



Die zentrale Zungenruhelage ZZR (Up-lock Zustand)

Prof. Dr. Dr. Wilfried Engelke

HNO - MKG Phoniatrie

Up-lock Academy

Die Ruhelage eines Festkörpers ist in der Physik der Zustand, in dem sich der Körper im statischen Gleichgewicht befindet, das bedeutet keine Änderung seiner Position, keine Bewegung und keine Beschleunigung erfährt. Genauer gesagt, ist die Ruhelage die Position, in der die resultierende Kraft und das resultierende Moment auf den Körper gleich null sind. Das bedeutet, dass der Körper weder translational noch rotatorisch beschleunigt.

In der Praxis entspricht die Ruhelage oft der Position, in der die potenzielle Energie des Körpers, also der Zunge minimal ist. Dies gilt für die Gravitationsenergie und auch für die elastische Energie.

Da die Zunge nur im Bereich des Zungenbeins anatomisch am Hartgewebe fixiert ist, kann es abhängig von der Schwerkraftwirkung und bei unterschiedlicher Körperlage zu verschiedenen peripheren Ruhepositionen in Relation zu den festen Strukturen der Mundhöhle kommen, die durch Ober- und Unterkiefer gebildet werden. Durch die verschiedenen Grade der Kieferöffnung und Kieferposition ergeben sich weitere Optionen für eine peripheren Zungenruhelage. Die Anatomie erlaubt es ferner, dass die Zunge in Ruhe eine Verlagerung in Richtung auf den Rachenraum einnehmen kann. Diese Form der periphere Ruhelage wird oftmals im Schlaf oder bei Bewusstlosigkeit beobachtet und kann zur einer erheblichen Verengung des Luftwegs führen. Auf die lageabhängige elastische Deformierung der Zunge bei verschiedenen Körperpositionen in Ruhe sein nur am Rande hingewiesen.

Beim wachen Menschen wird die Ruhelage der Zunge biophysikalisch vor allem von der Kieferposition, vom Öffnungszustand der Mundhöhle und durch den Muskeltonus der Zungenmuskulatur bestimmt.

Verhaltensmuster verschiedenster Art haben einen wesentlichen Einfluss auf die Zungenposition im Wachzustand und entscheiden darüber, ob überhaupt ein Ruhezustand und wenn ja, welche Zungenruhelage eingenommen wird. Generell wird angenommen, dass die Zungenruhelage einen wesentlichen Einfluss auf die Entwicklung und den Strukturhalt von Kiefer- und Zahnbogen besitzt.

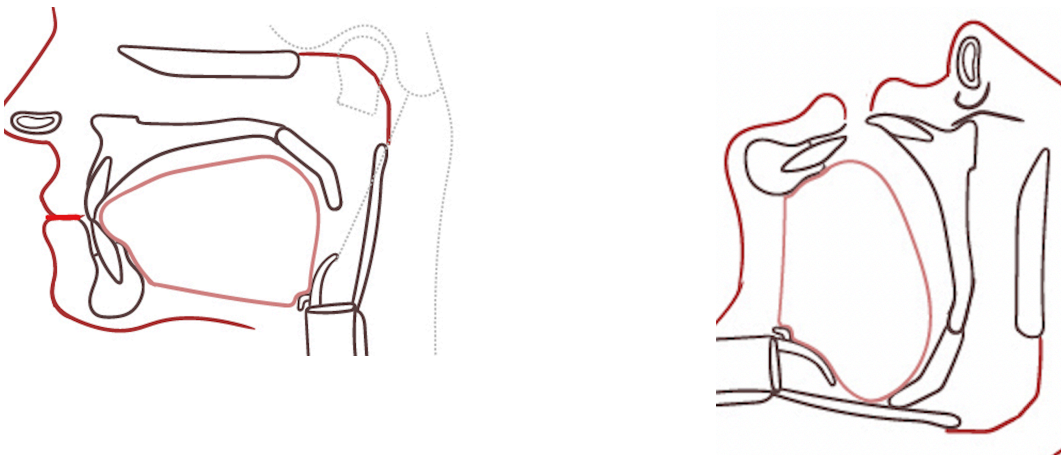


Abb. 1: Periphere Zungenruhelagen (PZR) bei Lippenschluss in vertikaler Körperposition (li) und bei Mundöffnung in horizontaler Körperposition (re)

Das biofunktionelle Modell (Engelke et al. 2010) beschreibt die Mundhöhle als ein System von funktionellen Elementen, funktionellen Verschlüssen (Ventilen) und funktionellen Kompartimenten. Daraus ist abzuleiten, dass die Zunge nicht allein als Festkörper betrachtet werden kann, sondern auch als Grenzstruktur von Ventilen und Kompartimenten angesehen werden muss. Unter dieser Prämisse wird nun die Lage der Zunge nicht allein durch die Gesetze der Festkörpermechanik definiert. Vielmehr muss die Zungenruhelage auch im Kontext eines fluidmechanischen Systems mit Ventilen und Kompartimenten betrachtet werden. Dies ändert die Bedingungen einer Ruhelage wesentlich.

Geht man davon aus, dass die Zunge elastische Wandstrukturen hat, die mit benachbarten anatomischen Strukturen Ventile und Kompartimente bilden koennen, so resultieren daraus biophysikalische Optionen fuer einer Zungenruhelage, die durch die Gesetze der Festkörperphysik allein nicht erfasst werden koennen.

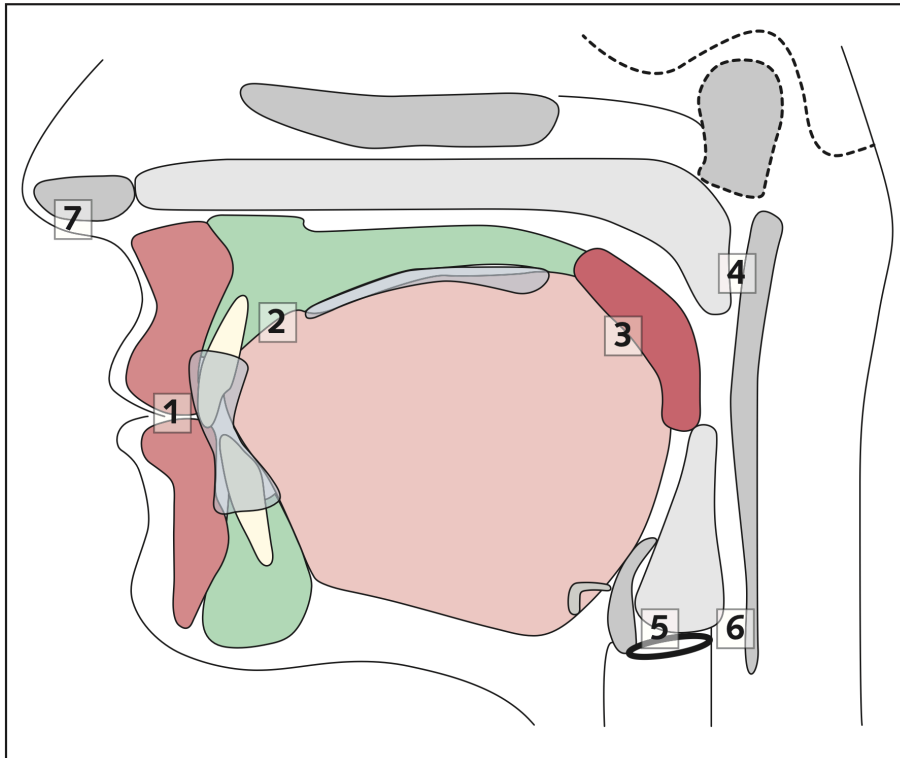


Abb. 2: Die biofunktionellen Ventile im mediosagittalen Schnitt: 1 Linguales Ventil 2 Linguopalatinales Ventil 3 Linguovelares Ventil 4 Velopharyngeales Ventil 5 Laryngeales Ventil 6 Oesophageales Ventil 7 Naseneingangsventil.

Grundsätzlich verstehen wir ein Ventil als ein mechanisches Bauteil, das in der Physik und in der Technik verwendet wird. Es hat die Aufgabe, den Fluss von Flüssigkeiten oder Gasen zu steuern, zu regulieren oder zu unterbrechen.

In biophysikalischer Hinsicht beeinflusst ein Ventil den Druck, die Strömungsgeschwindigkeit und den Volumenstrom innerhalb des Systems der Luft- und Speisewege, zu denen die Mundhöhle gehört. Während Ventile ein wichtiger Bestandteil in vielen technischen Anlagen sind, spielen sie biologisch vor allem im Herz-Kreislaufsystem eine wichtige Rolle, weniger jedoch im Mundbereich. Im biofunktionellen System von Nase, Mund und Rachen regulieren Ventile u.a. den Atemstrom, den Schluckvorgang, die Bildung von Sprachlauten, kaufunktionelle Prozesse und vieles mehr. Einige Aspekte der

genannten Ventilfunktionen haben wir in einer Übersichtsarbeit zusammengefasst (Engelke und Knoesel 2015)

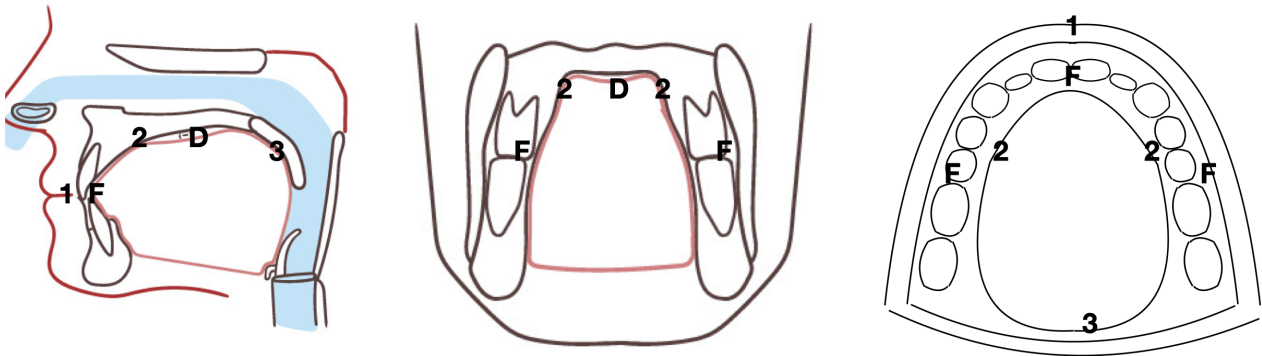


Abb. 3: Die Zentrale Zungenruhelage (ZZR, Up-lock Zustand) in drei repräsentativen Ebenen: Lokalisation der geschlossenen Ventile (1, 2, 3) und Kompartimente (F: Fränkel D: Donders)

Geht man davon aus, dass in der Mundhöhle mindestens zwei Ventile existieren, an denen die Zunge direkt beteiligt ist, so wird deutlich, dass wesentliche Vorgänge bei der Zungenruhelage einer visuellen Kontrolle nicht zugänglich sind. Dies erschwert ausserordentlich die Aufgabe, die ZZR mit den Massnahmen logopaedischer Uebungen zu erlernen. Vor allem jedoch besteht bisher kaum eine Option zu überprüfen, ob die Uebungsanweisungen zur Ruhelage richtig umgesetzt werden, da bisher die Ventilfunktion kaum in der Routine ueberprueft wird..

Das biofunktionelle Modell definiert nun die Ventilzonen zwischen Zunge und hartem Gaumen (Ventil 2) sowie zwischen Zunge und Gaumensege (Ventil 3, Abb. 3) . Die dreidimensionale Lage der Ventilzonen wird aus der Abb.3 in ihren Grundzügen ersichtlich.

Auf Basis des Verschlusszustandes der genannten Ventile lässt sich nun eine zentrale Zungenruhelage (ZZR) beschreiben, die fluidmechanisch und nicht mehr allein ueber die Festkörperphysik definiert wird. Dabei muss einschränkend bemerkt werden, dass keineswegs alle Details dieser Modellvorstellung durch experimentelle Untersuchungen geklärt sind, dass jedoch die Grundzüge der Funktionalität methodisch sicher beschrieben wurden.

Diese zentrale Zungenruhelage ZZR, entsteht nach einem vollständigen Ventilschluss durch Expansion der Kompartimente zwischen den Ventilen. Die Schwerkraft wirkt auf die Zunge, dies führt zur Dehnung elastischer Wandanteile eines geschlossenen Kompartimentes zwischen Zunge und Gaumen.

Eine Expansion des Kompartimentes erfolgt solange bis ein fluidmechanisches Gleichgewicht zwischen Umgebungsdruck und Kompartimentdruck entstanden ist.

In dieser Gleichgewichtssituation zwischen Umgebungsdruck und Kompartimentdruck resultiert eine stabile zentrale Zungenruhelage ZZR (Up-lock). Die ZZR endet mit der Öffnung eines Ventils oder durch Leckage im Bereich der Kompartimente.

In ZZR behält die Zunge ihre Position am Gaumen bei, ohne hierzu Kraft ausgeübt werden muss. Sie nimmt also eine echte Ruheposition ein, die ohne die Kompartimentbildung durch Schwerkraftwirkung allein nur im Kopfstand zu erzielen wäre.

Praktisch gesprochen: die Zunge bildet in ZZR eine Art Saugnapf am harten Gaumen.

Dabei ist das Phänomen des Unterdrucks im Kompartiment zwischen Gaumen und Zunge nicht neu. Es wurde bereits von dem niederländischen Ophthalmologen Donders im Jahre 1875 beschrieben. Damals wurde es bereits durch Druckmessung bestätigt. Deshalb haben wir besagtes Kompartiment zwischen Zunge und Gaumen als **Donders**-Raum bezeichnet.

Auch der Kieferorthopäde Rolf Fränkel hat die erstaunliche Wirkung des Unterdrucks im kompartimentgeschlossenen Mund beobachten können (Fränkel et al. 1962). Wir haben deshalb den Raum zwischen dem Lippenventil 1 und dem linguopalatinalen Ventil 2 als **Fränkel** Raum bezeichnet.

Heute bezeichnen wir die Ruheposition der Zunge durch Kompartimentbildung bei Schluss der Mundventile als Zentrale Zungenruhelage ZZR oder Up-lock Position (Kahn und Engelke 2024). Das Up-lock Manoevert, also der Vorgang, der zur Up-lock Position führt, wurde zunächst als Zungenrepositionsmanoevert

(Engelke et al. 2007) bezeichnet. Vereinfachend verstanden entspricht es dem Kompressionsvorgang der beim Anbringen eines Saugnapfes erforderlich ist, bevor dieser stabil auf einer glatten Oberfläche haftet. Das **Up-lock Manoever** erfordert also zunächst neuromuskuläre Aktivität, erst der resultierende **Up-lock Zustand**, die Zentrale Zungenruhelage ZZR, ist eine stabile Situation und benötigt keine besondere Anspannung der Zungenmuskulatur, um aufrecht erhalten zu bleiben.

In mehreren Studien haben wir gezeigt, dass durch Schlucken ein Up-lock Manoever ausgelöst wird, wodurch die Zunge eine Position im Sinne der ZZR einnimmt. (Engelke et al. 2006, Cordesmeier et al. 2016) .

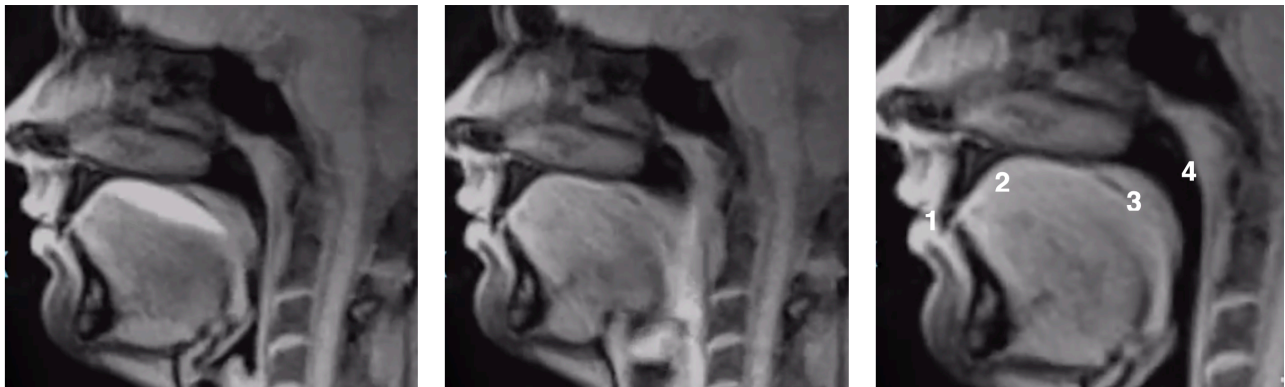


Abb. 5: Bildung des Up-lock Zustandes im MRT: Orale Transportphase (li) , Späte pharyngeale Phase (Mi) Up-lock (re): Bei Up-lock Manoever wird der Luftweg geöffnet und Ventil 3 geschlossen. Der Up-lock Zustand dauert solange mindestens doe Ventile 2 und 3 geschlossen sind

Das Manoever zur Einnahme der ZZR (Up-lock Manoever) wurde inzwischen in einer Monografie ausführlich beschrieben (Kahn und Engelke 2024).

In Abb. 5 sind die Grundzüge dieses Vorgangs an drei MRT Schnittbildern dargestellt. Hier sei auf die Arbeiten von Olthoff et al. (2015) verwiesen, die eine MRT Bildgebung in Echtzeit mit intraoralen Druckmessungen beschreibt.

Somit ergeben sich nach heutigem Kenntnisstand

aufgrund biophysikalischer Betrachtungen fuer die Ruhelage der Zunge folgende Situationen:

1 Die ventiloffene Periphere Zungenruhelage. (PZR)

Diese Zungenruhelage definiert sich ueber die Festkoerpermechanik und kann innerhalb der von der Anatomie gegebenen Grenzen und der Ausrichtung des Körpers zur Schwerkraftwirkung innerhalb weiter Grenzen variieren. In aufrechter Körperhaltung resultiert eine Ruhelage am Mundboden (kausal), im Rückenlage meist dorsal.

2 Die ventilgeschlossene Zentrale Zungenruhelage (ZZR)

Diese Zungenrruhelage entsteht unter Bildung geschlossener Kompartimente zwischen Zunge und Gaumen vergleichbar mit der Anheftung eines Saugnapfes. Unter Schwerkraftwirkung entsteht ein Unterdruck in den Kompartimenten. Die ZZR stellt den Luftweg weit.

Die Kenntniss der ZZR und der Bedingungen zu ihrer Bildung bieten eine weite Palette diagnostischer und therapeutischer Anwendungen. Die wichtigsten Anwendungen der ZZR(Up-lock Zustand) wurden in der Witzenhaeuser Erklaerung (2023) beschrieben und sind im Internet zugänglich (www.zungenruhelage.de)

Literatur

Cordesmeier R, Engelke W, Sömmer C, Kauffmann P. Can tongue shadow in panoramic radiographs be avoided by using the tongue repositioning maneuver? Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol. 2016 Jun;121(6):e175-80.

Donders F. C. Über den Mechanismus des Saugens. Archiv für die gesamte Physiologie des Menschen 1875.

Engelke W Ein Manöver zur Positionierung der Zunge am Gaumen. Sprache Stimme Gehör 2003; 27: 171–175.

Engelke W, Mendoza M, Repetto G Preliminary radiographic observations of the tongue repositioning manoeuvre. Eur J Orthod 2006; 28: 618-623.

Engelke W, Jung K, Knösel M, Intra-oral compartment pressures: a biofunctional model and experimental measurements under different conditions of posture. Clin Oral Investig 2011; 15: 165–176.

Engelke W, Knösel M Das orofaziale System im interdisziplinären Kontext: Entwicklung und Anwendung eines biofunktionellen Modells, Kieferorthopädie 2015;29(4):337–348.

Engelke W, Kahn S, Claas H Mundventile in der zahnärztlichen Praxis - Die Up-lock Technik Nieders. Zahnaerzteblatt 5, 34 -37, 2024

Garliner D Myofunctional therapy. Philadelphia: W.B. Saunders, 1976.

Fränkel R Funktionskieferorthopädie und der Mundvorhof als apparative Basis. Berlin 1967, VEB Verlag Volk und Gesundheit

Fränkel C, Fränkel R. Der Funktionsregler in der orofazialen Orthopädie. Heidelberg: Hüthig, 1992

Kahn S, Engelke W Breath 4.0 The magic of Up-lock breathing San Francisco 2024

Olthoff A Weidemueller M Riley B, Frahm Real-time MRI of swallowing: intraoral pressure reduction supports larynx elevation JNMR Biomed. 2016; 29: 1618–1623