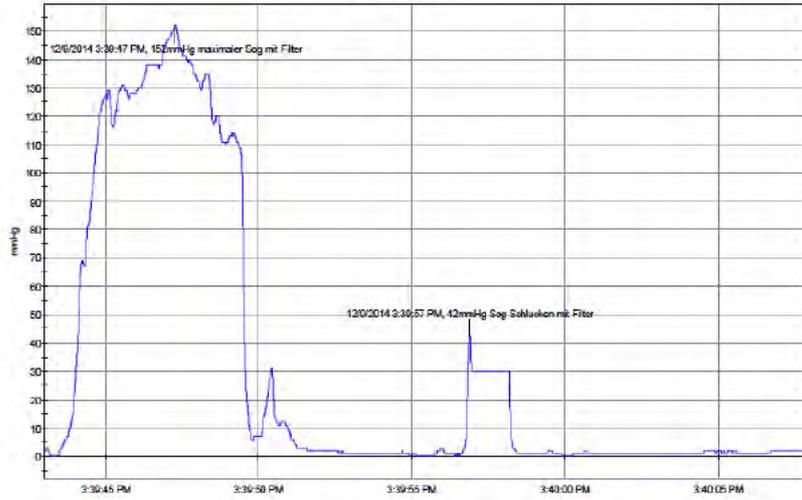
mit Filter



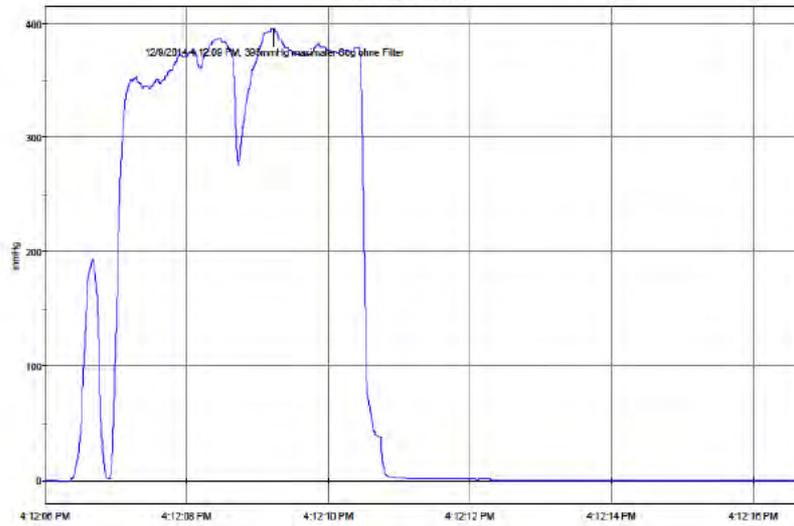
Proband 12 Normkollektiv ohne Filter



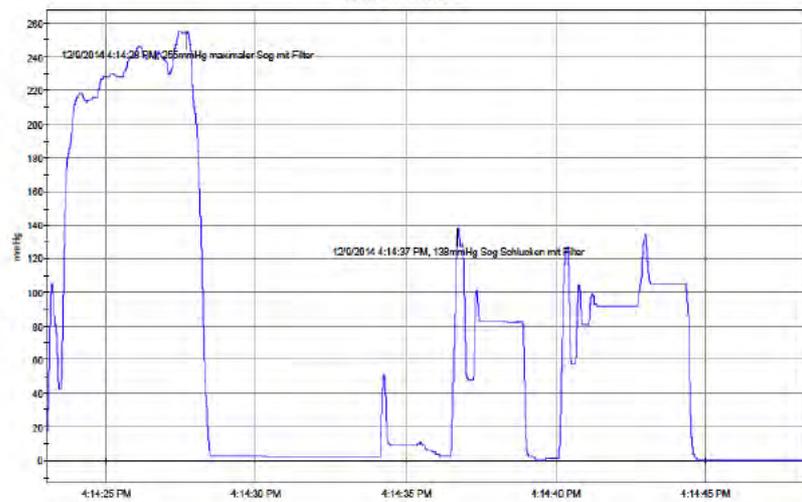
mit Filter



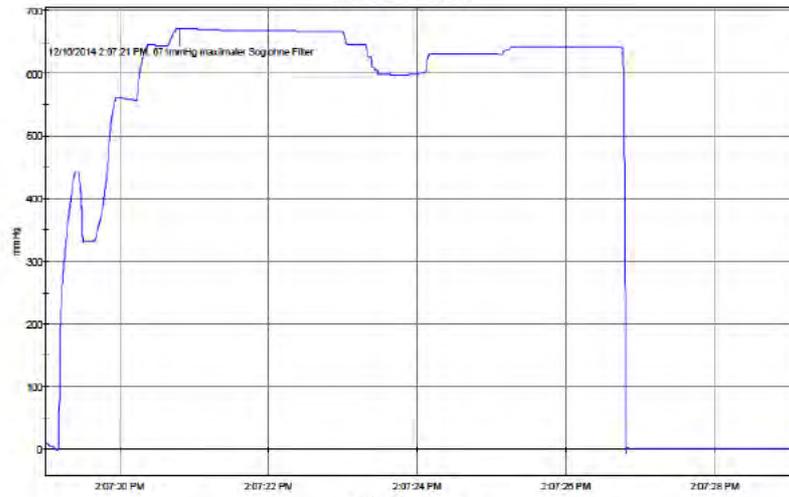
Proband 13 Normkollektiv ohne Filter



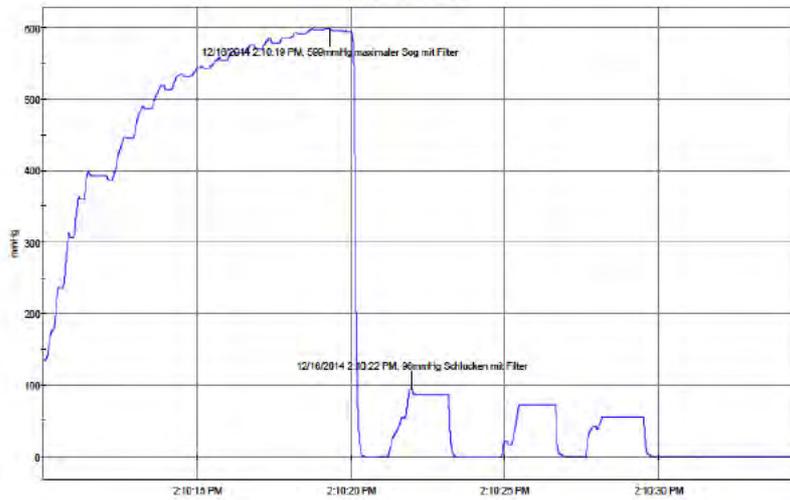
mit Filter



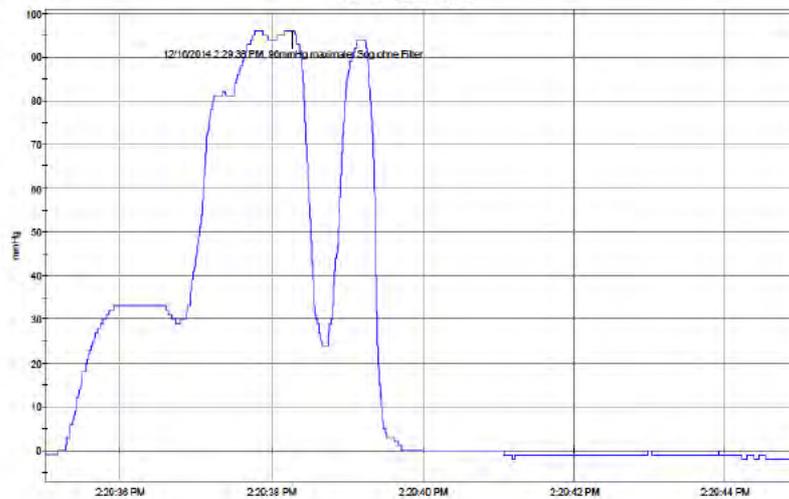
Proband 14 Normkollektiv ohne Filter



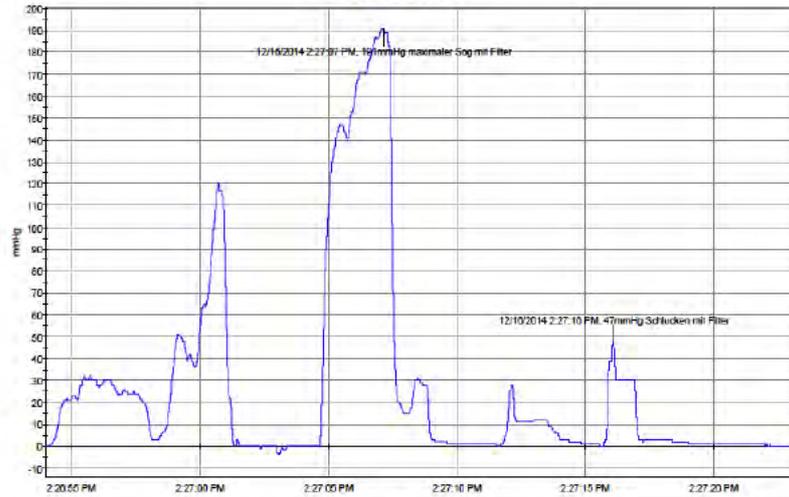
mit Filter



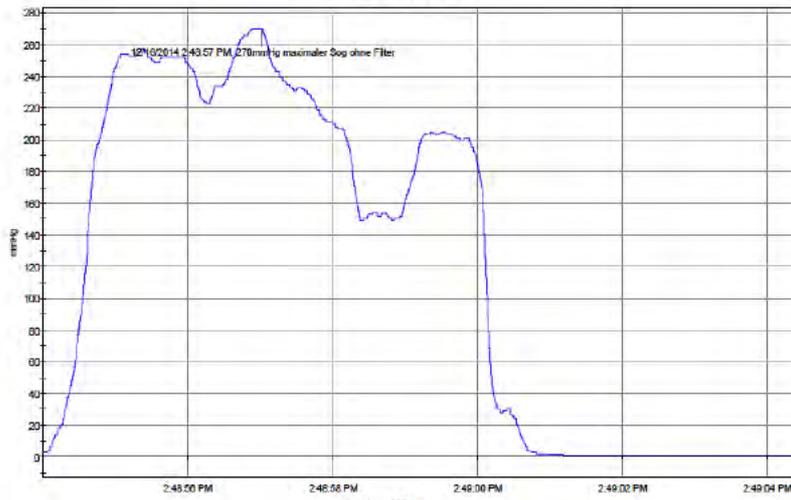
Proband 15 Normkollektiv ohne Filter



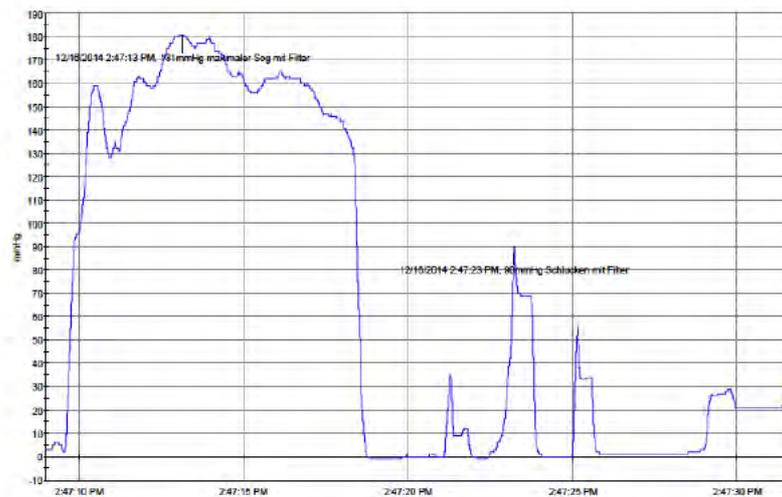
mit Filter



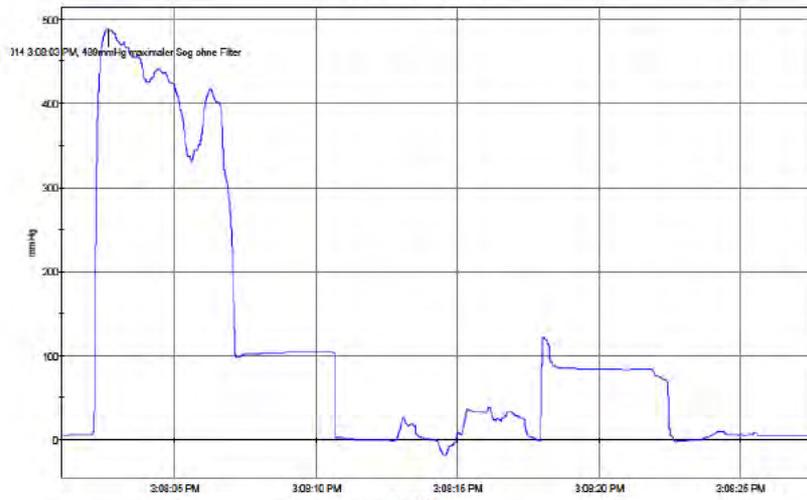
Proband 16 Normkollektiv ohne Filter



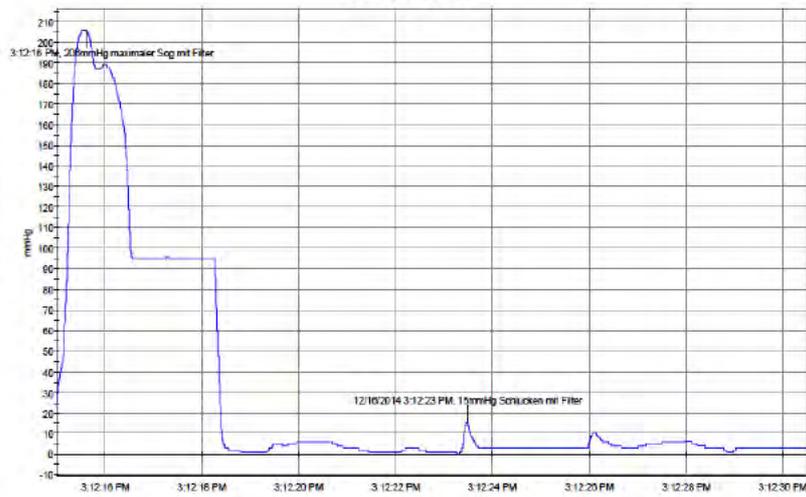
mit Filter



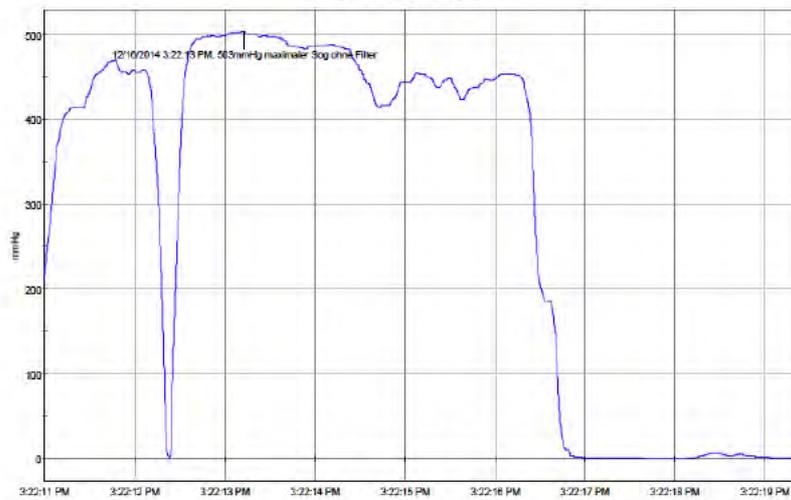
Proband 17 Normkollektiv ohne Filter



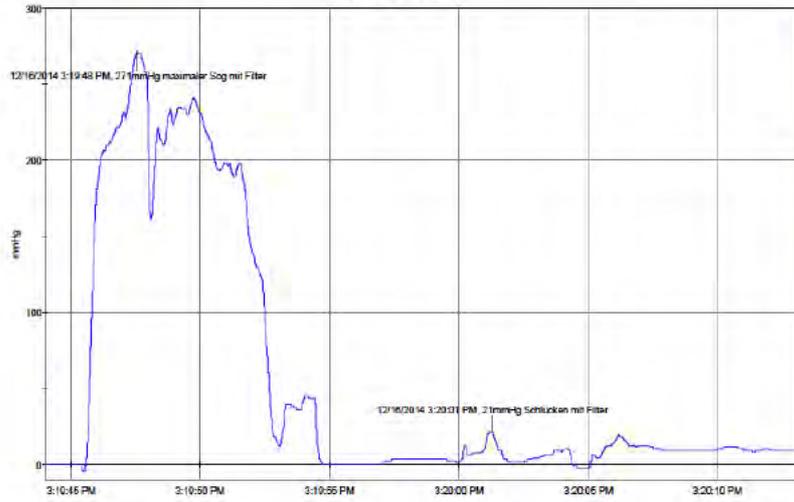
mit Filter



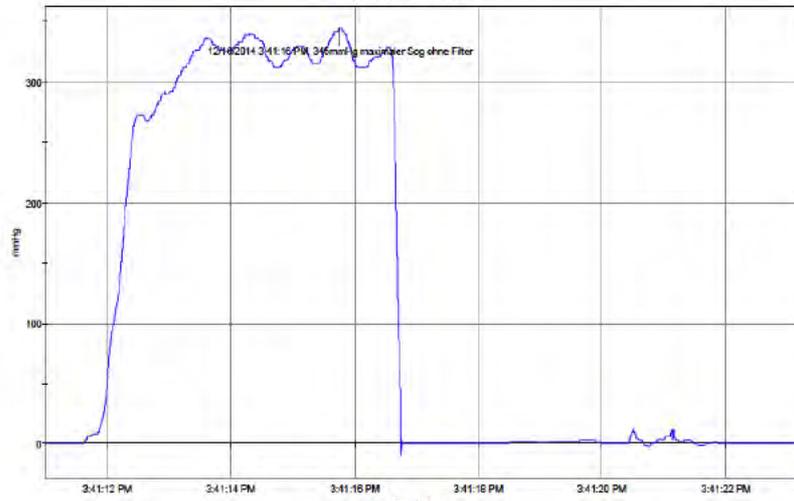
Proband 18 Normkollektiv Ohne Filter



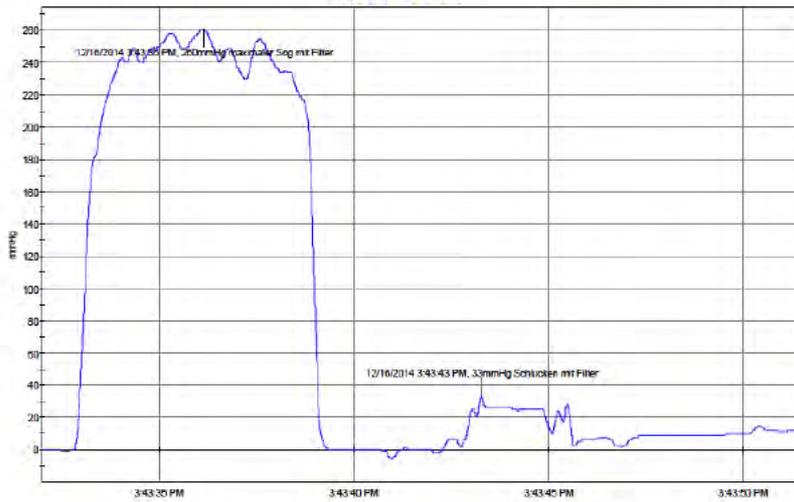
mit Filter



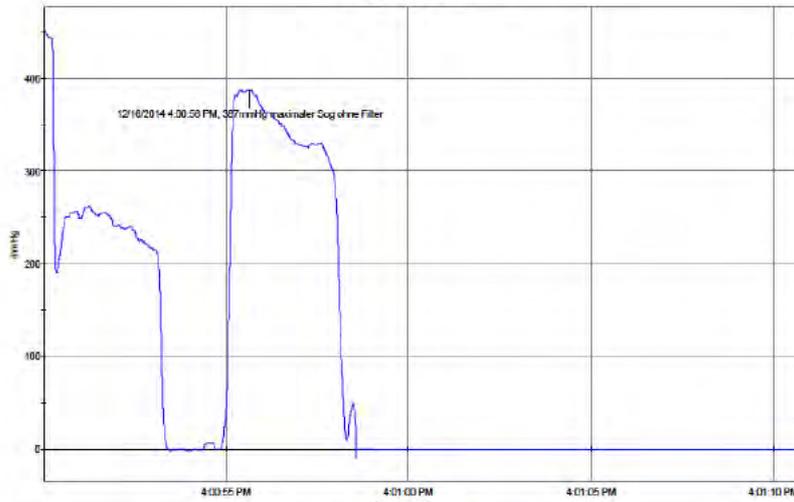
Proband 19 Normkollektiv ohne Filter



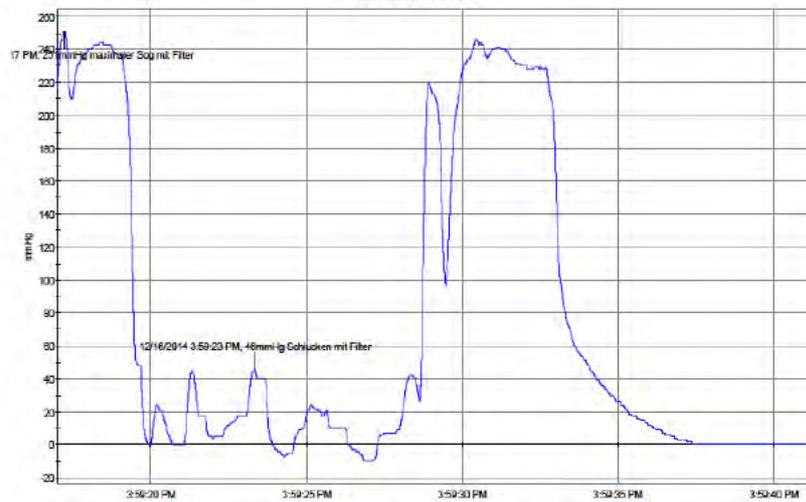
mit Filter



Proband 20 Normkollektiv ohne Filter

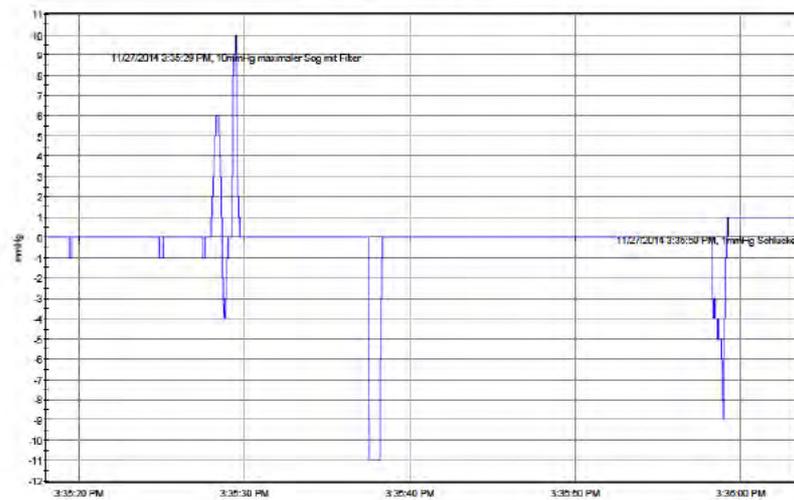


mit Filter

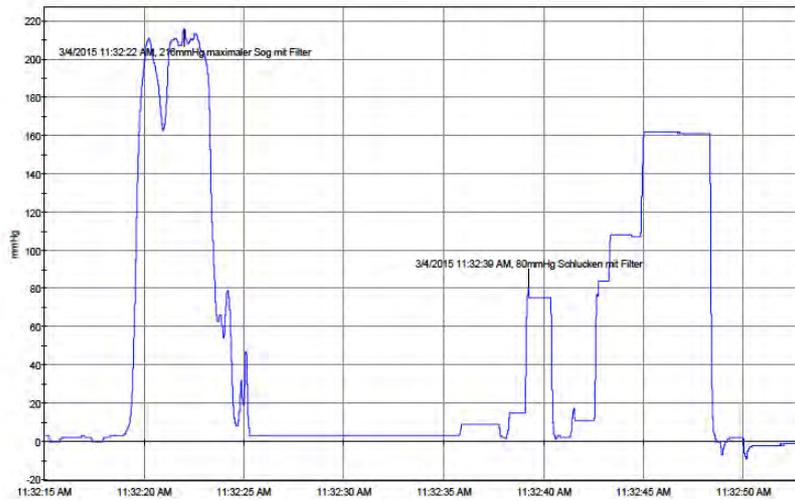


5.4.7 Manometrische Daten Patientenkollektiv

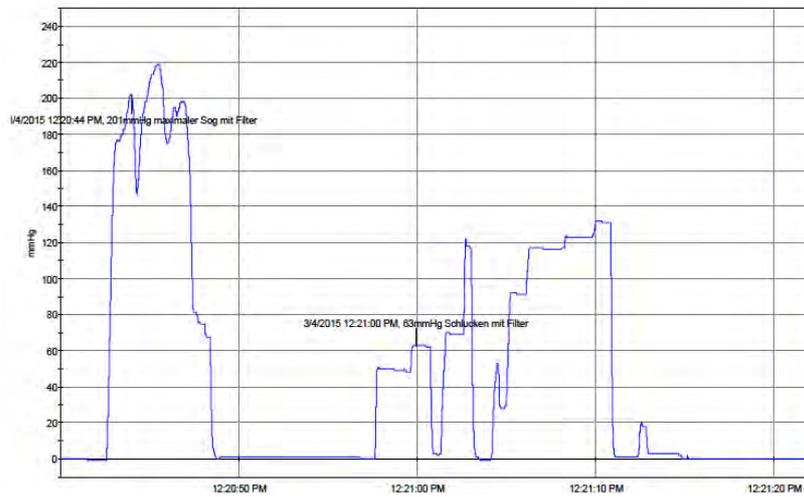
Patient 1 ALS



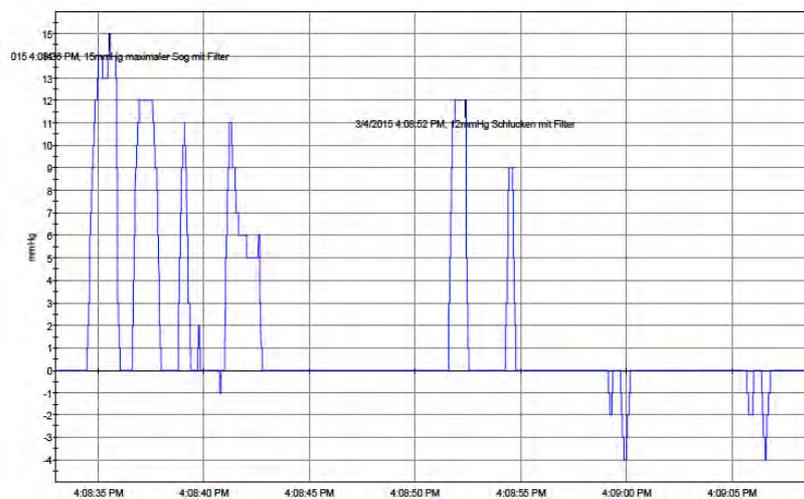
Patient 2 ALS



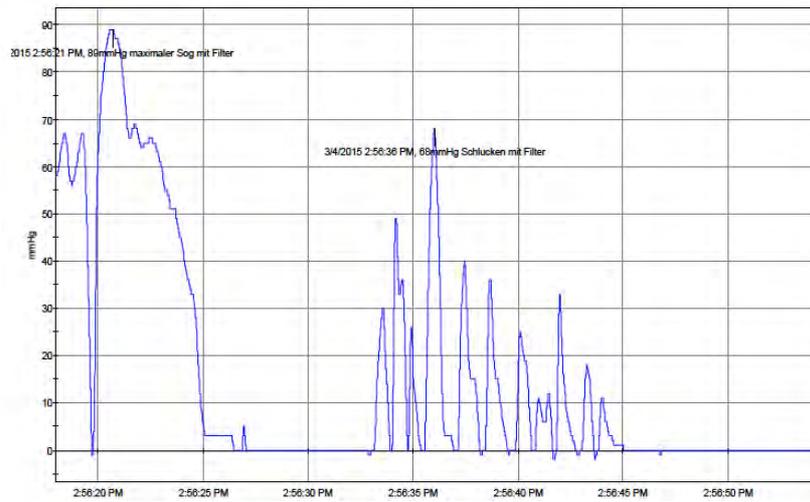
Patient 3 ALS



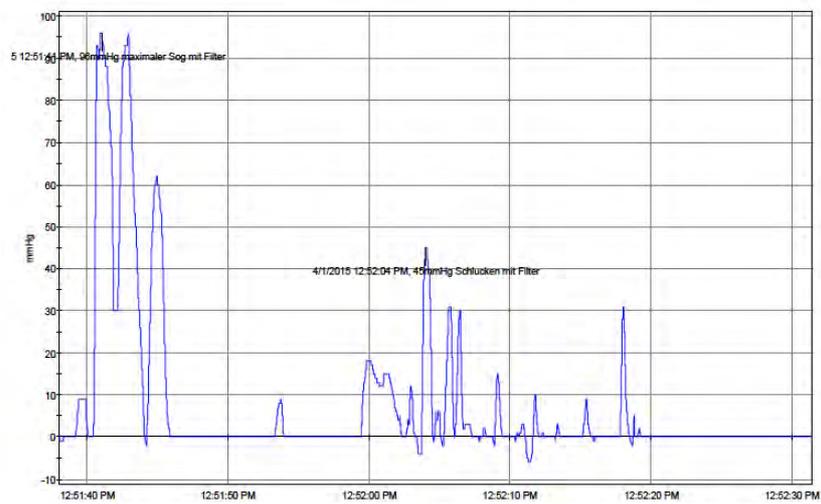
Patient 4 ALS



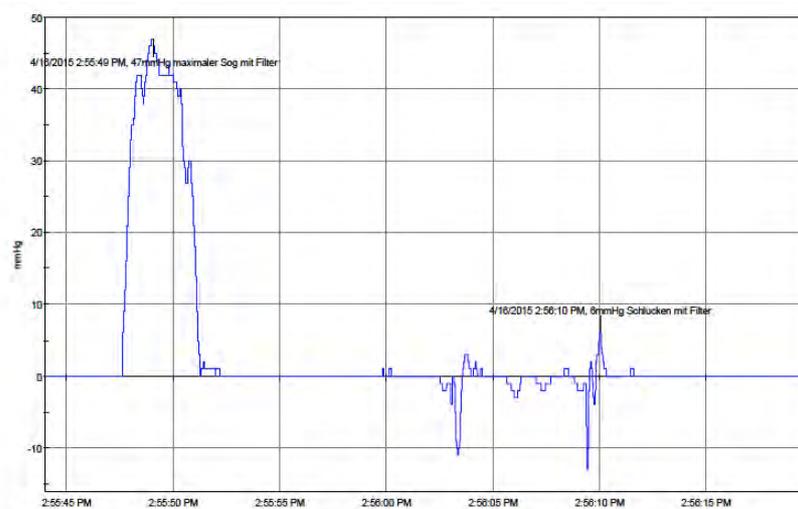
Patient 5 ALS



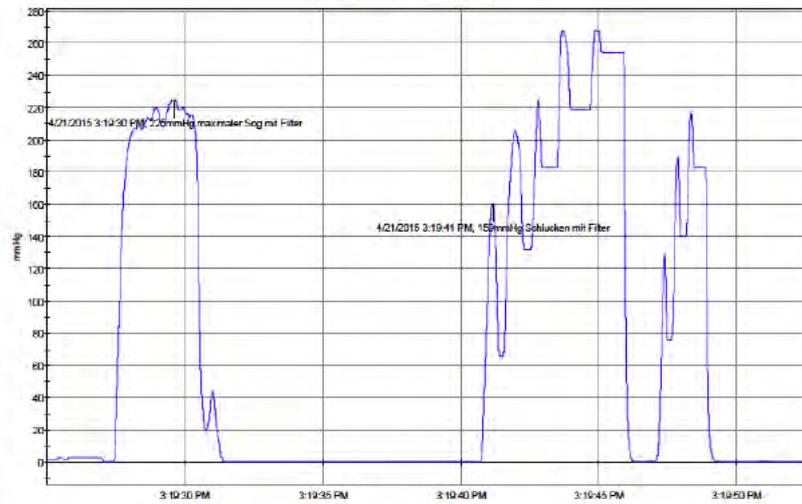
Patient 6 ALS



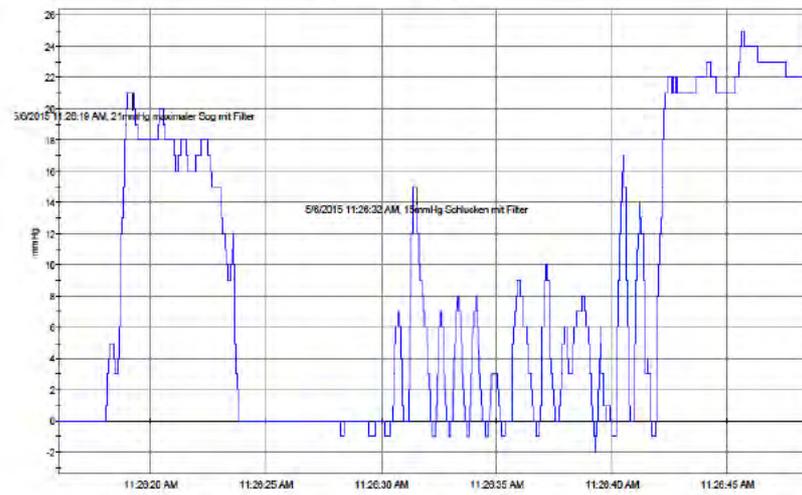
Patient 7 ALS



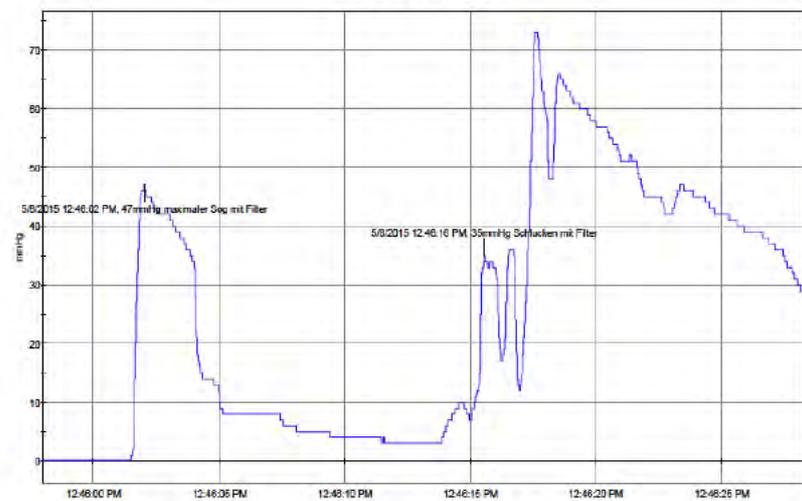
Patient 8 ALS



Patient 9 ALS



Patient 10 ALS



5.4.8 Datentabellen der Ergebnisse

Auswertung Normkollektiv und ALS-Patientengruppe

Parameter	Normkollektiv					ALS-Patientengruppe					p-Wert	Test
	Mean/Mittelwert	Median	Minimum	Maximum	Standardabweichung	Mean/Mittelwert	Median	Minimum	Maximum	Standardabweichung		
Alter insgesamt	42,7	32,5	23	75	19,48035	69,3	67	60	79	6,750509	0,000271	t-test
Alter männlich	47,2	44,5	24	75	22,28502	70,33333	67	65	79	7,571878	0,113138	t-test
Alter weiblich	38,2	32	23	67	16,10935	68,85714	67	60	79	6,962485	0,000284	t-test
maximaler Sog	260,3	253	42	599	120,6784	96,7	10	225	225	85,95483	0,000688	t-test
Maximaler Sog männlich	237,3	259	42	403	97,59104	154,6667	201	47	216	75,94322	0,221547	t-test
Maximaler Sog weiblich	383,3	235	152	599	141,5808	71,85714	47	10	225	75,94073	0,009714	t-test
Maximaler Sog Schlucken	49,6	41	9	138	32,82714	48,4	40	1	159	47,73119	0,936026	t-test
Maximaler Sog Schlucken männlich	46	34	9	138	40,12481	49,66667	63	6	80	38,75994	0,891445	t-test
Maximaler Sog Schlucken weiblich	53,2	45,5	15	96	25,22256	47,85714	35	1	159	53,99515	0,786641	t-test
Leaking											0,682053	Mann-Whitney U-Test
Retention											0,00194	Mann-Whitney U-Test
Penetration/Aspiration											0,156725	Mann-Whitney U-Test
SSQ 1 gesamt	4,53	2,1	0	19,8	6,37735	31,61	26,55	2,1	97,9	33,13667	0,000893	t-test
SSQ 1 männlich	5,94	2,1	0	19,8	7,48305	31,33333	21,1	2,1	5,2	1,789786	0,544123	t-test
SSQ 1 weiblich	3,12	1,55	0	16,7	5,04442	45,24286	46,9	2,1	97,9	32,02134	0,000865	t-test
SSQ 2 gesamt	1,25	1	0	5,2	1,41923	29,36	12	2,1	98,9	34,72381	0,000983	t-test
SSQ 2 männlich	1,67	2,1	0	5,2	1,71273	3,46667	3,1	3,1	4,2	0,635085	0,110554	t-test
SSQ 2 weiblich	0,63	0,5	0	2,1	0,96269	40,45714	30,2	2,1	98,9	36,46335	0,003324	t-test
SSQ 3 gesamt	1,655	0,5	0	5,2	2,65954	21,87	5,75	1,2	98,9	31,06456	0,006049	t-test
SSQ 3 männlich	2,09	0,5	0	11,5	3,99056	3,1	3,1	3,1	0	0,645865	0,000949	t-test
SSQ 3 weiblich	0,82	0,5	0	3,1	1,06958	29,91429	19,8	2,1	98,9	34,56118	0,016544	t-test
SSQ 4 gesamt	1,445	1	0	8,3	1,98162	11,99	7,3	2,1	41,7	12,33166	0,000731	t-test
SSQ 4 männlich	2,28	1,55	0	8,3	2,4939	3,83333	4,2	3,1	4,2	0,635085	0,321289	t-test
SSQ 4 weiblich	0,61	0,5	0	2,1	0,7218	15,48571	10,4	2,1	41,7	13,4331	0,002937	t-test
SSQ 5 gesamt	3,44	2,1	1	17,7	4,30127	26,77	13	2,1	95,8	32,48893	0,003001	t-test
SSQ 5 männlich	2,91	2,1	1	11,5	3,12417	3,8	3,1	3,1	5,2	1,212436	0,852492	t-test
SSQ 5 weiblich	4,925	2,1	0	17,7	5,99824	36,64429	19,8	2,1	41,7	34,6985	0,007917	t-test
SSQ 6 gesamt	4,69	3,65	1	25	6,09923	28,52222	8,3	2,1	95,8	30,05248	0,005248	t-test
SSQ 6 männlich	4,36	3,65	1	11,5	3,72049	4	4,2	2,6	5,2	1,311488	0,764982	t-test
SSQ 6 weiblich	1,715	1	0	25	2,8887	40,78333	31,75	2,1	95,8	37,60061	0,009153	t-test
SSQ 7 gesamt	1,77	2,1	0	12,5	2,89396	30,32	21,35	1	94,8	32,56955	0,000459	t-test
SSQ 7 männlich	1,66	2,1	0	12,5	1,63167	4,53333	4,2	4,2	5,2	0,57735	0,017106	t-test
SSQ 7 weiblich	3,18	2,1	0	15,6	4,1767	41,37143	42,7	1	94,8	33,40847	0,001891	t-test
SSQ 8 gesamt	3,08	2,1	0	11,5	3,66638	29,89	5,75	1	93,8	38,62292	0,004257	t-test
SSQ 8 männlich	3,33	1,55	0	15,6	4,83077	41,07143	25	1	93,8	41,84375	0,011793	t-test
SSQ 8 weiblich	5,67	2,1	0	34,3	6,8577	22,61	8,85	1	91,7	29,65975	0,023573	t-test
SSQ 9 gesamt	5,52	2,1	0	34,3	10,3803	29,91429	14,6	4,2	8,3	2,367136	0,994145	t-test
SSQ 9 männlich	5,62	2,05	0	18,8	7,0224	29,91429	14,6	1	91,7	33,31969	0,040263	t-test
SSQ 9 weiblich	3,295	2,1	0	14,6	4,63542	4,16667	4,2	3,1	93,8	38,97252	0,011702	t-test
SSQ 10 gesamt	3,96	2,1	0	14,6	4,63542	4,16667	4,2	3,1	5,2	1,050397	0,941987	t-test
SSQ 10 männlich	2,49	1	0	12,5	4,14928	27,82857	16,7	2,1	93,8	32,46696	0,025801	t-test
SSQ 10 weiblich	2,885	1	0	13,5	3,25565	24,155	7,275	2,1	94,8	31,27703	0,003738	t-test
SSQ 11 gesamt	2,59	1	0	13,5	4,25374	32,27857	19,8	1	94,8	34,25972	0,016129	t-test
SSQ 11 weiblich	1,78	2,1	0	6,3	1,97923	5,2	4,2	3,1	8,3	2,740438	0,033401	t-test
SSQ 12 gesamt	15	20	0	40	12,77333	18	20	0	20	6,32456	0,524016	Mann-Whitney U-Test
SSQ 12 weiblich	12	20	0	40	14,2573	17,14286	20	0	20	7,55929	0,845809	Mann-Whitney U-Test
SSQ 13 gesamt	4,26	1,55	0	46,9	10,27948	6,05	3,4	0	26	7,91057	0,294058	Mann-Whitney U-Test
SSQ 13 männlich	6,67	2,1	0	46,9	14,24953	4,36667	4,2	2,6	6,3	1,855622	0,79144	t-test
SSQ 13 weiblich	1,85	1	0	8,3	2,68944	6,77143	1,6	0	26	9,52308	0,13766	t-test
SSQ 14 gesamt	2,65	2,1	0	9,4	2,69903	30,725	10,425	0	90,6	36,53398	0,001662	t-test
SSQ 14 männlich	3,13	2,1	0	7,3	2,64367	4,51867	5,2	2,1	6,25	2,157738	0,428453	t-test
SSQ 14 weiblich	2,17	1,55	0	9,4	2,80676	45,98714	35,4	0	90,6	38,85768	0,005142	t-test
SSQ 15 gesamt	1,98	2,1	0	6,3	1,68353	16,684	6,25	1	73,9	24,14603	0,008533	t-test
SSQ 15 männlich	1,56	0,5	0	5,2	1,67053	4,86667	5,2	2,1	7,3	2,615977	0,039533	t-test
SSQ 15 weiblich	2,085	2,1	0	6,3	2,10776	22,00571	8,3	2,1	73,9	27,73903	0,03258	t-test
SSQ 16 gesamt	2,51	2,1	0	8,3	2,62147	29,795	15,1	2,1	93,8	31,3864	0,000429	t-test
SSQ 16 männlich	1,66	0,5	0	6,3	2,59838	40,47857	42,7	2,1	7,3	2,615977	0,199162	t-test
SSQ 16 weiblich	1,655	1	0	6,3	1,70802	31,235	9,9	2,1	93,8	32,11706	0,001545	t-test
SSQ 17 gesamt	0,98	2,1	0	6,3	2,05848	5,21667	6,25	2,1	97,9	37,68888	0,001237	t-test
SSQ 17 männlich	1,38	0,5	0	3,1	1,14412	42,41429	27,1	2,1	97,9	40,54612	0,006055	t-test
SSQ 17 weiblich	0,98	0,5	0	3,1	1,14412	42,41429	27,1	2,1	97,9	40,54612	0,006055	t-test
Summe SSQ gesamt	59,575	47,95	10,2	140,9	41,02271	399,084	276,2	48,7	1248	390,8513	0,000895	Mann-Whitney U-Test
Summe SSQ männlich	70,44	68,75	11,5	140,9	43,74462	86,43333	93,1	65,8	106,4	20,69839	0,446873	Mann-Whitney U-Test
Summe SSQ weiblich	48,71	40,45	10,2	129,3	37,10512	53,222	46,8	48,7	1248	400,0912	0,002916	Mann-Whitney U-Test
Maximaler Sog ohne Filter NK gesamt	391,7	402,5	39	671	182,886						0,010773	t-test
Maximaler Sog ohne Filter NK männlich	388,7	402,5	39	590	168,0708						0,024065	t-test
Maximaler Sog ohne Filter NK weiblich	394,7	438	58	671	205,7744						0,175477	t-test

Auswertung Normkollektiv				
	Mittelwert w	Mittelwert m	p-Wert	Test
Alter NK	47,2	38,2	0,314372	t-test
maximaler Sog NK	283,3	237,3	0,408693	t-test
Maximaler Sog Schlucken NK	53,2	46	0,636724	t-test
Leaking NK			0,082737	Mann-Whitney U-Test
Retention NK			0,368121	Mann-Whitney U-Test
Penetration/Aspiration NK			nicht möglich	Mann-Whitney U-Test
SSQ 1 NK	3,12	5,94	0,336175	t-test
SSQ 2 NK	0,83	1,67	0,193124	t-test
SSQ 3 NK	0,82	2,09	0,297899	t-test
SSQ 4 NK	0,61	2,28	0,56951	t-test
SSQ 5 NK	2,91	3,44	0,791204	t-test
SSQ 6 NK	4,36	4,69	0,906135	t-test
SSQ 7 NK	1,66	1,77	0,93497	t-test
SSQ 8 NK	3,33	3,03	0,877433	t-test
SSQ 9 NK	5,82	5,52	0,940707	t-test
SSQ 10 NK	2,49	3,96	0,464588	t-test
SSQ 11NK	2,59	1,78	0,591798	t-test
SSQ 12 NK			0,372375	Mann-Whitney U-Test
SSQ 13 NK	1,85	6,67	0,306992	t-test
SSQ 14 NK	2,17	3,13	0,441329	t-test
SSQ 15 NK	1,56	1,98	0,627396	t-test
SSQ 16 NK	1,66	2,51	0,475837	t-test
SSQ 17 NK	0,93	1,98	0,175617	t-test
Summe SSQ NK			0,30749	Mann-Whitney U-Test
Maximaler Sog ohne Filter NK	394,7	388,7	0,943857	t-test

Auswertung ALS-Patientengruppe				
	Mittelwert w	Mittelwert m	p-Wert	Test
Alter ALS	68,85714	70,33333	0,771485	t-test
maximaler Sog ALS	71,85714	154,6667	0,175299	t-test
Maximaler Sog Schlucken ALS	47,85714	49,6667	0,959955	t-test
Leaking ALS			0,665006	Mann-Whitney U-Test
Retention ALS			0,276304	Mann-Whitney U-Test
Penetration/Aspiration ALS			0,637352	Mann-Whitney U-Test
SSQ 1 ALS	45,2429	3,133333	0,059054	t-test
SSQ2 ALS	40,4571	3,46667	0,128051	t-test
SSQ 3 ALS	29,9143	3,1	0,230623	t-test
SSQ 4 ALS	15,4857	3,83333	0,184844	t-test
SSQ 5 ALS	36,6143	3,8	0,152276	t-test
SSQ 6 ALS	40,7833	4	0,145737	t-test
SSQ 7 ALS	41,3714	4,53333	0,102257	t-test
SSQ 8 ALS	41,0714	3,8	0,174487	t-test
SSQ 9 ALS	29,9153	5,56667	0,256592	t-test
SSQ 10 ALS	27,8286	4,16667	0,257457	t-test
SSQ 11 ALS	32,2786	5,2	0,229085	t-test
SSQ 12 ALS			0,662521	Mann-Whitney U-Test
SSQ 13 ALS	6,7714	4,36667	0,685611	t-test
SSQ 14 ALS	41,9571	4,51667	0,145744	t-test
SSQ 15 ALS	22,0057	4,86667	0,3321	t-test
SSQ 16 ALS	40,4786	5,21667	0,163585	t-test
SSQ 17 ALS	42,4143	5,21667	0,163585	t-test
Summe SSQ ALS			0,110613	Mann-Whitney U-Test

Auswertung weibliche Probanden (Normkollektiv und ALS-Patientengruppe)				
Parameter	Mittelwert NK w	Mittelwert ALS w	p-Wert	Test
Alter weiblich	38,2	68,85714	0,000284	t-test
Maximaler Sog weiblich	283,3	71,85714	0,002714	t-test
Maximaler Sog Schlucken weiblich	53,2	47,85714	0,786641	t-test
Leaking weiblich			1	Mann-Whitney U-Test
Retention weiblich			0,0054	Mann-Whitney U-Test
Penetration/Aspiration weiblich			0,245279	Mann-Whitney U-Test
SSQ 1 weiblich	3,12	45,2429	0,000865	t-test
SSQ 2 weiblich	0,83	40,4571	0,003324	t-test
SSQ 3 weiblich	0,82	29,9143	0,016544	t-test
SSQ 4 weiblich	0,61	15,4857	0,002937	t-test
SSQ 5 weiblich	2,91	36,6143	0,007917	t-test
SSQ 6 weiblich	4,36	40,7833	0,009153	t-test
SSQ 7 weiblich	1,66	41,3714	0,001831	t-test
SSQ 8 weiblich	3,33	41,0714	0,011793	t-test
SSQ 9 weiblich	5,82	29,9143	0,040283	t-test
SSQ 10 weiblich	2,49	27,8286	0,025801	t-test
SSQ 11 weiblich	2,59	32,2786	0,016129	t-test
SSQ 12 weiblich			0,294058	Mann-Whitney U-Test
SSQ 13 weiblich	1,85	6,7714	0,13766	t-test
SSQ 14 weiblich	2,17	41,9571	0,005142	t-test
SSQ 15 weiblich	1,56	22,0057	0,03258	t-test
SSQ 16 weiblich	1,66	40,4786	0,001545	t-test
SSQ 17 weiblich	0,93	42,4143	0,005055	t-test
Summe SSQ weiblich			0,002916	Mann-Whitney U-Test

Auswertung männliche Probanden (Normkollektiv und ALS-Patientengruppe)				
Parameter	Mittelwert NK m	Mittelwert ALS m	p-Wert	Test
Alter männlich	47,2	70,33333	0,113138	t-test
Maximaler Sog männlich	237,3	155	0,221547	t-test
Maximaler Sog Schlucken männlich	46	49,6667	0,891445	t-test
Leaking männlich			0,729035	Mann-Whitney U-Test
Retention männlich			0,418493	Mann-Whitney U-Test
Penetration/Aspiration männlich			nicht möglich	Mann-Whitney U-Test
SSQ 1 männlich	5,94	3,13333	0,544123	t-test
SSQ 2 männlich	1,67	3,46667	0,110554	t-test
SSQ 3 männlich	2,09	3,1	0,645865	t-test
SSQ 4 männlich	2,28	3,83333	0,321289	t-test
SSQ 5 männlich	3,44	3,8	0,852492	t-test
SSQ 6 männlich	4,69	4	0,764982	t-test
SSQ 7 männlich	1,77	4,53333	0,017106	t-test
SSQ 8 männlich	3,03	3,8	0,734043	t-test
SSQ 9 männlich	5,52	5,56667	0,994145	t-test
SSQ 10 männlich	3,96	4,16667	0,941987	t-test
SSQ 11 männlich	1,78	5,2	0,033401	t-test
SSQ 12 männlich			0,845809	Mann-Whitney U-Test
SSQ 13 männlich	6,67	4,36667	0,79144	t-test
SSQ 14 männlich	3,13	4,51667	0,428453	t-test
SSQ 15 männlich	1,98	4,86667	0,039533	t-test
SSQ 16 männlich	2,51	4,86667	0,199162	t-test
SSQ 17 männlich			0,047148	t-test
Summe SSQ männlich	70,44	88,43333	0,446873	Mann-Whitney U-Test

Korrelationen ALS-Patientengruppe und Normkollektiv

Variablen	Korrelationskoeffizient	Verfahren
max Sog mit Filter zu Alter	-0,466258	Korrelationsmatrize
max Sog mit Filter zu Leaking	-0,143286	Spearman's Rangkorrelation
max Sog mit Filter zu Retention	-0,363784	Spearman's Rangkorrelation
max Sog mit Filter zu Penetration/Aspiration	-0,2372	Spearman's Rangkorrelation
max Sog mit Filter zu SSQ 1	-0,491451	Korrelationsmatrize
max Sog mit Filter zu SSQ 2	-0,530906	Korrelationsmatrize
max Sog mit Filter zu SSQ 3	-0,424557	Korrelationsmatrize
max Sog mit Filter zu SSQ 4	-0,430978	Korrelationsmatrize
max Sog mit Filter zu SSQ 5	-0,442155	Korrelationsmatrize
max Sog mit Filter zu SSQ 6	-0,456122	Korrelationsmatrize
max Sog mit Filter zu SSQ 7	-0,529671	Korrelationsmatrize
max Sog mit Filter zu SSQ 8	-0,434473	Korrelationsmatrize
max Sog mit Filter zu SSQ 9	-0,348024	Korrelationsmatrize
max Sog mit Filter zu SSQ 10	-0,437794	Korrelationsmatrize
max Sog mit Filter zu SSQ 11	-0,512879	Korrelationsmatrize
max Sog mit Filter zu SSQ 12	-0,14407	Spearman's Rangkorrelation
max Sog mit Filter zu SSQ 13	0,024959	Korrelationsmatrize
max Sog mit Filter zu SSQ 14	-0,502162	Korrelationsmatrize
max Sog mit Filter zu SSQ 15	-0,432956	Korrelationsmatrize
max Sog mit Filter zu SSQ 16	-0,534138	Korrelationsmatrize
max Sog mit Filter zu SSQ 17	-0,491603	Korrelationsmatrize
max Sog mit Filter zu Summe SSQ	-0,504394	Spearman's Rangkorrelation
max Sog Schluck mit Filter zu Alter	-0,15637	Korrelationsmatrize
max Sog Schluck mit Filter zu Leaking	0,265042	Spearman's Rangkorrelation
max Sog Schluck mit Filter zu Retention	-0,227571	Spearman's Rangkorrelation
max Sog Schluck mit Filter zu Penetration/Aspiration	-0,090418	Spearman's Rangkorrelation
max Sog Schluck mit Filter zu SSQ 1	-0,319722	Korrelationsmatrize
max Sog Schluck mit Filter zu SSQ 2	-0,319368	Korrelationsmatrize
max Sog Schluck mit Filter zu SSQ 3	-0,26965	Korrelationsmatrize
max Sog Schluck mit Filter zu SSQ 4	-0,118873	Korrelationsmatrize
max Sog Schluck mit Filter zu SSQ 5	-0,236116	Korrelationsmatrize
max Sog Schluck mit Filter zu SSQ 6	-0,165318	Korrelationsmatrize
max Sog Schluck mit Filter zu SSQ 7	-0,288963	Korrelationsmatrize
max Sog Schluck mit Filter zu SSQ 8	-0,204393	Korrelationsmatrize
max Sog Schluck mit Filter zu SSQ 9	-0,323961	Korrelationsmatrize
max Sog Schluck mit Filter zu SSQ 10	-0,277632	Korrelationsmatrize
max Sog Schluck mit Filter zu SSQ 11	-0,356233	Korrelationsmatrize
max Sog Schluck mit Filter zu SSQ 12	-0,104885	Spearman's Rangkorrelation
max Sog Schluck mit Filter zu SSQ 13	-0,171951	Korrelationsmatrize
max Sog Schluck mit Filter zu SSQ 14	-0,242261	Korrelationsmatrize
max Sog Schluck mit Filter zu SSQ 15	-0,287261	Korrelationsmatrize
max Sog Schluck mit Filter zu SSQ 16	-0,29568	Korrelationsmatrize
max Sog Schluck mit Filter zu SSQ 17	-0,238362	Korrelationsmatrize
max Sog Schluck mit Filter zu Summe SSQ	-0,470837	Spearman's Rangkorrelation

Korrelationen Normkollektiv		
Variablen	Korrelationskoeffizient	Verfahren
max Sog mit Filter zu Alter	-0,15558	Korrelationsmatrize
max Sog mit Filter zu Leaking	-0,176998	Spearman's Rangkorrelation
max Sog mit Filter zu Retention	0,218822	Spearman's Rangkorrelation
max Sog mit Filter zu Penetration/Aspiration	nicht möglich	Spearman's Rangkorrelation
max Sog mit Filter zu SSQ 1	0,088255	Korrelationsmatrize
max Sog mit Filter zu SSQ 2	-0,055744	Korrelationsmatrize
max Sog mit Filter zu SSQ 3	0,288564	Korrelationsmatrize
max Sog mit Filter zu SSQ 4	0,141369	Korrelationsmatrize
max Sog mit Filter zu SSQ 5	-0,024725	Korrelationsmatrize
max Sog mit Filter zu SSQ 6	-0,154741	Korrelationsmatrize
max Sog mit Filter zu SSQ 7	-0,214103	Korrelationsmatrize
max Sog mit Filter zu SSQ 8	-0,01423	Korrelationsmatrize
max Sog mit Filter zu SSQ 9	0,092769	Korrelationsmatrize
max Sog mit Filter zu SSQ 10	-0,26956	Korrelationsmatrize
max Sog mit Filter zu SSQ 11	-0,244628	Korrelationsmatrize
max Sog mit Filter zu SSQ 12	0,007605	Spearman's Rangkorrelation
max Sog mit Filter zu SSQ 13	0,178748	Korrelationsmatrize
max Sog mit Filter zu SSQ 14	-0,354686	Korrelationsmatrize
max Sog mit Filter zu SSQ 15	-0,327045	Korrelationsmatrize
max Sog mit Filter zu SSQ 16	-0,066534	Korrelationsmatrize
max Sog mit Filter zu SSQ 17	-0,110699	Korrelationsmatrize
max Sog mit Filter zu Summe SSQ	0,084211	Spearman's Rangkorrelation
max Sog Schluck mit Filter zu Alter	-0,16752	Korrelationsmatrize
max Sog Schluck mit Filter zu Leaking	0,221331	Spearman's Rangkorrelation
max Sog Schluck mit Filter zu Retention	-0,258705	Spearman's Rangkorrelation
max Sog Schluck mit Filter zu Penetration/Aspiration	nicht möglich	Spearman's Rangkorrelation
max Sog Schluck mit Filter zu SSQ 1	-0,423933	Korrelationsmatrize
max Sog Schluck mit Filter zu SSQ 2	-0,279712	Korrelationsmatrize
max Sog Schluck mit Filter zu SSQ 3	-0,135617	Korrelationsmatrize
max Sog Schluck mit Filter zu SSQ 4	-0,209423	Korrelationsmatrize
max Sog Schluck mit Filter zu SSQ 5	-0,332679	Korrelationsmatrize
max Sog Schluck mit Filter zu SSQ 6	0,163686	Korrelationsmatrize
max Sog Schluck mit Filter zu SSQ 7	-0,429848	Korrelationsmatrize
max Sog Schluck mit Filter zu SSQ 8	-0,40934	Korrelationsmatrize
max Sog Schluck mit Filter zu SSQ 9	-0,330045	Korrelationsmatrize
max Sog Schluck mit Filter zu SSQ 10	-0,182322	Korrelationsmatrize
max Sog Schluck mit Filter zu SSQ 11	-0,222457	Korrelationsmatrize
max Sog Schluck mit Filter zu SSQ 12	-0,097635	Spearman's Rangkorrelation
max Sog Schluck mit Filter zu SSQ 13	-0,173255	Korrelationsmatrize
max Sog Schluck mit Filter zu SSQ 14	-0,395325	Korrelationsmatrize
max Sog Schluck mit Filter zu SSQ 15	-0,263991	Korrelationsmatrize
max Sog Schluck mit Filter zu SSQ 16	-0,49615	Korrelationsmatrize
max Sog Schluck mit Filter zu SSQ 17	-0,475312	Korrelationsmatrize
max Sog Schluck mit Filter zu Summe SSQ	-0,512975	Spearman's Rangkorrelation
max Sog ohne Filter zu Alter	0,130242	Korrelationsmatrize
max Sog ohne Filter zu Leaking	-0,008857	Spearman's Rangkorrelation
max Sog ohne Filter zu Retention	0,119447	Spearman's Rangkorrelation
max Sog ohne Filter zu Penetration/Aspiration	nicht möglich	
max Sog ohne Filter zu SSQ 1	0,255989	Korrelationsmatrize
max Sog ohne Filter zu SSQ 2	-0,164673	Korrelationsmatrize
max Sog ohne Filter zu SSQ 3	0,143466	Korrelationsmatrize
max Sog ohne Filter zu SSQ 4	0,084445	Korrelationsmatrize
max Sog ohne Filter zu SSQ 5	0,250462	Korrelationsmatrize
max Sog ohne Filter zu SSQ 6	-0,072966	Korrelationsmatrize
max Sog ohne Filter zu SSQ 7	0,082049	Korrelationsmatrize
max Sog ohne Filter zu SSQ 8	0,301494	Korrelationsmatrize
max Sog ohne Filter zu SSQ 9	0,382187	Korrelationsmatrize
max Sog ohne Filter zu SSQ 10	0,02564	Korrelationsmatrize
max Sog ohne Filter zu SSQ 11	-0,011225	Korrelationsmatrize
max Sog ohne Filter zu SSQ 12	0,210565	Spearman's Rangkorrelation
max Sog ohne Filter zu SSQ 13	0,11549	Korrelationsmatrize
max Sog ohne Filter zu SSQ 14	-0,012486	Korrelationsmatrize
max Sog ohne Filter zu SSQ 15	-0,256334	Korrelationsmatrize
max Sog ohne Filter zu SSQ 16	0,247937	Korrelationsmatrize
max Sog ohne Filter zu SSQ 17	0,113954	Korrelationsmatrize
max Sog ohne Filter zu Summe SSQ	0,288187	Spearman's Rangkorrelation
max Sog mit Filter zu ohne Filter	0,727259	Korrelationsmatrize
max Sog ohne Filter zu max Schluck mit Filter	0,094518	Korrelationsmatrize
max Sog mit Filter zu max Schluck mit Filter	0,240277	Korrelationsmatrize

Korrelationen ALS-Patientengruppe		
Variablen	Korrelationskoeffizient	Verfahren
max Sog mit Filter zu Alter	-0,27635	Korrelationsmatrize
max Sog mit Filter zu Leaking	0,224544	Spearmans Rangkorrelation
max Sog mit Filter zu Retention	-0,238165	Spearmans Rangkorrelation
max Sog mit Filter zu Penetration/Aspiration	-0,206257	Spearmans Rangkorrelation
max Sog mit Filter zu SSQ 1	-0,602235	Korrelationsmatrize
max Sog mit Filter zu SSQ 2	-0,666382	Korrelationsmatrize
max Sog mit Filter zu SSQ 3	-0,520819	Korrelationsmatrize
max Sog mit Filter zu SSQ 4	-0,386777	Korrelationsmatrize
max Sog mit Filter zu SSQ 5	-0,445748	Korrelationsmatrize
max Sog mit Filter zu SSQ 6	-0,513085	Korrelationsmatrize
max Sog mit Filter zu SSQ 7	-0,574877	Korrelationsmatrize
max Sog mit Filter zu SSQ 8	-0,449412	Korrelationsmatrize
max Sog mit Filter zu SSQ 9	-0,437204	Korrelationsmatrize
max Sog mit Filter zu SSQ 10	-0,433779	Korrelationsmatrize
max Sog mit Filter zu SSQ 11	-0,626794	Korrelationsmatrize
max Sog mit Filter zu SSQ 12	-0,174608	Spearmans Rangkorrelation
max Sog mit Filter zu SSQ 13	-0,219458	Korrelationsmatrize
max Sog mit Filter zu SSQ 14	-0,531919	Korrelationsmatrize
max Sog mit Filter zu SSQ 15	-0,427568	Korrelationsmatrize
max Sog mit Filter zu SSQ 16	-0,626467	Korrelationsmatrize
max Sog mit Filter zu SSQ 17	-0,538335	Korrelationsmatrize
max Sog mit Filter zu Summe SSQ	-0,723408	Spearmans Rangkorrelation
max Sog Schluck mit Filter zu Alter	-0,43734	Korrelationsmatrize
max Sog Schluck mit Filter zu Leaking	0,298142	Spearmans Rangkorrelation
max Sog Schluck mit Filter zu Retention	-0,351364	Spearmans Rangkorrelation
max Sog Schluck mit Filter zu Penetration/Aspiration	-0,136931	Spearmans Rangkorrelation
max Sog Schluck mit Filter zu SSQ 1	-0,43936	Korrelationsmatrize
max Sog Schluck mit Filter zu SSQ 2	-0,519314	Korrelationsmatrize
max Sog Schluck mit Filter zu SSQ 3	-0,411472	Korrelationsmatrize
max Sog Schluck mit Filter zu SSQ 4	-0,147554	Korrelationsmatrize
max Sog Schluck mit Filter zu SSQ 5	-0,321442	Korrelationsmatrize
max Sog Schluck mit Filter zu SSQ 6	-0,356579	Korrelationsmatrize
max Sog Schluck mit Filter zu SSQ 7	-0,443041	Korrelationsmatrize
max Sog Schluck mit Filter zu SSQ 8	-0,262202	Korrelationsmatrize
max Sog Schluck mit Filter zu SSQ 9	-0,395592	Korrelationsmatrize
max Sog Schluck mit Filter zu SSQ 10	-0,399862	Korrelationsmatrize
max Sog Schluck mit Filter zu SSQ 11	-0,546764	Korrelationsmatrize
max Sog Schluck mit Filter zu SSQ 12	-0,058026	Spearmans Rangkorrelation
max Sog Schluck mit Filter zu SSQ 13	-0,190487	Korrelationsmatrize
max Sog Schluck mit Filter zu SSQ 14	-0,353398	Korrelationsmatrize
max Sog Schluck mit Filter zu SSQ 15	-0,422221	Korrelationsmatrize
max Sog Schluck mit Filter zu SSQ 16	-0,451812	Korrelationsmatrize
max Sog Schluck mit Filter zu SSQ 17	-0,362246	Korrelationsmatrize
max Sog Schluck mit Filter zu Summe SSQ	-0,539394	Spearmans Rangkorrelation

Korrelationen zu Alter und Summationsscore				
Korrelation zu Alter	ALS+NK	ALS	NK	
max Sog mit Filter zu Alter	-0,466258	-0,27635	-0,15558	Korrelationsmatrize
max Sog Schlucken zu Alter	-0,15637	-0,43734	-0,16752	Korrelationsmatrize
SSQ 1 zu Alter	0,42976	0,386843	0,111454	Korrelationsmatrize
SSQ 2 zu Alter	0,444436	0,58776	0,095565	Korrelationsmatrize
SSQ 3 zu Alter	0,355994	0,35453	-0,031462	Korrelationsmatrize
SSQ 4 zu Alter	0,355636	-0,055087	0,023955	Korrelationsmatrize
SSQ 5 zu Alter	0,422678	0,225436	0,525341	Korrelationsmatrize
SSQ 6 zu Alter	0,427517	0,229123	0,488329	Korrelationsmatrize
SSQ 7 zu Alter	0,469863	0,467596	0,399848	Korrelationsmatrize
SSQ 8 zu Alter	0,380458	0,323651	0,164227	Korrelationsmatrize
SSQ 9 zu Alter	0,268282	0,327247	-0,13493	Korrelationsmatrize
SSQ 10 zu Alter	0,345386	0,235228	0,187145	Korrelationsmatrize
SSQ 11 zu Alter	0,398757	0,565495	-0,061153	Korrelationsmatrize
SSQ 12 zu Alter	0,328958	0,234243	0,233414	Spearman's Rangkorrelation
SSQ 13 zu Alter	-0,025634	0,052125	-0,128115	Korrelationsmatrize
SSQ 14 zu Alter	0,417896	0,493086	0,050853	Korrelationsmatrize
SSQ 15 zu Alter	0,344726	0,309098	0,050483	Korrelationsmatrize
SSQ 16 zu Alter	0,461392	0,454799	0,3215	Korrelationsmatrize
SSQ 17 zu Alter	0,412328	0,349352	0,29822	Korrelationsmatrize
Summationsscore zu Alter	0,569136	0,39757	0,290992	Spearman's Rangkorrelation
Leaking zu Alter	0,264422	0,283069	0,363805	Spearman's Rangkorrelation
Retention zu Alter	0,445741	0,128992	0,319127	Spearman's Rangkorrelation
Penetration/Aspiration zu Alter	0,226491	0,27735	nicht möglich	Spearman's Rangkorrelation
Korrelation zu Summationsscore				
Leaking zu Summationsscore	0,101601	0,325012	-0,0354	Spearman's Rangkorrelation
Retention zu Summationsscore	0,456198	0,409946	0,258607	Spearman's Rangkorrelation
Penetration/Aspiration zu Summationsscore	0,316228	0,547723	nicht möglich	Spearman's Rangkorrelation

6. LITERATURVERZEICHNIS

(Arastéh et al. 2009)=Arastéh R, Baenkler HW, Bieber C, Brandt R, Chatterjee T, Dill T, Ditting T, Eich W, Ernst S, Fritze D et al.: Innere Medizin. (Duale Reihe). 2. Auflage; Thieme, Stuttgart 2009

(Archer et al. 2013)= Archer SK, Garrod R, Hart N, Miller S (2013): Dysphagia in Duchenne muscular dystrophy assessed by validated questionnaire. *Int J Lang Commun Disord* 48, 240-246

(Archontaki et al. 2010)= Archontaki M, Athanasiou A, Stavrianos SD, Korkolis DP, Faratzis G, Papadopoulou F, Kokkalis G, Rapidis AD (2010): Functional results of speech and swallowing after oral microvascular free flap reconstruction. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 267, 1771–1777

(Arnold und Ganzer 2011)= Arnold W, Ganzer U: Checkliste Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde. 5. Auflage; Thieme, Stuttgart 2011

(Aumüller et al. 2007)= Aumüller G, Aust G, Doll A, Engele J, Kirsch J, Mense S, Reißig D, Salveter J, Schmidt W, Scmitz F et al. (2007): Anatomie. (Duale Reihe). 1. Auflage; Thieme, Stuttgart 2007

(Bax et al. 2014)= Bax L, McFarlane M, Green E, Miles A (2014): Speech-language pathologist-led fiberoptic endoscopic evaluation of swallowing: Functional outcomes for patients after stroke. *J Stroke Cerebrovasc Dis* 23, 195-200

(Bedienungsanleitung Windows™ 2015)= Bedienungsanleitung Windows™. Bedienungssoftware GSOFT_USB für USB-Messadapter GDUSB1000 ab Version 1.3. G38.0.01.6B-04; https://www.greisinger.de/files/upload/de/produkte/bda/GSOFT_USB_d.pdf, zuletzt abgerufen am 07.06.2015

(Behrbohm et al. 2012)= Behrbohm H, Kaschke O, Nawka T: Kurzlehrbuch Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde. 2. Auflage; Thieme, Stuttgart 2012

(Behrends et al. 2012)= Behrends J, Bischofberger J, Deutzmann R: Physiologie. (Duale Reihe). 2. Auflage; Thieme, Stuttgart 2013

(Berlit 2007)= Berlit P: Basiswissen Neurologie. 5. Auflage; Springer, Heidelberg 2007

(Boenninghaus und Lenarz 2012)= Boenninghaus HG, Lenarz T: Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde. 13. Auflage; Springer, Berlin 2012

(Böcker et al. 2006)= Böcker W, Denk H, Heitz PU, Aguzzi A (Hrsg.): Pathologie. 3. Auflage; Urban und Fischer, München 2006

(Böhme 2003 a)= Böhme G (Hrsg.): Sprach-, Sprech-, Stimm- und Schluckstörungen. Band 1 Klinik. 4. Auflage; Urban und Fischer, München 2003

(Böhme 2003 b)= Böhme G (Hrsg.): Sprach-, Sprech-, Stimm- und Schluckstörungen. Band 2 Therapie. 4. Auflage; Urban und Fischer, München 2003

(Boyapati et al. 2013)= Boyapati RP, Shah KC, Flood V, Stassen LFA (2013): Quality of life outcome measures using UW-QOL questionnaire v4 in early oral cancer/squamous cell cancer resections of the tongue and floor of mouth with reconstruction solely using local methods. *Br J Oral Maxillofac Surg* 51, 502-507

(Braun 2014)= B. Braun Melsungen AG (2014): Infusion. Einfach sicher arbeiten. 9995722; 9995722_Katalog_Medizinprodukte_04_14_RGB.pdf, zuletzt abgerufen am 07.06.2015

(Brown et al. 2010)= Brown L, Rieger JM, Harris J, Seikaly H (2010): A longitudinal study of functional outcomes after surgical resection and microvascular reconstruction for oral cancer: Tongue mobility and swallowing function. *J Oral Maxillofac Surg* 68, 2690-2700

(Butler et al. 2009)= Butler SG, Stuart A, Kemp S (2009): Flexible endoscopic evaluation of swallowing in healthy young and older adults. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 118, 99-106

(Butler et al. 2011)= Butler SG, Stuart A, Leng X, Wilhelm E, Rees C, Williamson J, Kritchevsky SB (2011): The relationship of aspiration status with tongue and handgrip strength in healthy older adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 66, 452-458

(Carroll et al. 2008)= Carroll WR, Locher JL, Canon CL, Bohannon IA, McColloch NL, Magnuson JS (2008): Pretreatment swallowing exercises improve swallow function after chemoradiation. *Laryngoscope* 118, 39-43

(Choi et al. 1991)= Choi BH, Kleinheinz J, Joos U, Komposch G (1991): Sucking efficiency of early orthopaedic plate and teats in infants with cleft lip and palate. *Int J Oral Maxillofac Surg* 20, 167-169

(Colodny 2002)= Colodny N (2002): Interjudge and intrajudge reliabilities in fiberoptic endoscopic evaluation of swallowing (fees) using the penetration-aspiration scale: A replication study. *Dysphagia* 17, 308-315

(Cook et al. 1989)= Cook IJ, Dodds WJ, Dantas RO, Kern MK, Massey BT, Shaker R, Hogan WJ (1989): Timing of videofluoroscopic, manometric events, and bolus transit during the oral and pharyngeal phases of swallowing. *Dysphagia* 4, 8-15

(Cox et al. 2009)= Cox FM, Verschuuren JJ, Verbist BM, Niks EH, Wintzen AR, Badrising UA (2009): Detecting dysphagia in inclusion body myositis. *J Neurol* 256, 2009-2013

(Daniels et al. 2004)= Daniels SK, Corey DM, Hadskey LD, Legendre C, Priestly DH, Rosenbek JC, Foundas AL (2004): Mechanism of sequential swallowing during straw drinking in healthy young and older adults. *J Speech Lang Hear Res* 47, 33-45

(Dantas et al. 1990)= Dantas RO, Dodds WJ, Massey BT, Shaker R, Cook IJ (1990): Manometric characteristics of glossopalatal sphincter. *Dig Dis Sci* 35, 161-166

(Deutschmann et al. 2013)= Deutschmann MW, McDonough A, Dort JC, Dort E, Nakoneshny S, Matthews TW (2013): Fiber-optic endoscopic evaluation of swallowing (FEES): Predictor of swallowing-related complications in the head and neck cancer population. *Head Neck* 35, 974-979

(Dwivedi et al. 2010)= Dwivedi RC, St Rose S, Roe JWG, Khan AS, Pepper C, Nutting CM, Clarke PM, Kerawala CJ, Rhys-Evans PH, Harrington KJ et al. (2010): Validation of the Sydney Swallow Questionnaire (SSQ) in a cohort of head and neck cancer patients. *Oral Oncol* 46, 10-14

(Dwivedi et al. 2012 a)= Dwivedi RC, Chisholm EJ, Khan AS, Harris NJ, Bhide SA, St Rose S, Kerawala CJ, Clarke PM, Nutting CM, Rhys-Evans PH et al. (2012): An exploratory study of the influence of clinico-demographic variables on swallowing and swallowing-related quality of life in a cohort of oral and oropharyngeal cancer patients treated with primary surgery. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 269, 1233-1239

(Dwivedi et al. 2012 b)= Dwivedi RC, St Rose S, Chisholm EJ, Georgalas C, Bisase B, Amen F, Kerawala CJ, Clarke PM, Nutting CM, Rhys-Evans PH et al. (2012): Evaluation of swallowing by Sydney Swallow Questionnaire (SSQ) in oral and oropharyngeal cancer patients treated with primary surgery. *Dysphagia* 27, 491-497

- (Dziewas et al. 2008)= Dziewas R, Warnecke T, Olenberg S, Teismann I, Zimmermann J, Kramer C, Ritter M, Ringelstein EB, Schabitz WR (2008): Towards a basic endoscopic assessment of swallowing in acute stroke - development and evaluation of a simple dysphagia score. *Cerebrovasc Dis* 1, 41-47
- (Easterling et al. 2013)= Easterling C, Antinoja J, Cashin S, Barkhaus PE (2013): Changes in tongue pressure, pulmonary function, and salivary flow in patients with amyotrophic lateral sclerosis. *Dysphagia* 28, 217–225
- (Engelke et al. 2011)= Engelke W, Jung K, Knösel M (2011): Intra-oral compartment pressures: a biofunctional model and experimental measurements under different conditions of posture. *Clin Oral Investig* 15, 165-176
- (Engelke et al. 2014)= Engelke W, Glombek J, Psychogios M, Schneider S, Ellenberger D, Santander P (2014): Displacement of oropharyngeal structures during suction-swallowing cycles. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 271, 1987-1997
- (Fei et al. 2013)= Fei T, Polacco RC, Hori SE, Molfenter SM, Peladeau-Pigeon M, Tsang C, Steele CM (2013): Age-related differences in tongue-palate pressures for strength and swallowing tasks. *Dysphagia* 28, 575–581
- (Fox et al. 2012)= Fox MD, Cohen AB (2012): “Bright tongue sign” in ALS. *Neurology* 79, 1520
- (Fränkel 2013)= Fränkel G: Manometrische und endoskopische Diagnostik oropharyngealer Dysphagien. Med. Diss. Göttingen 2013
- (Fresenius 2011)= Fresenius Kabi caring for life (2015): Produktkatalog, Applikationstechnik und -systeme. Infusion und Parenterale Ernährung. https://www.fresenius-kabi.de/files/Produktkatalog_Applikation_Infusion_PE.pdf, zuletzt abgerufen am 07.06.2015
- (Geddes et al. 2008)= Geddes DT, Kent JC, Mitoulas LR, Hartmann PE (2008): Tongue movement and intra-oral vacuum in breastfeeding infants. *Early Hum Dev* 84, 471-477
- (Gerok 2007 et al.)= Gerok W, Huber C, Meinertz T, Zeidler H: Die Innere Medizin. Referenzwerk für den Facharzt. 11. Auflage; Schattauer, Stuttgart 2007
- (Gewolb et al. 2001)= Gewolb IH, Vice FL, Schwietzer-Kenney EL, Taciak VL, Bosma JF (2001): Developmental patterns of rhythmic suck and swallow in preterm infants. *Dev Med Child Neurol* 43, 22-27
- (Goeleven et al. 2006)= Goeleven A, Robberecht W, Sonies B, Carbonez A, Dejaeger E (2006): Manofluorographic evaluation of swallowing in amyotrophic lateral sclerosis and its relationship with clinical evaluation of swallowing. *Amyotroph Lateral Scler* 7, 235-240
- (Grehl und Reinhardt 2008)= Grehl H, Reinhardt F: Checkliste Neurologie. (Checklisten der aktuellen Medizin), 4. Auflage; Thieme, Stuttgart 2008
- (Greisinger 2015)= Greisinger (2015): Kunststoff-Drucksensoren mit Schlauchanschluss. Handmessgeräte. GHM Messtechnik GmbH. https://www.greisinger.de/files/upload/de/produkte/kat/k15_062_DE_oP.pdf, zuletzt abgerufen am 07.06.2015
- (Greten 2005)= Greten H (Hrsg.): Innere Medizin. Verstehen - lernen – anwenden. 12. Auflage; Thieme, Stuttgart 2005
- (Hacke 2010)= Hacke W: Neurologie. 13. Auflage; Springer, Heidelberg 2010

(Hamanaka-Kondoh et al. 2014)= Hamanaka-Kondoh S, Kondoh J, Tamine KI, Hori K, Fujiwara S, Maeda Y, Matsumura T, Yasui K, Fujimura H, Sakoda S et al. (2014): Tongue pressure during swallowing is decreased in patients with Duchenne muscular dystrophy. *Neuromuscul Disord* 24, 474-481

(Hauptpage et al. 2010)= Hauptpage S, Peck KK, Branski RC, Hsu M, Holodny A, Kraus D (2010): Functional MRI of tongue motor tasks in patients with tongue cancer: Observations before and after partial glossectomy. *Neuroradiology* 52, 1185-1191

(Hey et al. 2011)= Hey C, Pluschinsky P, Stanschus S, Euler HA, Sader RA, Langmore S, Neumann K (2011): A documentation system to save time and ensure proper application of the fiberoptic endoscopic evaluation of swallowing (FEES®). *Folia Phoniatr Logop* 63, 201-208

(Higo et al. 2002)= Higo R, Tayama N, Watanabe T, Nitou T (2002): Videomanofluorometric study in amyotrophic lateral sclerosis. *Laryngoscope* 112, 911-917

(Hind et al. 2001)= Hind JA, Nicosia MA, Roecker EB, Carnes ML, Robbins J (2001): Comparison of effortful and noneffortful swallows in healthy middle-aged and older adults. *Arch Phys Med Rehabil* 82, 1661-1665

(Hind et al. 2005)= Hind JA, Nicosia MA, Gangnon R, Robbins JA (2005): The effects of intraoral pressure sensors on normal young and old swallowing patterns. *Dysphagia* 20, 249-253

(Hiss et al. 2003)= Hiss SG, Postma GN (2003): Fiberoptic endoscopic evaluation of swallowing. *Laryngoscope* 113, 1386-1393

(Hori et al. 2013)= Hori K, Taniguchi H, Hayashi H, Magara J, Minagi Y, Li Q, Ono T, Inoue M (2013): Role of tongue pressure production in oropharyngeal swallow biomechanics. *Physiol Rep* 1, 1-14

(Iida et al. 2003)= Iida S, Harada T, Okamoto M, Inada Y, Kogo M, Masuda Y (2003): Soft Palate Movement During Sucking Behavior. *Dysphagia* 18, 96-100

(Jenkins et al. 2013)= Jenkins TM, Burness C, Connolly DJ, Rao DG, Hoggard N, Mawson S, McDermott CJ, Wilkinson ID, Shaw PJ (2013): A prospective pilot study measuring muscle volumetric change in amyotrophic lateral sclerosis. *Amyotroph Lateral Scler Frontotemporal Degener* 14, 414-423

(Jung et al. 2012)= Jung K, Engelke W, Knösel M (2012): Statistical signal processing methods for intraoral pressure curve analysis in orthodontics. *Eur J Orthod* 34, 437-441

(Kato et al. 2010)= Kato C, Saitoh M, Tsuneyuki M, Tanimoto H, Hashikawa K, Tahara S, Otsuki N, Nibu KI (2010): Blowing ratio as an evaluation tool for velopharyngeal function after oral and oropharyngeal cancer resection. *Head Neck* 32, 1012-1018

(Kennedy et al. 2010)= Kennedy D, Kieser J, Bolter C, Swain M, Singh B, Waddell JN (2010): Tongue pressure patterns during water swallowing. *Dysphagia* 25, 11-19

(Kieser 2008)=Kieser J, Singh B, Swain M, Ichim I, Waddell JN, Kennedy D, Foster K, Livingstone V (2008): Measuring intraoral pressure: Adaptation of a dental appliance allows measurement during function. *Dysphagia* 23, 237-243

(Kieser et al. 2014)= Kieser JA, Farland MG, Jack H, Farella M, Wang Y, Rohrlé O (2014): The role of oral soft tissues in swallowing function: What can tongue pressure tell us? *Aust Dent J* 59, 155-161

- (Klingelhöfer und Berthele 2009)= Klingelhöfer J, Berthele A: *Klinikleitfaden Neurologie*. 4. Auflage; Urban und Fischer, München 2009
- (Knösel et al. 2012)= Knösel M, Klein S, Bleckmann A, Engelke W (2012): Coordination of tongue activity during swallowing in mouth-breathing children. *Dysphagia* 27, 401–407
- (Lam und Samman 2013)= Lam L, Samman N (2013): Speech and swallowing following tongue cancer surgery and free flap reconstruction-a systematic review. *Oral Oncol* 49, 507-524
- (Lang et al. 2005)= Lang F, Schmidt RF, Thews G (Hrsg.): *Physiologie des Menschen. Mit Pathophysiologie*. 29. Auflage; Springer, Heidelberg 2005
- (Langmore 2003)= Langmore SE (2003): Evaluation of oropharyngeal dysphagia: Which diagnostic tool is superior? *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg* 11, 485-489
- (Langmore 2006)= Langmore SE (2006): Endoscopic evaluation of oral and pharyngeal phases of swallowing. *GI Motility online*; <http://www.nature.com/gimo/contents/pt1/full/gimo28.html>, zuletzt abgerufen am 17.06.2015
- (Langmore und Pisegna 2015)= Langmore SE, Pisegna JM (2015): Efficacy of exercises to rehabilitate dysphagia: A critique of the literature. *Int J Speech Lang Pathol* 17, 222-229
- (Langmore et al. 2009)= Langmore SE, Grillone G, Elackattu A, Walsh M (2009): Disorders of swallowing: palliative care. *Otolaryngol Clin North Am* 42, 87-105
- (Lau et al. 1997)= Lau C, Sheena HR, Shulman RJ, Schanler RJ (1997): Oral feeding in low birth weight infants. *J Pediatr* 130, 561-569
- (Lazarus et al. 2007)= Lazarus C, Logemann JA, Pauloski BR, Rademaker AW, Helenowski IB, Vonesh EF, Maccracken E, Mittal BB, Vokes EE, Haraf DJ (2007): Effects of radiotherapy with or without chemotherapy on tongue strength and swallowing in patients with oral cancer. *Head Neck* 29, 632-637
- (Lazarus et al. 2013)= Lazarus CL, Husaini H, Anand SM, Jacobson AS, Mojica JK, Buchbinder D, Urken ML (2013): Tongue strength as a predictor of functional outcomes and quality of life after tongue cancer surgery. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 122, 386-397
- (Leow et al. 2010)= Leow LP, Huckabee ML, Anderson T, Beckert L (2010): The impact of dysphagia on quality of life in ageing and Parkinson's disease as measured by the swallowing quality of life (SWAL-QOL) questionnaire. *Dysphagia* 25, 216-220
- (Logemann 1988)= Logemann JA (1988): Swallowing physiology and pathophysiology. *Otolaryngol Clin North Am* 21, 613-623
- (Logemann et al. 1998)= Logemann JA, Rademaker AW, Pauloski BR, Ohmae Y, Kahrilas PJ (1998): Normal swallowing physiology as viewed by videofluoroscopy and videoendoscopy. *Folia Phoniatr Logop* 50, 311-319
- (Luchesi et al. 2013)= Luchesi KF, Kitamura S, Mourão LF (2013): Management of dysphagia in Parkinson's disease and amyotrophic lateral sclerosis. *Codas* 25, 358-364
- (Luchesi et al. 2014)= Luchesi KF, Kitamura S, Mourão LF (2014): Amyotrophic Lateral Sclerosis survival analysis: Swallowing and non-oral feeding. *NeuroRehabilitation* 35, 535-542
- (Mano et al. 2014)= Mano T, Katsuno M, Banno H, Suzuki K, Suga N, Hashizume A, Araki A, Watanabe H, Tanaka S, Yamamoto M, Sobue G (2014): Tongue pressure as a novel biomarker of spinal and bulbar muscular atrophy. *Neurology* 82, 255-262

- (Martin-Harris et al. 2005)= Martin-Harris B, Brodsky MB, Michel Y, Ford CL, Walters B, Heffner J (2005): Breathing and swallowing dynamics across the adult lifespan. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 131, 762-770
- (Masuhr et al. 2013)= Masuhr KF, Masuhr F, Neumann M: *Neurologie. (Duale Reihe); 7. Auflage; Thieme, Stuttgart 2013*
- (Mattioli et al. 2003)= Mattioli S, Lugaresi M, Zannoli R, Brusori S, d'Ovidio F, Braccaioli L (2003): Pharyngoesophageal manometry with an original balloon sensor probe for the study of oropharyngeal dysphagia. *Dysphagia* 18, 242–248
- (McKee et al. 2013)= McKee HR, Escott E, Damm D, Kasarskis E (2013): Macroglossia in amyotrophic lateral sclerosis. *JAMA Neurol* 70, 1432-1435
- (Mulcahy et al. 2012)= Mulcahy KP, Langdon PC, Mastaglia F (2012): Dysphagia in inflammatory myopathy: self-report, incidence, and prevalence. *Dysphagia* 27, 64-69
- (Mumenthaler und Mattle 2008)= Mumenthaler M, Mattle H: *Neurologie. 12. Auflage; Thieme, Stuttgart 2008*
- (Murray et al. 1996)= Murray J, Langmore SE, Ginsberg S, Dostie A (1996): The significance of accumulated oropharyngeal secretions and swallowing frequency in predicting aspiration. *Dysphagia* 11, 99-103
- (Nilsson et al. 1995)= Nilsson H, Ekberg O, Hindfelt B (1995): Oral function test for monitoring suction and swallowing in the neurologic patient. *Dysphagia* 10, 93–100.
- (Nilsson et al. 1996)= Nilsson H, Ekberg O, Olsson R, Kjellin O, Hindfelt B (1996): Quantitative assessment of swallowing in healthy adults. *Dysphagia* 11, 110–116
- (Nilsson et al. 1998)= Nilsson H, Ekberg O, Olsson R, Hindfelt B (1998): Dysphagia in stroke: a prospective study of quantitative aspects of swallowing in dysphagic patients. *Dysphagia* 13, 32–38.
- (Noh et al. 2010)= Noh EJ, Park MI, Park SJ, Moon W, Jung HJ (2010): A case of amyotrophic lateral sclerosis presented as oropharyngeal Dysphagia. *J Neurogastroenterol Motil* 16, 319-322
- (O'Connell et al. 2008)= O'Connell DA, Rieger J, Harris JR, Dziegielewski P, Zalmanowitz J, Sytsanko A, Li S, Wolfaardt J, Hart RD, Seikaly H (2008): Swallowing function in patients with base of tongue cancers treated with primary surgery and reconstructed with a modified radial forearm free flap. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 134, 857-864
- (Olthoff et al. 2006)= Olthoff A, Steuer-Vogt MK, Licht K, Sauer-Goenen M, Werner C, Ambrosch P (2006): Quality of life after treatment for laryngeal carcinomas. *ORL J Otorhinolaryngol Relat Spec* 68, 253-258
- (Olthoff et al. 2009)= Olthoff A, Ewen A, Wolff HA, Hermann RM, Vorwerk H, Hille A, Rödel R, Hess CF, Steiner W, Pradier O et al. (2009): Organ function and quality of life after transoral laser microsurgery and adjuvant radiotherapy for locally advanced laryngeal cancer. *Strahlenther Onkol* 185, 303-309
- (Olthoff et al. 2014)= Olthoff A, Zhang S, Schweizer R, Frahm J (2014): On the physiology of normal swallowing as revealed by magnetic resonance imaging in real time. *Gastroenterol Res Pract* 2014, 492174
- (Ono et al. 2004)= Ono T, Hori K, Nokubi T (2004): Pattern of tongue pressure on hard palate during swallowing. *Dysphagia* 19, 259–264

- (Paris et al. 2012)= Paris G, Martinaud O, Hannequin D, Petit A, Cuvelier A, Guedon E, Ropenneck P, Verin E (2012): Clinical screening of oropharyngeal dysphagia in patients with ALS. *Ann Phys Rehabil Med* 55, 601-608
- (Paris et al. 2013)= Paris G, Martinaud O, Petit A, Cuvelier A, Hannequin D, Ropenneck P, Verin E (2013): Oropharyngeal dysphagia in amyotrophic lateral sclerosis alters quality of life. *J Oral Rehabil* 40, 199-204
- (Pauloski et al. 2009)= Pauloski BR, Rademaker AW, Lazarus C, Boeckxstaens G, Kahrilas PJ, Logemann JA (2009): Relationship between manometric and videofluoroscopic measures of swallow function in healthy adults and patients treated for head and neck cancer with various modalities. *Dysphagia* 24, 196-203
- (Périé et al. 1998)= Périé S, Laccourreye L, Flahault A, Hazebroucq V, Chaussade S, St Guily JL (1998): Role of videoendoscopy in assessment of pharyngeal function in oropharyngeal dysphagia: comparison with videofluoroscopy and manometry. *Laryngoscope* 108, 1712-1716
- (Pilz et al. 2014)= Pilz W, Baijens LWJ, Passos VL, Verdonschot R, Wesseling F, Roodenburg N, Faber CG, Kremer B (2014): Swallowing assessment in myotonic dystrophy type 1 using fiberoptic endoscopic evaluation of swallowing (FEES). *Neuromuscul Disord* 24, 1054-1062
- (Probst et al. 2008)= Probst R, Iro H, Grevers G (Hrsg.): Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde. 3. Auflage; Thieme, Stuttgart 2008
- (Proffit et al. 1964)= Proffit WR, Kydd WL, Wilkie GH, Taylor DT (1964): Intraoral Pressures in a Young Adult Group. *J Dent Res* 43, 555-562
- (Prosiegel und Weber 2013)= Prosiegel M, Weber S: Dysphagie. Diagnostik und Therapie. 2. Auflage; Springer, Dordrecht 2013
- (Rehder und Partner 2015)= Rehder und Partner GmbH (2015): rpSzene®. <http://www.rehder.de>, zuletzt abgerufen am 07.06.2015
- (Reid et al. 2007)= Reid J, Reilly S, Kilpatrick N (2007): Sucking performance of babies with cleft conditions. *Cleft Palate Craniofac* 44, 312-320
- (Restivo et al. 2013)= Restivo DA, Casabona A, Nicotra A, Zappia M, Elia M, Romano MC, Alfonsi E, Marchese-Ragona R (2013): ALS dysphagia pathophysiology: differential botulinum toxin response. *Neurology* 80, 616-620
- (Rinkel et al. 2009)= Rinkel RN, Verdonck-de Leeuw IM, Langendijk JA, van Reij EJ, Aaronson NK, Leemans CR (2009): The psychometric and clinical validity of the SWAL-QOL questionnaire in evaluating swallowing problems experienced by patients with oral and oropharyngeal cancer. *Oral Oncol* 45, 67-71
- (Robbins et al. 1995)= Robbins J, Levine R, Wood J, Roecker EB, Luschei E (1995): Age effects on lingual pressure generation as a risk factor for dysphagia. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 50, 257-262
- (Robert et al. 2006)= Robert D, Bianco-Blache A, Spezza C, Verschueren A, Pouget J, Giovanni A (2006): Evaluation des troubles de la parole et de la déglutition chez les patients atteints de sclérose latérale amyotrophique. *Rev Neurol (Paris)* 162, 445-453

- (Ruoppolo et al. 2013)= Ruoppolo G, Schettino I, Frasca V, Giacomelli E, Prosperini L, Cambieri C, Roma R, Greco A, Mancini P, de Vincentiis M et al. (2013): Dysphagia in amyotrophic lateral sclerosis: Prevalence and clinical findings. *Acta Neurol Scand* 128, 397-401
- (Santander 2013)= Santander P: Manometrische Untersuchungen der oralen Phase des Schluckaktes. Med. Diss. Göttingen 2013
- (Santander et al. 2013)= Santander P, Engelke W, Olthoff A, Völter C (2013): Intraoral pressure patterns during swallowing. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 270, 1019-1025
- (Schröter-Morasch et al. 1999)= Schröter-Morasch H, Bartolome G, Troppmann N, Ziegler W (1999): Values and limitations of pharyngolaryngoscopy (transnasal, transoral) in patients with dysphagia. *Folia Phoniatr Logop* 51, 172-182
- (Selley et al. 1990)= Selley WG, Ellis RE, Flack FC, Brooks WA (1990): Coordination of sucking, swallowing and breathing in the newborn: Its relationship to infant feeding and normal development. *Br J Disord Commun* 25, 311-327
- (Silverthorn 2009)= Silverthorn DE: Physiologie. 4. Auflage; Perason Studium, München 2009
- (Simons et al. 2014)= Simons JA, Fietzek UM, Waldmann A, Warnecke T, Schuster T, Ceballos-Baumann AO (2014): Development and validation of a new screening questionnaire for dysphagia in early stages of Parkinson's disease. *Parkinsonism Relat Disord* 20, 992-998
- (Sitzer und Steinmetz 2011)= Sitzer M, Steinmetz H (Hrsg.): Lehrbuch Neurologie. Urban und Fischer, München 2011
- (Solazzo et al. 2014)= Solazzo A, Monaco L, del Vecchio L, Reginelli A, Iacobellis F, Capasso R, Tamburrini S, Berritto D, Barillari MR, Monsurrò MR et al. (2014): Earliest videofluoromanometric pharyngeal signs of dysphagia in ALS patients. *Dysphagia* 29, 539-544
- (Sordi et al. 2009)= de Sordi M, Mourão LF, da Silva AA, Flosi LCL (2009): Interdisciplinary evaluation of dysphagia: Clinical swallowing evaluation and videoendoscopy of swallowing. *Braz J Otorhinolaryngol* 75, 776-787
- (Speckmann et al. 2013)= Speckmann EJ, Köhling R, Hescheler J: Physiologie. 6. Auflage; Urban und Fischer, München 2013
- (Speyer et al. 2014)= Speyer R, Cordier R, Kertscher B, Heijnen BJ (2014): Psychometric properties of questionnaires on functional health status in oropharyngeal dysphagia: A systematic literature review. *Biomed Res Int* 2014, 458678
- (Steele und van Lieshout 2009)= Steele CM, van Lieshout P (2009): Tongue movements during water swallowing in healthy young and older adults. *J Speech Lang Hear Res* 52, 1255-1267
- (Szczesniak et al. 2014)= Szczesniak MM, Maclean J, Zhang T, Liu R, Cook IJ (2014): The Normative Range for and Age and Gender Effects on the Sydney Swallow Questionnaire (SSQ). *Dysphagia* 29, 535-538
- (Takasaki et al. 2010)= Takasaki K, Umeki H, Enatsu K, Kumagami H, Takahashi H (2010): Evaluation of swallowing pressure in a patient with amyotrophic lateral sclerosis before and after cricopharyngeal myotomy using high-resolution manometry system. *Auris Nasus Larynx* 37, 644-647

- (Tankisi et al. 2013)= Tankisi H, Otto M, Pugdahl K, Fuglsang-Frederiksen A (2013): Spontaneous electromyographic activity of the tongue in amyotrophic lateral sclerosis. *Muscle Nerve* 48, 296-298
- (Thomas et al. 2008)= Thomas L, Jones TM, Tandon S, Katre C, Lowe D, Rogers SN (2008): An evaluation of the University of Washington Quality of Life swallowing domain following oropharyngeal cancer. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 256, 29-37
- (Troche et al. 2008)= Troche MS, Sapienza CM, Rosenbek JC (2008): Effects of bolus consistency on timing and safety of swallow in patients with Parkinson's disease. *Dysphagia* 23, 26–32
- (Troche et al. 2010)= Troche MS, Okun MS, Rosenbek JC, Musson N, Fernandez HH, Rodriguez R, Romrell J, Pitts T, Wheeler-Hegland KM, Sapienza CM (2010): Aspiration and swallowing in Parkinson disease and rehabilitation with EMST: A randomized trial. *Neurology* 75, 1912–1919
- (Troche et al. 2011)= Troche MS, Huebner I, Rosenbek JC, Okun MS, Sapienza CM (2011): Respiratory-swallowing coordination and swallowing safety in patients with Parkinson's disease. *Dysphagia* 26, 218–224
- (Universeller Schnittstellen-Adapter 2015)= Universeller Schnittstellen-Adapter für GMSD / GMXD - Sensoren. Installations- und Bedienungsanleitung. GDUSB 1000. S56.0.01.6B-06; http://www.gsg-e-shop.de/service_gr/GDUSB1000_d.pdf, zuletzt abgerufen am 07.06.2015
- (Vygon 2008)= Vygon (2008): Zum Einsatz im Notfall. 99916; <https://www.vygon.de/51/pid/177/Absaugkatheter-mit-seitlichen-Augen-von-Vygon.htm>, zuletzt abgerufen am 07.06.2015
- (Wächter und Diz Dios 1993)= Wächter R, Diz Dios P (1993): Einfluss von Adaptations- und Kompensationsmechanismen auf die postoperative Funktion bei Patienten mit Mundhöhlentumoren. *Laryngorhinootologie* 72, 333-337
- (Weikamp et al. 2012)= Weikamp JG, Schelhaas HJ, Hendriks JCM, de Swart BJM, Geurts ACH (2012): Prognostic value of decreased tongue strength on survival time in patients with amyotrophic lateral sclerosis. *J Neurol* 259, 2360-2365
- (Wein et al. 1993)= Wein B, Angerstein W, Klajman S, Zimmermann R, Skopnik H (1993): Zungensonographie und Druckmessungen beim Säuglingssaugen: Erste Ergebnisse. *Klin Pädiatr* 205, 103–106
- (White et al. 2009)= White R, Cotton SM, Hind J, Robbins JA, Perry A (2009): A comparison of the reliability and stability of oro-lingual swallowing pressures in patients with head and neck cancer and healthy adults. *Dysphagia* 24, 137–144
- (Yoshida et al. 2006)= Yoshida M, Kikutani T, Tsuga K, Utanohara Y, Hayashi R, Akagawa Y (2006): Decreased tongue pressure reflects symptom of dysphagia. *Dysphagia* 21, 61–65
- (Youmans und Stierwalt 2006)= Youmans SR, Stierwalt JAG (2006): Measures of tongue function related to normal swallowing. *Dysphagia* 21, 102–111
- (Yunusova et al. 2012)= Yunusova Y, Green JR, Greenwood L, Wang J, Pattee GL, Zinman L (2012): Tongue movements and their acoustic consequences in amyotrophic lateral sclerosis. *Folia Phoniatr Logop* 64, 94-102
- (Zhang et al. 2012)= Zhang S, Olthoff A, Frahm J (2012): Real-time magnetic resonance imaging of normal swallowing. *J Magn Reson Imaging* 35, 1372-1379

LEBENS LAUF

Am 23.07.1986 wurde ich, Deike Böning, in Leer/Ostfriesland geboren. In den Jahren 1993 bis 1997 besuchte ich die Eichenwallschule Leer, anschließend von 1997-1999 die Orientierungsstufe Möörkensschule in Leer. Der Besuch des dortigen Ubbo-Emmius-Gymnasiums ab 1999 wurde mit dem vorzeitigen Abitur 2005 abgeschlossen. Es folgte eine Berufsfindungsphase mit Studienbeginn der Theologie sowie Germanistik an der Leibniz-Universität Hannover 2005. Im April 2006 wurde das Studium der Humanmedizin an der Georg-August-Universität Göttingen begonnen und in Regelstudienzeit im Sommer 2012 mit Erhalt der Approbation als Ärztin abgeschlossen. Neben vielfältigen Famulaturen im In- und Ausland absolvierte ich das Praktische Jahr in Deutschland, den Niederlanden, Samoa sowie der Schweiz. U.a. zur Vorbereitung der Praktika im fremdsprachigen Ausland wurden Zertifikate verschiedener Sprachen an der Universität (u.a. Italienisch, Medizinisches Englisch, Portugiesisch, Niederländisch) sowie bereits zuvor im Rahmen der Schullaufbahn (Französisch, Englisch, Latein) erworben. 2010 erfolgte die Abgabe und mündliche Verteidigung meiner medizinischen Dissertation über das Thema „Früher Tod. Drogen: Konsum und Auswirkungen auf das Leben Charlie Parkers“. Zeitgleich zum Medizinstudium absolvierte ich ab 2010 ein Studium der Soziologie an der Sozialwissenschaftlichen Fakultät der Göttinger Universität. Hierauf aufbauend wurde ich 2012 in den sozialwissenschaftlichen Promotionsstudiengang eingeschrieben. Die Promotion am genannten Institut wurde im April 2014 erfolgreich mit der Dissertationsschrift „Ich sehe nur, wie sich die Menschen plagen: Gesundheitsvorstellungen, -risiken und -verhalten von Berufspolitikern – Eine empirische Analyse“ abgeschlossen. Die genannte Arbeit wurde mehrfach in den vorangegangenen Jahren im In- und Ausland (u.a. Trondheim, Verona, Marburg, Berlin) vorgestellt und diskutiert und in mehreren Fachzeitschriften publiziert. Im Zusammenhang mit der Dissertation fand 2010 zur Datenerhebung ein mehrwöchiges Praktikum im Deutschen Bundestag statt. Als wissenschaftliche Mitarbeiterin und Dozentin war ich von 2012 bis 2013 im Institut für Medizinische Psychologie und Medizinische Soziologie in Göttingen angestellt. Im Oktober 2012 wurde in Hinblick auf meine geplante Tätigkeit im Fachbereich Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie ein Studium der Zahnmedizin an der Universität Göttingen aufgenommen. Seit Mai 2013 bin ich auch als Assistenzärztin in der Abteilung für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie an der Universitätsmedizin Göttingen tätig.

Die vorliegende Dissertation ist im Rahmen meines zahnmedizinischen Studiums sowie meiner assistenzärztlichen Tätigkeit in Zusammenarbeit mit der Abteilung Phoniatrie und Pädaudiologie der Klinik und Poliklinik für Hals-Nasen-Ohrenheilkunde entstanden. Neben der beruflichen Tätigkeit bin ich besonders musikalisch und sportlich aktiv.