

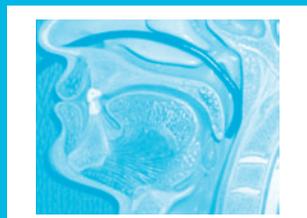
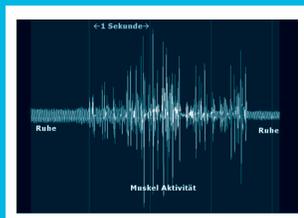


Sönke Stanschus (Hrsg.)

Simone Seidel / Sönke Stanschus (Hrsg.)

Dysphagie – Diagnostik und Therapie

Ein Kompendium



Simone Seidel / Sönke Stanschus (Hrsg.)

Dysphagie – Diagnostik und Therapie
Ein Kompendium

Reihe **DYSPHAGIEFORUM**
herausgegeben von Sönke Stanschus

Band 3

Simone Seidel / Sönke Stanschus (Hrsg.)

Dysphagie – Diagnostik und Therapie

Ein Kompendium



Das Gesundheitsforum

**Schulz-
Kirchner
Verlag**

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Die Informationen in diesem Werk sind von den Verfassern, Verfasserinnen und dem Verlag sorgfältig erwogen und geprüft, dennoch kann eine Garantie nicht übernommen werden. Eine Haftung der Verfasser, der Verfasserinnen bzw. des Verlages und seiner Beauftragten für Personen-, Sach- und Vermögensschäden ist ausgeschlossen.

Besuchen Sie uns im Internet: www.schulz-kirchner.de

1. Auflage 2009

E-Book ISBN 978-3-8248-0816-8

Alle Rechte vorbehalten

© Schulz-Kirchner Verlag GmbH, 2009

Mollweg 2, D-65510 Idstein

Vertretungsberechtigter Geschäftsführer: Dr. Ullrich Schulz-Kirchner

Fachlektorat: Prof. Dr. Claudia Iven

Lektorat: Doris Zimmermann

Layout: Petra Jeck

Druck und Bindung: Rosch-Buch Druckerei GmbH, Bamberger Str. 15,
96107 Scheßlitz

Printed in Germany

Auch als Buch erhältlich unter der ISBN 978-3-8248-0293-7

Inhaltsverzeichnis

	Vorwort des Herausgebers der Reihe DysphagieForum	11
	Vorwort der Herausgeber	13
1	<i>Christiane Borr:</i>	
	Aspekte der Anatomie, Physiologie und Neurologie des Schluckaktes	15
	Einleitung.....	15
	Anatomie schluckrelevanter Strukturen.....	16
	Die Phasen des Schluckvorgangs.....	25
	Neuroanatomie des Schluckaktes.....	29
	Zentralnervöse Steuerung des Schluckens.....	31
	Literatur	34
2	<i>Nancy Voigt:</i>	
	Klinische Schluckuntersuchung.....	37
	Einleitung.....	37
	Klinische Schluckuntersuchung.....	37
	Anamnese (Krankengeschichte)	40
	Überprüfung der motorischen und sensiblen Funktionen der am Schluckvorgang beteiligten Organe	45
	Schluckversuch	48
	Patienten mit Trachealkanüle	53
	Zusammenfassung.....	55
	Literatur	56
	Anhang.....	61
3	<i>Anne Awounou / Sönke Stanschus:</i>	
	Untersuchung des Schluckaktes mittels Videofluoroskopie (VFS).....	65
	Einleitung.....	65
	Methodik.....	66
	Physiologische Dysfunktionen und Dysphagie-Symptome in der videofluoroskopischen Schluckuntersuchung oropharyngealer Dysphagien	68
	Orale Phase	68
	Schluckreflextriggerung.....	69
	Pharyngeale Phase	69
	Penetration.....	70
	Aspiration	71

Oberer Ösophagusphinkter	73
Durchführung einer videofluoroskopischen Schluckuntersuchung	73
Equipment	75
Auswahl der Kontrastmittel.....	76
Zubereitung der Konsistenzen	76
Nasogastralsonden	77
Positionierung des Patienten.....	77
Wahl des Bildausschnitts und erste radiographische Beobachtungen	79
Standard-Untersuchungsprotokoll.....	79
Untersuchung im lateralen Strahlengang	80
Untersuchung im anterior-posterioren Strahlengang	83
Probatorische Behandlung unter Durchleuchtung	83
Ende der Untersuchung	84
Untersuchung der ösophagealen Funktionen	85
Analyse, Interpretation und Berichterstattung	85
Validierte Analyse-Verfahren	89
Sprachtherapeutischer Aufgabenteil und Multidisziplinarität	90
Ausbildung und Qualifikation.....	91
Reliabilität	91
Nachteile und Grenzen der Videofluoroskopie	92
Strahlenexposition.....	92
Strahlenschutzmaßnahmen für den Patienten und Untersucher ..	93
Geringe Durchleuchtungszeit.....	94
Lungentoxische Wirkung einiger Kontrastmittel	94
Ökonomie	94
Nachteile und Grenzen der VFS	95
VFS vs. FEES – Die Diskussion um den „Goldstandard“.....	96
Möglichkeiten und Nutzen der VFS in Dysphagiemanagement und Forschung	99
Zusammenfassung	102
Literatur	102

4	<i>Petra Pluschinski / Marcel Blonder:</i>	
	Die fiberoendoskopische Evaluation des Schluckens (FEES).....	111
	Einführung.....	111
	Verwendung eines flexiblen Endoskops zur Beurteilung des Schluckaktes	112

Endoskopische Ausstattung	114
Durchführung der Untersuchung	114
Literatur	126

5 *Angelika Kartmann:*

Funktionelle Therapieverfahren bei oropharyngealen

Dysphagien	129
Einleitung.....	129
Interdisziplinäres Dysphagiemanagement	130
Der individuelle Therapieplan.....	131
Wirksamkeit von Schlucktherapie	132
Schaffung von Therapievoraussetzungen	134
Rehabilitative Therapieverfahren	136
Rehabilitative Therapie bei Störungen der oralen Vorbereitungs- und Transportphase	140
Rehabilitation oder Kompensation? Die Stimulation des Schluckreflexes	143
Rehabilitative Therapie bei Störung von Einzelfunktionen der pharyngealen Phase	146
Kompensatorische Therapieverfahren	159
Therapieintensität und Übungsfrequenz	167
Zusammenfassung.....	168
Literatur	168

6 *Anja Block:*

Funktionelle Dysphagietherapie bei Krebserkrankungen

im Kopf-Hals-Bereich.....	177
Einleitung.....	177
Pathologie	179
Diagnostische Verfahren in der Tumorerkennung	180
Kausale Faktoren der Dysphagie bei Kopf-Hals-Tumoren	180
Voraussetzungen für die Rehabilitation der Schluckstörungen nach operativem Eingriff	182
Klinische Schluckdiagnostik	183
Bildgebende Schluckdiagnostik durch radiologische und endoskopische Verfahren	183
Logopädische Therapie bei Schluckstörungen nach Behandlung von Kopf-Hals-Tumoren	184
Ernährungstherapie bei Kopf- Hals-Tumoren.....	193
Literatur	195

7	<i>Hans Bogaardt:</i>	
	Einsatz von Oberflächen-EMG als Biofeedback in der Behandlung pharyngealer Schluckstörungen	199
	Einleitung.....	199
	Biofeedback.....	200
	Literatur	214
8	<i>Ursula Winklmaier:</i>	
	Dysphagien bei Patienten mit Trachealkanülen	217
	Einleitung.....	217
	Tracheo(s)tomie	218
	Trachealkanülen	221
	Auswirkungen von Kanülen auf Patienten	228
	Dysphagie bzw. Tracheostomie und Lebensqualität	230
	Ernährungssituation bei tracheostomierten Patienten	231
	Dichtheitsverhalten blockbarer Trachealkanülen	233
	Klinische Dysphagiediagnostik bei Kanülenpatienten	235
	Therapeutischer Umgang mit tracheotomierten Patienten.....	238
	Entblockung und Dekanülierung	241
	Trachealkanülenwechsel in der Theorie.....	241
	Rechtliche Situation im Umgang mit tracheostomierten Patienten	243
	Zusammenfassung.....	244
	Literatur	245
9	<i>Annette Hartwanger / Sönke Stanschus:</i>	
	Pflegerische Aspekte im Management von neurogenen Dysphagien	253
	Einleitung.....	253
	Bedeutung des Schluckvermögens.....	253
	Epidemiologie.....	254
	Erkennung von Schluckstörungen bei akuten Schlaganfallpatienten	254
	Erkennung von Schluckstörungen bei Patienten mit anderen neurologischen Erkrankungen	262
	Management von Schluckstörungen	263
	Folgen der Dysphagie	265
	Problematik Andicken.....	272
	Zusammenfassung.....	273
	Literatur	273

10	<i>Sandra Schuck:</i>	
	Ambulantes Dysphagiemanagement	279
	Vorbemerkung	279
	Übernahme des Klienten in die Praxis	281
	Erstkontakt mit dem Klienten.....	283
	Dysphagiediagnostik in der Praxis	285
	Ambulantes Dysphagiemanagement bei geriatrischen Klienten	291
	Ambulante Versorgung von Tracheostoma-Patienten.....	293
	Diätetische Maßnahmen	296
	Hausbesuchssituation	299
	Zusammenfassung	301
	Literatur	301
	Anhang.....	303
11	<i>Michaela Heintze & Felicitas Koch:</i>	
	Beratung bei Schluckstörungen	305
	Einleitung.....	305
	Entstehung der MÜSS.....	305
	Finanzierung der MÜSS	306
	Erfahrungen mit der MÜSS	306
	Zusammenfassung.....	312
	Ausblick	313
	Dank.....	313
	Literatur	314
12	<i>Edith Wagner-Sonntag:</i>	
	Dysphagie und Lebensqualität	315
	Einleitung.....	315
	Spezielle Probleme der Dysphagie	315
	Lebensqualität und ihre Messbarkeit.....	318
	SWAL-QOL und SWAL-CARE	320
	Zusammenfassung.....	320
	Literatur	321
	Weitere Literaturempfehlungen	323
	Die Autorinnen und Autoren	324



Vorwort des Herausgebers der Reihe DYSPHAGIEFORUM

Ziel der Reihe DysphagieForum ist, Meinungen und Entwicklungen auf dem Gebiet der Klinischen Dysphagiologie, die maßgeblich oder stellvertretend für zentrale Entwicklungen oder für Denkansätze in der internationalen Diskussion sind oder sein könnten, in deutscher Sprache auszudrücken und vorzustellen. Die bisherigen Bände 1 und 2 basierten insofern auf Vorträgen der Tagung Karlsbader Dysphagie Forum.

Mit diesem Band wird das Konzept der Reihe DysphagieForum weiterentwickelt, um so die Philosophie eines „Forums“, eines Marktplatzes, eines Gedankenangebotes ausdrucksvoller zu konturieren. Dabei sollen zum einen praktisch tätige Dysphagologen Gelegenheit erhalten, mit Fachabhandlungen einen Beitrag zur öffentlichen Diskussion zu leisten. Zum anderen sollen mehr klinisch-praktisch tätige Experten im deutschsprachigen Bereich ermutigt werden, sich über das normale Fort- und Weiterbildungsgeschehen hinaus auch als Autoren von Fachtexten an der Erweiterung des deutschsprachigen Diskussionsspektrums zu beteiligen.

Sönke Stanschus



Vorwort der Herausgeber

Die Optimierung eines interdisziplinären klinischen und ambulanten Dysphagiemanagements hat in den vergangenen Jahren, geleitet durch aktuelle gesundheitspolitische Forderungen, immer mehr an Bedeutung gewonnen. Für die Betroffenen bedeutet die Diagnose Dysphagie eine massive Beeinträchtigung ihrer Lebensqualität verbunden mit einem hohen Morbiditäts- und Mortalitätsrisiko. Im klinischen Setting gilt es ebenso wie im ambulanten-rehabilitativen Sektor durch optimierte Handlungsstrategien evidenzbasiert tätig zu werden, um die Patienten bestmöglich zu rehabilitieren.

Das vorliegende Kompendium ist aus der Idee entstanden, erfahrenen Dysphagietherapeuten aus Klinik und Praxis ein Forum zu bieten. Der Leser hält ein Werk in der Hand, in dessen Kapiteln sich Wissen zu evidenzbasiertem Dysphagiemanagement mit alltagsrelevantem Expertenwissen vereint.

Die Autoren haben versucht, dem Anspruch Genüge zu tragen, therapeutisches Handeln unter Berücksichtigung aktueller wissenschaftlicher Publikationen zu thematisieren und kritisch zu beleuchten/diskutieren. Ausgewählte und aktuelle Referenzen aus der Fachliteratur sollen für den Leser eine Bereicherung seiner klinischen und rehabilitativen Praxis darstellen.

Getragen von dem Gedanken der Interdisziplinarität und der weitreichenden Dimension der Diagnose Dysphagie haben wir neben den klassischen Themen die Kapitel „Ambulantes Dysphagiemanagement“, „Pflegerische Aspekte im Management von neurogenen Dysphagien“ sowie „Dysphagie und Lebensqualität“ aufgenommen. Wir wünschen uns, auf diesem Weg die Diskussion unter Kollegen und Vertretern der deutschsprachigen Klinischen Dysphagiologie zu bereichern.

An dieser Stelle gilt unser Dank den Autoren, die teilweise über 5 Jahre an der Umsetzung des Werkes beteiligt waren und uns als Herausgebern ungebrochen die Treue gehalten haben. Dies war auch verbunden mit der lang währenden Bereitschaft, die Beiträge wiederholt zu aktualisieren und zu überarbeiten. Am Ende ist es der Autorenschaft gelungen, mit ihrem Wissen

und ihren besonderen Erfahrungen ihr Thema aktuell und fundiert darzustellen.

Im Weiteren danken wir Frau Zimmermann vom Schulz-Kirchner Verlag, die uns durch ihre zahlreichen Bemühungen und ein exzellentes Lektorat unterstützt hat, dieses Vielautorenwerk erfolgreich zu beenden.

Und nicht zuletzt gilt unser Dank unseren Familien, die uns geholfen haben, über diesen langen Zeitraum im kritischen und konstruktiven Dialog mit den Autoren zu bleiben und unser Ziel nicht aus den Augen zu verlieren.

Wir wünschen uns, dass dieses Werk für alle, die mit schluckgestörten Patienten arbeiten, ein hilfreicher Wegbegleiter werden kann und es den interdisziplinären Dialog auf medizinisch-therapeutisch und pflegerischer Ebene bereichert.

Für Kritik und Anregungen sind wir offen und dankbar.

Simone Seidel

Sönke Stanschus

Aspekte der Anatomie, Physiologie und Neurologie des Schluckaktes

Christiane Borr

Einleitung

Schlucken ist ein nur teilweise bewusster bzw. teilweise willkürlich gesteuerter Vorgang, der Flüssigkeit und Nahrung von der Mundhöhle bis in den Magen transportiert. Geschluckt wird im Schlaf- und im Wachzustand. Es besteht keine Einigkeit über die Anzahl der Schlucke pro Tag. Logemann (1983) berichtet von 580 Schlucken, Garliner (1979) sogar von Mittelwerten von 2000 Schlucken pro Tag. Die Schluckfrequenz verändert sich in Abhängigkeit von der Aktivität der schluckrelevanten Strukturen. Sie ist am größten während des Essens und am geringsten beim Schlafen oder bei interessanten Parallelaktivitäten. Im Wachzustand außerhalb der Mahlzeiten schluckt man ungefähr einmal pro Minute (Dodds & Stewart, 1990). Alle 20 Sekunden wird geschluckt, wenn man ein Bonbon lutscht. Für eine kleine Mahlzeit benötigt man etwa 6 Minuten und 32 Schlucke (Martin et al., 1994). Während des Tiefschlafs hören Speicheln und Schlucken fast auf. Schluckkaskaden zeigen sich beim Einschlafen und beim Aufwachen (Dodds, 1989). Weil sich auf Kehlkopfebene des Menschen Luft- und Speiseweg kreuzen, wirken neben den neuromuskulären Transportaktivitäten Protektionsmechanismen für die Atemwege. Der Schluckakt betrifft die beiden Systeme Atmung und Verdauung. Damit dieser komplexe Vorgang ohne Probleme funktioniert, ist ein zeitlich und räumlich fein abgestimmtes Zusammenspiel von 24 Muskelgruppen notwendig. Gelegentliches Verschlucken ist dabei nichts Außergewöhnliches und nach kurzem, kräftigem Husten behoben. Um pathologische Veränderungen des Schluckens besser verstehen zu können, ist eine Beschreibung der anatomischen Strukturen, des physiologischen Zusammenspiels und der Innervation der am Schluckvorgang beteiligten Organe und Muskeln unerlässlich. Zu den relevanten anatomischen Strukturen zählen neben der Mundhöhle mit der Zunge, der Rachen, *Pharynx*, der Kehlkopf, *Larynx*, und der obere Speiseröhrensphinkter, *Ösophagussphinkter*. Nachfolgend werden diese Strukturen im Überblick dargestellt.

Anatomie schluckrelevanter Strukturen

Mundhöhle mit Zunge

Die Mundhöhle, *Cavitas oris*, im weiteren Sinne ist zu gliedern in (vgl. Abb. 1.1): die eigentliche Mundhöhle, die sich innerhalb der Zahnbögen befindet, und in den Vorhof, der außerhalb der Zahnbögen liegt. Der Vorhof der Mundhöhle wird vorn von den Lippen, mit der Mundspalte, seitlich von den Wangen und dorsal bzw. medial von den mit Zahnfleisch bedeckten Alveolarfortsätzen der Kiefer begrenzt, nämlich dem *Processus alveolaris* des Oberkiefers und der *Pars alveolaris* des Unterkiefers sowie den beiden Zahnbögen. Mit Ausnahme der Zähne ist die gesamte Mundhöhle mit Schleimhaut bedeckt. Sie enthält außerdem zahlreiche Drüsen (Lippert, 1996). Die Mundhöhle wird kranial durch den weichen Gaumen von der Nasenhöhle getrennt.

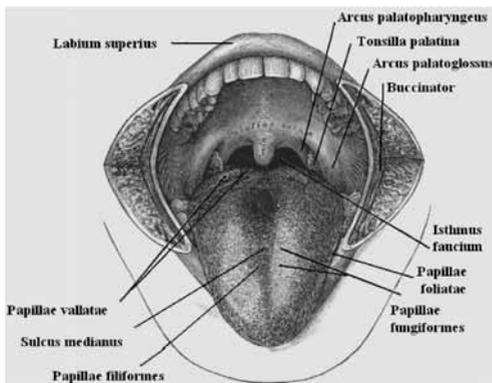


Abb. 1.1:
Mundhöhle aus Gray H (1918):
Anatomy of the human body

Am Boden der Mundhöhle ist die Zunge befestigt. Die Zunge ist ein äußerst beweglicher und mit Schleimhaut bedeckter Muskel. Ihr Aufbau ist im menschlichen Körper einmalig. Die Zungenschleimhaut mit ihren Geschmacksknospen ist am Zungenrücken fest mit einer straffen Bindegewebsplatte, *Aponeurosis lingualis*, (Lippert, 1996) verbunden, unter der die Muskeln eingebettet liegen. Die Muskelfasern spannen sich in den drei Hauptdimensionen des Raumes: von vorn nach hinten, vom Rand zur Mitte, von oben nach unten. Die Eigenbeweglichkeit des Organs wird unterstützt von Muskeln, die von vorn (vom Unterkiefer), von hinten unten (vom Zungenbein) und von hinten oben (von der Schädelbasis) in die Zunge einstrahlen. Die Zunge ist aus einer inneren, intrinsischen, und aus einer äußeren, extrinsischen, Muskulatur aufgebaut, wobei die extrinsische die

Ortsbewegungen ermöglicht. Die intrinsische Muskulatur des Organs setzt sich aus vier Anteilen zusammen, die alle vom *N. hypoglossus* (XII) innerviert werden. Die Fasern des *M. longitudinalis inferior* verkürzen die Zunge und senken die Spitze ab. Die Fasern des *M. longitudinalis superior* verkürzen die oberen Zungenpartien und heben die Zungenspitze. Kurze Faserzüge des *M. verticalis linguae* flachen die Zunge ab. Kontraktionen der Fasern des *M. transversus linguae* verlängern und verschmälern die Zunge. Zu den Außenmuskeln zählt der *M. genioglossus*, der die Zunge nach vorn zieht. Der *M. hyoglossus* führt bei Kontraktion zur Retraktion und Absenkung der Zunge. Kontraktionen des *M. styloglossus* ziehen die Zunge nach hinten oben. Der *M. palatoglossus* im vorderen Gaumenbogen bewegt eher das Gaumensegel zur Zunge als die Zunge zum Gaumen. Analog zur intrinsischen Muskulatur werden alle extrinsischen Muskelpaare vom *N. hypoglossus* (XII) innerviert. Die Muskulatur der Zunge, des *Pharynx*, des *Larynx* und auch die Kaumuskulatur sind quer gestreift. Es handelt sich hauptsächlich um phasische fast-twitch (Typ II-) Fasern¹, die schnelle Bewegungen ermöglichen. Die Zunge ist als Muskel-, Sinnes- und Abwehrorgan ein sogenanntes Mehrzweckorgan. Im Hinblick auf den Schluckvorgang übernimmt sie folgende Funktionen: Sie macht es möglich, Flüssigkeiten anzusaugen, schiebt in ihrer Funktion als Mahlorgan im Wechselspiel mit der Wangenmuskulatur die Nahrung zwischen die Zahnreihen, als Schluckorgan befördert sie den Bolus in die Schlundenge und leitet damit den Schluckakt ein. Des Weiteren ist sie Geschmacksorgan, d.h., sie prüft die Nahrung. Die Zungenschleimhaut enthält daher Geschmacksrezeptoren.

Orofaziale Muskulatur

Durch das wohlkoordinierte Zusammenspiel von 24 Muskelgruppen und fünf Hirnnervenbahnen sind die Verarbeitung und der Transport jeglicher Nahrung und Flüssigkeit vom Mundraum in den Magen gewährleistet (vgl. Bartolome, 1999). Viele dieser Muskeln werden zur orofazialen Muskulatur gerechnet und sind an der Aufnahme und Aufbereitung des Bissens in der Mundhöhle beteiligt. Dazu zählen u.a.:

1 Typ II-Fasern oder auch fast-twitch Fasern sind in Muskeln enthalten, die rasche, kurze Bewegungen ausführen, z.B. bei dynamischen Kontraktionen. Dagegen sind für tonische Kontraktionen, wie sie bei lang anhaltenden, ausdauernden Bewegungen notwendig sind, Muskeln mit einem hohen Anteil für Typ I-Fasern oder auch slow-twitch Muskelfasern vorgesehen.

- Muskeln, die den Bissen oder die Flüssigkeit aufnehmen bzw. ansaugen und dabei die Mundhöhle abdichten,
- Muskeln für den Kauakt, Temporo-Mandibular-Gelenk (Kieferöffnungs- und -schlussmechanismen),
- Muskeln für die Boluspräparation und den Bolustransport.

Einen Überblick über die an der oralen Phase beteiligten gepaarten Muskeln mit ihrer Funktion beim Schlucken und ihrer Innervation geben Putz & Pabst (1993) und Denk & Bigenzahn (1999).

Pharynx

Die Mundhöhle geht in den Pharynx über (vgl. Abb. 1.2). Der Pharynx ist eine 12-14 cm lange, semicircular nach hinten geschlossen aufgebaute Röhre. In ihm überkreuzen sich der Luft- und der Speiseweg.

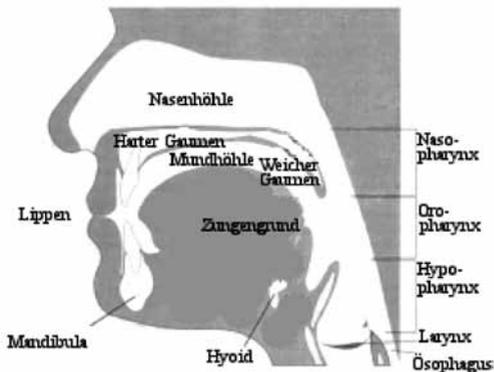


Abb. 1.2:
Schluckrelevante Strukturen (lateral) aus Corbin-Lewis K, Liss JM, Sciortino KL (2005): Clinical anatomy & physiology of the swallow mechanism. Thomson Delmar Learning. S. 45

Er verfügt daher über vier weite Öffnungen: jeweils eine in die paarig angelegten Nasenhöhlen mit der paarig angelegten Nasenöffnung, *Choanen*, zum Nasenrachen, in die Mundhöhle mit der Schlundenge, *Isthmus faucium*, in den Kehlkopf mit dem „Kehlkopfeingang“, *Aditus laryngis*, und in die Speiseröhre durch den „Ösophagusmund“. Der *Pharynx* wird ohne scharfe Abgrenzungen in drei Etagen eingeteilt: in den *Nasopharynx* oder auch *Epipharynx*, *Pars nasalis pharyngis*, der sich in Höhe der Nasenhöhle befindet, in den *Oropharynx*, *Pars oralis pharyngis*, der auf Höhe der Mundhöhle lokalisiert ist, und in den *Hypopharynx* oder auch „Kellerrachen“ genannt, *Pars laryngea pharyngis*, den man in Höhe des Kehlkopfes findet. Die Grenzen zwischen den drei Etagen sind lediglich vorn markiert durch das

Gaumensegel, *Velum*, und den Oberrand des Kehldeckels, *Epiglottis*. Seitlich und hinten verläuft die Rachenwand ohne Gliederung weiter. Die Hinterwand des Rachens ist durch lockeres Bindegewebe von der Halswirbelsäule bzw. den prävertebralen Muskeln getrennt. Auch seitwärts wird der Rachen von einem Bindegewebsraum umgeben, der wichtige Leitungsbahnen enthält. Nachfolgend werden die einzelnen Stockwerke des Rachens detaillierter beschrieben, damit der Weg des Bolus deutlich wird.

Nasopharynx

Der *Nasopharynx* grenzt kranial an den Boden der Keilbeinhöhle, dorsal an die vom Türkensattel zum großen Loch absteigende Vorderwand, *Clivus*, (lat. *clivus* = Abhang) der hinteren Schädelgrube und an den vorderen Bogen des *Atlas*, erster Halswirbel. Nach vorn öffnet sich der *Nasopharynx* in die beiden *Choanen*. Das Innenrelief wird durch die Rachendachmandel, *Tonsilla pharyngealis*, die Rachenmündung der Ohrtrumpete, *Ostium pharyngeum tubae auditivae*, die Tubenwulst, *Torus tubarius*, und die Tuben-Rachen-Falte, *Plica salpingo-pharyngea*, bestimmt. Die Abgrenzung zum *Oropharynx* ist das *Velum*.

Oropharynx

Der *Oropharynx* ist dorsal der Schlundenge gelegen in Höhe des *Axis*, zweiter Halswirbel. Die *Radix linguae* übernimmt die Funktion der vermissten vorderen Rachenwand. Von ihr ziehen drei Falten zur *Epiglottis*: die mediane Zungen-Kehldeckel-Falte, *Plica glossoepiglottica mediana*, und beidseits die laterale Zungen-Kehldeckel-Falte, *Plica glossoepiglottica lateralis*. Zwischen diesen drei Falten sinken zwei Gruben ein, die Kehldeckelgruben, *Valleculae epiglotticae*. Der *Oropharynx* endet auf der Ebene des *Hyoids*.

Hypopharynx

Der *Hypopharynx* ist seitlich und hinter dem Kehlkopf in Höhe des dritten bis sechsten Halswirbels zu finden. Die *Epiglottis* ragt wie ein „Wellenbrecher“ in den Speiseweg und befördert den Bolus links und rechts am *Larynx* vorbei in den *Ösophagus*. Als Hauptnahrungsweg dient der Teil des *Hypopharynx*, der direkt neben dem Kehlkopf liegt. Diese sogenannte „Schluckrinne“ hat die Form einer birnenförmigen Tasche und ist deshalb unter dem Begriff *Recessus piriformis* oder auch *Sinus piriformis* (lat. *pirum* = Birne) in die Nomina anatomica eingegangen. Die Öffnung des *Hypopharynx* in den Kehlkopf wird *Aditus laryngis* genannt (Kehlkopfeingang, lat. *adire* = hinzugehen). Dieser wird kranial von der *Epiglottis*, lateral und kaudal von der Stellknorpel-Kehldeckel-Falte, *Plica aryepiglottica*, begrenzt.

Die Muskelwand setzt sich aus zwei quer gestreiften Muskelsystemen zusammen: den Schlundschnürern »*Mm. constrictores pharynges*« und den Schlundhebern »*Mm. levatores pharynges*«. Die Schlundschnürer bilden eine geschlossene Lage zumeist ringförmig angeordneter Muskeln, die, wenn sie kontrahieren, den Rachen verengen. Tabelle 1.1 fasst die Pharynxkonstriktoren zusammen und beschreibt ihre Funktion während des Schluckens sowie ihre Innervation.

Tab. 1.1: *Mm. constrictores pharynges* (Schlundschnürer) aus Putz und Pabst (1993)

Muskel	Funktion beim Schlucken	Innervation
<i>M. constrictor pharyngis superior</i> (oberer Schlundschnürer)	Wölbt die Schleimhaut zum Abschluss des Nasenrachenraums vor	<i>Plexus pharyngeus</i> (<i>N. glossopharyngeus</i> , IX; <i>N. vagus</i> , X)
<i>M. constrictor pharyngis medius</i> (mittlerer Schlundschnürer)	Bolusverarbeitung	
<i>M. constrictor pharyngis inferior</i> (unterer Schlundschnürer)	Fixation und Rückwärtsbewegung des Kehlkopfs	

Die Pharynxkonstriktoren sind besonders beim normalen Schluckvorgang von Bedeutung. Bei Störungen können sie Dysphagien auslösen, deren Ursache allein in Störungen der Pharynxmuskulatur liegt. Die Schlundheber entspringen der Schädelbasis und dem weichen Gaumen und ziehen in Längsrichtung in die Rachenwand. Die Muskelzüge strahlen von innen und von außen in den Rachen hinein und können ihn anheben und verkürzen. Tabelle 1.2 gibt einen Überblick über die Zusammensetzung, Funktion und Innervation der Schlundheber beim Schlucken.

Tab. 1.2: Levatoren des Pharynx aus Putz und Pabst (1993)

Muskel	Funktion beim Schluckakt	Innervation
<i>M. stylopharyngeus</i>	Hebt den Rachen, erweitert ihn, schließt die Epiglottis	<i>N. glossopharyngeus, IX</i>
<i>M. palatopharyngeus</i>	Verengt <i>Isthmus faucium</i> , senkt weichen Gaumen	<i>N. vagus, X</i>
<i>M. salpingopharyngeus</i>	Tubenöffner	<i>Plexus pharyngeus (N. glossopharyngeus, IX; N. vagus, X)</i>

Neben den bisher aufgeführten Muskeln gibt es noch eine ganze Reihe von Muskeln, die als Hilfsmuskeln beim Schluckakt dienen (vgl. Tab. 1.3).

Tab. 1.3: Untere Zungenbeinmuskeln (*Mm. infrahyoidei*) aus Putz und Pabst (1993)

Muskel	Funktion beim Schluckakt	Innervation
<i>M. sternohyoideus</i>	Stellen Zungenbein fest, ziehen es kaudalwärts (Kehlkopf auch kranialwärts)	<i>Ansa cervicalis (Plexus cervicalis)</i>
<i>M. sternothyroideus</i>		
<i>M. thyrohyoideus</i>	Wirken indirekt auch beugend auf die Kopf- und Halsgelenke, Hilfsmuskeln der Atmung	

Larynx

Der Kehlkopf hat primär die Funktion, den Luftweg zu verschließen. Dieser Verschluss ist notwendig beim Schlucken, beim Husten und bei der Phonation von Lauten. Der *Larynx* beginnt am inferioren Aspekt der *Epiglottis* und seitlich von den aryepiglottischen Falten. Er umfasst den *Aditus laryngis* und endet an der Glottisebene. Man kann den Kehlkopf nach seinen drei Wandschichten gliedern. Die erste Wandschicht stellen die Kehlkopfknochen »*Cartilagine laryngis*« dar (vgl. Abb. 1.3).

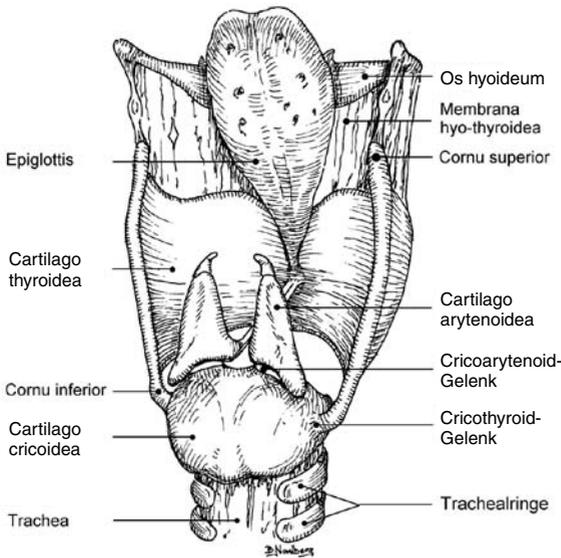


Abb. 1.3:
Knorpel und Gelenke des
Kehlkopfes
aus Thyme-Frøjkær K;
Frøjkær-Jensen B (2007):
Die Akzentmethode.
Schulz-Kirchner. S. 33

Wie alle Luft leitenden Räume braucht der *Larynx* eine druckstabile Wand. Sein Skelett darf aber nicht starr, sondern muss beweglich sein. Es ist daher aus einzelnen Elementen aufgebaut, die gegeneinander verschiebbar sind. Die zweite Wandschicht wird durch die Kehlkopfmuskeln »*Mm. laryngis*« repräsentiert, die die aktive Beweglichkeit der Kehlkopfknorpel ermöglichen, (vgl. Tab. 1.4).

Tab. 1.4: Muskeln des Kehlkopfes, *Mm. laryngis* aus Putz und Pabst (1993)

Muskel	Funktion beim Schluckakt	Innervation
<i>M. cricothyroideus</i>	Spannen der Stimmbänder	<i>N. laryngealis superior</i>
<i>M. cricoarytenoideus posterior</i>	Erweiterung der Stimmritze	<i>N. laryngealis inferior</i>
<i>M. cricoarytenoideus lateralis</i>	Verschluss der Stimmritze	
<i>M. arytenoideus transversus</i>	Verschluss der Stimmritze	

<i>M. arytenoideus obliquus</i>	Spannen des Stimmbandes	<i>N. laryngealis inferior</i>
<i>M. vocalis</i>		
<i>M. aryepiglotticus</i>	Verengen des Kehlkopfeinganges	
<i>M. thyroarytenoideus</i>	Verengen der Stimmritze	
<i>M. thyroepiglotticus</i>	Verengen des Kehlkopfeinganges	

Die dritte Wandschicht ist die Schleimhaut »*Tunica mucosa*«. Sie setzt das Anfeuchten, Anwärmen und Reinigen der Atemluft, das von der Nasenschleimhaut begonnen wurde, fort. In die Lichtung des Kehlkopfs (vgl. Abb. 1.4) springen beidseits zwei Falten vor, zum einen die Taschenfalte oder Vorhoffalte, *Plica vestibularis*, zum anderen die Stimmfalte oder Stimmfalte, *Plica vocalis*.

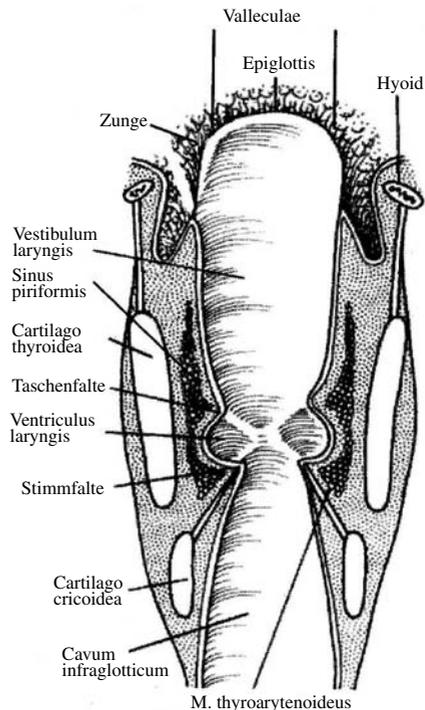


Abb. 1.4:
Die Sanduhrform des Kehlkopfs
 aus Corbin-Lewis K, Liss JM,
 Sciortino KL (2005): *Clinical*
anatomy & physiology of the
swallow mechanism. Thomson
 Delmar Learning. S. 48

Das Larynxskelett wird von Schildknorpel, *Cartilago thyroidea*, und Ringknorpel, *Cartilago cricoidea*, gebildet, die durch das *Lig. thyrocricoidium* verbunden sind. An diese schließen sich kaudal die Knorpelspannen der Trachea an. Dorsal befinden sich in Höhe des Überganges zwischen Schild- und Ringknorpel die Arytenoidknorpel, an denen die *Ligamenta vocalia* ansetzen. Die Stellknorpel bilden die untere Begrenzung der pharyngolaryngealen Übergangsregion. Der Schildknorpel setzt sich aus einer rechten und aus einer linken Schildknorpelplatte zusammen, die in der Mitte schiffbugähnlich miteinander verbunden sind. Die vorderen Anteile und die kranialen Ränder mit dem oberen Einschnitt, *Incisura superior*, der beim Mann die Haut als Adamsapfel, *Prominentia laryngea*, vorwölbt, sind gut zu tasten (Schluckkontrollgriff!). Das Kehlkopfskelett ist durch die *Mm. thyrohyoidei* am Zungenbein, *Hyoid*, aufgehängt. Die *Mm. sternothyroidei* fixieren es kaudal am *Sternum*. Das Zungenbein selbst ist zwischen der *Mandibula*, dem Zungengrund, der Schädelbasis und dem Brustbein aufgehängt. An der *Mandibula* ist es durch die *Mm. mylohyoidei*, *geniohyoidei*, am Zungengrund durch die *Mm. hyoglossi* aufgehängt.

Oberer Ösophagusphinkter (OÖS)

Killian (1907) hat erstmals die Existenz eines oberen Ösophagusphinkters postuliert. Dieser ist lediglich vom physiologischen Standpunkt als Sphinkter anzusehen. Vielmehr handelt es sich um eine c-förmige Muskelschlinge, die man in drei Abschnitte untergliedern kann:

1. In einen oberen Abschnitt, der dem kaudalen Anteil des *M. constrictor pharyngis inferior* entspricht,
2. in einen mittleren Abschnitt, der aus dem transversalen Anteil des *M. cricopharyngeus* besteht, der am Ringknorpel ansetzt,
3. und in einen unteren Abschnitt, der dem oberen Anteil der ösophagealen Muskulatur entspricht.

Die Ergebnisse der Studie von Mu & Sanders (1998) zeigen eindeutige Unterschiede zwischen den muskulären Komponenten des oberen Ösophagusphinkters. Während der *M. constrictor pharyngis inferior* aus zwei Muskelschichten besteht, nämlich einer inneren Schicht, die sich aus Typ I-Fasern zusammensetzt, und einer äußeren Schicht, die mit 69% überwiegt und aus Typ II-Fasern besteht, besteht der *M. cricopharyngeus* überwiegend (89%) aus Typ I-Fasern. Im Ruhezustand weist der obere Ösophagusphinkter einen Dauertonus auf. Seine Öffnung wird möglich durch die ventro-kraniale Bewegung des hyolaryngealen Komplexes, durch die Schubkraft des Bolus von oben und durch eine neural vermittelte Relaxation. Seine Innervation erhält sowohl der *M. constrictor pharyngis inferior* als auch der *M. cricopharyngeus* vom *Plexus pharyngeus*, wobei

der *M. cricopharyngeus* zusätzlich vom Endast des *N. laryngeus recurrens*, dem *N. laryngeus inferior*, innerviert wird. Zwischen dem Nervengeflecht des *Plexus pharyngeus* und dem *N. laryngeus recurrens* bestehen umfangreiche Anastomosen. Der obere Anteil der ösophagealen Muskulatur wird ebenfalls vom *N. laryngeus inferior* versorgt (Mu & Sanders, 1996).

Die Phasen des Schluckvorgangs

Die meisten Beschreibungen der Schluckphysiologie wurden vorwiegend mithilfe radiologischer Verfahren (wie z.B. der Videofluoroskopie) in zahlreichen Studien an gesunden Probanden gewonnen (McConnel & Cerenco, 1988; Dodds 1989; Dodds & Stewart, 1990). Dabei hat sich eine Einteilung des dynamischen Verlaufs des Schluckens in verschiedene, aufeinanderfolgende Phasen bewährt. In den weiteren Ausführungen wird Bezug auf die Einteilung nach Logemann (1983) genommen, die den Schluckakt in vier Phasen einteilt. Die (1) orale Vorbereitungsphase steht ganz im Sinne der Boluspräparierung, -formung und -portionierung. Sie umfasst Sphinkterverschlüsse (wie Lippen und den glosso-velopharyngealen Abschluss), die Tonisierung der Wangen und vor allem das Kauen. Die Dauer dieser Phase ist individuell verschieden. Ungefähr sechs bis sieben Mal erfolgt eine vollständige Kaubewegung pro Festbolus. Die (2) orale Transportphase ist die Phase, in der die Bolusaufladung, -einschließung und der Bolustransfer vollzogen werden. Außerdem wird der Schluckreflex ausgelöst. Die Transitzeit beträgt höchstens eine Sekunde, gemessen ab Einsatz der Zungenspitzenbewegung. In der (3) pharyngealen Phase wird der Pharynx vom Luft- in den Schluckkanal und umgekehrt konfiguriert. Der weiche Gaumen wird verschlossen, der hyolaryngeale Komplex nach kranio-ventral verlagert, der *Larynx* auf drei Ebenen verschlossen, der obere Ösophagus sphinkter geöffnet, die Zungenbasis retrahiert, die Rachenhinterwand vorgewölbt, pharyngeale Peristaltik eingesetzt, der hyolaryngeale Komplex in die Ruheposition zurückverlagert, der obere Ösophagus sphinkter wieder verschlossen und der Pharynx wieder geöffnet. Die Transitzeit beträgt höchstens eine Sekunde mit Beginn der Schluckreflexauslösung. In der (4) ösophagealen Phase werden peristaltische Wellen im Ösophagus ausgelöst und der untere Ösophagus sphinkter geöffnet. Die Transitzeit beträgt zwischen acht und zwanzig Sekunden ab Beginn des Boluseintritts in den Ösophagus (Logemann, 1983).

Orale Vorbereitungsphase

Diese Phase ist willkürlich initiier- und steuerbar (Bigenzahn & Denk, 1999). Speise und Flüssigkeit werden aufgenommen und auf dem vorderen bis zum mittleren Zungendrittel positioniert. Spezifische Rezeptoren analysieren die Nahrung in Bezug auf Geruch, Geschmack, Temperatur und Volumen. Damit feste oder halb feste Nahrung geschluckt werden kann, muss sie mit den Zähnen zerkleinert und mit Speichel vermischt werden. Dabei schiebt die Zunge die Nahrung wiederholt zwischen die Molaren, der Unterkiefer öffnet und schließt sich in kreisenden Bewegungen. Eine intakte Rückmeldung vom sensorischen System ist notwendig, um Verletzungen der Zunge beim Kauen vorzubeugen. Ein konstanter und vollständiger Lippenschluss, der nur bei freier Nasenatmung möglich ist, ist notwendig, damit die Speise nicht aus dem Mund fällt. Zur gleichen Zeit ist die Wangenmuskulatur auf der entsprechenden Kauseite tonisiert. Die Tonisierung der Wangenmuskulatur verhindert Retentionen des Bolus in den seitlichen Wangentaschen und unterstützt während des Kauens den Nahrungstransport von den Molaren auf die Zunge. Während der Vorbereitungsphase wird das Gaumensegel in Anteriorstellung gebracht. Es schließt die Mundhöhle damit nach hinten ab, damit der „schluckfertige“ Bissen vor Auslösung des Schluckreflexes nicht in den Pharynx abrutschen kann. Am Ende der Phase hält die Zunge den Bolus im vorderen bis mittleren Gaumenbereich in der sogenannten Zungenschüssel (Typ 1) gefangen oder am Mundboden (Typ 2). Diese unterschiedlichen Haltepositionen werden den Ausführungen von Dodds (1989) folgend als „tippers“ (Typ 1) und „dippers“ (Typ 2) bezeichnet.

Orale Transportphase

Zu Beginn der oralen Phase befindet sich der Bolus in der Zungenschüssel. Diese Ausgangsposition trifft nicht nur für die „tippers“, sondern auch für die „dippers“ zu, die mit der Zunge die Nahrung aufladen. Die Zunge hat einen festen Kontakt mit dem harten Gaumen und schiebt mit einer wellenförmigen Bewegung² des medianen Zungenkörpers den Bolus über die Hinterzunge in den *Oropharynx*. Dabei wird zentral eine Furche, der *Sulcus linguae*, für den Bolustransport geformt. Durch die bilaterale Tonisierung der Wangen und durch den Lippenschluss entsteht ein Unterdruck in der Mundhöhle, der den Bolustransport erleichtert. Der Kieferschluss gewährt zudem noch die

2 Die Zungenbewegungen können z.B. mittels Ultraschall dargestellt werden (Shawker & Sonies, 1983). Wein et al. (1988) unterscheiden sonomorphologisch vier Zungenschluckphasen: Sammelphase, Vorbereitungs- bzw. Aufschaufelphase, Förder- bzw. Verdrängungsphase und Abschlussphase (vgl. auch Wein & Klajman, 1988).

erforderliche Stabilität für die Zungenbewegungen entlang des Gaumens. Mit steigender Viskosität der Nahrung muss sich der Zungendruck gegen den Gaumen erhöhen. Durch Kontakt des Bolus mit den Basen der vorderen Gaumenbögen, primäre Triggerareale, wird der Schluckreflex ausgelöst. Es werden auch sekundäre Triggerareale – das sind die aryepiglottischen Falten und die *Sinus piriformes* – vermutet. Zusätzlich wird der Schluckreflex von Bewegungen der Zunge durch Berührung der vorderen Gaumenbögen und der Hinterwand des *Pharynx* stimuliert. Die orale Phase läuft weitgehend automatisiert ab, kann aber willkürlich initiiert werden.

Pharyngeale Phase

Bevor die komplexen anatomischen und funktionellen Details beschrieben werden, sollen an dieser Stelle die wesentlichen Einzelheiten dieser Phase zusammenfassend dargestellt werden:

Die pharyngeale Phase verläuft unwillkürlich. Es handelt sich um eine weitgehend determinierte Sequenz, die unabhängig von Boluseigenschaften und dem peripher sensorischen Input ist. Vermutlich sind keine zentralen Triggerareale für diese Phase existent, sondern mehrere diffus verteilte individuell variierende Triggerpunkte. Die Schluckreflextriggerung verläuft nicht ohne Atemschutz und Boluspropulsionsereignisse. Der Bolustransport von der Mundhöhle zum Ösophagus wird zum einen über mechanische Kräfte und zum anderen über veränderte Druckverhältnisse vermittelt.

Im Folgenden werden die anatomischen und funktionellen Einzelheiten dargestellt. Die pharyngeale Phase beginnt mit der Schluckreflextriggerung und findet ihr Ende mit der Öffnung des oberen Ösophagus sphinkters. Sie ist nicht mehr willentlich initiiierbar. Mit der Reflexauslösung wird eine umfangreiche Bewegungskette in Gang gesetzt, um den Bolustransport voranzutreiben. Tritt der Bolus in den Oropharynx ein, wird durch Kontraktion der *Mm. tensor* und *levator veli palatini* sowie des *M. uvulae* das Velum gehoben sowie gespannt und somit ein Verschluss des weichen Gaumens erreicht. Dadurch wird eine nasale Penetration verhindert. Mit der schnellen Retraktion der Zungenbasis wird der Bolus in den Hypopharynx transportiert. Peristaltische Kontraktionen der Pharynxwand, im kranialen Abschnitt

als „Passavant'scher Wulst“³ bezeichnet, unterstützen die kolbenartige Zungenrückwärtsbewegung. *Hyoid* und *Larynx* werden durch Kontraktion der suprahyoidalen Muskulatur nach kranio-ventral bewegt, „in Abhängigkeit vom Bolusvolumen“ (Eckberg & Nylander, 1988). Durch die *Hyoid-Larynx-Elevation* wird die Boluspassage freigegeben, der *Larynx* unter die *Radix linguae* befördert zum Schutz vor Aspiration, die Epiglottiskippung verbessert und die Öffnung des oberen *Ösophagusphinkters* bewirkt. Da während der *Deglutition* eine Überkreuzung von Speise- und Luftweg stattfindet, muss der Luftweg vor Aspiration geschützt werden. Dies geschieht durch den *3-Ebenen-Verschluss* des *Larynx*. Dieser umfasst den Verschluss der Stimmlippen und der Aryhöcker, die vertikale Annäherung der adduzierten Aryhöcker an die Basis der *Epiglottis*, die Epiglottiskippung zum Verschluss des laryngealen Vestibulums. Ob ein Verschluss der Taschenfalten stattfindet (Christensen & Perlman, 1997) oder nicht (Shaker & Dodds, 1990) ist noch eine ungelöste empirische Frage. Der Epiglottisschluss erfolgt durch eine Kombination aus Kräften, die durch den Bolusdruck von oben, durch den Muskelzug der aryepiglottischen Muskeln nach kaudal, durch den kombinierten Druck der Zungenretraktionsbewegung und der Laryxelevation produziert werden (Neumann, 1993). Die Öffnung des oberen *Ösophagusphinkters* wird durch die kranio-ventrale Bewegung des hyolaryngealen Komplexes möglich. Der Speiseröhreneingang muss sich zeitgerecht, ausreichend weit und lange öffnen. Die Öffnung wird in fünf Phasen unterteilt: in Relaxation, Öffnung, Erweiterung der Öffnung, Kollaps, Verschluss. Die pharyngeale Phase endet, sobald der Bolus den zervikalen *Ösophagus* erreicht hat. Das pharyngo-ösophageale Übergangsegment kollabiert. Zunge, Zungenbein und Kehlkopf kehren in ihre Ruheposition zurück. Der velopharyngeale Verschluss und auch der 3-Ebenen-Verschluss des *Larynx* öffnen sich, das pharyngo-ösophageale Segment schließt sich. Die Bolusausstreibung »*Boluspropulsion*« im *Pharynx* ist eine Kombination aus (a) der oropharyngealen Muskelpumpe von kranial, die sich aus pharyngealer Peristaltik und Zungenschubkraft zusammensetzt, und (b)

3 Unter Passavant'scher Wulst wird eine sichtbare Vorwölbung an der Rachenhinterwand auf Höhe des *Atlas* verstanden, die als muskuläre Kontraktion sowohl beim Schlucken als auch beim Sprechen zu beobachten ist. Das anatomische Korrelat zum Passavant'schen Wulst ist bislang nicht hinreichend definiert. Übereinstimmend wird angenommen, dass er durch die Kontraktion von Muskelfasern gebildet wird, die horizontal um den Rachen laufen und am Gaumen inserieren. Ob diese Fasern vom *M. constrictor superior*, vom *M. palatopharyngeus* oder gar von beiden Muskeln stammen, wird derzeit noch kontrovers diskutiert (Sader, 2006).

aus der „*Saugpumpe*“ des Laryngopharynx von kaudal. Der sogenannte hypopharyngeale Saugpumpenstoß ist ein negativer intraluminarer Druck in der Retrokrikoidregion, der durch die Ventrokranialbewegung des *Larynx* und Öffnung des oberen *Ösophagusphinkters* entsteht und den Bolus nach unten ansaugt (McConnel & Cerenco, 1988; Cerenko & McConnel, 1989).

Ösophageale Phase

Die ösophageale Phase beginnt mit der Passage des Bolus durch den oberen *Ösophagusphinkter* und endet mit dem Durchtritt durch den unteren *Ösophagusphinkter*. Der Bolustransport erfolgt durch primäre, vom Schluckreflex initiierte peristaltische Wellen und sekundäre, durch lokale Dehnungsreize ausgelöste „Reinigungswellen“.

Neuroanatomie des Schluckaktes

Die Kontrolle des Schluckvorgangs ist ein komplexer Prozess, der von einer verwirrenden Vielzahl von koordinierten neuromuskulären Interaktionen zwischen zentralem Nervensystem, enterischem Nervensystem und den muskulären Komponenten des Schluckapparates abhängig ist (vgl. Miller, 1982). Dieser Abschnitt vermittelt einen allgemeinen Überblick über die schluckrelevanten neuralen Kontrollmechanismen. Im Anschluss daran erfolgt eine Beschreibung der neuralen und muskulären Prozesse jeder Schluckphase.

Zentrale Organisation des Schluckens

Die zentrale Organisation des Schluckvorgangs ist komplex und besteht aus neuralen Elementen, die im Kortex und im Hirnstamm angelegt sind. Darüber hinaus sind noch viele weitere Strukturen an der Koordination des Schluckens beteiligt. Die genaue Lokalisation von allen teilnehmenden Strukturen ist noch nicht vollständig bekannt. Sie umfassen spezifische Regionen des Kortex und zwei primäre Seiten des unteren Hirnstamms. Die Neuronen des Hirnstamms liegen hauptsächlich in der dorsalen Region und sind verbunden mit dem *Nucleus tractus solitarius* („sensorisches Zentrum“) sowie in der ventralen Region um den *Nucleus ambiguus* („motorische Kommandozentrale“). In beiden Regionen sind umliegende Neuronen der »*Formatio reticularis*«, das sind Nervenzell- und Faseransammlungen, die sich über den gesamten Hirnstamm erstrecken, involviert. Beide Regionen sind in beiden Seiten des Hirnstamms repräsentiert und miteinander verbunden, sodass jeweils eine Seite allein die pharyngeale und ösophageale Phase koordinieren kann.

Obwohl verschiedene kortikale und subkortikale Regionen die Aktivitäten vom Schluckweg im unteren Hirnstamm modifizieren, beeinflussen verschiedene spezifische kortikale Regionen den unteren Hirnstamm, um die einzelnen Schluckphasen zu aktivieren und zu steuern. Schlucken wird von mandibulären Bewegungen und der Elevation der Zunge fasziliert. Es kann durch Berührungs-, Druck- oder Flüssigstimulation des Pharynx ausgelöst werden. Das bedeutet, dass Afferenzen aus diesen Regionen kritisch für die Kontrolle des normalen Schluckens sind.

Kortikale schluckrelevante Strukturen

In Untersuchungen mittels Transkranieller Magnetstimulation (TMS), Positronen-Emissions-Tomographie (PET) und funktioneller Magnet-Resonanz-Tomographie (fMRT) konnte nachgewiesen werden, dass die Schluckmuskulatur des Menschen im Kortex beider Großhirnhemisphären repräsentiert wird (Hamdy et al., 1996). Besonders hervorzuheben ist der Bereich des untersten Abschnitts der sensomotorischen Rinne, des sog. *frontoparietalen Operculums*, und der Bereich der vorderen *Insel*. Bezüglich der Größe liegt in den meisten Fällen eine hemisphärische Asymmetrie vor. Diese Asymmetrie scheint am größten für den Pharynx und den Ösophagus zu sein und ist unabhängig von der Händigkeit. Hamdy et al. (1996, 1999a, 1999b) postulieren, dass eine Schluckstörung demzufolge dann klinisch manifest ist, wenn die schluckdominante Hemisphäre betroffen ist, bzw. bei bilateraler Läsion des Schluckkortex und/oder der absteigenden kortikobulbären Fasern.

Schluckrelevante Hirnnerven und Hirnnervenkerne

Für den Schluckakt sind mehrere motorische, sensible und spezielle visceroaferente Kerngebiete im Bereich des Hirnstamms von Bedeutung. Die mimische Muskulatur, die z.B. für die Abdichtung der Mundhöhle und das Halten des Bolus von Bedeutung ist, wird vom *N. facialis* (VII) aus dem *Nucleus n. facialis* in der kaudalen Brücke innerviert. Die Kaumuskulatur, die für das Schließen des Kiefers von Bedeutung ist, erhält ihre Innervation vom *N. mandibularis* (V/3) aus dem *Nucleus motorius n. trigemini* in der Brücke. Der für die Innervation der schluckrelevanten Muskulatur wichtigste motorische Kern ist der *Nucleus ambiguus* in der ventrolateralen *Medulla oblongata*. Von diesem Kern wird über die *Nn. glossopharyngeus* und *vagus* der überwiegende Anteil der Pharynx- und Larynxmuskulatur innerviert. Der sensible Input der Larynx- und der Pharynxschleimhaut gelangt ebenso wie Geschmacksempfindungen zum *Nucleus tractus solitarii* in der dorsomedialen *Medulla oblongata*. Darüber hinaus enthält dieser Kern auch Zuflüsse von übergeordneten Hirnabschnitten.

Zentralnervöse Steuerung des Schluckens

Orale Phase

Die orale Phase steht weitgehend unter willkürlicher Kontrolle. Da durch die Reizung rezeptiver oropharyngealer Schleimhautareale die Schluckreflextriggerung unterstützt wird, unterliegt sie auch unwillkürlichen Prozessen. In der oralen Phase müssen viele Muskeln zentralnervös angesteuert werden. Neben diesen muskulären Prozessen existieren weitere Vorgänge, die zentralnervös gesteuert werden. Als Beispiel sei hier die Speichelsekretion erwähnt, die für die Boluspräparierung, für die Konsistenzbildung und für den Weitertransport von Bedeutung ist. Die neurologische Kontrolle der oralen Phase erfolgt durch das *frontoparietale Operculum*, die vordere *Insel*, den *Tractus corticobulbaris*, dessen Faserzüge vom *Gyrus praecentralis* ausgehend über die *Capsula interna* zum Hirnstamm ziehen und dort überwiegend kontralateral, in geringem Maß aber auch ipsilateral zu den Nuclei der Hirnnerven projizieren, und den *prämotorischen Cortex* sowie durch die *Amygdala*, ein aus mehreren Unterkernen zusammengesetzter Nervenzellkomplex.

Folgende supranukleäre Hirngebiete sind zu erwähnen, bei deren Stimulation ein Schluckreflex initiiert werden kann bzw. die als „sensomotorische Integrationshelfer“ agieren:

1. bestimmte Kerngruppen des *Hypothalamus*,
2. die »*Area tegmentalis*«, die ventrale Haubenregion des Mittelhirns (ebenfalls Teile des dopaminergen limbischen Systems),
3. der schon genannte *Tractus corticobulbaris*.

Der *Tractus corticobulbaris* projiziert sowohl kontra- als auch ipsilateral direkt, aber auch indirekt (über Interneurone), auf folgende motorische Hirnnervenkerne, die für die orale Phase von Relevanz sind: auf die in der *Pons* liegenden Kerne des *N. trigeminus* und des *N. facialis*. Weitere bedeutungstragende Kerne liegen in der *Medulla oblongata*, das sind: der Kern des *N. hypoglossus*, der die Zungenmuskulatur versorgt, und der *Nucleus tractus solitarius*, der das sensible Kerngebiet der *Nn. trigemini, faciali, glossopharyngei* und *vagi* repräsentiert.

Pharyngeale Phase

Die pharyngeale Phase stellt einen reflektorischen Vorgang dar. Aus Sicht des Anatomen hat die pharyngeale und ösophageale Muskulatur, zumindest was die zwei oberen Drittel des Ösophagus betrifft, eine Sonderposition inne, da es sich hierbei um die einzige quer gestreifte Muskulatur des menschlichen Körpers handelt, die zwar reflektorischen, aber nicht willentlich steuerbaren

Vorgängen unterworfen ist. Wie bereits in der oralen Phase muss auch hier das Ensemble von Muskelbündeln zentralnervös gesteuert werden. Auszugsweise handelt es sich hierbei um nachfolgende Muskelaktionen bzw. Prozesse:

1. Velopharyngealer Abschluss,
2. Protektionsmechanismen der Atemwege durch Verlagerung des laryngo-hyoidalen Komplexes nach kranio-ventral, durch Andrücken der Epiglottis an den Aditus laryngis, durch reflektorische Schluckapnoe, durch Kontraktion der intrinsischen Kehlkopfmuskeln mit Folge einer Annäherung der Aryknorpel, durch die übrigen Elemente des *3-Ebenen-Verschlusses* des *Larynx* und evtl. durch reflektorisches Husten.
3. Abtransport des Bolus in den *Ösophagus*, wobei sich der obere *Ösophagussphinkter* zeitgerecht ausreichend weit und lange öffnen muss.

Ösophageale Phase

Wie bereits beschrieben wird in der ösophagealen Phase der Bolus vom Ösophaguseingang zum Magen transportiert. Die Peristaltik der Speiseröhre unterliegt einer zentralen Kontrolle, ist aber auch das Ergebnis von intrinsischen Mechanismen, d.h. von Vorgängen, die auf neuromuskulären Abläufen innerhalb der Speiseröhre beruhen. Eine Vielzahl von Studien liefert Evidenzen dafür, dass Zellen im rostralen Abschnitt des *Nucleus ambiguus nervi vagi* im verlängerten Rückenmark eine tragende Rolle bei der zentralnervösen Kontrolle der Peristaltik der quer gestreiften Muskulatur des *Ösophagus* spielen (Prosiegel, 1999). Vom rostralen *Nucleus ambiguus* verlaufen auch Faserzüge zum *Nucleus dorsalis nervi vagi*, dessen Funktion in Bezug auf die Beweglichkeit der Speiseröhre noch unklar ist (ebd.). Vermutlich übernimmt er eine Funktion für die Peristaltik im Bereich der glatten Ösophagusmuskulatur und hat damit auch für Vorgänge im Bereich des unteren *Ösophagussphinkters* (Mittal & Balaban, 1997). Der *N. vagus* kontrolliert die Peristaltik der quer gestreiften Muskulatur (Prosiegel, 1999). Es wird angenommen, dass bei der Kontrolle sowohl der primären als auch der sekundären Peristaltik des quer gestreiften Anteils des *Ösophagus* ein Unterkern des NTS dem *Nucleus ambiguus* vorgeschaltet ist und somit Kontrollfunktion ausübt. Der Unterkern des NTS reagiert auf afferenten Input, der bei der primären Peristaltik von cholinergen Interneuronen der „intermediate zone of the parvicellular reticular formation (ZIRP)“ kommt. Wesentlich für die sekundäre Peristaltik sind sensible Vagusfasern, die vom Auerbachplexus des *Ösophagus* zum Unterkern des NTS produzieren. Eben diese Fasern sind zumindest anteilig cholinerg. Dehnungsreize, durch