



FH MÜNSTER
University of Applied Sciences

Bachelorarbeit

Der „Sonntagsschluck“ – Eine empirische Untersuchung des Schluckmanövers mithilfe von Oberflächen-Elektromyographie

Vorgelegt von: Maike Hawighorst

Matrikelnummer: 946202

Studiengang: Therapie- und Gesundheitsmanagement - Logopädie

Betreuerin: Prof. Dr. rer. medic. Anke Kohmäscher

Abgabedatum: 03.09.2021

Zusammenfassung

Das *Shaker-Manöver*, *kräftige Schlucken*, *Chin-Tuck* und *Chin-Tuck against resistance* sind bereits etablierte und häufig angewendete Schluck-Interventionen in der logopädischen Dysphagie-Rehabilitation. Der *Sonntagsschluck* (SS) stellt eine Kombination aus diesen Schlucktechniken dar und findet bereits Anwendung im klinischen Kontext. Eine Evaluation dieser logopädischen Intervention im Sinne der evidenzbasierten Praxis steht jedoch noch aus. Die folgende Bachelorarbeit evaluiert daher die Wirkweise des SS auf die schluckrelevante suprahyoidale Muskulatur.

Zur Überprüfung der Wirkweise wurde eine quantitativ-empirische Studie mit einem Within-Gruppen-Design durchgeführt. Insgesamt wurden 33 gesunde ProbandInnen ($n = 33$) zwischen 20 und 39 Jahren in die Datenauswertung aufgenommen. Da der SS mit der Oberflächen-Elektromyographie (SEMG) nicht evaluierbar war, wurde der *Löffelschluck* (LS), welcher demselben Wirkprinzip folgt, als Alternative eingesetzt. Die suprahyoidale Muskelaktivität und Muskelaktivitätszeit bei dem NS und dem LS wurden mithilfe von SEMG als Outcomes gemessen. Für die Evaluation des SS wurde ein schriftlicher Fragebogen ausgefüllt, der den subjektiv wahrgenommenen Kraftaufwand des NS, LS und SS maß. Die Daten wurden mit SPSS ausgewertet.

Der alternative LS zeigte in der SEMG-Messung eine signifikant höhere Muskelaktivität ($p = ,009$) und Muskelaktivitätszeit ($p = ,000$) als der NS. Auch der subjektiv wahrgenommene Kraftaufwand wurde im Fragebogen beim LS und SS höchst-signifikant ($p = ,000$) höher eingeschätzt als der NS. Darüber hinaus zeigte eine Korrelationsanalyse der LS- und der SS-Fragebogen-Werte eine signifikante positive Korrelation (Korrelation nach Pearson = $,560$, $p = ,001$), sodass davon ausgegangen werden kann, dass diese Schlucktechniken miteinander vergleichbar sind. Eine Korrelationsanalyse der SEMG-Werte vom LS mit den Fragebogen-Werte des LS (Korrelation nach Pearson = $,122$) und des SS (Korrelation nach Pearson = $,214$) zeigte jedoch keine signifikante Korrelation.

Zusammenfassend zeigen die Ergebnisse, dass durch einen gesetzten Widerstand beim Schlucken unter dem Kinn die suprahyoidale Muskulatur bei gesunden ProbandInnen aktiviert wird. Die Ergebnisse legen nahe, dass der LS und SS mit ihrem Wirkmechanismus die suprahyoidale Muskulatur langfristig als Strength-Übung stärken könnten. Eine Übertragung der Ergebnisse auf Dysphagie-PatientInnen ist jedoch kritisch zu betrachten und bedarf weiterer Forschung.

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich all jenen danken, die durch ihre fachliche und persönliche Unterstützung zum Gelingen dieser Bachelorarbeit beigetragen haben.

Ich möchte mich als erstes herzlich bei Julia Schwarze für die Unterstützung dieser Arbeit durch anregende Gespräche, das zur Verfügung stellen von Fachliteratur und die Übernahme von Materialkosten bedanken.

Weiterhin bedanke ich mich für die Unterstützung von Herrn Dr. Michael Ohms und Frau Dr. Beate Schul, die mich zur Anbringung der Elektroden beraten und mir bei der ProbandInnen-Suche geholfen haben.

Ohne die langen Zoom-Meetings mit Lucas Mensink und seiner Geduld zum Erklären der Oberflächen-Elektromyographie wäre die Arbeit so nicht möglich gewesen. Auch hierfür ein herzliches Dankeschön.

Für das zur Verfügung stellen der Oberflächen-Elektromyographie möchte ich meinem ehemaligen Praktikumsanleiter Ulrich Wöstmann danken.

Schließlich danke ich allen ProbandInnen, die sich für die Studie zur Verfügung gestellt haben.

Inhaltsverzeichnis

Tabellen- und Abbildungsverzeichnis	6
Abkürzungsverzeichnis	7
1 Einleitung.....	8
2 Theoretischer Hintergrund	10
2.1 Physiologie des Schluckens	10
2.1.1 Die orale Vorbereitungsphase	11
2.1.2 Die orale Transportphase.....	12
2.1.3 Die pharyngeale Phase.....	13
2.1.4 Die ösophageale Phase	14
2.1.5 Die suprahyoidale Schluckmuskulatur.....	15
2.2 Pathologie des Schluckens.....	17
2.2.1 Ursachen und mögliche Erkrankungen.....	17
2.2.2 Leitsymptome einer Dysphagie	19
2.2.3 Folgen einer Dysphagie	21
2.3 Rehabilitation des Schluckens	23
2.3.1 Ansätze in der Dysphagie-Therapie	24
2.3.2 Der Sonntagsschluck	26
2.3.3 Der Löffelschluck	27
2.4 Fragestellung.....	28
3 Methodologie.....	29
3.1 Studiendesign.....	29
3.2 ProbandInnen	30
3.3 Untersuchungsinstrumente	30
3.4 Durchführung.....	33
3.5 Datenauswertung und statistische Analyse.....	35
4 Ergebnisse.....	37
4.1 Ergebnisse der SEMG-Messung.....	37
4.2 Ergebnisse des subjektiven Fragebogens	38

4.3	Ergebnisse der Korrelationsanalyse	40
5	Diskussion	42
5.1	Zusammenfassung und Interpretation zentraler Ergebnisse	42
5.2	Limitationen	44
5.3	Klinischer Einsatz und Fazit.....	45
6	Literaturverzeichnis	47
	Anhang	53
	Eidesstattliche Erklärung	59

Tabellen- und Abbildungsverzeichnis

Tabellen

Tabelle 1: Studiendesign SEMG-Messung (Root-Mean-Square = RMS, Muskelaktivitätszeit = MAZ)	29
Tabelle 2: Studiendesign Fragebogen	30
Tabelle 3: Lage- und Streuungsmaße der normalisierten RMS-Werte in Prozent und MAZ-Werte in Sekunden	37
Tabelle 4: Lage- und Streuungsmaße der subjektiven Einschätzung der verschiedenen <i>Schlucktechniken</i> (NS, LS, SS)	39
Tabelle 5: Korrelationsanalyse der SEMG-Messung LS mit den Ergebnissen des schriftlichen Fragebogens für den LS und SS	41

Abbildungen

Abbildung 1: Anatomie des Schluckvorgangs, die suprahyoidale Muskulatur	16
Abbildung 2: Der Sonntagsschluck	27
Abbildung 3: Löffelschluck-Hilfsmittel	28
Abbildung 4: Anbringung der Elektroden am Mundboden und Schlüsselbein	31
Abbildung 5: Durchführung des LS während der SEMG-Messung	33
Abbildung 6: Datenauswertung des NS in der NeuroTrac [®] -Software (Durchschnitt = RMS, Zeit = MAZ).....	36
Abbildung 7: Vergleich der normalisierten RMS-Messwerte als abhängige Variable in Prozentangabe unter den zwei Bedingungen NS und LS	38
Abbildung 8: Vergleich der MAZ-Messwerte als abhängige Variable in Sekunden unter den zwei Bedingungen NS und LS	38
Abbildung 9: Vergleich des subjektiv wahrgenommenen Kraftaufwands pro Schluck unter den Bedingungen NS, LS und SS.....	40
Abbildung 10: Verschiedene Markierungen des NS und LS bei einer ProbandIn im direkten Vergleich	43

Abkürzungsverzeichnis

CPGs:	Central Pattern Generators
CTAR:	Chin-Tuck against resistance
FDT:	Funktionelle Dysphagietherapie
FEES:	Fiberoptische endoskopische Evaluation des Schluckaktes
LS:	Löffelschluck
NS:	Normal-Schluck
OD:	Oropharyngeale Dysphagie
OÖS:	Oberer Ösophagussphinkter
RCT:	Randomisiert kontrollierte Studie
RMS:	Root-Mean-Square
SEMG:	Oberflächen-Elektromyographie
SS:	Sonntagsschluck
VFSS:	Videofluoroskopische Evaluation des Schluckaktes

1 Einleitung

Pro Tag schluckt ein Mensch mehr als tausend Mal (Prosiegel & Weber, 2018, S. 7). Der Schluckakt ist für den Menschen überlebenswichtig, weshalb ein fehlerfreier Ablauf essenziell ist. Essen und Trinken sind aber nicht nur Notwendigkeiten zum Überleben, sondern tragen auch zum Wohlbefinden eines jeden Menschen bei. Das gemeinsame Einnehmen von Speisen und Getränken ist kulturübergreifend ein wichtiger Bestandteil des sozialen Zusammenlebens. Der Schluckvorgang ist daher nicht nur ein Prozess, um Nahrung von der Mundhöhle in den Magen zu befördern, sondern bedeutet darüber hinaus ein Stück Lebensqualität, Kultur und Identität. Es heißt nicht umsonst: Man ist, was man isst.

Ist der komplexe sensomotorische Vorgang des Schluckens gestört, wird dies als „Dysphagie“ bezeichnet (Prosiegel & Weber, 2018, S. 7). Schluckstörungen können gravierende Folgen für den Gesundheitszustand der Betroffenen¹ und ihrer Partizipation am alltäglichen Leben haben. Im schlimmsten Fall kann die Schluckstörung durch aspirationsbedingte Lungentzündungen oder Mangelernährung zum Tod führen. Durch den demographischen Wandel und einer damit einhergehenden Häufung an Erkrankungen, die zu Störungen des Schluckaktes führen, stellt eine effiziente und effektive Rehabilitation des Schluckens eine Herausforderung für die logopädische Therapie dar.

Kraftorientierte, restituierende Übungen wie das *Shaker-Manöver* und Übungen gegen Widerstand, die die schluckrelevanten Muskeln trainieren, zeigen in Studien bereits erste Effektivitätsnachweise (Bartolome, 2018a, S. 354). Der von Schwarze konzipierte *Sonntagschluck* (SS) ist ein Schluckmanöver, dessen Ziel es ist, durch Kräftigung der suprahyoidalen Muskulatur und einer Kombination aus kompensatorischen Manövern einen sicheren und aspirationsfreien Schluckablauf zu ermöglichen. Ein Effektivitätsnachweis steht im Sinne der evidenzbasierten Medizin jedoch noch aus. In dieser Bachelorarbeit soll als Basis für weitere empirische Untersuchungen die Wirkweise des SS mithilfe von Oberflächen-Elektromyographie evaluiert werden.

Die Verfasserin der vorliegenden Ausarbeitung hat für die Evaluation der Schlucktechnik eine Studie konzipiert. Die Abschlussarbeit gliedert sich hierfür in vier Bereiche. Im ersten Abschnitt soll der Lesende in die Dysphagiologie eingeführt werden und theoretische Grundkenntnisse für das Verständnis des Hauptteils erlangen. Es wird zum einen auf die Physiologie und Pathologie des Schluckens und zum anderen auf den aktuellen Forschungsstand im Bereich der Schluckrehabilitation eingegangen. Im Hauptteil wird der Ab-

¹ In dieser Abschlussarbeit werden geschlechtsneutrale Formulierungen gewählt. Ist dies bei einem Begriff nicht möglich, wird das generische Femininum mit Binnen-I verwendet. Die weibliche Form bezieht sich dabei immer zugleich auf alle sozialen Geschlechter und Geschlechtsidentitäten.

Maike Hawighorst

lauf der Studie erläutert und im darauffolgenden Kapitel die Ergebnisse dargestellt und analysiert. Im letzten Abschnitt der Arbeit werden die Ergebnisse diskutiert, auf ihre klinische Relevanz hin überprüft und ein abschließendes Fazit gezogen.

2 Theoretischer Hintergrund

In der vorliegenden Bachelorarbeit wird sich mit dem logopädischen Themenschwerpunkt der Dysphagien und der Dysphagie-Therapie befasst. Aus diesem Grund ist eine Erklärung von theoretischen Grundkenntnissen zu Schluckstörungen wesentlich, um ein Verständnis des Hauptteils sowie die Nachvollziehbarkeit der Methodik zu gewährleisten. Es wird zu Beginn dieses Abschnitts auf die Schluck-Physiologie eingegangen. Darauf aufbauend werden die Pathologie, die Rehabilitation des Schluckens sowie der aktuelle Forschungsstand des Forschungsfeldes Schluckrehabilitation dargestellt. Der *Sonntagsschluck* und *Löffelschluck* (LS) werden anschließend erläutert und in den Forschungskontext eingebettet, sowie die Forschungslücke und die resultierende Problemstellung abschließend dargelegt.

2.1 Physiologie des Schluckens

Ein normaler Schluckakt ist für das Überleben eines Menschen wichtig. Der Schluckablauf, fachsprachlich Deglutition genannt, beginnt bereits mit den zielgerichteten Bewegungen der Hände zum Mund (Hand-Mund-Koordination), bevor Speisematerial überhaupt die Mundhöhle erreicht (Müller, Meyer-Königsbüscher & Absil, 2005, S. 51). Durch einen physiologischen Schluckablauf werden Nahrung und Flüssigkeiten innerhalb kürzester Zeit sicher von der Mundhöhle, unter gleichzeitigem Verschluss der Atemwege, in den Magen transportiert (Warnecke & Dziewas, 2018, S. 21). Dieser physiologische Prozess mit seinen kinematischen Abläufen und sensomotorischen Aktivitäten ist hoch komplex und wird vom zentralen Nervensystem sowie von autonomen intrinsischen neuralen Strukturen (z.B. Nervengeflechten der Ösophaguswand) gesteuert. Die sich im Hirnstamm befindenden Central Pattern Generators (CPGs) erstellen als Neuronenkernegebiete den motorischen Plan des Schluckablaufs (Frank, Pluschinski & Hofmayer, 2021, S. 2). Man unterscheidet zwischen zwei Grundtypen der Schluckfunktion: das willkürlich initiierte Schlucken zum einen und das spontane unwillkürliche Schlucken zum anderen (Bartolome, 2018c, S. 24).

Neben der Abfolge von Muskelkontraktionen im oralen, pharyngealen, laryngealen und oesophagealen Bereich spielen sensible Feedback-Mechanismen und eine präzise Koordination von räumlich-zeitlichen Abläufen (Feedforward-Mechanismen) für den problemlosen Schluckvorgang eine bedeutsame Rolle (Prosiegel & Weber, 2018, S. 7). Die ständige Anpassung an Boluseigenschaften wie z.B. Temperatur, Konsistenz, Größe und Geschmack, verlangt ein fein abgestimmtes System. „Die Modulation findet während aller Schluckphasen statt und wird überwiegend über den kaudalen Teil des Nucleus tractus solitarii vermittelt“ (Prosiegel, 2018b, S. 56). Dieser wird den dorsomedialen CPGs, den Schluckzentren des Hirnstamms, zugeordnet (Prosiegel & Weber, 2018, S. 40).

Im Wachzustand kann das Schlucken zum Teil willentlich eingeleitet werden. Zum Beispiel ist es möglich die eingenommene Mahlzeit im Mund unbegrenzt zu zerkauen und zu einem

Bolus zu formen. Trotzdem erfolgt ein Großteil des Schluckens automatisch ohne Aufmerksamkeitszuwendung. Ein gesunder Mensch schluckt „außerhalb der Mahlzeiten in Abhängigkeit von der Speichelproduktion etwa einmal pro Minute“ (Warnecke & Dziewas, 2018, S. 21) ohne seine Aufmerksamkeit auf diesen Prozess zu lenken. Nachdem die Schluckinitiierung erfolgt ist, mündet der Schluckprozess in einer komplexen Reflexkette, welche nicht mehr bewusst gesteuert werden kann (Bartolome, 2018c, S. 24; Prosiegel & Weber, 2018, S. 7-8; Warnecke & Dziewas, 2018, S. 21).

Eine strikte Trennung des Zusammenspiels aller am Schlucken beteiligten Strukturen und Funktionen wird der Komplexität des Vorgangs nicht gerecht, da die Abläufe vielmehr fließend ineinander übergehen und eine stetige Interaktion zwischen ihnen besteht. Außerdem kritisieren Müller et al. (2005, S. 50), dass der Schluckprozess als Ganzes eingebettet in der gesamten Nahrungsaufnahme betrachtet werden müsse. Trotzdem hat es sich für das Verständnis, die interprofessionelle Kommunikation, das Zuordnen der Pathomechanismen und therapeutischer Interventionen als sinnvoll erwiesen, das Schlucken – anhand von anatomischen Landmarken, in ein Phasenmodell einzuteilen (Bartolome et al., 1999, S. 13; Frank et al., 2021, S. 1-2; Prosiegel & Weber, 2018, S. 9). Logemann (1984, S. 39) unterteilt den grundlegenden Schluckablauf in vier Phasen, die im Folgenden näher beschrieben werden.

2.1.1 Die orale Vorbereitungsphase

In der ersten Phase, der oralen Vorbereitungsphase, wird Nahrung oder Flüssigkeit in die Mundhöhle aufgenommen und für den Transport in den Oropharynx vorbereitet. Die Dauer der Vorbereitungsphase ist von Person zu Person sehr unterschiedlich, da sie willentlich beeinflusst werden kann (Bartolome, 2018c, S. 27).

Nach der Kieferöffnung zur Aufnahme des Speisematerials, werden die Lippen verschlossen und die Wangen tonisiert, sodass ein Wiederaustreten nach vorn aus der Mundhöhle verhindert wird. Auch dorsal verhindert der velolinguale Abschluss durch das Absinken des Gaumensegels (Velumdepression) ein frühzeitiges Abgleiten des Speisematerials in den Pharynx (Prosiegel & Weber, 2018, S. 10). Eingangs wird die Nahrung auf den vorderen zwei Dritteln der Zunge von verschiedenen Rezeptoren auf Geruch, Geschmack, Temperatur, Konsistenz und Volumen analysiert. Handelt es sich um feste oder halb feste Nahrung wird diese mittels zyklischer Kaubewegungsmuster des Unterkiefers, der Zunge und Wangen zerkleinert und mit Speichel vermengt. Die präzise Abstimmung der Grundbewegungsmuster verlangt eine stetige differenzierte sensomotorische Kontrolle (Prosiegel & Weber, 2018, S. 10). Weist die Nahrung eine geeignete Konsistenz auf, formt die Zunge das Speisematerial zu einem schluckfertigen Bissen (Bolus) zusammen. Die Zungenspitze und die Zungenränder heben sich an die Alveolen und bilden mit dem elevierten Zungenrücken

rundherum einen Abschluss für den Bolus. Der Bolus wird so zum Ende der oralen Vorbereitungsphase in der Zungenschüssel an dem vorderen bis mittleren Gaumenbereich gehalten (Bartolome, 2018c, S. 27; Prosiegel & Weber, 2018, S. 11; Warnecke & Dziewas, 2018, S. 21).

2.1.2 Die orale Transportphase

Die Ausgangsposition des Bolus aus der oralen Vorbereitungsphase leitet die orale Transportphase ein. Der Bolus wird in dieser Phase mit einer Dauer von unter einer Sekunde horizontal über den dorsalen Teil der Zunge in den Oropharynx transportiert (Bartolome, 2018c, S. 29). Zur Unterstützung des Transports wird durch die bilaterale Tonisierung der Wangen und den Lippenschluss ein Unterdruck in der Mundhöhle gebildet (Borr, 2009, S. 26).

Die Zunge übernimmt in der oralen Transportphase die Hauptfunktion. Die Zungenspitze und Zungenränder liegen nahe an den Alveolen an und bilden medial auf der Zunge eine Furche (Sulcus linguae), die einen Transport des Speisematerials ermöglicht. Durch die Kontraktion der extrinsischen Zungenmuskulatur bewegt sich der Zungenkörper ellipsenförmig von vorn nach hinten. Die Kontraktion der intrinsischen Muskulatur, welche eine Formveränderung der Zunge ermöglicht, befördert den Bolus in einer sequenziellen wellenförmigen Bewegung zur Zungenbasis. Durch das Absinken der Zungenbasis entsteht eine Rampe, die den Bolus in den Oropharynx transportiert (Prosiegel & Weber, 2018, S. 12). Die Velumelevation zum Abschluss des Nasopharynx beginnt bereits in der oralen Transportphase (Bartolome, 2018c, S. 29).

Das Ende der oralen Transportphase wird in der Literatur verschieden angegeben. Während Prosiegel und Weber (2018, S. 13-14) sowie Bartolome (2018c, S. 13) diese Phase mit der Passage des Bolus durch die Schlundenge (Isthmus faucium) ohne Triggerung des pharyngealen Schlucks als beendet sehen, zählen Frank et al. (2021, S. 1), Borr (2009, S. 27) und Warnecke und Dziewas (2018, S. 21) die Triggerung des Schluckreflexes zur oralen Transportphase dazu. Logemann (1984, S. 40) zufolge wird durch die Schluckreflextriggerung die pharyngeale Phase eingeleitet, sodass das Auslösen des Schluckreflexes den Abschluss der oralen Transportphase darstellt.

In der gesamten oralen Phase sind etwa 20 Muskelpaare efferent aktiv, die von den drei Hirnnerven N. trigeminus (V), N. facialis (VII) und N. hypoglossus (XII) versorgt werden. Der N. trigeminus innerviert die Kaumuskulatur, der N. facialis die Gesichtsmuskulatur und der N. hypoglossus die intrinsische sowie die extrinsische Zungenmuskulatur. Die motorischen Hirnnervenkerne dieser Hirnnerven liegen im Hirnstamm (CPGs). Die Ursprungskerne des fünften und des siebten Hirnnervs liegen in der Pons, die des zwölften liegen in der Medulla oblongata (Prosiegel, 2018b, S. 53).

2.1.3 Die pharyngeale Phase

Den Beginn der pharyngealen Phase stellt der ausgelöste Schluckreflex dar. Die dritte Phase ist von diesem Moment an nicht mehr willentlich steuerbar (Warnecke & Dziewas, 2018, S. 21). Laut Frank et al. (2021, S. 16-17) existiere zwar ein Schluckreflex, jedoch müsse zwischen einem primitiven reflektorischen Schluckreflex und einer Schluckreaktion unterschieden werden. Während der Schluckreflex „eine immer gleiche, nicht modulierte motorische Antwort“ (Frank et al., 2021, S. 16) auslöse, sei eine Schluckreaktion eine angepasste modulierte motorische Schluckantwort auf die sensorischen Informationen des Bolus. Es liegen also nach neusten Erkenntnissen unterschiedliche Mechanismen vor. Für ein besseres Verständnis wird in dieser Ausarbeitung der gebräuchliche Begriff Schluckreflex verwendet, welcher jedoch die unterschiedlichen Mechanismen berücksichtigen soll.

Die primären Schluckreflexauslösezonen variieren interindividuell erheblich. Der Schluckreflex kann von den vorderen Gaumenbögen bis zu den Sinus piriformes primär getriggert werden (Bartolome, 2018c, S. 31). Mit zunehmendem Alter verlagert sich die Auslösezone nach dorso-kaudal (Warnecke & Dziewas, 2018, S. 21). Jedoch sind „die genauen Mechanismen der Schluckreflextriggerung bis heute noch weitgehend unverstanden“ (Prosiegel & Weber, 2018, S. 14).

Damit der Bolus ungehindert durch den Pharynx gleiten kann, laufen verschiedene Vorgänge in der pharyngealen Phase nahezu parallel ab. Zu Beginn kontrahiert das Velum und bildet mit der Vorwölbung des M. constrictor pharyngis superior den velopharyngealen Abschluss. Dieser verhindert das Eindringen von Speisematerial in die oberen Atemwege, wie dem Nasenraum (Bartolome, 2018c, S. 31).

Für den Schutz der unteren Atemwege ist der dreifache Kehlkopfverschluss, welcher durch die laryngeale Muskulatur aktiviert wird, zuständig. Der Kehlkopfverschluss erfolgt auf drei Ebenen: die Verengung des supraglottischen Raums, der Stimmlippenschluss und der Epiglottisschluss (Bartolome, 2018c, S. 33). Die Larynxmuskulatur wird durch den N. vagus innerviert, dessen Ursprungskern in der Medulla oblongata liegt (Prosiegel, 2018b, S. 53).

Hat der Bolus den Zungengrund passiert, bewegt sich die Zungenbasis rasch kolbenartig nach dorsal an die kontrahierte hintere Pharynxwand. Die Zungenbasisretraktion drückt den Bolus hierdurch in den Hypopharynx („drop-push“) (Prosiegel & Weber, 2018, S. 16). Der Bolus gleitet dabei über die Epiglottis und die Sinus piriformes (Warnecke & Dziewas, 2018, S. 22). Darauf folgend reinigt eine pharyngeale Welle vom oberen Pharynxkonstriktor ausgehend schlundabwärts den Rachen.

Die Boluspassage wird zum einen durch den hohen Druck, welcher durch den „drop-push“ entsteht, und zum anderen durch die superior-anteriore hyolaryngeale Exkursion, die zu einer Weitung des Hypopharynx beiträgt, erleichtert. Mit dieser Exkursion ist die Elevation

und Vorwärtsbewegung des Hyoids (Zungenbein) und Larynx (Kehlkopf) gemeint, welche durch die Kontraktion der suprahyoidalen Muskulatur bewirkt wird (Prosiegel & Weber, 2018, S. 16-17). Die Hebung des Larynx unterstützt darüber hinaus die Epiglottissenkung auf den Larynxeingang und die Öffnung des oberen Ösophagusphinkters (OÖS).

Der Begriff OÖS wird in der logopädischen Fachliteratur diskutiert. Dem OÖS wird nicht nur eine anatomische Struktur zugesprochen. Der OÖS besteht aus dem M. cricopharyngeus, inferioren Anteilen des unteren Pharynxkonstriktors und superioren Abschnitten des zervikalen Ösophagusabschnitts. Daher wäre die postulierte Bezeichnung des pharyngoösophagealen Segments als anatomisch korrekter anzunehmen (Frank et al., 2021, S. 2). Für ein besseres Verständnis wird in dieser Ausarbeitung jedoch die häufiger verwendete Bezeichnung OÖS gebraucht.

Die Öffnung des OÖS ist dabei abhängig von der Bolusmenge. Je größer das Bolusvolumen ist, desto länger bleibt der OÖS geöffnet. Diese Adaptation an das Bolusvolumen wird durch den Nucleus tractus solitarii gesteuert, welcher kontinuierliche sensorische Rückmeldungen an das Großhirn weiterleitet und so Nachkorrekturen aktivieren kann (Prosiegel, 2018b, S. 56-57).

Aus der Relaxation und Öffnung des OÖS resultierend entsteht ein Unterdruck, welcher den Bolus nach unten zieht. Dieser Mechanismus wird als hyopharyngealer Saugpumpenstoß bezeichnet und treibt mit der Schwerkraft und der oropharyngealen Muskelpumpe von kranial (pharyngeale Peristaltik und Zungenbasisretraktion) den Bolus in den zervikalen Ösophagus (Bartolome, 2018c, S. 36; Borr, 2009, S. 28-29). Der Bolusdurchtritt durch den Ösophaguseingang beendet die pharyngeale Phase (Prosiegel & Weber, 2018, S. 22-23).

2.1.4 Die ösophageale Phase

Die ösophageale Phase beginnt mit der Ankunft der pharyngealen Kontraktion am OÖS. Der OÖS hebt seine Relaxation auf und schließt sich, indem er seinen Dauertonus wieder erlangt (Warnecke & Dziewas, 2018, S. 22). Das Velum, der Larynx und das Hyoid kehren in ihre Ruheposition zurück.

Der Boluseintritt in die Speiseröhre wird von einer primären peristaltischen Welle, die vom Schluckreflex ausgelöst wird, begleitet und transportiert den Bolus kontinuierlich zum unteren Ösophagusphinkter (Prosiegel & Weber, 2018, S. 28). Nach der primären Peristaltik folgt die sekundäre peristaltische Welle, welche „durch einen lokalen Dehnungsreiz im Ösophagus ausgelöst [wird]“ (Bartolome, 2018c, S. 36) und der Reinigung liegengebliebener ösophagealer Bolusreste dient. Besteht wieder ein Dauertonus auf dem OÖS und unteren Ösophagusphinkter, ist der Schluckablauf beendet.

2.1.5 Die suprahyoidale Schluckmuskulatur

Da in der Überprüfung des SS ein besonderer Fokus auf die suprahyoidale Muskulatur (obere Zungenbeinmuskulatur) gelegt wird, wird im folgenden Abschnitt die Anatomie und Physiologie dieser schluckrelevanten Muskulatur zum Verständnis erläutert.

Die suprahyoidale Muskulatur (Mm. suprahyoidei) wird der quergestreiften Muskulatur zugeordnet und bildet eine für die Deglutition relevante Muskelgruppe. Sie setzt sich aus mehreren gepaarten Muskeln zusammen: 1) Musculus digastricus, 2) Musculus stylohyoideus 3) Musculus mylohyoideus und 4) Musculus geniohyoideus. Die beiden Letzteren bilden zusammen außerdem das Diaphragma oris (Mundboden) (Graf, 2018, S. 8-9). Die Muskulatur teilt sich eine gemeinsame Basis. Sie sind alle oberhalb des hufeisenförmigen Hyoids symmetrisch angelegt und stehen in Verbindung mit diesem frei aufgehängten Knochen (Graf, 2018, S. 9).

Der **M. digastricus** ist ein zweibäuchiger Muskel und zieht vom Warzenfortsatz des Os temporale (Schläfenbein) zum unteren inneren Rand der Mandibula (Unterkiefer) (Castillo Morales, 1998, S. 36). Die zwei Bäuche werden durch ein Zwischensehnenstück, welches am Hyoid befestigt ist, voneinander getrennt und von zwei verschiedenen Hirnnerven innerviert. Der anteriore Teil des M. digastricus wird durch den N. trigeminus innerviert und hebt das Hyoid „nach vorne/oben, wenn das Punctum fixum an der Mandibula ist“ (Castillo Morales, 1998, S. 37). Der vom N. facialis innervierte posteriore Muskelteil zieht das Hyoid nach dorsokranial (Castillo Morales, 1998, S. 37). Beide Kerne der Hirnnerven entspringen der Pons im Hirnstamm (Prosiegel, 2018b, S. 55).

Der **M. stylohyoideus** liegt parallel zum posterioren Muskelbauch des M. digastricus und wird ebenfalls vom N. facialis innerviert (Castillo Morales, 1998, S. 37). Er entspringt am Processus styloideus der Schädelbasis und zieht zum Cornua majora (großes Horn) des Zungenbeins (Graf, 2018, S. 9). Gemeinsam mit dem M. digastricus zieht er das Zungenbein nach dorsokranial (Castillo Morales, 1998, S. 37).

Der **M. mylohyoideus** spannt sich im knöchernen Rahmen des Unterkiefers auf und bildet zusammen mit dem M. geniohyoideus den Mundboden. Er wird vom N. trigeminus versorgt (Prosiegel, 2018b, S. 55). Die Fasern des Muskels laufen vom inneren Rand der Mandibula in der Mittellinie zusammen und bilden die Raphe mylohyoidea (Castillo Morales, 1998, S. 38; Graf, 2018, S. 8). Die hinteren Fasern des Muskels „setzen an der Vorderfläche des Zungenbeinkörpers an“ (Castillo Morales, 1998, S. 38). Seine Funktionen bestehen in der Unterkiefer-Senkung, Hyoid-Hebung und Mundboden-Spannung (Graf, 2018, S. 9). Besonders in der oralen Vorbereitungsphase spielt der M. mylohyoideus eine wichtige Rolle.

Der kleine, zylindrische **M. geniohyoideus** stärkt von oben den M. mylohyoideus und zieht von der Unterkieferinnenseite zum Zungenbeinkörper. Die Innervation erfolgt durch den N.

hypoglossus. Der zwölfte Hirnnerv wird den kaudalen Hirnnerven zugeordnet und besitzt seinen Hirnnervenkern in der Medulla oblongata (Prosiegel, 2018b, S. 55). Der Muskel zieht das Zungenbein nach cranioventral bei Punctum fixum an der Mandibula (Castillo Morales, 1998, S. 38-39).

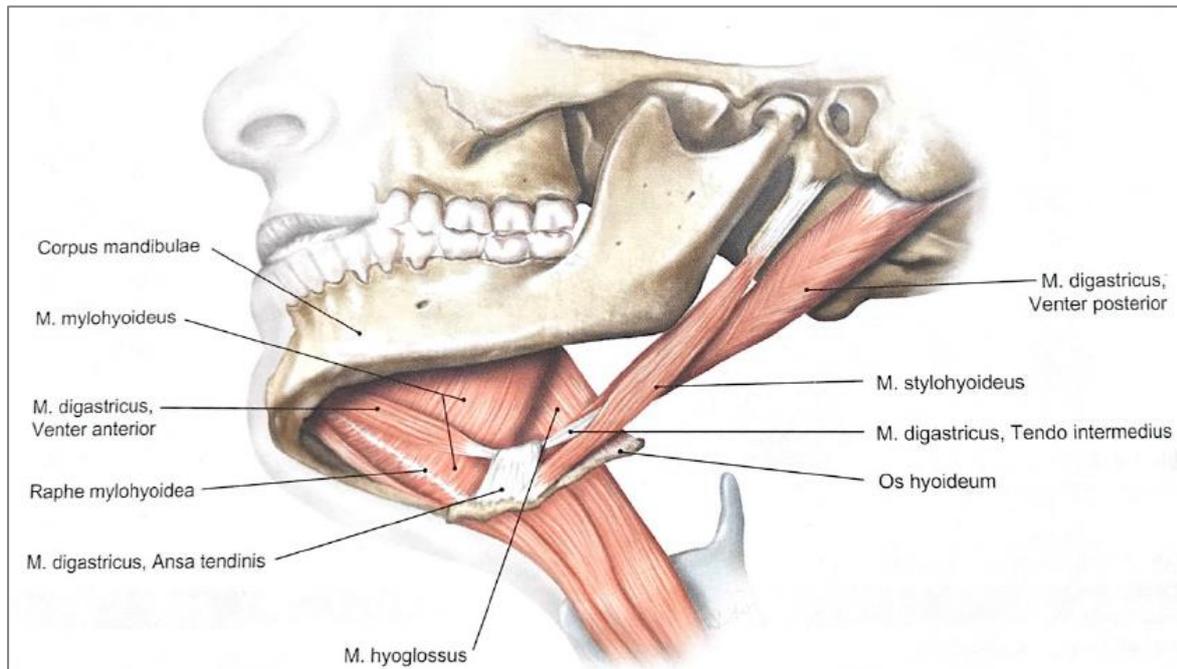


Abbildung 1: Anatomie des Schluckvorgangs, die suprahyoidale Muskulatur (Graf, 2018, S. 10)

Die isotonische Kontraktion der suprahyoidalen Muskulatur bewirkt zusammenfassend eine Anhebung und Vorwärtsbewegung des Hyoids und trägt so zur hyolaryngealen Exkursion bei. Da der Larynx durch die Membrana thyreohyoidea und der gepaarten thyreohyoidalen Muskulatur mit dem Zungenbein cranial verbunden ist, führt der Larynx dieselbe Bewegung wie das Zungenbein aus (Prosiegel & Weber, 2018, S. 16-17). Die Exkursion des Hyoids und des Larynx ist besonders für das kritische Ende der pharyngealen Phase, der Öffnung des OÖS, bedeutend. Nach Dodds, Steward und Logemann (1990, S. 959) ist die Öffnung und das Lösen des Dauertonus des OÖS von drei Hauptfaktoren abhängig. Die Öffnung des OÖS ist erstens durch die Relaxation des tonisch kontrahierten Sphinkter-Muskels bedingt. Der zweite Hauptfaktor besteht in der Bolusbeschaffenheit und -größe, die den hyopharyngealen Druck beeinflusst. Die Dehnfähigkeit des Musculus cricopharyngeus und dessen Anpassung an den einlaufenden Bolus stellen den dritten Faktor dar.

Dodds et al. (1990, S. 959) sowie Sze, Yoon, Escoffier und Rickard Liow (2016, S. 196) heben außerdem besonders die Zugkraft für die initiale Öffnung des entspannten OÖS hervor, die durch die suprahyoidale Muskelkontraktion und die Verbindungen der verschiedenen anatomischen Strukturen untereinander entsteht. Die gesamte anteriore Zugkraft-Kette – von dem Hyoid über den Larynx – übt einen nach ventral gerichteten Zug auf den Cricoid (Ringknorpel) aus, der die Aufdehnung des M. cricopharyngeus beeinflusst. Fehlt in dieser

Kette ein Glied, – z.B. eine ungenügende Kontraktion der suprahyoidalen Muskulatur – kann der Bolus nicht mehr sicher in den Magen transportiert werden (Dodds et al., 1990, S. 959).

2.2 Pathologie des Schluckens

Unter dem fachsprachlichen Terminus Dysphagie lassen sich Störungen des hochkomplexen Schluckaktes zusammenfassen, die in allen oben beschriebenen Phasen der Nahrungsaufnahme und des Bolustransports auftreten können. Der Ursprung des Begriffs lässt sich aus dem Griechischen von Dys- = schlecht, krankhaft und Phagien = fressen, schlucken ableiten (Frank et al., 2021, S. 1). Die von der Weltgesundheitsorganisation geförderte *International Classification of Diseases* (ICD-10) klassifiziert die Dysphagie als ein Symptom, welches das Verdauungssystem betrifft (R13) (World Health Organization, 2010). Die Schluckstörung wird im Folgenden jedoch differenzierter betrachtet.

2.2.1 Ursachen und mögliche Erkrankungen

Dysphagien spielen besonders aufgrund des demographischen Wandels und den damit einhergehenden älteren und morbidern PatientInnen eine wichtige Rolle. Zu unterscheiden sind **oropharyngeale Dysphagien (OD)**, die durch Krankheiten bedingt sind, und **Presbyphagien**, die durch „altersbedingte anatomische und funktionelle Veränderungen“ (Jungheim, Schwemmler, Miller, Kühn & Ptok, 2014, S. 650) entstehen. Zu den altersbedingten Funktionseinschränkungen zählen die Abnahme von Muskelmasse und -kraft, Änderungen der Muskelfaserzusammensetzung sowie der Verlust sensibler Nervenfasern (Prosiegel & Weber, 2018, S. 42). Diese Unterformen der Schluckstörungen stehen jedoch in einem engen Zusammenhang, da mit zunehmendem Alter die Inzidenz von Erkrankungen steigt, die zu einer OD führen können. Studien aus Taiwan und den USA zeigen, dass fast jeder zweite Bewohnende einer Langzeitpflegeeinrichtung Symptome einer OD aufweist (Lin, Wu, Chen, Wang & Chen, 2002, S. 1121). Die *European Society for Swallowing Disorders* und die *European Union Geriatric Medicine Society* appellierten bereits 2016 in einem White Paper, dass die OD als geriatrisches Syndrom angesehen werden muss, da es sich um eine hochprävalente klinische Erkrankung handelt, die multifaktoriell bedingt ist und mit multiplen Komorbiditäten sowie einer schlechten Prognose einhergeht (Baijens et al., S. 1422).

Eine Vielzahl an **neurologischen** und **strukturellen Erkrankungen** können Ursache einer OD sein. Die Inzidenz für initiale Dysphagien liegt bei apoplektischen Insulten (ischämisch und hämorrhagisch) (Joundi et al., 2017, S. 2756; Suntrup et al., 2012, S. 93) und Schädel-Hirn-Traumata (Mackay, Morgan & Bernstein, 1999, S. 365) bei mindestens 50 Prozent. Da der Schluckakt „durch ein komplexes Zusammenspiel verschiedener Hirnareale koordiniert

[wird], die sowohl die Ebene des Hirnstamms als auch des Großhirns umfassen“ (Frank et al., 2021, S. 207), sind besonders häufig Schlaganfall-PatientInnen mit bilateralen und Hirnstamm-Läsionen von Dysphagien betroffen. Kommt es zu einem Apoplex im Bereich der CPGs, kann hieraus eine schwere neurogene Dysphagie resultieren (Prosiegel, 2018b, S. 52). Neurogene Dysphagien stehen außerdem mit neuromuskulären Erkrankungen wie z.B. Myasthenia Gravis, entzündlichen Erkrankungen des zentralen Nervensystems wie Multipler Sklerose (Guan, Wang, Huang & Meng, 2015, S. 671) oder degenerativen Motoneuronenerkrankungen wie Amyotropher Lateralsklerose im kausalen Zusammenhang (Ruoppolo et al., 2013, S. 397).

Als häufigste Todesursache für alle Parkinson-Syndrome werden Pneumonien genannt, welche aus Dysphagien resultieren (Müller et al., 2001, S. 259). Bereits im frühen Erkrankungsstadium ist das Auftreten einer Dysphagie bei Betroffenen möglich. Laut des systematischen Reviews von Takizawa, Gemell, Kenworthy & Speyer liegt die Prävalenz der OD bei Parkinson-Erkrankten zwischen 11 und 81 Prozent (2016, S. 437). Jedoch ist es ein mehrfach beschriebenes Phänomen, bei dem häufig eine Diskrepanz zwischen den PatientInnen-Wahrnehmungen und den standardisierten diagnostischen Ergebnissen (Fiberoptische endoskopische Evaluation des Schluckaktes (FEES) oder Videofluoroskopische Evaluation des Schluckakts (VFSS)) besteht, die zu einer fehlenden Störungseinsicht seitens der PatientInnen führt. Pflug et al. (2018, S. 46) leiten hieraus eine Erklärung für die Inkonsistenz früherer Daten ab, die teilweise nur auf subjektiven Erhebungen beruhen.

Auch dementielle Erkrankungen können die Ursache einer Schluckstörung sein. Hier zentrieren sich die Schluckprobleme eher in den ersten Schluckphasen. Seçil et al. (2016, S. 176) konnten bei 75 Prozent der 40 untersuchten Alzheimer-Demenz-PatientInnen eine Dysphagie feststellen. Die Beeinträchtigungen der kognitiv-psychischen und der somatischen Funktionen der PatientInnen führen dazu, dass Nahrung nicht mehr physiologisch aufgenommen, zerkleinert und geschluckt wird. Betroffene nehmen den Bolus intraoral nicht mehr wahr, sodass ein pharyngealer Schluck nicht initiiert und somit eine Penetration oder Aspiration begünstigt wird (Bartolome, 2018b, S. 453).

Verschiedene strukturelle Erkrankungen, die mit Veränderungen der am Schlucken beteiligten Anatomie einhergehen, können – trotz ausbleibender Schädigung der zentralen Steuerungsmechanismen – zu ODs führen. Beispielhaft seien hier die Kopf-Hals-Tumore, angeborene Fehlbildungen wie Lippen-Kiefer-Gaumenspalten oder entzündliche Veränderungen angeführt (Frank et al., 2021, S. 5). Kopf-Hals-Tumore haben je nach Größe, Lage und Behandlung des Tumors unterschiedlich großen Einfluss auf den Schluckakt und werden daher im logopädischen Setting stark heterogen behandelt (Schröter-Morasch, 2018b, S. 102-103). Eine OD kann außerdem eine Komplikation einer radiologischen Therapie bei Behandlungen von Kopf-Hals-Tumoren darstellen (García-Peris et al., 2007, S. 713).

Auch Faktoren wie der Konsum bestimmter Drogen oder iatrogene Komplikationen nach Intubationen, Tracheotomien oder Operationen können weitere Ursachen einer Schluckstörung sein (Baijens et al., 2016, S. 1407).

Können strukturelle und neurogene Grunderkrankungen diagnostisch ausgeschlossen werden, ist eine psychisch bedingte Dysphagie nicht auszuschließen. Stressoren „wie Angst, Depression und erhöhte Sensibilität im zwischenmenschlichen Kontakt“ (Prosiegel, 2018a, S. 78) werden als Risikofaktoren für **psychogene Dysphagien** diskutiert.

Wie bereits beschrieben zeigt sich, dass es keine einheitliche Ursache für eine Dysphagie gibt. Störungen des Schluckablaufs sind multifaktoriell bedingt und häufig Symptom einer tieferliegenden Grunderkrankung. Die Prävalenz der OD ist besonders im hohen Alter und bei BewohnerInnen von Langzeitpflegeeinrichtungen hoch.

2.2.2 Leitsymptome einer Dysphagie

Symptome, die auf eine Schluckstörung hinweisen, resultieren aus biomechanischen Beeinträchtigungen, die in allen Schluckphasen auftreten können (Frank et al., 2021, S. 9). Sie sind Anzeichen pathologischer Veränderungen und stehen mit verschiedenen Erkrankungen in Verbindung. Um die Krankheitszeichen zeitlich einzuordnen, werden die Symptome in prä-, intra- und postdeglutitiv unterteilt. Prädeglutitive Symptome treten vor der Schluckreflexauslösung, intradeglutitive innerhalb des Schlucks und postdeglutitive nach Abschluss des Schluckakts auf (Prosiegel & Weber, 2018, S. 65). Klinisch können pathologische Anzeichen mithilfe der apparativen Gold-Standards FEES und VFSS bei Verdacht auf eine Dysphagie identifiziert werden (Warnecke & Dziewas, 2018, S. 93). Folgende Leitsymptome können auftreten:

Können PatientInnen ihren Speichel nicht kontrollieren und fließt dieser unbemerkt aus dem Mund, wird dies als **Drooling** bezeichnet. Handelt es sich bei dem Austritt aus dem Mund nicht um Speichel, sondern um Speisematerial, wird dies von Drooling als **anteriores Leaking** abgegrenzt. Beide Symptome treten in der oralen Phase auf und können auf eine gestörte orolinguale Boluskontrolle, linguale Hyperkinesien oder einen fehlenden Mundschluss zurückgeführt werden (Prosiegel & Weber, 2018, S. 56). Speicheldrooling kann außerdem ein Anzeichen für eine reduzierte Spontanschluckfrequenz sein (Frank et al., 2021, S. 9-10).

Unter dem **posterioren Leaking** oder **Pooling** wird ein prädeglutitives unkontrolliertes Entgleiten des Bolus in den Pharynx verstanden. Das posteriore Leaking ist klinisch relevanter als das anteriore, da es durch den verspäteten Schluckreflex zu Penetrationen oder Aspi-

rationen kommen kann. Erst dann ist es als pathologisch zu werten. Flüssigkeiten sind aufgrund der schnellen Fließgeschwindigkeit schwieriger für diese PatientInnen zu kontrollieren als festere Konsistenzen (Prosiegel & Weber, 2018, S. 56-57).

Residuen können wörtlich aus dem Lateinischen als „Reste“ übersetzt werden. Häufig werden Residuen und **Retentionen** synonym verwendet, jedoch versteht man unter einer Retention den Prozess, der zu Residuen führt (Prosiegel & Weber, 2018, S. 58). Residuen werden in der Dysphagiologie als das postdeglutitive Verbleiben von Bolusresten an verschiedenen typischen Stellen definiert. Bolusteile können in folgenden Bereichen hängen bleiben: Wangentaschen, Valleculae (epiglotticae), Sinus piriformes, hintere Kommissur oder an der Pharynxwand (Prosiegel & Weber, 2018, S. 58). Grund hierfür können Störungen der intraoralen Boluskontrolle, oralen bzw. pharyngealen Sensibilität, Zungenschubkraft bzw. Pharynxkonstriktoren, hyolaryngealen Exkursion oder eine Öffnungsstörung des OÖS sein (Prosiegel & Weber, 2018, S. 59). Anhand der Lokalisation der Bolusteile kann auf den zugrundeliegenden Pathomechanismus geschlossen werden. Residuen können im ungünstigsten Fall postdeglutitiv auf laryngealer Ebene zu Penetrationen oder Aspirationen führen.

Ein weiteres Leitsymptom stellen **Regurgitationen** dar. Hierunter versteht man den pathologischen Rücktransport von Speisematerial aus dem Ösophagus bis in den Pharynx oder Mund. Dringt der Bolus intradeglutitiv in den Nasopharynx oder in die Nase ein, wird dies als **nasale Regurgitation** bezeichnet. Gründe hierfür können eine retrograde pharyngeale Peristaltik oder ein insuffizienter velopharyngealer Abschluss sein (Frank et al., 2021, S. 16; Prosiegel & Weber, 2018, S. 61).

Penetrationen und **Aspirationen** sind zwei weitere Symptome, die voneinander abzugrenzen sind. Gelangt ein Bolus oder Flüssigkeit in den Kehlkopfeingang, aber nicht unter die Stimmlippenebene, wird dies als Penetration bezeichnet. Dringt der Bolus in kaudaler Richtung weiter unter die Glossisebene in die Trachea, spricht man von einer Aspiration. Sowohl Penetrationen als auch Aspirationen können prä-, intra- oder postdeglutitiv auftreten (Frank et al., 2021, S. 11). Normalerweise reagiert ein gesundes System auf Penetrationen und Aspirationen mit Nachschlucken, Räuspern, Husten oder Niesen. Ist die tracheale Sensibilität jedoch durch eine Erkrankung gestört, wird das Aspirat von der PatientIn nicht bemerkt und es erfolgt kein oder nur ein abgeschwächter Abwehrmechanismus (Frank et al., 2021, S. 13). Dieser Vorgang wird **stille Aspiration** genannt. Eine stille Aspiration kann nur mithilfe von apparativen Methoden bestimmt werden. Aspirationen können zu entzündlichen Reaktionen in der Lunge führen. Besonders laryngopharyngeale Sensibilitätsstörungen und Aspirationen stellen wesentliche Prädiktoren einer Aspirationspneumonie dar (Aviv et al., 1997, S. 1259). Außerdem besteht bei größeren verschluckten Bolusteilen die Gefahr des Erstickens (Schröter-Morasch, 2018a, S. 216).

2.2.3 Folgen einer Dysphagie

Wird eine OD zu spät erkannt, kann dies fatale Konsequenzen haben. Bei unbehandelten Dysphagien kann es zu Folgen wie Malnutrition, Dehydration, Aspirationspneumonien, respiratorischen Infektionen, höherem Anteil an langfristigen Pflegeleistungen sowie Morbidität und Mortalität kommen (Baijens et al., 2016, S. 1422).

Unter **Malnutrition** wird ein „Missverhältnis zwischen Nahrungsbedarf und zugeführter Nahrungsmenge“ (Prosiegel & Weber, 2018, S. 136) verstanden. Im geriatrischen Setting wird Malnutrition oftmals mit Unterernährung gleichgesetzt. Eine OD tritt häufig mit einer Malnutrition auf und entwickelt sich zu einem Teufelskreis. Dieser Teufelskreis ist besonders kritisch, weil eine Mangelernährung mit einem abgeschwächten Immunsystem einhergeht und so die Entstehung von Aspirationspneumonien bei dysphagischen PatientInnen beschleunigen kann (Prosiegel & Weber, 2018, S. 136).

Auch eine zu geringe Flüssigkeitsaufnahme birgt eine Gefahrenquelle für Dysphagie-PatientInnen. Eine **Dehydration** entsteht, wenn der Körper einem Flüssigkeitsmangel ausgesetzt ist. Der Teufelskreis kann folgendermaßen beschrieben werden: Ein altersbedingtes reduziertes Durstgefühl führt zu einer schlechten Flüssigkeitsbilanz, die wiederum die Schleimhaut austrocknet, welche die Bolusgleitfähigkeit und den sensorischen Input mindert. Dies verstärkt wiederum die Dysphagiesymptomatik. Aufgrund der dünnflüssigen Viskosität und der damit einhergehenden schnellen Gleitfähigkeit von Flüssigkeiten, können Dysphagie-PatientInnen Angstgefühle entwickeln, da eine schnelle Gleitfähigkeit eher zu Aspirationsereignissen führt. Für PatientInnen schließt sich hieraus die logische Konsequenz, das Trinken zu vermeiden (Schröter-Morasch, 2018a, S. 248-249).

Die Problematiken der Malnutrition und Dehydration sind zwei weitreichende Risiken einer OD. Aus ihnen können schwere Komplikationen wie Sarkopenie, verminderte Funktionalität, reduzierte Immunität, gestörte Wundheilung, Hypovolämie, Gebrechlichkeit und höhere Mortalität resultieren (Baijens et al., 2016, S. 1410). Insbesondere die reduzierte immunologische Abwehr erhöht das Risiko einer **Aspirationspneumonie** oder rezidivierender **respiratorischer Infektionen**.

Unter einer Pneumonie ist eine Entzündung zu verstehen, die zu Veränderungen des Lungengewebes, der Alveolen oder der kleinen Atemwege führt. Fehlen die laryngealen Schutzmechanismen, ist eine sichere Trennung des Speise- und Luftwegs nicht mehr gegeben und Speisematerial kann in die Lunge gelangen. Die eingedrungenen Fremdkörper können Inflammationen in der Lunge fördern. Dies wird dann als Aspirationspneumonie definiert (Frank et al., 2021, S. 12-13). Besonders für ältere PatientInnen kann eine aspirationsbedingte Pneumonie einen lebensbedrohlichen Zustand darstellen und zum Tod führen.

Im Jahressbuch 2019 des statistischen Bundesamtes werden Pneumonien als eine der häufigsten Todesursachen bei männlichen Patienten aufgelistet (Statistisches Bundesamt, 2019). Jedoch muss hier differenziert werden, dass nicht alle Pneumonien durch Aspirationen entstehen (Prosiegel & Weber, 2018, S. 145).

Auch die Dysphagie bedingten **Kosten für das Gesundheitssystem** sind nicht zu unterschätzen. Besonders aus Dysphagien und rezidivierenden respiratorischen Infektionen resultierende langfristige Pflegeleistungen und Krankenhausaufenthalte sind zu erwähnen (Aviv et al., 1997, S. 1254; Schröter-Morasch, 2018a, S. 217). Genaue Zahlen sind in Deutschland bisher noch nicht systematisch ermittelt worden (Prosiegel & Weber, 2018, S. 144-145).

Neben diesen genannten Faktoren verschlechtert sich außerdem die wahrgenommene **Lebensqualität**, da Schlucken als Nahrungszunahme einer sozialen Aktivität gleichkommt (Ekberg, Hamdy, Ortega, Woisard & Wuttge-Hannig, 2002, S. 139; Prosiegel & Weber, 2018, S. 141). Der Erfahrungsbericht einer Patientin verdeutlicht die individuellen Einschränkungen im Alltagsleben sehr deutlich:

Gemeinsame Mahlzeiten mit meinem Mann, samstags schön kochen und ein Gläschen Wein trinken, Urlaube mit ausgiebigem Frühstück und Abendessen – das war nun alles vorbei. Mein Mann ging zum Essen nun immer zu unserer Tochter, und bei Familienfeiern saß ich immer nur dabei und schaute den anderen beim Essen zu. Es war ganz schwer für mich und deprimierend. [...] Nach einem Jahr habe ich [...] wieder angefangen zu kochen. Essen mussten wir aber weiterhin getrennt: mein Mann in der Küche und ich im Büro meine Flaschennahrung (Prosiegel & Weber, 2018, S. 2).

Auch Miller, Noble, Jones und Burn (2006, S. 617) zeigten in einer qualitativen Untersuchung von Parkinson-Betroffenen, dass eine Schluckstörung mit negativen psychosozialen Konsequenzen verbunden ist und somit die Partizipation der PatientInnen im Sinne der ICF-Klassifikation (International Classification of Functioning, Disability and Health) einschränkt (World Health Organization, 2001). In ihren Interviews stellte sich heraus, dass nicht nur die OD-PatientInnen unter den veränderten Umständen leiden, sondern gleichermaßen auch Familienmitglieder und PartnerInnen, die für die Versorgung der jeweiligen PatientIn zuständig sind. Anpassungen der Speisen und kompensatorische Maßnahmen sind häufig mit einem Mehraufwand für Angehörige im Alltag verbunden und lösen so Schuldgefühle bei den PatientInnen aus (Miller et al., 2006, S. 616). Daher ist eine multidimensionale und interprofessionelle Diagnostik sowie Therapie der OD höchst relevant.

2.3 Rehabilitation des Schluckens

Das oberste Ziel der Dysphagie-Rehabilitation besteht darin schwerwiegende Folgen und oben genannte Komplikationen durch eine ausführliche Diagnostik und spezifisch ausgewählten therapeutischen Maßnahmen zu verhindern (Frank et al., 2021, S. 73). Dabei sollen diagnostizierte Pathomechanismen verändert und Schluckfunktionen wiederhergestellt werden. Häufig hat zu Beginn der Therapie, z.B. bei einem Apoplex, die Sicherung vitaler Funktionen wie Atmung, Nahrungs- und Flüssigkeitszufuhr höchste Priorität (Schröter-Morasch, 2018a, S. 216). Sind die vitalen Parameter stabil, hat ein konsequenter früher Einsatz logopädischer Schluck-Therapie nachweislich positiven Einfluss auf den weiteren Krankheitsverlauf (Dziewas & Pflug, 2020, S. 4).

Die logopädische Schluck-Therapie orientiert sich an den Prinzipien der Neuroplastizität des Gehirns und des motorischen Lernens. Die Weiterentwicklung der bildgebenden Verfahren in der letzten Dekade und Studien zur Neuroplastizität geben Hinweise darauf, dass es für viele PatientInnengruppen nicht nur Hoffnung, sondern auch Evidenzen für die Rückkehr der funktionellen Physiologie gibt (Huckabee, 2013, S. 785). Die Neuroplastizität beschreibt die Fähigkeit des zentralen Nervensystems, „auf [...] Stimuli mit Veränderungen der Nervenzellen, Synapsen oder auch ganzer Hirnareale zu reagieren“ (Bartolome, 2018a, S. 271). Damit ist die neuronale Plastizität Basis einer schlucktherapeutischen Intervention, um das physiologische Schlucken wiederzuerlangen. Die Schluck-Rehabilitation geht außerdem mit dem Erlernen neuer Bewegungsmechanismen einher, weshalb auch Prinzipien des motorischen Lernens in der Planung beachtet werden müssen. Der Wiedererwerb von motorischen Leistungen beinhaltet die Motivation der PatientIn, extrinsische und intrinsische Rückmeldungen, wiederholendes Üben und selbstständige aktive Bewegungen (Bartolome, 2018a, S. 273-274). Nur so kann der Lernprozess angestoßen werden.

Die funktionale Rehabilitation von Alltagsaktivitäten nach Schlaganfällen, Operationen, Tumorbehandlungen und Unfällen, die die Extremitäten betreffen, sind in der Literatur gut beschrieben (Shaker et al., 2002, S. 1320). Sie folgen denselben rehabilitativen Prinzipien wie die Übungen zur Anbahnung des physiologischen Schluckens. Auch die Dysphagie-Diagnostik entspricht mit den Gold-Standards der apparativen Diagnostik FEES und VFSS den heutigen Anforderungen der evidenzbasierten Medizin. Jedoch zeigt sich gegenteilig für die Dysphagie-Therapie ein Mangel an guten wissenschaftlichen Evidenzen. Speyer, Baijens, Heijnen und Zwijnenberg untersuchten im Jahr 2009 in einem systematischen Review verschiedene schluck-therapeutische Interventionen zur OD-Behandlung auf ihre Effektivität. Die Wissenschaftlerinnen kamen nach einer Begutachtung von 59 Studien zu dem Ergebnis, dass allgemein eine logopädische Therapie statistisch signifikante positive Effekte auf den Krankheitsverlauf habe, die Studien aber nicht den qualitativen Ansprüchen der evidenzbasierten Medizin gerecht werden würden (Speyer, Baijens, Heijnen & Zwijnenberg,

2010, S. 40). Aufgrund der großen Varianz an Erhebungsmethoden, eingeschlossenen PatientInnen und Therapieansätzen könne eine Generalisierung des positiven Effekts nicht vorgenommen werden, weshalb weiterhin ein großer Forschungsbedarf bestehe. Speyer und Kolleginnen teilen die Dysphagie-Therapie in folgende Bestandteile auf: „*Bolus Modifikation und Management*“, „*Fazilitations-Techniken*“, „*Schluck-Manöver*“, „*Rehabilitations-Techniken*“ und „*kombinierte Interventionen*“ (2010, S. 47-61). Je nach Störungsbild und Symptomatik werden die Verfahren in der Dysphagie-Therapie zielgerichtet für die PatientInnen von der TherapeutIn ausgewählt, sodass eine effektive und sichere Nahrungsaufnahme gewährleistet wird. Zwar kommt der Logopädie hier die federführende Rolle zu, jedoch benötigt es für die ganzheitliche Therapie eine enge Zusammenarbeit und Kommunikation zwischen den einzelnen Gesundheitsprofessionen (Ärztenschaft, Pflegedienst, Diätassistenten, Ergotherapie, Physiotherapie, Psychologie, Sozialdienst). Für einen guten Behandlungsaufbau braucht es beispielsweise den optimalen Haltungshintergrund, um das Training distaler Muskeln wie der Schluckmuskulatur zu erleichtern (Bartolome, 2018a, S. 275). Die interdisziplinäre Kooperation ist daher essenziell für einen therapeutischen Erfolg.

2.3.1 Ansätze in der Dysphagie-Therapie

Im deutschsprachigen Raum stehen sich die schulorientierten Therapierichtungen und die funktionelle Dysphagie-Therapie (FDT) gegenüber. Die schulorientierten Therapieansätze wie die Facio-orale-Trakt-Therapie (F.O.T.T.[®]) nach Kay Coombes und die Orofaziale Regulationstherapie (ORT) nach Castillo Morales basieren weitestgehend auf traditionellen physiotherapeutischen Behandlungsformen wie dem Neurological Development Treatment (NDT) nach Bobath, der Propriozeptiven neuromuskulären Fazilitation (PNF) nach Kabat und auf der Behandlung neuromuskulärer Dysfunktionen nach Rood (Bartolome, 2018a, S. 267-268). Neben den traditionellen Therapieansätzen finden sich außerdem weitere Methoden wie die Manuelle Schlucktherapie, bei der die Evidenz bisher noch aussteht (Bartolome, 2018a, S. 270) und experimentelle Therapieansätze mit pharyngealer Elektrostimulation, die in der PHAST-TRAC-Studie von Dziejwas und KollegInnen einen signifikante positiven Effekt auf schwer dysphagische trachealkanülierte SchlaganfallpatientInnen zeigte (2018, S. 3). Sie werden an dieser Stelle jedoch nicht näher ausgeführt.

Die FDT unterwirft sich keiner „Therapieschule“ und geht funktions- und problemorientiert vor. Der Therapieansatz bietet TherapeutInnen eine Sammlung von therapeutischen Schluck-Methoden, „deren Wirksamkeit im Sinne der „evidence-based medicine“ nachgewiesen wurden oder aufgrund der Pathophysiologie wahrscheinlich [...] [sind]“ (Prosiegel & Weber, 2018, S. 216). Die SchlucktherapeutIn kann aus diesen Methoden solche auswählen, die für die PatientIn und ihre individuellen Erfordernisse geeignet sind, und kann diese gegebenenfalls im Krankheitsverlauf oder bei neuen Evidenzlagen individuell anpassen

(Bartolome, 2018a, S. 267). Die FDT wurde durch die Münchener Sprachheilpädagogin Gudrun Bartolome in Deutschland geprägt und lässt sich in drei Kategorien aufteilen. Es wird zwischen restituierenden (Wiederherstellung gestörter Schluck-Funktionen), kompensatorischen (Haltungsänderungen und spezielle Schlucktechniken während des Schluckens) und adaptiven (externe Hilfen, Anpassung der Umwelt an die Schluckstörung) Methoden unterschieden (Prosiegel & Weber, 2018, S. 216-217). Jedoch müsse die Zuordnung zu den restituierenden und kompensatorischen Kategorien immer „in Abhängigkeit [...] [zum] zugrundeliegenden Pathomechanismus“ (Frank et al., 2021, S. 83) erfolgen. Für ein besseres Verständnis soll für diese Ausarbeitung diese Kategorisierung der FDT verwendet werden.

Zu der am besten untersuchten restituierenden Interventionstechnik zur Rehabilitation des Schluckens gehört das *Shaker-Manöver*. Bei dieser Übung liegt die PatientIn flach auf den Boden und bekommt die Instruktion den Kopf eine Minute gegen die Schwerkraft zu heben (isotonische muskuläre Aktivität) und hiernach wieder zu senken. Dies wird in drei Durchgängen mit je einer Minute Pause wiederholt. Abschließend soll die PatientIn den Kopf 30 Mal heben und senken (isokinetische muskuläre Aktivität) (Bartolome, 2018a, S. 345). In mehreren randomisierten, kontrollierten Studien (RCT) konnte eine Kräftigung der suprahyoidalen Muskulatur, eine verbesserte hyolaryngeale Exkursion und eine Öffnung des OÖS bei Dysphagie-PatientInnen mit einer Öffnungsstörung des OÖS durch das *Shaker-Manöver* nachgewiesen werden (Park, Hwang, Oh & Chang, 2017, S. 390; Shaker et al., 2002, S. 1319). Shaker et al. (2002, S. 1319), Park et al. (2017, S. 390) sowie Logemann et al. (2009, S. 6) stellten außerdem eine signifikante Reduktion postdeglutitiver Aspirationen mithilfe von VFSS fest. Auch eine Verringerung postdeglutitiver Residuen im Sinus piriformis konnte in den RCTs von Shaker et al. und Park et al. beobachtet werden.

Das *chin-tuck against resistance* (CTAR) ist eine vom *Shaker-Manöver* abgeleitete Schlucktechnik, deren Wirkweise durch Yoon, Khoo und Rickard Liow (2014, S. 243) mithilfe von Oberflächen-Elektromyographie (SEMG) evaluiert wurde. Die PatientInnen halten für diese Übung einen Gummiball zwischen Kinn und Brustbein und drücken diesen mit dem Kinn kräftig ein. Diese Übung hat, wie das *Shaker-Manöver*, sowohl isotonische als auch isokinetische Komponenten und verfolgt das Ziel, die suprahyoidale Muskulatur zu kräftigen (Bartolome, 2018a, S. 344; Yoon et al., 2014, S. 244). Im Vergleich mit dem *Shaker-Manöver* zeigte sich, dass die Durchführung des CTAR bei gesunden ProbandInnen eine stärkere Kontraktion der suprahyoidalen Muskulatur hervorruft, aber dagegen das subjektive Anstrengungsempfinden geringer ist als bei der Durchführung des *Shaker-Manövers* (Yoon et al., 2014, S. 247). Ein Grund hierfür ist, dass das CTAR die suprahyoidale Muskulatur spezifischer aktiviert als das *Shaker-Manöver*. Sze et al. (2016, S. 195) verdeutlichen in

ihrer Studie, dass das *Shaker-Manöver* neben der eigentlichen Zielmuskulatur noch zusätzlich andere Muskelgruppen aktiviert. Die Übung wird dadurch als anstrengender empfunden, weshalb die Compliance für die konsequente Durchführung der Übung im klinischen Alltag gering ist (Yoon et al., 2014, S. 244). Das CTAR hingegen aktiviert nur die suprahyoidale Muskulatur und bietet somit eine Alternative zum *Shaker-Manöver*. Jedoch muss die Effektivität bei Dysphagie-PatientInnen durch ein RCT noch belegt werden. Aus den Studienergebnissen des *Shaker-Manövers* und der CTAR lässt sich schließen, dass externe non-invasive Manipulationen der suprahyoidalen Muskulatur zu einem verbesserten Schluckablauf führen können.

Der *Chin-Tuck* ohne gesetzten Widerstand und das *kräftige Schlucken* werden in der FDT den kompensatorischen Techniken zugeordnet. Beim *Chin-Tuck* wird der Kopf nach vorne geneigt und das Kinn so nahe wie möglich an das Brustbein bewegt (Bartolome, 2018a, S. 356). Die Anteflexion des Kopfes und des Nackens verhindert posteriores Leaking und prädeglutitive Aspiration (Bartolome, 2018a, S. 356; Shanahan, Logemann, Rademaker, Pauloski & Kahrilas, 1993, S. 736). Ein Nachteil dieser Technik ist jedoch die reduzierte Bewegung des Zungenbeins nach vorne (Leigh et al., 2015, S. 89). Das *kräftige Schlucken* führt zu einem länger andauernden oralen und pharyngealen Druck, welcher den Bolusdruck und die Schluckeffizienz erhöht (Bartolome, 2018a, S. 361-362). Mit dem *kräftigen Schlucken* geht des Weiteren eine bessere Epiglottiskippung, eine länger andauernde hyolaryngeale Exkursion sowie eine effizientere oesophageale Phase als beim normalen Schlucken einher (Jang, Leigh, Seo, Han & Oh, 2015, S. 765).

2.3.2 Der Sonntagsschluck

Der von Schwarze konzipierte, bislang unveröffentlichte *Sonntagsschluck* stellt eine Kombination aus den oben genannten Schlucktechniken (*Shaker-Manöver*, *Chin-Tuck*, *Kräftiges Schlucken*, *Schlucken gegen Widerstand*) dar. Jedoch wird im Gegensatz zum CTAR der Widerstand mit der eigenen Faust und ohne Hilfsmittel gesetzt (Abbildung 2). Ein weiterer Unterschied zum CTAR und *Shaker-Manöver* liegt darin, dass es sich bei dem SS um ein „Swallowing exercise“ handelt (Prosiegel & Weber, 2018, S. 216). Die Intervention wird dementsprechend in den Schluckvorgang miteingebettet und kann mit verschiedenen Konsistenzen, wie z.B. Speichel, Flüssigkeiten, Püree, fester Nahrung und Tabletten erlernt und gefestigt werden. Hierdurch wird die gesamte motorische Handlung des Schluckens unter Berücksichtigung der neuronalen Steuerungsmechanismen aktiv trainiert, denn: Schlucken kann nur durch Schlucken erlernt werden (Bartolome, 2018a, S. 274). Die PatientInnen müssen für diesen Behandlungsansatz eine ausreichende Vigilanz aufbringen und kognitiv in der Lage sein, die Anforderungen umzusetzen. Die Übungsfrequenz soll nach Schwarze 4x4x4x7 (4-mal Bewegungsablauf durchführen, eine Minute Pause, 4-mal

wiederholen, 4-mal am Tag durchführen, sieben Tage die Woche) betragen, kann aber individuell bei Über- oder Unterforderung an die Fähigkeiten der PatientInnen angepasst werden. Dieses Schluck-Manöver wird in der Praxis bereits angewendet und von den PatientInnen und TherapeutInnen subjektiv in der Behandlung der Dysphagien positiv bewertet. Jedoch steht eine empirische Überprüfung der Wirksamkeit noch aus. Im Sinne der evidenzbasierten Praxis ist es erstrebenswert, das Maß der Wirksamkeit als auch den Wirkmechanismus dieser Therapiemethode zu evaluieren (Beushausen, 2011, S. 6). Hieraus ergibt sich eine Forschungslücke, die es zu schließen gilt.



Abbildung 2: Der *Sonntagsschluck*

2.3.3 Der Löffelschluck

Ein Probedurchlauf des Experiments zeigte, dass eine Oberflächen-Elektromyographiemessung mit dem SS nicht möglich ist. Die Faust übte auf die Elektroden, die submental befestigt wurden, zu viel Druck aus. Folglich entstanden entweder zu starke Bewegungsartefakte (Störsignale) oder eine Beschädigung der Oberflächenelektroden durch die mechanische Belastung. Aus diesem Grund wurde ein alternativer Widerstand gewählt, der demselben Prinzip folgt, aber nicht die Elektroden berührt. Es wird anstelle der Faust ein Hilfsmittel, welches auf der Abbildung 3 zu sehen ist, eingesetzt. Es handelt sich bei dem Hilfsmittel um einen zurechtgeschnittenen Hartplastik-Pfannenwender. Bei diesem Hilfsmittel kann das Kinn der ProbandIn in die flächige Vertiefung gelegt werden. Die Untersucherin kann einen Widerstand aufbauen, indem sie den Pfannenwender am Griff festhält und nach oben zieht. Da die Idee des Hilfsmittels auf einen Kochlöffel zurückgeht wird diese Alternative als *Löffelschluck* (LS) im weiteren Verlauf benannt.



Abbildung 3: *Löffelschluck*-Hilfsmittel

2.4 Fragestellung

Das Ziel dieser Bachelorarbeit ist es, den SS zunächst auf seine Wirkweise hin zu evaluieren. An gesunden ProbandInnen soll untersucht werden, ob die Verwendung der Schlucktechnik eine Veränderung der Muskelaktivität in der suprahyoidalen Muskulatur herbeiführt. Hieraus lässt sich folgende Fragestellung ableiten: Unterscheidet sich die Muskelaktivität des Musculus digastricus venter anterior, Musculus geniohyoideus und Musculus mylohyoideus bei der Durchführung des SS beim Schlucken im Gegensatz zu der Durchführung des Schluckens ohne definiertem Manöver bei Erwachsenen ohne eine Beeinträchtigung des Schluckens?

Die Durchführung eines Probedurchlaufs zeigte, dass eine SEMG-Messung mit dem SS im eigentlichen Sinne nicht möglich ist. Infolgedessen wird der Widerstand, welcher beim SS eigentlich mit der Faust gebildet wird, mit einem abgeflachten Pfannenwender bei der SEMG-Messung gesetzt. Der LS stellt somit eine abgewandelte Form des SS dar. Die Evaluation des SS wird in einem separaten Fragebogen erhoben.

Es lassen sich folgende Hypothesen aufstellen:

Hypothese I: Die Muskelaktivität liegt über einen definierten Kurvenabschnitt (Root-mean-square (RMS)) beim Schlucken mit dem LS höher als beim Schlucken ohne LS.

Hypothese II: Die Muskelaktivitätszeit dauert beim Schlucken mit dem LS länger an als beim Schlucken ohne LS.

Hypothese III: Der subjektiv wahrgenommene Kraftaufwand liegt beim Schlucken mit dem SS und dem LS höher als beim Schlucken ohne SS und LS.

3 Methodologie

In dem methodologischen Hauptteil dieser Bachelorarbeit wird das empirische methodische Vorgehen der Untersucherin erläutert. Es wird dargelegt, wie die Hypothesen überprüft und die Fragestellung beantwortet werden sollen.

3.1 Studiendesign

Zur Beantwortung der Fragestellung und Überprüfung der spezifischen Hypothesen wird eine quantitativ-empirische Studie durchgeführt. Dabei werden gesunde ProbandInnen in einem Experiment zu einem Messzeitpunkt getestet. Es handelt sich um ein Within-Gruppen-Design, sodass alle ProbandInnen alle experimentellen Bedingungen nacheinander durchlaufen. Ausschließlich die Reihenfolge der Schlucktechnik-Durchführungen der SEMG-Messung wurde randomisiert zugeteilt.

Die Studie besteht aus zwei Teilen: zum einen aus der SEMG-Messung (NS vs. LS) und zum anderen aus der Fragebogenerhebung (NS vs. LS vs. SS). Das Forschungsdesign der SEMG-Messung entspricht einem einfaktoriellen Plan. Der *Normal-Schluck* (NS) und LS stellen die zwei Stufen der unabhängigen Variable / des Faktors *Schlucktechnik* dar. Für die Schluck-Messung wird die Konsistenz-Flüssigkeit in Form von 3-mal 20 ml Wasser geschluckt und die abhängigen Variablen 1) der Mittelwert der Muskelaktivität über einen definierten Kurvenabschnitt (*Root-mean-square* (RMS)) in μV und 2) die *Muskelaktivitätszeit* (MAZ) in Sekunden (multivariat) als Outcomes gemessen. Es handelt sich hierbei um intervallskalierte Messdaten.

Tabelle 1: Studiendesign SEMG-Messung (Root-Mean-Square = RMS, Muskelaktivitätszeit = MAZ)

	Wasserschluck
Normaler Schluck	RMS: MAZ:
Löffelschluck	RMS: MAZ:

Das Forschungsdesign der Fragebogenerhebung entspricht ebenfalls einem einfaktoriellen Forschungsplan. Damit der SS subjektiv neben den anderen Schlucktechniken evaluiert werden kann, wird als abhängige Variable der individuell empfundene Kraftaufwand für einen Schluck mithilfe einer numerischen Rating-Skala von 0 bis 10 (0 = keine Kraft, 10 = maximale Kraft) operationalisiert. Die unabhängige Variable *Schlucktechnik* wird in die Faktorstufen NS, LS und SS unterteilt. Die ProbandInnen schlucken mit jeweils jeder Schlucktechnik 1-mal 20 ml Wasser und beurteilen ihren Kraftaufwand auf der Skala.

Tabelle 2: Studiendesign Fragebogen

	ProbandInnengruppe (alle ProbandInnen)
Normaler Schluck	Skalenwert (Kraft):
Löffelschluck	Skalenwert (Kraft):
Sonntagsschluck	Skalenwert (Kraft):

3.2 ProbandInnen

Zur Bestimmung der Ein- und Ausschlusskriterien wird sich an der Studie von Sze, Yoon, Escoffier und Rickard Liow (2016, S. 198) orientiert. Folgende Ausschlusskriterien werden somit definiert: Vorhandensein von Schluckproblemen, muskulären und neurologischen Erkrankungen sowie Erkrankungen der Wirbelsäule, Lunge, Schilddrüse und des Herzens. Die ProbandInnen werden eingeschlossen, wenn sie die Ausschlusskriterien verneinen, sich in einem Alter zwischen 20-40 Jahren befinden, die orofaziale/-muskuläre Struktur und Funktion intakt ist und sie die Einwilligungserklärung zur Teilnahme an der Studie unterschrieben haben.

Insgesamt konnten 44 ProbandInnen im Alter zwischen 20 und 39 Jahren rekrutiert werden. Das Durchschnittsalter lag bei 26 Jahren. Eine ProbandIn musste aufgrund einer Erkrankung des Herzens, fünf weitere ProbandInnen aufgrund zu starker SEMG-Störsignale und fünf ProbandInnen aufgrund eines technischen Fehlers in der Datensicherung von der Studie ausgeschlossen werden. Endgültig wurden 33 ProbandInnen (n = 33) in die finale Datenauswertung aufgenommen. Die angestrebte ausgeglichene Geschlechterverteilung konnte zum Teil erreicht werden. Das weibliche Geschlecht überwiegt mit ca. 5,5 Prozent (weiblich = 18, männlich = 15).

3.3 Untersuchungsinstrumente

Für den ersten Teil der Studie kommt für die objektive Erfassung der Muskelaktivität ein SEMG-Gerät zum Einsatz. Die **Oberflächen-Elektromyographie** stellt eine non-invasive Methode zur Erfassung der Muskelaktivität dar und ist bereits als objektives Messinstrument ein fester Bestandteil in der empirischen Forschung. Bisher findet sich der Einsatz der Messmethode eher im sportwissenschaftlichen, physiotherapeutischen oder rehabilitativen Bereich wieder (Konrad, 2011, S. 5). Durch einen physiologischen Depolarisations- und Repolarisationsablauf aufgrund eines Ionenungleichgewichts wird ein Aktionspotenzial über die motorischen Nervenbahnen an die Muskelfasern weitergeleitet. Diese zentral gesteuerten Nervenimpulse lassen den Muskel kontrahieren (Kramme, 2007, S. 131). Das SEMG misst die Summe der Aktionspotentiale der aktiven motorischen Einheiten an der

motorischen Endplatte (myoelektrisches Signal) der quergestreiften Muskulatur. Hierdurch lassen sich Aussagen über den Erregungs- und Kontraktionszustand der Muskulatur tätigen (Pfeifer, Vogt & Banzer, 2003, S. 331).

Zur Ableitung des myoelektrischen Signals werden Oberflächenelektroden „als Schnittstelle zwischen dem technischen System und dem biologischen Gewebe“ (Kramme, 2007, S. 132) eingesetzt. Die Signale des SEMGs werden bipolar mit Ag/AgCl- (Silber/Silberchlorid) Einmalelektroden erfasst. Dies bedeutet, dass zwei selbstklebende gleichartige Elektroden auf die aktive Muskulatur und eine Referenzelektrode auf eine weitgehend muskelfreie Region platziert werden. Die aktiven Elektroden leiten das myoelektrische Signal ab, indem die „Spannungsdifferenz zwischen zwei Elektroden in Bezug auf eine Referenzelektrode ermittelt [wird]“ (Pfeifer et al., 2003, S. 331). Für dieses Experiment wurden versilberte Klebeelektroden der Marke NORAXON submental medial befestigt, um das myoelektrische Signal der suprahyoidalen Muskulatur (hier: M. digastricus anterior, M. mylohyoideus, M. geniohyoideus) abzuleiten. Die Elektrodenpositionierung wurde gemeinsam mit Herrn Dr. Ohms ausgewählt und orientiert sich parallel an dem Muskelfaserverlauf der Muskelgruppe. Die Referenzelektrode (Ambu® BlueSensor N) wurde auf dem Schlüsselbein der ProbandInnen befestigt. In der Abbildung 4 wird die Elektrodenanbringung bildlich dargestellt.



Abbildung 4: Anbringung der Elektroden am Mundboden und Schlüsselbein

Da die Elektroden nicht intramuskulär, sondern auf der Hautoberfläche angebracht werden, ist eine ausreichende Hautvorbereitung der Platzierungsstelle wichtig, um einen stabilen Elektrodenkontakt und geringen Hautleitwiderstand (Impedanz) zu erreichen. Hierfür wird sich an dem Instruktionsvideo der University of Waterloo's Neuroscience - Mobility and Balance Laboratory orientiert (2015). Folgende Schritte werden zur Präparation der Hautoberfläche durchgeführt: Rasur der Kontaktstellen mit einem Einwegrasierer, Reinigung der

Haut mit dem NUPREP® Hautvorbereitungsgel und Entfettung der Haut mit einem Desinfektionsspray. Zur besseren Haftung auf der Haut werden die Klebeelektroden zusätzlich mit einem Hansaplast-Pflaster befestigt.

Im Gegensatz zu intramuskulären Nadelelektroden können mit Oberflächenelektroden keine gezielten einzelnen tiefliegenden Muskeln erfasst werden, sondern es können nur die Muskelaktivität größerer Muskelflächen, die sich direkt unter der Hautoberfläche befinden, nachvollzogen werden. Daher müssen bei der Interpretation der SEMG-Signale physiologische „Cross-Talks“ beachtet werden, die durch aktive direkt anliegende Muskeln entstehen und das SEMG-Signal verfälschen können (Konrad, 2011, S. 11). Der M. digastricus anterior, M. mylohyoideus und M. geniohyoideus bilden die Muskulatur des Mundbodens und sind als eine gemeinsame Muskelgruppe zu bewerten, die das Zungenbein während des Schluckakts durch ihre Kontraktion nach ventral-cranial zieht. Aus dem Grund scheint eine Ableitung der gemeinsamen Muskelaktivität dieser direkt benachbarten schluckrelevanten Muskeln mithilfe von SEMG sinnvoll. Externe elektrische Störspannungen, die das Signal beeinflussen können, werden ausgeschaltet oder kontrolliert.

Für die Weiterleitung des SEMG-Signals wird eine technische Grundausstattung benötigt. Die Studie wird mit dem Einkanal-SEMG-Gerät von NeuroTrac® Simplex durchgeführt. Das SEMG-Signal wird mithilfe der Klebeelektroden empfangen und über ein Elektrodenanschlusskabel an das SEMG-Gerät übertragen und verstärkt. Bevor die Muskelaktivität über Bluetooth an die PC-Software übertragen und visualisiert werden kann, muss das analoge Messsignal mithilfe eines A/D-Wandlers in ein digitales Messsignal konvertiert und Störsignale vorab gefiltert werden (Konrad, 2011, S. 13). Die NeuroTrac®-Software bildet in einem Diagramm die Muskelaktivität in μV auf der y-Achse und die Zeit in Sekunden auf der x-Achse simultan zum experimentellen Schluckablauf ab. Hierdurch kann während des Schluckens die Muskelaktivität in einem kurvenförmigen Verlauf (Plotline) beobachtet werden. Die SEMG-Werte können im Bereich von 0,2 bis 2000 μV gemessen werden.

Für den zweiten Teil der Studie kommt als Untersuchungsinstrument ein selbst konzipierter **schriftlicher Fragebogen** (Anhang A) zum Einsatz, da der SS mit dem NS und LS verglichen werden soll und eine Interpretation der Schluckfunktion nicht nur allein auf SEMG-Signalen basieren sollte (Steele et al., 2012, S. 326). Es handelt sich hierbei um einen subjektiven Fragebogen mit vier Items. Nachdem die ProbandInnen jeweils einmal 20 ml Wasser mit allen *Schlucktechniken* (NS, LS, SS) geschluckt haben, entscheiden sie zu Beginn des Fragebogens binär, ob sich die Schlucke „gleich“ oder „unterschiedlich“ anfühlen. Hierbei handelt es sich um eine Nominalskala. Die restlichen anderen Items beinhalten eine Skalierung von 0 bis 10, wobei 0 = keine Kraft und 10 = maximale Kraft bedeutet. Die ProbandInnen bewerten die eingesetzte Kraft für die unterschiedlichen Schlucke. Es handelt

sich hierbei um eine Intervall-Skala. Falls die ProbandInnen weitere Anmerkungen haben, können diese im Feld für „Weitere Anmerkungen“ ergänzt werden.

3.4 Durchführung

Nachdem passende ProbandInnen im privaten und beruflichen Umfeld rekrutiert wurden, wurde ihnen vor der Untersuchung die Teilnehmendeninformation und Einwilligungserklärung per E-Mail zugesendet. Sie enthielten Informationen zu dem Ablauf, Risiken, Messmethoden, Datenerhebung und -speicherung der Untersuchung. Hatten die Teilnehmenden die Einwilligungserklärung unterschrieben, wurden die orofazialen und -muskulären Strukturen sowie Funktionen durch die Untersucherin vor Ort in Einzelsitzungen überprüft. Das kurze orofaziale Assessment wurde an die orofaziale Überprüfung von Sze et al. (2016, S. 198) angelehnt. Alle eingeschlossenen ProbandInnen zeigten keine Auffälligkeiten in der Überprüfung. Am Tag der Untersuchung wurden die ProbandInnen gebeten kein Gesichtsmake-up aufzutragen und sich an den entsprechenden Kontaktstellen zu rasieren.

Nach der orofazialen Testung folgte eine Einweisung des LS und des SS. Beide Schlucktechniken wurden mit verbaler und visueller Hilfestellung durch die Untersucherin erläutert. Die ProbandInnen sollten eine aufrechte Sitzposition auf einem Stuhl einnehmen. Die Füße sollten während der Durchführung der Schluckmanöver ganzflächig auf dem Boden aufkommen und das Becken sollte aufgerichtet sein. Kam es bei der Einführung zu Fragen seitens der ProbandInnen, wurden diese vor der SEMG-Messung beantwortet, sodass eine korrekte Durchführung gewährleistet werden konnte. Zur besseren Vergleichbarkeit wurde der Widerstand mit dem Löffel und der Faust von der Untersucherin gebildet. Hierfür stand die Untersucherin seitlich neben den ProbandInnen. Sie stabilisierte, wie in der Abbildung 5 zu erkennen, mit der linken Hand den Hinterkopf der ProbandIn und setzte mit der rechten Hand einen Widerstand (Löffel oder Faust).



Abbildung 5: Durchführung des LS während der SEMG-Messung

Zur Vorbereitung der SEMG-Messung wurden die Kontaktstellen (submentale Haut und Haut des Schlüsselbeins), wie im vorherigen Kapitel beschrieben, präpariert. Die Untersucherin kontrollierte die Weiterleitung des SEMG-Signals an die NeuroTrac[®]-Software, indem sie die ProbandInnen einmalig, nach Anbringung der Elektroden, Speichel schlucken ließ. War eine Amplitude auf dem Laptopbildschirm zu erkennen, wurde die SEMG-Messung fortgesetzt. Zeigten sich zu starke Störsignale oder konnte kein myoelektrisches Signal erkannt werden, wurden die Elektroden neu angebracht und die externen Störquellen eliminiert.

Die SEMG-Messung begann je nach Gruppenzuordnung mit dem NS oder LS. Die ProbandInnen wurden der Schlucktechnik-Reihenfolge der SEMG-Messung randomisiert zugeordnet. Jede ProbandIn durchlief beide Schlucktechniken (NS und LS). Die ProbandInnen wurden zum Schlucken immer verbal durch die Untersucherin aufgefordert. Die erste Gruppe schluckte als erstes die Flüssigkeit (20 ml Wasser) 3-mal ohne Durchführung eines definierten Schluckmanövers (NS) und schluckte hiernach die Flüssigkeit (20 ml Wasser) 3-mal unter Anwendung des LS. Die zweite Gruppe wechselte diese Reihenfolge und schluckte zu Beginn mit dem LS und als zweites ohne Schluckmanöver (NS). Zur Randomisierung wurde die Randomisierungs-Software RANDOM.ORG genutzt. Die 20 ml Wasser wurden mit einer Spritze vor der Durchführung in drei kleine Becher dosiert. Es handelt sich bei der Menge um einen von Adnerhill, Ekberg und Groher festgelegten Durchschnittswert beim Trinken von Flüssigkeiten (1989, S. 2). Die ProbandInnen wurden aufgefordert das Wasser in einem Schluck ohne Nachschlucken runterzuschlucken. Um eine stabile SEMG-Messung während der suprahyoidalen Muskelaktivität zu erhalten und um die Möglichkeit einer unangemessenen Ermüdung der Muskulatur zu minimieren, wurde zwischen den einzelnen Schlucken die Aufnahme pausiert und den ProbandInnen für eine erneute orale Wasseraufnahme mindestens zehn Sekunden Zeit gegeben. Damit schließlich der Fokus auf die Muskelaktivität des Schluckens gelegt werden konnte, wurden die ProbandInnen daran erinnert den Mund während der Untersuchung zu schließen und nicht zu sprechen.

Nach Abschluss der SEMG-Messung wurden die Elektroden entfernt und zum direkten Vergleich der *Schlucktechniken* NS, LS und SS übergegangen. Die ProbandInnen schluckten jeweils einmal 20 ml Wasser pro *Schlucktechnik* und bekamen die verbale Instruktion, auf ihre eingesetzte Kraft pro Schluck zu achten. Hiernach wurde den ProbandInnen der subjektive Fragebogen ausgehändigt. Das Ausfüllen des Fragebogens stellte den Abschluss der Untersuchung dar.

3.5 Datenauswertung und statistische Analyse

Die Datenauswertung erfolgte durch die Untersucherin, nachdem alle Testungen durchgeführt worden waren. Die SEMG-Messungen wurden von der NeuroTrac[®]-Software anonymisiert gespeichert und konnten zu einem späteren Zeitpunkt abgerufen und analysiert werden. Die Fragebögen wurden in einem Schnellhefter geordnet und aufbewahrt.

Es zeigte sich bereits in einem Vortest, dass das SEMG-Signal sehr sensibel und instabil auf verschiedene Faktoren reagiert. Auch in der Literatur wird dieses Problem angegeben und im Folgenden aufgezählt. De Luca unterteilt diese Faktoren in extrinsische und intrinsische Faktoren (1997, S. 6). Extrinsische Faktoren sind solche, die von der Untersucherin beeinflusst werden können. Zu ihnen zählen Elektroden-Konfiguration, -platzierung, Hautpräparation, Impedanz, Temperatur und Transpiration. Intrinsische Faktoren sind nicht zu beeinflussende Faktoren wie physiologische, anatomische und biochemische Charakteristika der Muskulatur und des umgebenden Gewebes. Diese Faktoren variieren stark von Person zu Person sowie intraindividuell an verschiedenen Tageszeitpunkten und können daher zu Messfehlern führen. Um die SEMG-Aktivität desselben Muskels an verschiedenen Tagen oder bei verschiedenen Personen vergleichen zu können, müssen die gemessenen Daten normalisiert werden (Halaki & Ginn, 2012, S. 176-177). „In Mikrovolt-Skalierung ist es nahezu unmöglich, die neuromuskuläre Beanspruchung zu quantifizieren, da sie zu stark von den gegebenen Ableitbedingungen beeinflusst [sic] wird. Jeglicher Mikrovolt-basierte Amplituden-„Normwert“ muss mit äußerster Vorsicht genossen werden!“ (Konrad, 2011, S. 33).

Für den Normalisierungsprozess benötigt es einen Referenzwert, der bei jeder ProbandIn individuell ermittelt wird. In der Literatur gibt es keinen Konsens darüber, welcher Referenzwert präferiert werden sollte (Halaki & Ginn, 2012, S. 177). In dieser Studie wurde der Durchschnittswert, welcher über einen Zeitraum von 25 Sekunden bei der Durchführung des NS erzielt wurde, als Referenzwert für den Normalisierungsprozess ausgewählt. Dieser Durchschnittswert wird von der NeuroTrac[®]-Software selbstständig nach Beendigung der NS-Messung berechnet. Die Elektroden bleiben auch während der LS-Messung an denselben Stellen haften, um die Einflussfaktoren für beide Messungen konstant zu halten.

Die Daten werden mithilfe des in der Software integrierten Programms und Excel aufbereitet. Zu Beginn werden die Artefakte aus den Daten herausgefiltert und die einzelnen Schlucke nach visuellen Kriterien wie den Amplitudenausschlag markiert. Abbildung 6 zeigt einen Screenshot mit drei markierten NS-Schlucken und die Berechnung des RMS und der MAZ dieser einzelnen Schlucke.



Abbildung 6: Datenauswertung des NS in der NeuroTrac®-Software (Durchschnitt = RMS, Zeit = MAZ)

Die einzelnen RMS- und MAZ-Werte aus der Software werden anschließend händisch in eine Excel-Tabelle übertragen (Anhang B, Anhang C). Die Untersucherin berechnet die RMS-Durchschnittswerte der drei Schlucke in µV und dividiert diesen Durchschnittswert durch den Referenzwert, um die Daten zu normalisieren und äußere Einflüsse zu eliminieren. Es „wird eine Reskalierung zu Prozent eines bestimmten Referenzwertes vorgenommen“ (Konrad, 2011, S. 49). Der normalisierte Durchschnittswert wird dementsprechend in Prozent angegeben. Auch für die MAZ-Werte wird ein Durchschnittswert ermittelt, der in Sekunden angegeben wird. Dieses Prozedere wird für den LS wiederholt. Die erhobenen Daten werden mit einem t-Test für abhängige Stichproben interferenzstatistisch mithilfe von SPSS ausgewertet. Dabei werden die normalisierten RMS- und MAZ-Werte des NS und des LS miteinander verglichen. Das Signifikanzniveau wird auf $\alpha = 0,05$ festgelegt.

Die Ergebnisse des subjektiven Fragebogens werden in eine Excel-Tabelle übertragen. Für den NS, LS und SS werden jeweils die Durchschnittswerte des subjektiven benötigten Kraftaufwands berechnet und miteinander verglichen. Das erste Item (Nominalskala: gleich, unterschiedlich) wird statistisch deskriptiv ausgewertet. Die intervallskalierten Daten aus Items zwei bis vier werden mit einem t-Test für abhängige Stichproben interferenzstatistisch mithilfe von SPSS ausgewertet. Auch hier wird ein Signifikanzniveau von $\alpha = 0,05$ festgelegt. Werden weitere Anmerkungen von den ProbandInnen schriftlich ergänzt, werden diese qualitativ zusammengefasst.

4 Ergebnisse

Von 44 ProbandInnen wurden nach Filterung der Datensätze 33 ProbandInnen endgültig in die Datenauswertung aufgenommen. Die Ergebnisse der SEMG- und Fragebogen-Messungen werden im Folgenden dargestellt.

4.1 Ergebnisse der SEMG-Messung

Root-Mean-Square:

Das arithmetische Mittel des normalisierten RMS-Werts beim NS lag bei 3,279% (Spannweite (R) = 6,754 - 1,585% = 5,169%, Standardabweichung (s) = 0,889%). Das arithmetische Mittel des normalisierten RMS-Werts beim LS lag bei 4,337% (R = 11,393 - 1,478% = 9,915%, s = 2,276%). Unter der Bedingung des LS stieg der normalisierte RMS-Wert beim Schlucken um 1,058. Der t-Test für abhängige Stichproben zeigte, dass es sich bei diesem Unterschied mit einem p-Wert von ,009 um ein hoch-signifikantes Ergebnis handelt.

Muskelaktivitätszeit:

Das arithmetische Mittel des MAZ-Werts beim NS lag bei 1,765 Sek. (R = 4,387 - 1,187 Sek. = 3,2 Sek., s = 0,599 Sek.). Das arithmetische Mittel des MAZ-Werts beim LS lag bei 4,327 Sek. (R = 6,307 - 1,870 Sek. = 4,437 Sek., s = 1,276 Sek.). Die MAZ stieg unter der Bedingung LS um 2,562 Sek. Der t-Test für abhängige Stichproben zeigte mit einem p-Wert von ,000 eine höchst-signifikante Verlängerung der MAZ unter der Bedingung LS.

Die deskriptiv statistischen Ergebnisse sind in Tabelle 3 zusammenfassend dargestellt. In Abbildung 7 und 8 wird der Vergleich der SEMG-Datensätze in Box-and-Whisker-Plots veranschaulicht. Die graphische Darstellung hebt deutlich die unterschiedlichen Auswirkungen der zwei Bedingungen NS und LS auf die Outcomes RMS und MAZ hervor. Neben den Lagemaßen werden auch hier die Streuungsmaße gut illustriert.

Tabelle 3: Lage- und Streuungsmaße der normalisierten RMS-Werte in Prozent und MAZ-Werte in Sekunden

N = 33	Minimum	Maximum	Mittelwert	Median	Standardabweichung
RMS - NS	1,585	6,754	3,279	3,649	0,889
RMS - LS	1,478	11,393	4,337	3,833	2,276
MAZ - NS	1,187	4,387	1,765	1,607	0,599
MAZ - LS	1,870	6,307	4,327	4,197	1,276

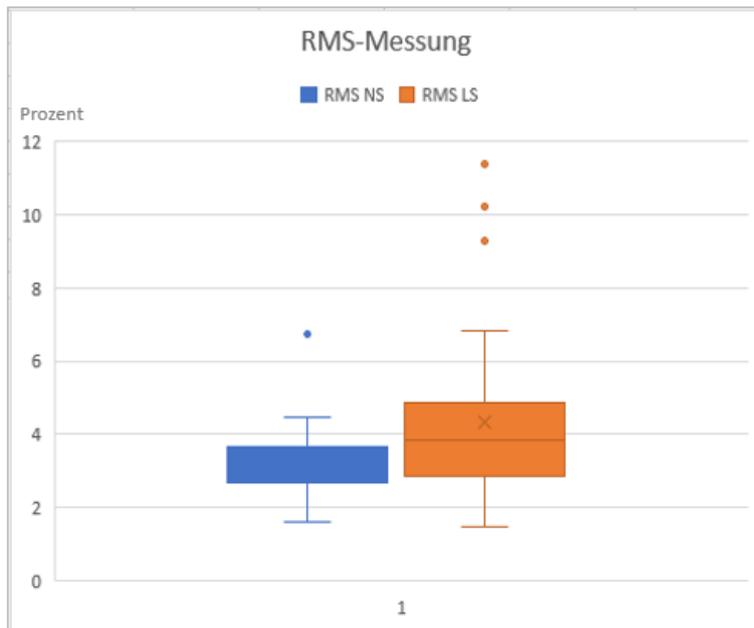


Abbildung 7: Vergleich der normalisierten RMS-Messwerte als abhängige Variable in Prozentangabe unter den zwei Bedingungen NS und LS

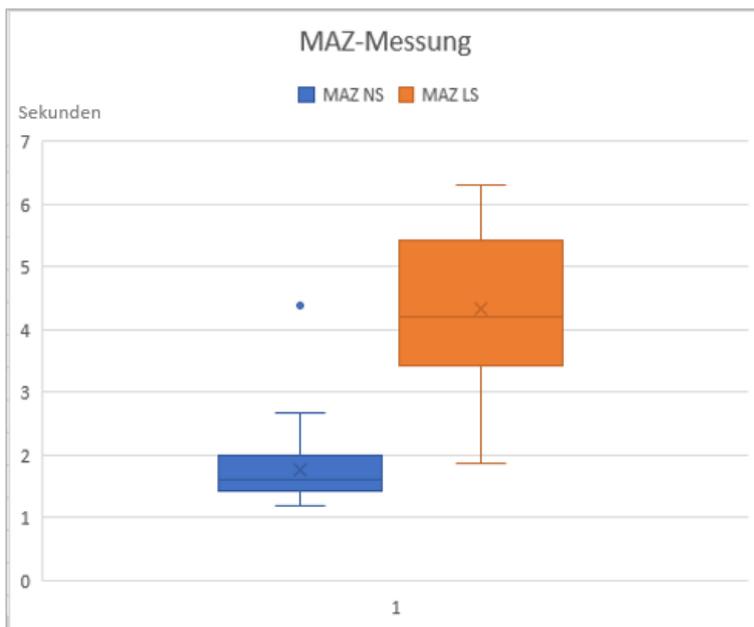


Abbildung 8: Vergleich der MAZ-Messwerte als abhängige Variable in Sekunden unter den zwei Bedingungen NS und LS

4.2 Ergebnisse des subjektiven Fragebogens

In der binären Befragung, ob sich die Durchführung der Schlucke mit den unterschiedlichen Schlucktechniken „gleich“ oder „unterschiedlich“ angefühlt haben, haben 31 ProbandInnen (= 93,9%) die Schlucke als „unterschiedlich“ und zwei ProbandInnen (= 6,1%) als „gleich“ wahrgenommen.

Im zweiten Teil des Fragebogens sollten die ProbandInnen ihren subjektiv wahrgenommenen Kraftaufwand für die Schlucke unter den verschiedenen Bedingungen *Normal-Schluck*, *Löffelschluck* und *Sonntagsschluck* auf einer Skala von 0 bis 10 (0 = keine Kraft, 10 = maximale Kraft) bewerten. Der subjektiv wahrgenommene Kraftaufwand für den NS lag im Durchschnitt auf der Skala bei 1,91 ($R = 6 - 0 = 6$, $s = 1,378$). Der subjektiv wahrgenommene Kraftaufwand für den LS lag im Durchschnitt auf der Skala bei 5,97 ($R = 10 - 1 = 9$, $s = 2,069$). Der subjektiv wahrgenommene Kraftaufwand wurde durchschnittlich für den SS am höchsten wahrgenommen. Das arithmetische Mittel lag hier auf der Skala bei 6,24 ($R = 10 - 1 = 9$, $s = 2,136$). Die deskriptive Auswertung der Messergebnisse kann der Tabelle 4 entnommen werden.

Tabelle 4: Lage- und Streuungsmaße der subjektiven Einschätzung der verschiedenen *Schlucktechniken* (NS, LS, SS)

N = 33	Minimum	Maximum	Mittelwert	Median	Standardabweichung
Subjektive Einschätzung NS	0	6	1,91	2	1,378
Subjektive Einschätzung LS	1	10	5,97	6	2,069
Subjektive Einschätzung SS	1	10	6,24	6	2,136

Der einzelne Vergleich des durchschnittlichen NS-Skalenwerts mit den durchschnittlichen Skalenwerten des LS und des SS mithilfe des t-Tests für abhängige Stichproben zeigte einen höchst-signifikanten Unterschied mit einem p-Wert von ,000. Ein Vergleich der durchschnittlichen Skalenwerte des LS und des SS mit demselben Signifikanztest brachte keinen signifikanten Unterschied hervor ($p\text{-Wert} = ,433$). Die Messergebnisse sind in der Abbildung 9 in Box-and-Whisker-Plots nochmals veranschaulicht. Auch hier wird der wahrgenommene Kraftunterschied zwischen dem NS und den Schluckmanövern (LS und SS) deutlich.

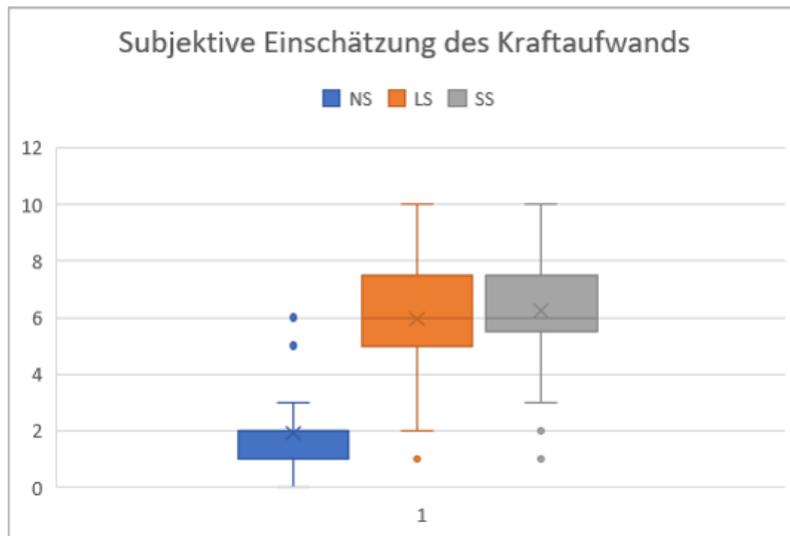


Abbildung 9: Vergleich des subjektiv wahrgenommenen Kraftaufwands pro Schluck unter den Bedingungen NS, LS und SS

Sechs der 33 ProbandInnen haben schriftlich weitere Anmerkungen ergänzt (Siehe Anhang D). Der SS wurde durch die ProbandInnen als angenehmer bewertet, da der Widerstand bei dem LS durch den Löffel als störend und hart empfunden wurde. Eine ProbandIn führte an, dass sie keinen Unterschied zwischen dem LS und SS bemerkte. Zwei ProbandInnen empfanden den Widerstand durch die Faust als stärker und mussten hierfür mehr Kraft aufwenden als für den LS.

4.3 Ergebnisse der Korrelationsanalyse

Da der SS in der SEMG-Messung nicht überprüft werden konnte, soll untersucht werden, ob der LS den SS in der SEMG-Messung repräsentieren kann. Die Ergebnisse des Fragebogens legen nahe, dass der LS und SS sich im subjektiven Kraftaufwand nicht signifikant unterscheiden und somit vergleichbar sind. Um jedoch zu schauen, ob der LS den SS auch in der SEMG-Messung repräsentieren kann, wird eine Korrelationsanalyse durchgeführt. Es wird untersucht, ob eine positive Korrelation zwischen den SEMG-Messungen und dem subjektiv wahrgenommenen Kraftaufwand besteht – also ob bei einem erhöhten RMS- oder MAZ-Wert auch der subjektiv wahrgenommene Kraftaufwand auch steigt.

Leider zeigt die Korrelationsanalyse (siehe Tabelle 5) keine signifikanten Korrelationen zwischen den SEMG-Messungen des LS und den Ergebnissen des schriftlichen Fragebogens (LS und SS). Es zeigt sich lediglich eine positive Tendenz, die aber nur mit Vorsicht interpretiert werden darf. Die Korrelationsanalyse zeigt aber eine signifikante positive Korrelation (Korrelation nach Pearson = ,560, p-Wert = ,001) zwischen den Parametern subjektiv eingeschätzten Kraftaufwand unter der LS-Bedingung und subjektiv eingeschätzten Kraftaufwand unter der SS-Bedingung. Wenn also der Kraftaufwand auf der Skala von 0 bis 10

für den LS hoch eingeschätzt wird, kann man davon ausgehen, dass der Kraftaufwand für den SS auch hoch eingeschätzt wird.

Tabelle 5: Korrelationsanalyse der SEMG-Messung LS mit den Ergebnissen des schriftlichen Fragebogens für den LS und SS

Korrelationsanalyse N = 33		RMS – LS	MAZ – LS	Subjektive Einschätzung – LS	Subjektive Einschätzung – SS
RMS - LS	Korrelation nach Pearson	1	,248	,122	,214
	Signifikanz (2-seitig)		,163	,501	,232
MAZ - LS	Korrelation nach Pearson	,248	1	,137	,144
	Signifikanz (2-seitig)	,163		,446	,425
Subjektive Einschätzung – LS	Korrelation nach Pearson	,122	,137	1	,560*
	Signifikanz (2-seitig)	,501	,446		,001
Subjektive Einschätzung – SS	Korrelation nach Pearson	,214	,144	,560*	1
	Signifikanz (2-seitig)	,232	,425	,001	

* Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01 (2-seitig) signifikant

5 Diskussion

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse der Messungen zusammengefasst und interpretiert. Es werden die Limitationen des Experiments benannt und analysiert, inwiefern die Ergebnisse die Forschungsfrage beantworten können.

5.1 Zusammenfassung und Interpretation zentraler Ergebnisse

Diese quantitativ-empirische Studie untersuchte die Wirkweise des *Sonntagsschlucks* auf die suprahyoidale Muskulatur bei ProbandInnen ohne Beeinträchtigungen des Schluckens. Basierend auf den Ergebnissen von 33 gesunden ProbandInnen können alle Hypothesen, unter Berücksichtigung des vorher bestimmten Signifikanzniveaus von $\alpha = 0,05$, angenommen werden.

Die Ergebnisse der SEMG-Messung zeigten, dass durch den LS die suprahyoidale Muskulatur aktiviert wird. Der gesetzte Widerstand durch das Hilfsmittel beim LS führte sogar zu einer signifikanten Erhöhung (p -Wert = ,009) des myoelektrischen Signals, sodass die bereits in Kapitel 2.4 beschriebene erste Hypothese (Die Muskelaktivität liegt über einen definierten Kurvenabschnitt (RMS) beim Schlucken mit dem LS höher als beim Schlucken ohne LS) angenommen werden kann. Auch die zweite Hypothese (Die Muskelaktivitätszeit (MAZ) dauert beim Schlucken mit dem LS länger an als beim Schlucken ohne LS) kann mit einer geringen Irrtumswahrscheinlichkeit von unter 1% akzeptiert werden. Die MAZ stieg beim LS im Vergleich mit dem NS höchst-signifikant um 2,562 Sek. Jedoch zeigte die Analyse der Streuungsparameter bei den Outcomes RMS und MAZ, dass die Daten unter der Bedingung des LS wesentlich heterogener verteilt waren als die Daten des NS. Eine Erklärung hierfür könnte in der visuell basierten Datenaufbereitung liegen. Während der NS bei jeder ProbandIn kontinuierlich einem ähnlichen Muster in der Muskelaktivierung und der Aktivierungszeit folgte und sich auf diese Weise gut visuell zu identifizieren ließ, war der LS intra-individuell sehr unterschiedlich und visuell schwieriger abzugrenzen. Abbildung 10 veranschaulicht dieses Problem deutlich. Hierfür können verschiedene Gründe in Betracht gezogen werden. Zum einen könnte dieser Effekt durch die Untersucherin verursacht worden sein, indem sie den Widerstand unwillkürlich unterschiedlich lang und kräftig gesetzt hat. Ein weiterer Grund könnte darin liegen, dass die ProbandInnen für jeden einzelnen LS unterschiedlich viel Muskelaktivität aufgewendet haben, da die Umsetzung des LS unzureichend geübt wurde und der Prozess des motorischen Lernens noch nicht abgeschlossen war. Auch eine unzureichende Abgrenzung der Bewegungsartefakte von der Muskelaktivität durch den Widerstand könnte eine Erklärung für die starke Streuung der Daten sein.

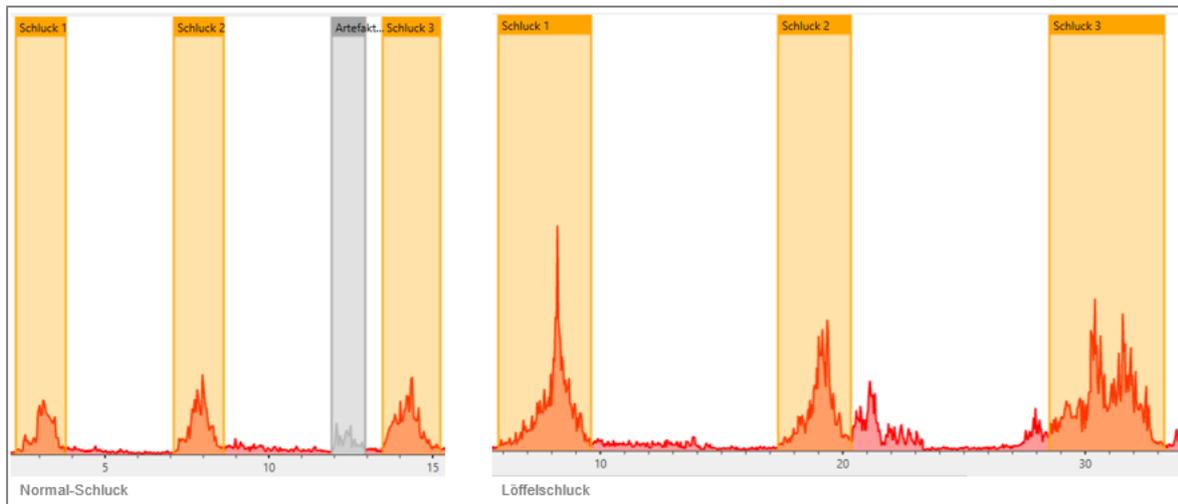


Abbildung 10: Verschiedene Markierungen des NS und LS bei einer ProbandIn im direkten Vergleich

Da sowohl die Muskelaktivität als auch die Muskelaktivitätszeit bei dem LS signifikant höher war als bei dem NS, kann davon ausgegangen werden, dass es sich bei dem LS um eine Strength-Übung handelt. Der LS folgt den Basisprinzipien von kraftorientierten Übungen, die als Ziel die Kräftigung der schluckrelevanten Muskeln haben (Frank et al., 2021, S. 84). Die Intervention muss dabei spezifisch die schluckrelevante Muskulatur überlasten, um Muskelermüdung und einhergehende neuronale Anpassungen, die zur Kräftigung der Muskulatur führen, auszulösen (Sze et al., 2016, S. 195). Die Spezifität des LS konnte durch das Experiment nachgewiesen werden. Die Muskelermüdung und die Intensität müssen in zukünftigen Untersuchungen noch näher analysiert werden.

Die dritte Hypothese (Der subjektiv wahrgenommene Kraftaufwand liegt beim Schlucken mit dem SS und dem LS höher als beim Schlucken ohne SS und LS) kann angenommen werden. Es besteht ein höchst-signifikanter Unterschied in der Wahrnehmung des Kraftaufwands zwischen dem NS und LS und zwischen dem NS und SS. Der LS und SS liegen in der Bewertung des Kraftaufwands signifikant höher als die Bewertung des NS. Der Mittelwert des SS liegt knapp über dem des LS. Diese Differenz kann sich auch in den Aussagen zweier ProbandInnen wiederfinden, die die Faust des SS als stärkeren Widerstand wahrgenommen haben. Der individuell beobachtete Kraftaufwand zwischen LS und SS zeigt statistisch jedoch keinen signifikanten Unterschied. Diese Ergebnisse stützten die Vermutung, dass der LS und der SS demselben Widerstandsprinzip folgen und einen ähnlichen Kraftaufwand aufweisen. Auch die signifikante positive Korrelation der Korrelationsanalyse von LS und SS unterstützt die These, dass der LS und der SS zumindest beim subjektiven Kraftaufwand miteinander vergleichbar sind. Dies merkte auch eine ProbandIn an, die den Widerstand beim LS und SS als gleich stark empfand.

Es besteht jedoch keine signifikante Korrelation zwischen den SEMG-Werten des LS und dem subjektiven Kraftaufwand des LS und des SS, weshalb eine Übertragung der gemessenen Muskelaktivität des LS auf den SS kritisch betrachtet werden muss. Es besteht kein direkter signifikanter Zusammenhang zwischen der subjektiven Wahrnehmung des Kraftaufwands und der mit der SEMG gemessenen Muskelaktivität. Die Ergebnisse lassen damit keine konkrete Aussage über die Spezifität des SS zu.

5.2 Limitationen

Das Experiment weist einige Limitationen auf. Erstens ist eine Verzerrung der Ergebnisse durch die Untersucherin möglich, da keine Verblindung stattfand. Allein durch die Erwartung der Untersucherin könnte der Widerstand unwillkürlich länger und stärker gehalten und somit die Muskelaktivität unbewusst verstärkt oder verlängert worden sein. Auch die Auswertung der SEMG-Daten erfolgte subjektiv durch die Untersucherin, weshalb die Durchführungs- und Auswertungsobjektivität als Gütekriterium nicht erfüllt werden kann. Für zukünftige Studien sollten daher Personen in die Auswertung miteinbezogen werden, die nicht an der Durchführung beteiligt waren, um die Ergebnisse zu objektivieren.

Als eine weitere Limitation dieser Arbeit kann die gewählte Methodik der Oberflächen-Elektromyographie gesehen werden. Die SEMG stieß bei der Durchführung des SS wie bereits in Kapitel 2.3.3 beschrieben an ihre Grenzen, weshalb eine direkte Überprüfung eines Effekts auf die suprahyoidale Muskulatur durch den SS nicht möglich war. Auch Daten der LS-SEMG-Messung mussten zum Teil aufgrund zu starker Artefakte aus der Auswertung herausgefiltert werden. Der Einfluss von Störsignalen auf das SEMG-Signal konnte zwar durch die Normalisierung der Daten minimiert werden, aber eine hundertprozentige Filterung aller extrinsischen und intrinsischen Einflussfaktoren ist mittels SEMG-Technik nicht realisierbar.

Eine weitere Begrenzung besteht darin, dass die Distanzänderung zwischen Muskeln und Elektroden zu einer Veränderung des SEMG-Signals führt. Dies bedeutet, dass das Signal allein durch die Kopfanteflexion beim *Chin-Tuck* verändert werden kann. Dieses Problem wird von Konrad als ein „inhärentes Problem aller dynamischen Bewegungsstudien“ (2011, S. 11) beschrieben. Da sich die SEMG auch in dieser Studie als sensibel erwies, sollten bei zukünftigen Experimenten mit SEMG die Bedingungen möglichst konstant gehalten werden, um möglichst viele Konfundierungen zu eliminieren oder zu kontrollieren und so die interne Validität zu verbessern. Nur durch solche Maßnahmen kann ein Unterschied in den abhängigen Variablen auf die Intervention und nicht auf personengebundene oder untersuchungsbedingte Störvariablen zurückgeführt werden (Bortz & Döring, 2006, S. 546). Beispielsweise sollte nur ein Ort zum Testen der ProbandInnen genutzt werden, um die elektromagnetischen Felder, die das SEMG-Signal beeinflussen, konstant zu halten.

Neben der Methodik der SEMG ist auch der schriftliche Fragebogen kritisch zu betrachten. Für den selbstkonzipierten Fragebogen wurde aus zeitlichen Gründen kein Pre-Test durchgeführt, sodass die Reliabilität des Fragebogens fraglich ist. Ein weiterer Nachteil, der sich aus dem fehlenden Pre-Test ergibt, ist eine missverständliche Formulierung der Fragen. Von manchen ProbandInnen wurde mündlich rückgemeldet, dass die Fragen nicht richtig verstanden wurden. Da sich die Untersucherin beim Ausfüllen des Fragebogens im Raum befand, konnten Unklarheiten in der Untersuchungssituation beseitigt werden. Bei zukünftigen Befragungen müssen jedoch Unklarheiten und Mehrdeutigkeiten in der Konzeptionsphase des Fragebogens im Vorhinein vermieden werden. Die ProbandInnen fanden es außerdem schwierig einzuschätzen, wie viel Kraft zum Schlucken benötigt wird, da sie noch nie bewusst auf das Schlucken geachtet hätten. Diese Aussage scheint schlüssig, da die suprahyoidale Muskulatur keine typische Muskelgruppe ist, die gezielt im normalen Alltag trainiert wird.

Eine hypothesenkonforme Reaktion der ProbandInnen könnte darüber hinaus auch ein verzerrtes Ergebnis hervorbringen. Da die ProbandInnen bei dem LS und dem SS die Instruktion „*Jetzt kräftig schlucken.*“ bekamen, könnte davon ausgegangen werden, dass allein durch die verbale Instruktion ein höherer Wert im Fragebogen für den LS und den SS als für den NS angekreuzt wurde.

5.3 Klinischer Einsatz und Fazit

Kraftorientierte Übungen, die gezielt die suprahyoidale Muskulatur trainieren, wie das *Shaker-Manöver* und CTAR, liefern bereits positive Effektivitätsnachweise in der Dysphagie-Therapie. Wie im theoretischen Teil beschrieben ist diese Muskelgruppe (M. digastricus venter anterior, M. mylohyoideus, M. geniohyoideus) durch eine Kettenreaktion besonders für die hyolaryngeale Exkursion und die Öffnung des OÖS während des Schluckvorgangs relevant. Die Ergebnisse dieser Arbeit weisen darauf hin, dass der SS diese Muskelgruppe ebenfalls aktiviert. Der alternative LS zeigte einen signifikanten Anstieg der Muskelaktivität und Muskelaktivitätszeit der suprahyoidalen Muskulatur in der SEMG-Messung. Beide Schlucktechniken folgen demselben Widerstandsprinzip, sodass sich der subjektive Kraftaufwand in der Erhebung als kongruent erwies. Die Forschungsfrage kann daher unter Beachtung der Limitationen zum größten Teil bestätigt werden. Es liegt nahe, dass der SS auch eine Strength-Übung darstellt und die schluckrelevante Muskulatur bei gesunden ProbandInnen aktiviert. Die Generalisierbarkeit der Ergebnisse des Experiments auf Dysphagie-PatientInnen steht jedoch noch offen und benötigt weiteren Forschungsbedarf.

Strength-Training hat sich in verschiedenen Studien bereits als effektiv bei Dysphagie-PatientInnen erwiesen. Es sollte aber kritisch angemerkt werden, dass negative Effekte wie nasale Regurgitationen oder Verstärkungen von pharyngealen Dysfunktionen keineswegs

missachtet werden dürfen (Frank et al., 2021, S. 84). Ein Krafttraining kann in manchen, aber nicht allen Fällen zu einer Rehabilitation des Schluckens führen. Es muss immer der zugrundeliegende Pathomechanismus beachtet werden.

Der SS könnte in der funktionellen Dysphagie-Therapie den rehabilitativen, aber auch kompensatorischen Techniken zugeordnet werden. Neben der suprahyoidalen Muskelaktivierung bietet die Kopfanteflexion (*Chin-Tuck*) den Vorteil, dass ein vorzeitiges Abrutschen des Bolus aufgrund fehlender Boluskontrolle oder verspäteter Schluckreflextriggerung verhindert wird. Auch die positiven Effekte des *kräftigen Schluckens* werden bei der Durchführung des SS genutzt. Der SS wird im Gegensatz zum *Shaker-Manöver* sitzend und während des Schluckens – im Gegensatz zu dem CTAR und LS – ohne Hilfsmittel durchgeführt. Eine unkomplizierte Übung ohne Hilfsmittel wie der SS könnte die Compliance der PatientInnen in der Therapie zusätzlich fördern. Es bleibt jedoch noch offen, ob der SS oder der LS wie beim CTAR nur die suprahyoidale Muskulatur trainiert und somit spezifischer und weniger anstrengend ist als das *Shaker-Manöver*. Hierfür könnte in Zukunft eine Vergleichsstudie konzipiert werden.

Generell sollte im klinischen Alltag keine „one-size-fits-all“-Therapie durchgeführt werden (Frank et al., 2021, S. 78). Wie bereits aufgeführt weist jede Dysphagie-PatientIn einen anderen Pathomechanismus auf und muss ganzheitlich individuell betrachtet werden. Die Übungen sollten spezifisch auf die Bedürfnisse der PatientInnen zugeschnitten werden. Eine Kombination aus rehabilitativen, kompensatorischen und adaptiven Verfahren sowie eine abgestimmte Versorgung durch ein multidisziplinäres Team sind wichtige Voraussetzungen für das Wiedererlangen und Erhalten eines normalen Schluckablaufs. Der *Sonntagsschluck* kann somit durch seine funktionsspezifische Wirkweise einen Teil zur Rehabilitation des Schluckens nach dem Prinzip „*use it and improve it*“ beitragen.

6 Literaturverzeichnis

- Adnerhill, I., Ekberg, O. & Groher, M. E. (1989). Determining normal bolus size for thin liquids. *Dysphagia*, 4(1), 1–3. <https://doi.org/10.1007/BF02407395>
- Aviv, J. E., Close, L.G., Levin, B., Mohr, J. P., Sacco, R. L., Sunshine, S. & Thompson, J. L. (1997). Laryngopharyngeal sensory testing with modified barium swallow as predictors of aspiration pneumonia after stroke. *The Laryngoscope*, 107(9), 1254–1260. <https://doi.org/10.1097/00005537-199709000-00018>
- Baijens, L. W., Clavé, P., Cras, P., Ekberg, O., Forster, A., Kolb, G. F., Leners, J.-C., Masiéro, S., Mateos-Nozal, J., Ortega, O., Smithard, D. G., Speyer, R. & Walshe M. (2016). European Society for Swallowing Disorders - European Union Geriatric Medicine Society white paper: oropharyngeal dysphagia as a geriatric syndrome. *Clinical Interventions in Aging*, 11, 1403–1428. <https://doi.org/10.2147/CIA.S107750>
- Bartolome, G. (2018a). Grundlagen der funktionellen Dysphagietherapie (FDT). In G. Bartolome & H. Schröter-Morasch (Hrsg.), *Schluckstörungen. Interdisziplinäre Diagnostik und Rehabilitation* (6. Aufl., S. 263–394). München: Elsevier.
- Bartolome, G. (2018b). Management von Störungen der Nahrungsaufnahme bei Demenz. In G. Bartolome & H. Schröter-Morasch (Hrsg.), *Schluckstörungen. Interdisziplinäre Diagnostik und Rehabilitation* (6. Aufl., S. 451–464). München: Elsevier.
- Bartolome, G. (2018c). Physiologie des Schluckvorgangs. In G. Bartolome & H. Schröter-Morasch (Hrsg.), *Schluckstörungen. Interdisziplinäre Diagnostik und Rehabilitation* (6. Aufl., S. 24–43). München: Elsevier.
- Bartolome, G., Buchholz, D., Feussner, H., Hannig, C., Neumann, S., Prosiegel, M., Schröter-Morasch, H. & Wuttge-Hannig, A. (1999). *Schluckstörungen. Diagnostik und Rehabilitation* (2. Aufl.). München, Jena: Urban und Fischer.
- Beushausen, U. (2011). *Evidenzbasierte Sprachtherapie. Grundlagen und Praxis*. München: Elsevier, Urban & Fischer.
- Borr, C. (2009). Aspekte der Anatomie, Physiologie und Neurologie des Schluckaktes. In S. Seidel & S. Stanschus (Hrsg.), *Studien in der klinischen Dysphagiologie* (Dysphagieforum, S. 15–34). Idstein: Schulz-Kirchner.
- Bortz, J. & Döring, N. (2006). *Forschungsmethoden und Evaluation. für Human- und Sozialwissenschaftler* (Springer-Lehrbuch Bachelor, Master, 4., überarbeitete Aufl.). Heidelberg: Springer Medizin.
- Castillo Morales, R. (1998). *Die Orofaziale Regulationstherapie* (2., durchgesehene Aufl.). München: Richard Pflaum.
- De Luca, C. J. (1997). The use of surface electromyography in biomechanics. *Journal of Applied Biomechanics*, 13(2), 135–163. Nachdruck. Zugriff am 10.06.2021. Verfügbar

- unter: <https://delsyseurope.com/downloads/TUTORIAL/the-use-of-semg-in-biomechanics.pdf>
- Dodds, W. J., Stewart, E. T. & Logemann, J. A. (1990). Physiology and radiology of the normal oral and pharyngeal phases of swallowing. *American Journal of Roentgenology*, 154(5), 953–963. <https://doi.org/10.2214/ajr.154.5.2108569>
- Dziewas, R. & Pflug, C. (Deutsche Gesellschaft für Neurologie, Hrsg.). (2020). *Leitlinien für Diagnostik und Therapie in der Neurologie. Neurogene Dysphagie*. Entwicklungsstufe: S1. Zugriff am 25.04.2021. Verfügbar unter: https://www.awmf.org/uploads/tx_szleitlinien/030-111l_Neurogene-Dysphagie_2020-05.pdf
- Dziewas, R., Stellato, R., van der Tweel, I., Walther, E., Werner, C. J., Braun, T., Citerio, G., Jandl, M., Friedrichs, M., Nötzel, K., Vosko, M. R., Mistry, S., Hamdy, S., McGowan, S., Warnecke, T., Zwittag, P., Bath, P. M., Aroyo, I., Bucka, C., Kerz, T., Köstenberger, M., Marschner-Preuth, N., Niesen, W.-D. & Pfausler, B. (2018). Pharyngeal electrical stimulation for early decannulation in tracheotomised patients with neurogenic dysphagia after stroke (PHAST-TRAC): a prospective, single-blinded, randomised trial. *The Lancet Neurology*, 17(10), 849–859. [https://doi.org/10.1016/S1474-4422\(18\)30255-2](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(18)30255-2)
- Ekberg, O., Hamdy, S., Ortega, P., Woisard, V. & Wuttge-Hannig, A. (2002). Social and psychological burdens of dysphagia: its impact on diagnosis and treatment. *Dysphagia*, 17(2), 139–146. <https://doi.org/10.1007/s00455-001-0113-5>
- Frank, U., Pluschinski, P. & Hofmayer, A. (2021). *FAQ Dysphagie. Antworten - prägnant und praxisnah*. München: Elsevier.
- García-Peris, P., Parón, L., Velasco, C., De La Cuerda, C., Camblor, M., Bretón, I., Herencia, J., Verdaguer, J., Navarro, C. & Clave, P. (2007). Long-term prevalence of oropharyngeal dysphagia in head and neck cancer patients: Impact on quality of life. *Clinical Nutrition (Edinburgh, Scotland)*, 26(6), 710–717. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2007.08.006>
- Graf, S. (2018). Anatomie des Schluckvorgangs. In G. Bartolome & H. Schröter-Morasch (Hrsg.), *Schluckstörungen. Interdisziplinäre Diagnostik und Rehabilitation* (6. Aufl., S. 4-20). München: Elsevier.
- Guan, X.-L., Wang, H., Huang, H.-S. & Meng, L. (2015). Prevalence of dysphagia in multiple sclerosis: a systematic review and meta-analysis. *Neurological Sciences: Official Journal of the Italian Neurological Society and of the Italian Society of Clinical Neurophysiology*, 36(5), 671–681. <https://doi.org/10.1007/s10072-015-2067-7>
- Halaki, M. & Ginn, K. (2012). Normalization of EMG Signals: To Normalize or Not to Normalize and What to Normalize to? In G. R. Naik (Hrsg.), *Computational Intelligence*

- in Electromyography Analysis - A Perspective on Current Applications and Future Challenges*. InTech. <https://doi.org/10.5772/49957>
- Huckabee, M.-L. (2013). Compensatory Management and Treatment in Dysphagia. In R. Shaker, P. C. Belafsky, G. N. Postma & C. Easterling (Eds.), *Principles of deglutition. A multidisciplinary text for swallowing and its disorders* (S. 785–797). New York: Springer.
- Jang, H. J., Leigh, J. H., Seo, H. G., Han, T. R. & Oh, B. M. (2015). Effortful swallow enhances vertical hyolaryngeal movement and prolongs duration after maximal excursion. *Journal of Oral Rehabilitation*, 42(10), 765–773. <https://doi.org/10.1111/joor.12312>
- Joundi, R. A., Martino, R., Saposnik, G., Giannakeas, V., Fang, J. & Kapral, M. K. (2017). Predictors and Outcomes of Dysphagia Screening After Acute Ischemic Stroke. *Stroke*, 48(4), 900–906. <https://doi.org/10.1161/STROKEAHA.116.015332>
- Jungheim, M., Schwemmler, C., Miller, S., Kühn, D. & Ptok, M. (2014). Schlucken und Schluckstörungen im Alter. *HNO*, 62(9), 644–651. <https://doi.org/10.1007/s00106-014-2864-y>
- Konrad, P. (2011). *EMG-Fibel. Eine praxisorientierte Einführung in die kinesiologische Elektromyographie*, Noraxon U.S.A. Inc. Zugriff am 18.04.2021. Verfügbar unter: <http://www.velamed.com/wp-content/uploads/EMG-FIBEL-V1.1.pdf>
- Kramme, R. (2007). *Medizintechnik. Verfahren - Systeme - Informationsverarbeitung* (3., überarbeitete und erweiterte Aufl.). Berlin: Springer.
- Leigh, J.-H., Oh, B.-M., Seo, H. G., Lee, G. J., Min, Y., Kim, K. et al. (2015). Influence of the chin-down and chin-tuck maneuver on the swallowing kinematics of healthy adults. *Dysphagia*, 30(1), 89–98. <https://doi.org/10.1007/s00455-014-9580-3>
- Lin, L.-C., Wu, S.-C., Chen, H. S., Wang, T.-G. & Chen, M.-Y. (2002). Prevalence of impaired swallowing in institutionalized older people in Taiwan. *Journal of the American Geriatrics Society*, 50(6), 1118–1123. <https://doi.org/10.1046/j.1532-5415.2002.50270.x>
- Logemann, J. A. (1984). *Evaluation and Treatment of Swallowing Disorders*, National Student Speech Language Hearing Association. Zugriff am 14.06.2021. Verfügbar unter: https://pubs.asha.org/doi/pdf/10.1044/nsshla_12_38
- Logemann, J. A., Rademaker, A., Pauloski, B. R., Kelly, A., Stangl-McBreen, C., Antinoja, J., Grande, B., Farquharson, J., Kern, M., Easterling, C. & Shaker, R. (2009). A randomized study comparing the Shaker exercise with traditional therapy: a preliminary study. *Dysphagia*, 24(4), 403–411. <https://doi.org/10.1007/s00455-009-9217-0>

- Mackay, L. E., Morgan, A. S. & Bernstein, B. A. (1999). Swallowing disorders in severe brain injury: Risk factors affecting return to oral intake. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 80(4), 365–371. [https://doi.org/10.1016/S0003-9993\(99\)90271-X](https://doi.org/10.1016/S0003-9993(99)90271-X)
- Miller, N., Noble, E., Jones, D. & Burn, D. (2006). Hard to swallow: dysphagia in Parkinson's disease. *Age and Ageing*, 35(6), 614–618. <https://doi.org/10.1093/ageing/af1105>
- Müller, J., Wenning, G. K., Verny, M., McKee, A., Chaudhuri, K. R., Jellinger, K., Poewe, W. & Litwan, I. (2001). Progression of dysarthria and dysphagia in postmortem-confirmed parkinsonian disorders. *Archives of Neurology*, 58(2), 259–264. <https://doi.org/10.1001/archneur.58.2.259>
- Park, J. S., Hwang, N. K., Oh, D. H. & Chang, M. Y. (2017). Effect of head lift exercise on kinematic motion of the hyolaryngeal complex and aspiration in patients with dysphagic stroke. *Journal of Oral Rehabilitation*, 44(5), 385–391. <https://doi.org/10.1111/joor.12492>
- Pfeifer, K., Vogt, L. & Banzer, W. (2003). Kinesiologische Elektromyographie (EMG). *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 54(11), 331–332. Zugriff am 09.05.2021. Verfügbar unter: https://www.germanjournalsportsmedicine.com/fileadmin/content/archiv2003/heft11/stint_11_03.pdf
- Pflug, C., Bihler, M., Emich, K., Niessen, A., Nienstedt, J. C., Flügel, T., Koseki, J.-C., Plaetke, R., Hidding, U., Gerloff, C. & Buhmann, C. (2018). Critical Dysphagia is Common in Parkinson Disease and Occurs Even in Early Stages: A Prospective Cohort Study. *Dysphagia*, 33(1), 41–50. <https://doi.org/10.1007/s00455-017-9831-1>
- Prosiegel, M. (2018a). Mit Schluckstörungen assoziierte neurologische Erkrankungen. In G. Bartolome & H. Schröter-Morasch (Hrsg.), *Schluckstörungen. Interdisziplinäre Diagnostik und Rehabilitation* (6. Aufl., S. 63–84). München: Elsevier.
- Prosiegel, M. (2018b). Neuroanatomie des Schluckens. In G. Bartolome & H. Schröter-Morasch (Hrsg.), *Schluckstörungen. Interdisziplinäre Diagnostik und Rehabilitation* (6. Aufl., S. 48–58). München: Elsevier.
- Prosiegel, M. & Weber, S. (2018). *Dysphagie. Diagnostik und Therapie: ein Wegweiser für kompetentes Handeln* (Praxiswissen Logopädie - Lehrbuch, 3. Aufl.). Heidelberg: Springer.
- Ruoppolo, G., Schettino, I., Frasca, V., Giacomelli, E., Prosperini, L., Cambieri, C., Roma, R., Greco, A., Mancini, P., De Vincentiis, M., Silani, V. & Inghilleri, M. (2013). Dysphagia in amyotrophic lateral sclerosis: prevalence and clinical findings. *Acta Neurologica Scandinavica*, 128(6), 397–401. <https://doi.org/10.1111/ane.12136>

- Schröter-Morasch, H. (2018a). Medizinische Basisversorgung von Patienten mit Schluckstörungen -Trachealkanülen - Sondenernährung. In G. Bartolome & H. Schröter-Morasch (Hrsg.), *Schluckstörungen. Interdisziplinäre Diagnostik und Rehabilitation* (6. Aufl., S. 216–256). München: Elsevier.
- Schröter-Morasch, H. (2018b). Schluckstörungen bei Erkrankungen der oropharyngealen und laryngealen Strukturen. In G. Bartolome & H. Schröter-Morasch (Hrsg.), *Schluckstörungen. Interdisziplinäre Diagnostik und Rehabilitation* (6. Aufl., S. 90–114). München: Elsevier.
- Seçil, Y., Arıcı, Ş., İncesu, T. K., Gürgör, N., Beckmann, Y. & Ertekin, C. (2016). Dysphagia in Alzheimer's disease. *Neurophysiologie Clinique = Clinical Neurophysiology*, 46(3), 171–178. <https://doi.org/10.1016/j.neucli.2015.12.007>
- Shaker, R., Easterling, C., Kern, M., Nitschke, T., Massey, B., Daniels, S., Grande, B., Kazandjian, M. & Dikeman, K. (2002). Rehabilitation of swallowing by exercise in tube-fed patients with pharyngeal dysphagia secondary to abnormal UES opening. *Gastroenterology*, 122(5), 1314–1321. <https://doi.org/10.1053/gast.2002.32999>
- Shanahan, T. K., Logemann, J. A., Rademaker, A. W., Pauloski, B. R. & Kahrilas, P. J. (1993). Chin-down posture effect on aspiration in dysphagic patients. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 74(7), 736–739. [https://doi.org/10.1016/0003-9993\(93\)90035-9](https://doi.org/10.1016/0003-9993(93)90035-9)
- Speyer, R., Baijens, L., Heijnen, M. & Zwijnenberg, I. (2010). Effects of therapy in oropharyngeal dysphagia by speech and language therapists: a systematic review. *Dysphagia*, 25(1), 40–65. <https://doi.org/10.1007/s00455-009-9239-7>
- Statistisches Bundesamt. (2019). *Statistisches Jahrbuch 2019. 4 Gesundheit, Gesundheitsberichterstattung*. Zugriff am 09.07.2021. Verfügbar unter: https://www.destatis.de/DE/Themen/Querschnitt/Jahrbuch/jb-gesundheit.pdf?__blob=publicationFile
- Steele, C., Bennett, J. W., Chapman-Jay, S., Cliffe Polacco, R., Molfenter, S. M. & Oshalla, M. (2012). Electromyography as a Biofeedback Tool for Rehabilitating Swallowing Muscle Function. In C. Steele (Hrsg.), *Applications of EMG in Clinical and Sports Medicine* (Bd. 2, S. 311–328). InTech. <https://doi.org/10.5772/26443>
- Suntrup, S., Warnecke, T., Kemmling, A., Teismann, I. K., Hamacher, C., Oelenberg, S. & Dziewas, R. (2012). Dysphagia in patients with acute striatocapsular hemorrhage. *Journal of Neurology*, 259(1), 93–99. <https://doi.org/10.1007/s00415-011-6129-3>
- Sze, W. P., Yoon, W. L., Escoffier, N. & Rickard Liow, S. J. (2016). Evaluating the Training Effects of Two Swallowing Rehabilitation Therapies Using Surface Electromyography—Chin Tuck Against Resistance (CTAR) Exercise and the Shaker Exercise. *Dysphagia*, 31(2), 195–205. <https://doi.org/10.1007/s00455-015-9678-2>

- Takizawa, C., Gemmell, E., Kenworthy, J. & Speyer, R. (2016). A Systematic Review of the Prevalence of Oropharyngeal Dysphagia in Stroke, Parkinson's Disease, Alzheimer's Disease, Head Injury, and Pneumonia. *Dysphagia*, 31(3), 434–441. <https://doi.org/10.1007/s00455-016-9695-9>
- University of Waterloo's Neuroscience - Mobility and Balance Laboratory. (2015). *Preparation for Electromyography (EMG)*. Zugriff am 16.07.2021. Verfügbar unter: <https://www.youtube.com/watch?v=3toHMdAFgTU&t=58s>
- Warnecke, T. & Dziewas, R. (2018). *Neurogene Dysphagien. Diagnostik und Therapie* (2., erweiterte und überarbeitete Aufl.). Stuttgart: Verlag W. Kohlhammer.
- World Health Organization. (2001). *ICF: International classification of functioning, disability and health*. Geneva: WHO. Retrieved from <http://gbv.ebib.com/patron/FullRecord.aspx?p=763020>
- World Health Organization. (2010). *International Classification of Diseases (ICD)*, World Health Organization. Zugriff am 05.07.2021. Verfügbar unter: <https://icd.who.int/browse10/2019/en#/R10-R19>
- Yoon, W. L., Khoo, J. K. P. & Rickard Liow, S. J. (2014). Chin tuck against resistance (CTAR): new method for enhancing suprahyoid muscle activity using a Shaker-type exercise. *Dysphagia*, 29(2), 243–248. <https://doi.org/10.1007/s00455-013-9502-9>

Anhang

Anhang A

Format des schriftlichen Fragebogens

Fragebogen zum Thema „Sonntagsschluck“

In der folgenden Umfrage geht es um die Evaluation des „Sonntagsschlucks“. Im Rahmen meiner Abschlussarbeit beschäftigte ich mich mit der Forschungsfrage: Wie wirkt der „Sonntagsschluck“ auf die schluckrelevante Muskulatur?

Vielen Dank für Ihre Teilnahme!

Freiwillige Angaben (wird vom Teilnehmenden ausgefüllt)

Name:

Datum:

Frage 1:

Bitte kreuzen Sie Ihre Einschätzung an:

Wie hat sich das Schlucken unter den verschiedenen Bedingungen angefühlt?

gleich unterschiedlich

Einschätzung:

Bitte kreuzen Sie Ihre Einschätzung auf der Skala an:

Wieviel Kraft haben sie für den Normalen Schluck aufwenden müssen?

0 = keine Kraft

10 = maximale Kraft

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Bitte kreuzen Sie Ihre Einschätzung auf der Skala an:

Wieviel Kraft haben sie für den Löffelschluck aufwenden müssen?

0 = keine Kraft

10 = maximale Kraft

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Bitte kreuzen Sie Ihre Einschätzung auf der Skala an:

Wieviel Kraft haben sie für den Sonntagsschluck aufwenden müssen?

0 = keine Kraft

10 = maximale Kraft

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Platz für weitere Anmerkungen:

Haben Sie noch weitere Anmerkungen?

Anhang B

Vorlage Zusammenfassung der SEMG-Messungen

ProbandIn-Nr.	RMS Normal-Schluck	RMS Löffel-schluck	MAZ Normal-Schluck	MAZ Löffel-schluck
1. Messung				
2. Messung				
3. Messung				
Durchschnittswert (1.-3. Messung)				
Referenzwert				
Normalisierung				

Anhang C

Zusammenfassung der Rohdaten

ProbandIn-Nr.	Geschlecht	Alter in Jahren	RMS-Werte in Prozent (normalisiert)	MAZ-Werte in Sekunden (normalisiert)	Subjektive Ein- schätzungs- Werte
1 AP	weiblich	25	NS: 3,818 LS: 3,995	NS: 1,453 LS: 2,56	NS: 2 LS: 4 SS: 7
4 JM	weiblich	23	NS: 3,121 LS: 5,16	NS: 1,61 LS: 3,867	NS: 2 LS: 8 SS: 6
5 MM	männlich	26	NS: 2,682 LS: 2,452	NS: 2,213 LS: 5,347	NS: 0 LS: 8 SS: 6
7 OLN	männlich	24	NS: 3,758 LS: 3,833	NS: 1,487 LS: 4,02	NS: 1 LS: 4 SS: 4
8 MR	männlich	22	NS: 3,233 LS: 3,429	NS: 2,003 LS: 3,417	NS: 3 LS: 7 SS: 5
9 SS	weiblich	21	NS: 3,968 LS: 4,813	NS: 1,827 LS: 4,85	NS: 3 LS: 8 SS: 9
11 MLC	weiblich	24	NS: 4,442 LS: 4,619	NS: 1,447 LS: 3,937	NS: 1 LS: 6 SS: 6
13 MS	männlich	22	NS: 6,754 LS: 9,281	NS: 1,207 LS: 4,1	NS: 0 LS: 6 SS: 7
14 BH	männlich	22	NS: 2,886 LS: 2,148	NS: 1,187 LS: 1,87	NS: 1 LS: 7 SS: 7
15 LR	weiblich	24	NS: 4,047 LS: 4,876	NS: 1,407 LS: 5,397	NS: 0 LS: 7 SS: 7
16 PS	männlich	23	NS: 3,167 LS: 3,486	NS: 1,25 LS: 3,43	NS: 1 LS: 1 SS: 1
17 NK	männlich	22	NS: 2,917	NS: 2,347	NS: 1

			LS: 3	LS: 5,287	LS: 5 SS: 8
19 YO	männlich	23	NS: 2,537 LS: 2,596	NS: 2,297 LS: 3,22	NS: 1 LS: 9 SS: 6
20 NH	weiblich	20	NS: 1,585 LS: 2,077	NS: 4,387 LS: 4,197	NS: 1 LS: 7 SS: 5
21 JH	männlich	22	NS: 2,604 LS: 10,233	NS: 1,51 LS: 5,473	NS: 2 LS: 6 SS: 6
22 MF	weiblich	23	NS: 3,497 LS: 3,456	NS: 1,203 LS: 6,093	NS: 1 LS: 3 SS: 4
24 ML	weiblich	24	NS: 3,164 LS: 4,27	NS: 1,72 LS: 2,39	NS: 5 LS: 6 SS: 6
25 LK	männlich	24	NS: 2,295 LS: 6,836	NS: 2,097 LS: 5,87	NS: 1 LS: 5 SS: 6
26 JK	weiblich	31	NS: 2,483 LS: 2,891	NS: 1,77 LS: 3,423	NS: 2 LS: 6 SS: 9
27 TW	männlich	34	NS: 4,106 LS: 1,478	NS: 1,477 LS: 4,07	NS: 2 LS: 5 SS: 7
29 AB	männlich	22	NS: 3,543 LS: 5,543	NS: 1,493 LS: 5,453	NS: 2 LS: 9 SS: 6
32 BW	weiblich	23	NS: 3,374 LS: 3,579	NS: 1,343 LS: 5,857	NS: 2 LS: 5 SS: 9
33 WT	weiblich	24	NS: 2,671 LS: 4,36	NS: 2,127 LS: 5,34	NS: 2 LS: 6 SS: 8
34 FN	weiblich	22	NS: 3,533 LS: 4,656	NS: 1,913 LS: 4,503	NS: 2 LS: 5 SS: 8
35 MG	weiblich	22	NS: 3,533 LS: 11,393	NS: 1,51 LS: 4,557	NS: 1 LS: 7

					SS: 9
36 FK	männlich	26	NS: 3,549 LS: 5,873	NS: 1,337 LS: 4,61	NS: 2 LS: 4 SS: 3
37 GR	männlich	23	NS: 3,333 LS: 3,219	NS: 1,283 LS: 3,33	NS: 3 LS: 4 SS: 7
38 BH	weiblich	24	NS: 2,784 LS: 3,545	NS: 1,607 LS: 2,187	NS: 1 LS: 9 SS: 7
39 VN	weiblich	22	NS: 3,29 LS: 2,776	NS: 1,587 LS: 2,123	NS: 5 LS: 2 SS: 2
41 SH	weiblich	28	NS: 3,389 LS: 2,154	NS: 1,767 LS: 3,79	NS: 3 LS: 5 SS: 6
42 SE	männlich	39	NS: 3,749 LS: 2,238	NS: 1,7 LS: 6,307	NS: 6 LS: 5 SS: 2
43 LSB	weiblich	27	NS: 2,197 LS: 4,295	NS: 2,013 LS: 5,927	NS: 2 LS: 8 SS: 7
44 LF	weiblich	26	NS: 2,223 LS: 4,56	NS: 2,66 LS: 5,98	NS: 2 LS: 10 SS: 10
Durchschnitt	w = 18 m = 15	26,032	NS = 3,279 LS = 4,337	NS = 1,765 LS = 4,327	NS = 1,91 LS = 5,97 SS = 6,24

Anhang D

Zusammenfassung der schriftlichen Anmerkungen der ProbandInnen

ProbandIn-Nr.	Anmerkungen schriftlicher Fragebogen
1	„Es ist sehr schwierig einzuschätzen, da man sich jetzt mit der Kraft des Schluckens auseinandersetzt. Mit dem Löffel lässt sich deutlich weniger Widerstand aufbauen als mit dem Sonntagsschluck.“
2	„Der Widerstand beim Sonntagsschluck war stärker und wirkte durch das Fehlen des Löffels „direkter“.“

4	„Der Sonntagsschluck ist weitaus angenehmer als der Löffelschluck, da der Löffel sehr hart ist und das Drücken in die Richtung sehr viel störender ist.“
6	„Der Sonntagsschluck war einfacher durchzuführen. Beim Löffelschluck musste ich die Zungenmuskulatur bewusster koordinieren.“
19	„Der Sonntagsschluck war wesentlich angenehmer durchzuführen. Vielleicht auch, weil eine Faust ein bisschen mehr „nachgibt“.“
39	„Normaler Schluck war schwieriger. Löffelschluck und Sonntagsschluck war kein Unterschied und ging am Ende leichter.“

Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre hiermit, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig und ohne Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe; die aus fremden Quellen direkt oder indirekt übernommenen Gedanken sind als solche kenntlich gemacht. Die Arbeit wurde bisher in gleicher oder ähnlicher Form keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt und noch nicht veröffentlicht.