

25.05.2006

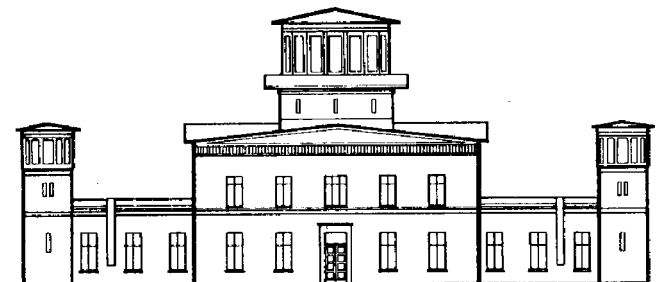


Artikulatorische und akustische Phonetik

Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Hess

Sprache und Kommunikation
Institut für Kommunikationswissenschaften
Universität Bonn
Poppelsdorfer Allee 47, 53115 Bonn

wgh@ikp.uni-bonn.de
<http://www.ikp.uni-bonn.de>



1. Phonation
2. Akustische Theorie der Vokalartikulation
3. **Dynamische Aspekte:
Vokal-Konsonant-Übergänge,
Koartikulation**
4. Artikulation im Kontext: Reduktion,
schwache Formen



Allgemein zur artikulatorischen und akustischen Phonetik

Ladefoged, Peter (²1993, ⁴2001): *A course in phonetics* (Harcourt Brace Jovanovich, San Diego)

O'Shaughnessy, Douglas (1987, ²2000): *Speech Communication. Human and machine* (IEEE Press, New York, USA)

Pompino-Marschall, Bernd (1995): *Einführung in die Phonetik* (de Gruyter Studienbuch, Berlin)

Speziell zu Kapitel 3

Dynamische Aspekte der Artikulation (in ungestörter Umgebung); Formantlocus

Delattre, Pierre (1968): "From acoustic cues to distinctive features." *Phonetica* 18, 198-230

Delattre, Pierre / Liberman, Alvin M. / Cooper, F. S. (1955): "Acoustic loci and transitional cues for consonants." *J. Acoust. Soc. Am.* 27, 769-773

Ruske, Günther / Paulus, Erwin / Schrag, Richard / Schotola, Thomas (1971): "Die Wirksamkeit spektraler Merkmale bei der automatischen Erkennung gesprochener deutscher Konsonanten." *Acustica* 25, 220-231

Koartikulation

Bell-Berti, Fredericka / Harris, Katherine S. (1981): "A temporal model of speech production." *Phonetica* 38, 9-20

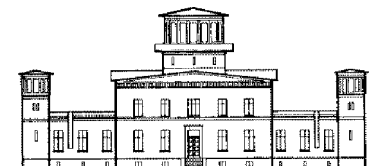
Daniloff, P. / Hammarberg, R. (1971): "On defining coarticulation." *J. Phonetics* 1, 239-248

Malmberg, Bertil (ed.) (1968): *Manual of phonetics* (North-Holland, Amsterdam)

Menzerath, Paul / De Lacerda, Antonio (1933): *Koartikulation, Steuerung und Lautabgrenzung* (Dümmler, Bonn)

Öhman, Sven (1966): "Coarticulation in VCV utterances: spectrographic measurements." *J. Acoust. Soc. Am.* 39, 151-168

Whalen, Douglas H. (1990): "Coarticulation is largely planned." *J. Phonetics* 18, 3-35

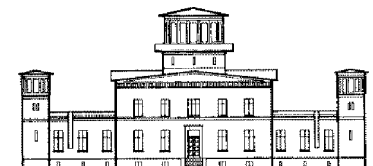


Speziell zu Kapitel 3 (Forts.)

Reduktion

Lindblom, Björn (1963): "Spectrographic study of vowel reduction." J. Acoust. Soc. Am. 35, 1773-1779

Widera, Christina (2002): *Zur Reduktion von Vokalen* (Diss., Uni Bonn)



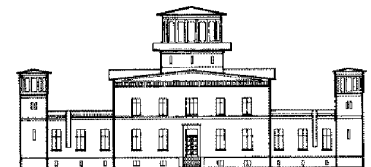
Artikulatorische und akustische Phonetik

3. Dynamische Aspekte

3.1 Konsonanten in "ungestörter" Umgebung

3.2 Koartikulation

3.3 Reduktion und "Undershoot"



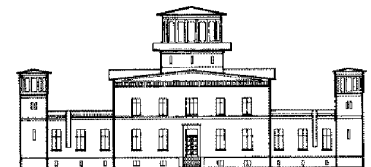
Akustische Beschreibung von Konsonanten

Wie schon der Name *Konsonanten* ("Mit"-Laute) sagt, lassen sich Konsonanten nur unter Berücksichtigung des Kontextes vollständig beschreiben.

- Die Übergänge zu den benachbarten Lauten sind für Artikulation und Perzeption wesentlich.
- Manche Konsonanten, insbesondere Plosive und Gleitlaute, haben keine stationäre Phase.

Den einfachsten Fall bietet die **phonetisch "ungestörte" Umgebung**. Für Konsonanten ist dies im Prinzip der **Zentralvokal** [ə]; da dieser aber in isolierter Stellung schwer zu realisieren ist, wird der **nächstgelegene Vokal** [ɛ] gewählt, der die "ungestörte" Umgebung am besten realisiert.

Wie in Abschnitt 3.2 gezeigt wird, lässt sich die klassische Beschreibung eines Lautes aus *Anglitt*, *Stellung* und *Abglitt* nur für diesen Fall wirklich halten (und auch nur im Bereich des akustischen Signals).



Spektrogramme von Vokal-Konsonant-Übergängen

Nach
DELATTRE (1968)

Plosiv stimmlos
(fortis)

Plosiv stimmhaft
(lenis)

Frikativ
stimmlos

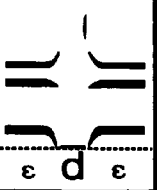
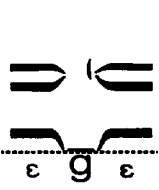
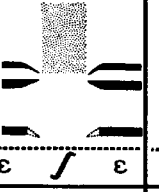
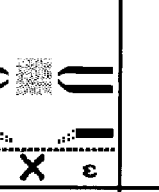
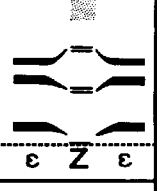
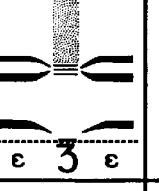
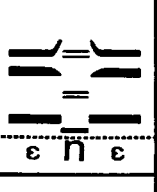
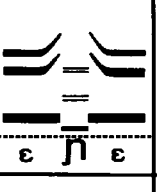
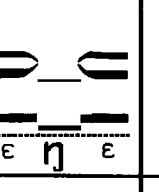
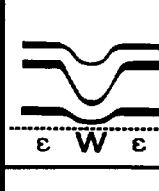
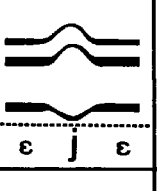
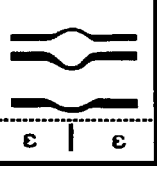
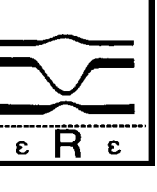
Frikativ
stimmhaft

Nasal

Gleitlaut

Liquid
(Lateral/Vibrant)

Labial Alv. Postalv. Pal. Velar Uvular

 ε p ε	 ε t ε			 ε k ε	
 ε b ε	 ε d ε			 ε g ε	
 ε f ε	 ε s ε	 ε ʃ ε	 ε ç ε	 ε x ε	
 ε v ε	 ε z ε	 ε ʒ ε			
 ε m ε	 ε n ε		 ε ɲ ε	 ε ŋ ε	
 ε w ε			 ε j ε		
	 ε l ε				 ε r ε

Formantübergänge

- stetig (kontinuierlich) / unterbrochen (diskontinuierlich)
- schnell / langsam
- monoton / S-förmig
- Locus wird erreicht: nein / ja

"Bindeglieder"

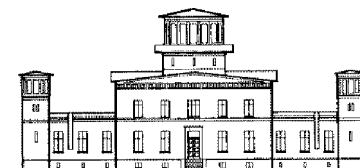
- nasale Formanten
- "Voice Bar" bei Plosiven und Frikativen

Plosionsgeräusch

- nein / ja - wenn ja: in welchem Frequenzband

Friktionsgeräusch

- nein / ja - wenn ja: in welchem Frequenzband



Die akustische Theorie der Vokalartikulation definiert Formanten zunächst einmal nur für Vokale und für Abstrahlung über die Mundöffnung.

Grundsätzlich können Formanten nur dann existieren, wenn

- eine stimmhafte Anregung vorliegt;
- die Abstrahlung über den Mund erfolgt.

Bei Konsonanten mit ihren komplexeren Mustern der Anregung, Lautbildung und Abstrahlung ist dies häufig nicht gegeben.

Als **Formantlocus** definieren DELATTRE et al. (1955) den virtuellen Wert, dem ein Formant beim Übergang Vokal-Konsonant zustrebt.

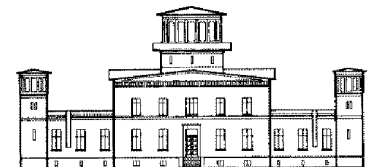
Hierbei hängt es von den Existenzbedingungen für die Formanten ab, ob bei der Realisierung eines Konsonanten der Formantlocus tatsächlich erreicht wird oder nicht.



Ausgangspunkt für die Beschreibung der Abhängigkeit der Formanten vom Artikulationsort ist die **Systematik der Formantverschiebungen** (vgl. Kapitel 2), hier **angewendet auf Vokal-Konsonant-Vokal-Übergänge**.

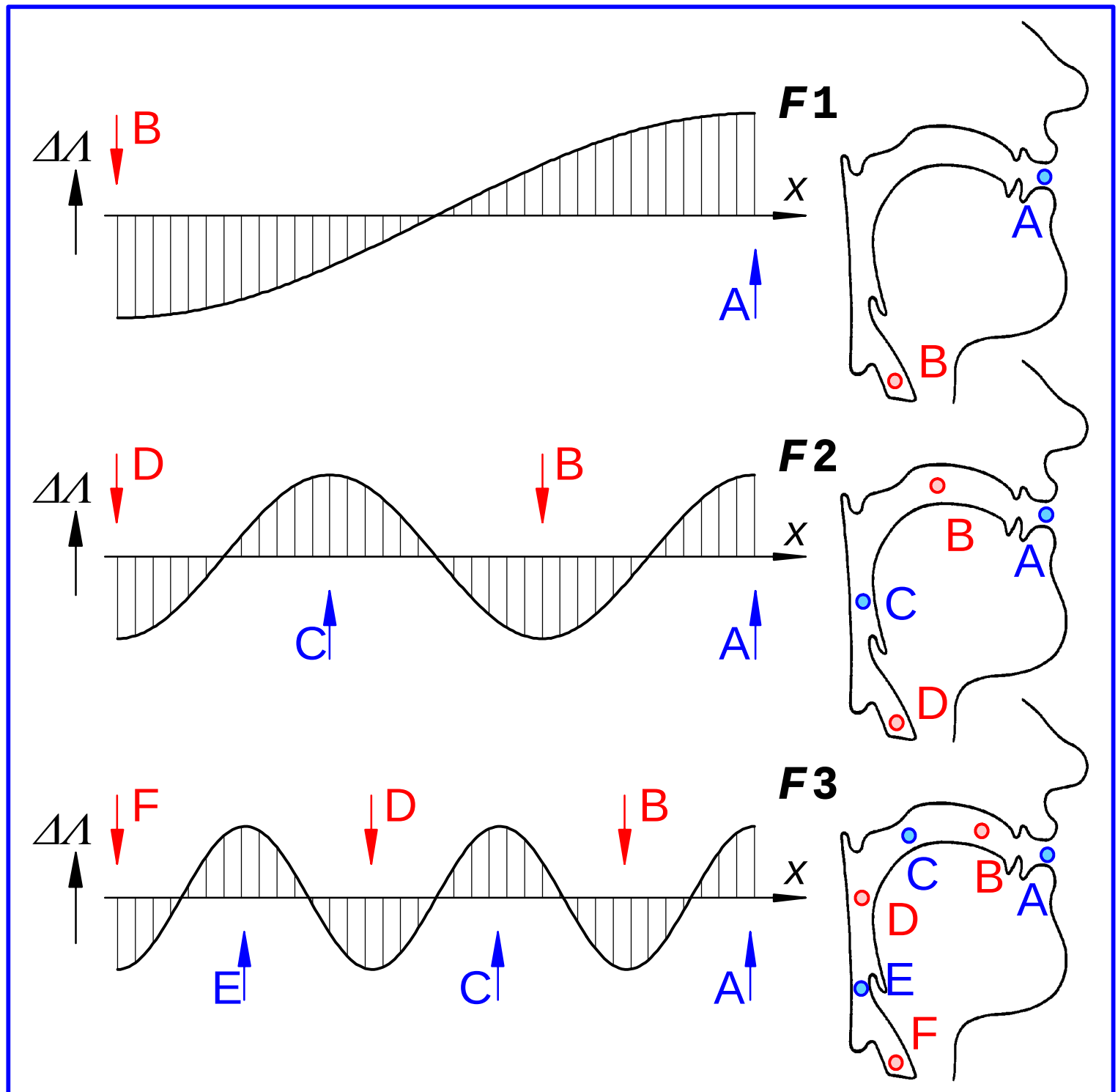
- Verschlüsse und Engstellen werden meist punktuell gebildet.
- Aus diesem Grund besteht eine gute Korrespondenz zwischen dem Artikulationsort und den Formantverläufen.

Der Artikulationsort bestimmt somit die *Richtung* der Formantübergänge.



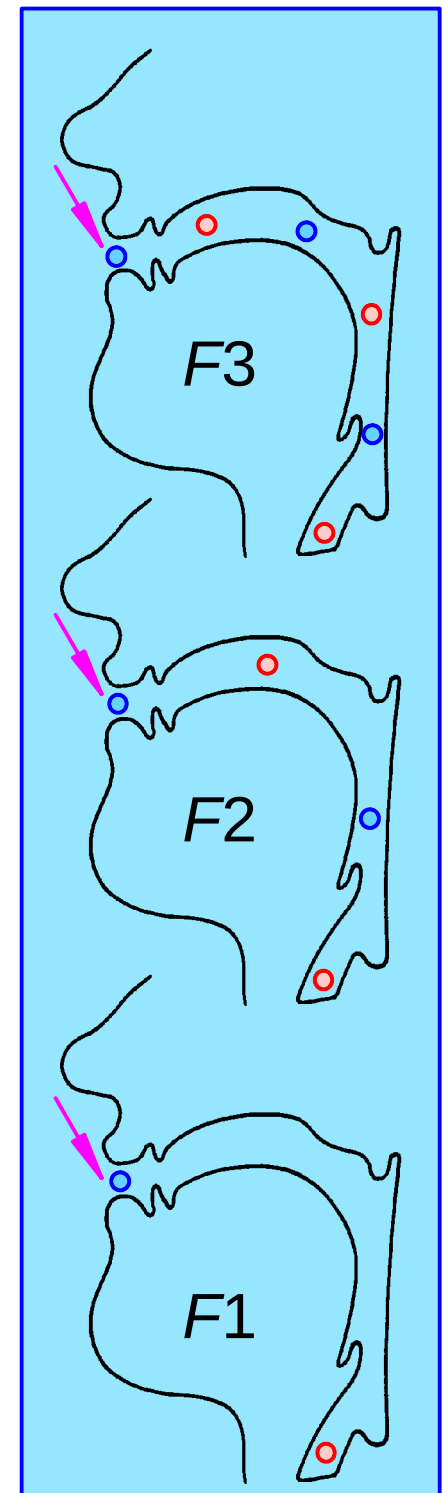
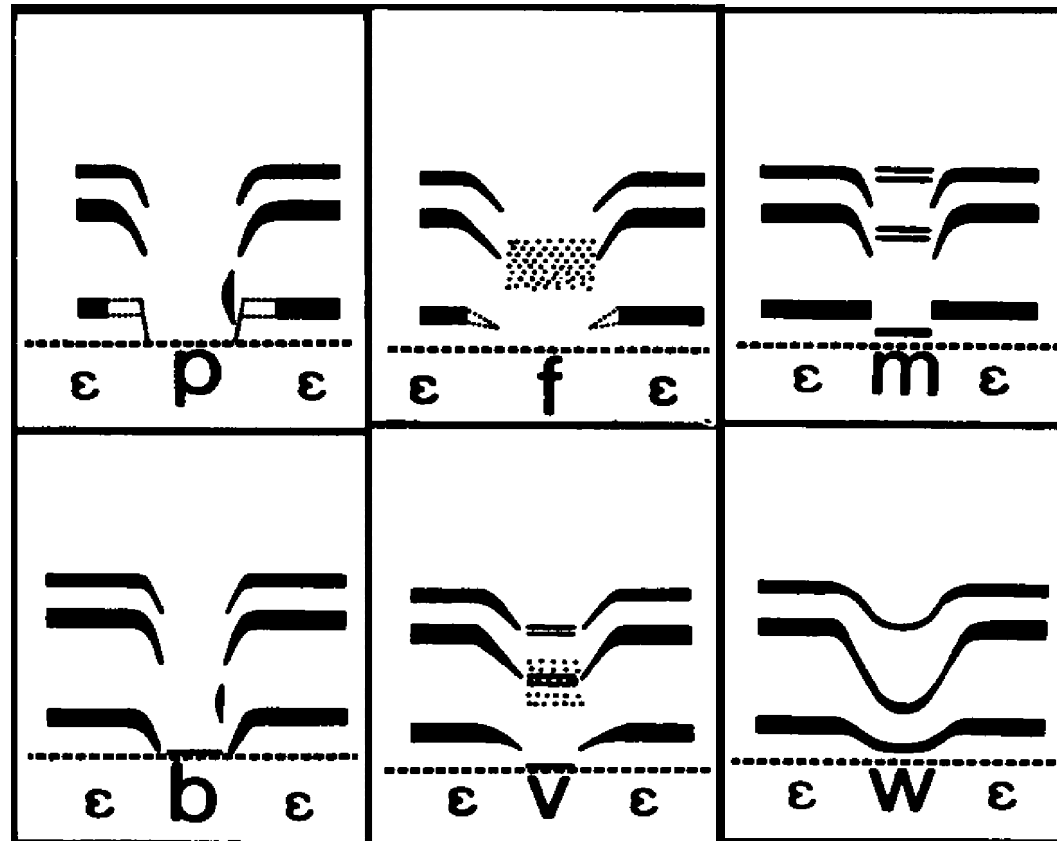
Abhängigkeit der Formanten von der Querschnitts- funktion

(vgl. Kap. 2)



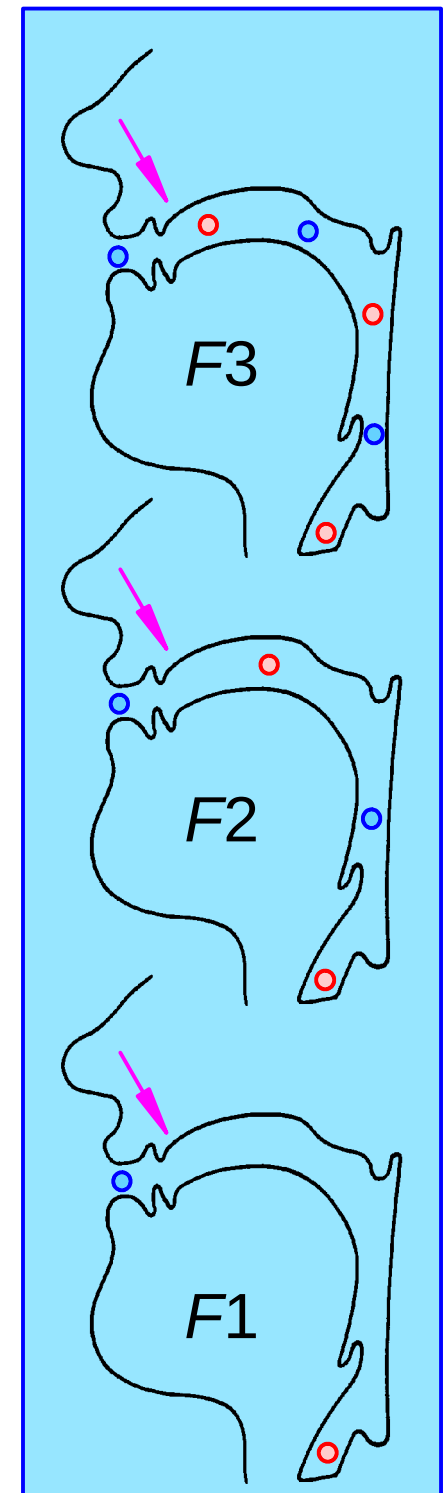
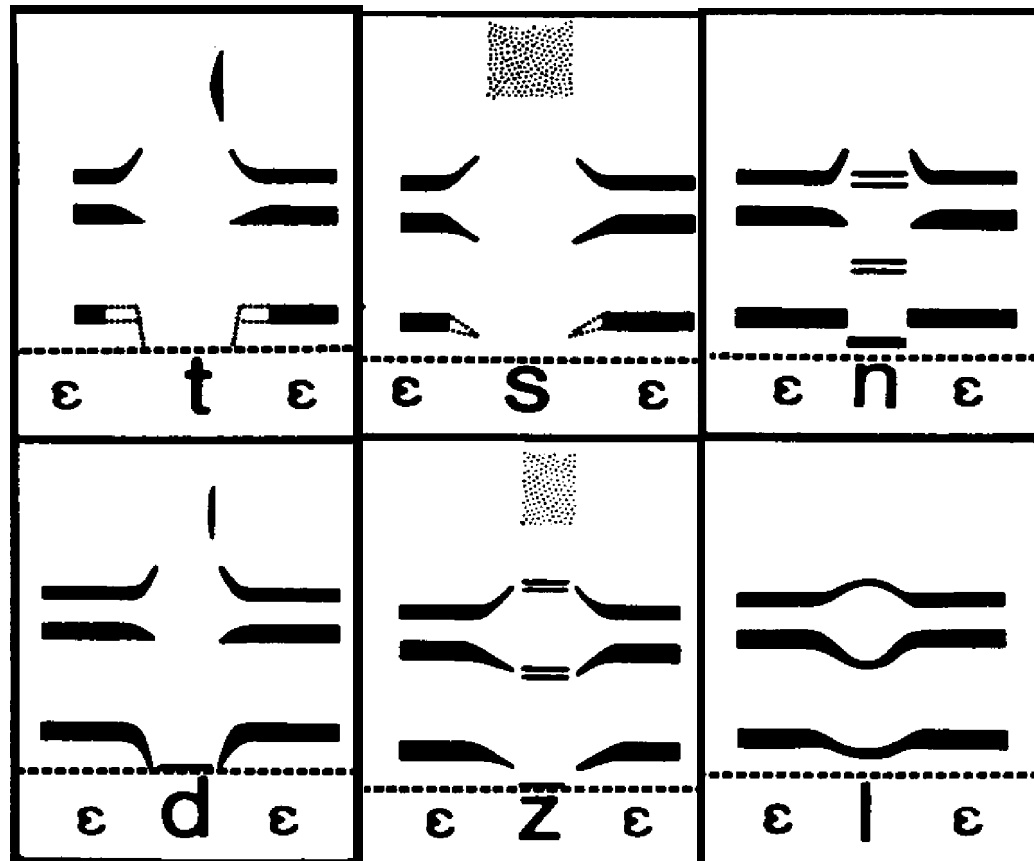
Formantverläufe und Artikulationsort: Labial

- Für alle Formanten gilt hier $p=0$
- Querschnittsverengungen führen zum Absinken aller Formanten.



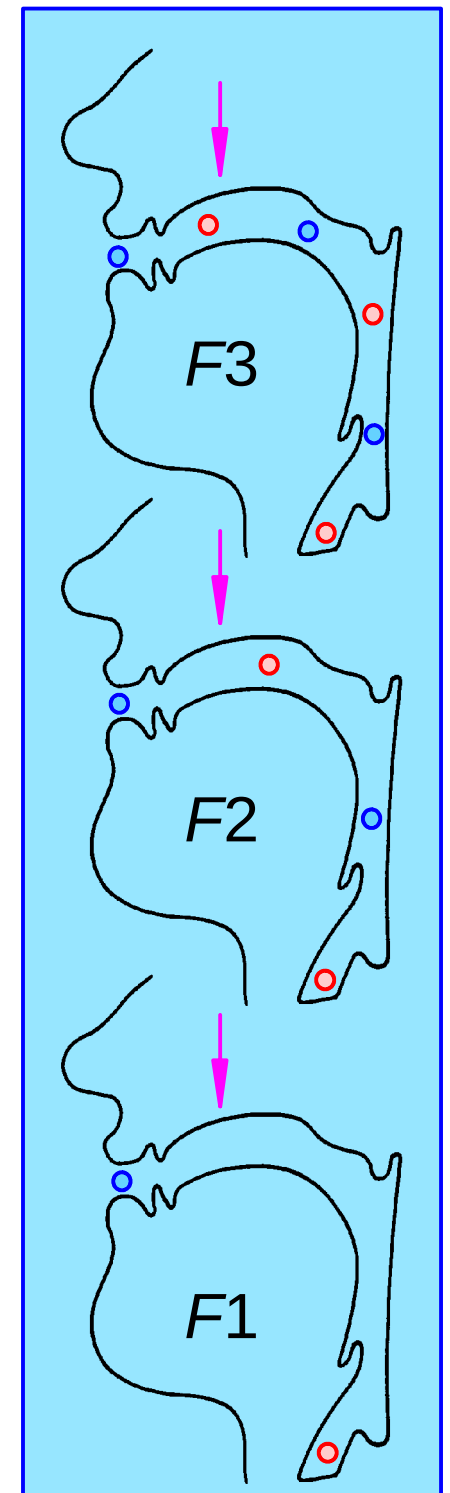
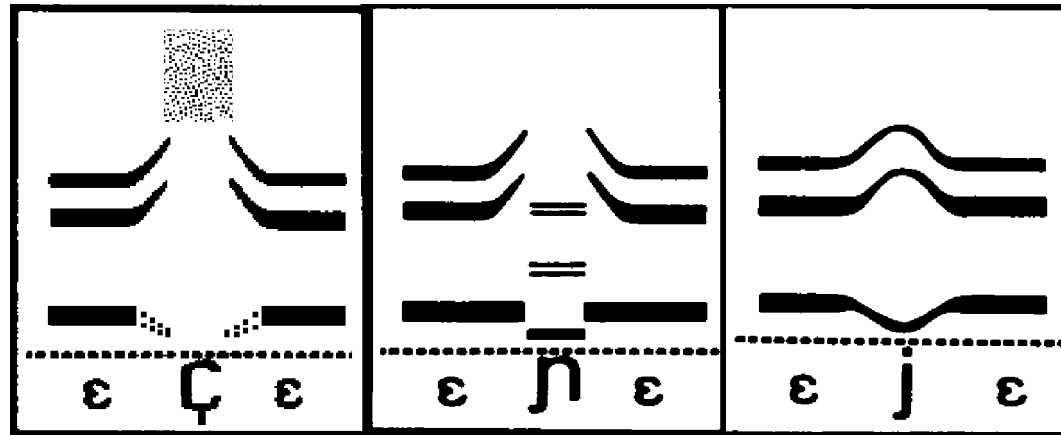
Formantverläufe und Artikulationsort: Alveolar

- Artikulationsort liegt für $F3$ nahe $v=0$; $F3$ steigt
- Artikulationsort liegt für $F2$ zwischen $p=0$ und $v=0$; $F2$ wird nur schwach beeinflusst
- Artikulationsort liegt für $F1$ nahe $p=0$; $F1$ sinkt



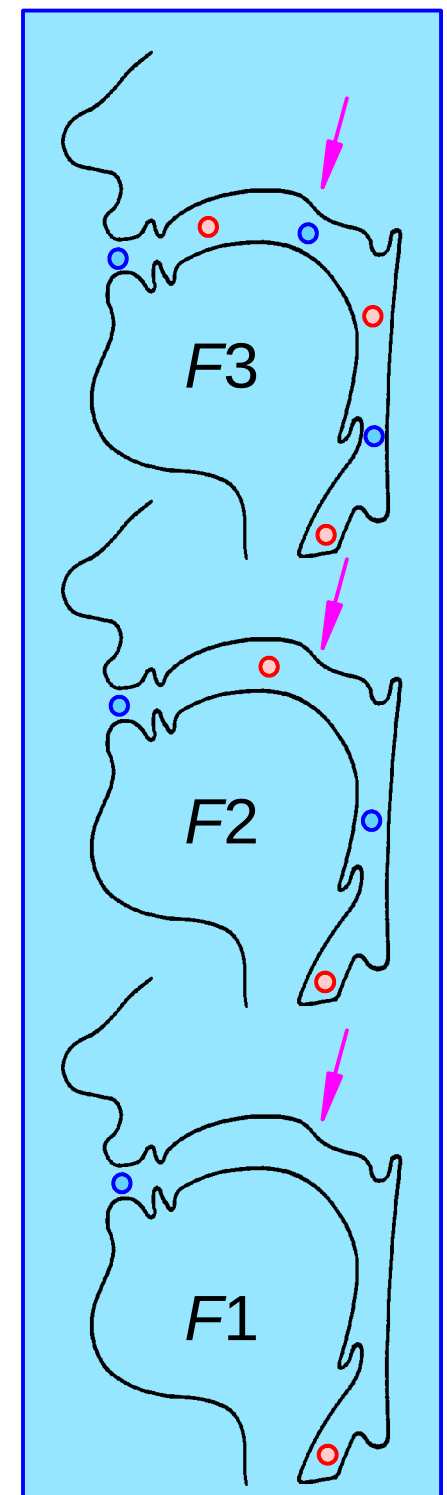
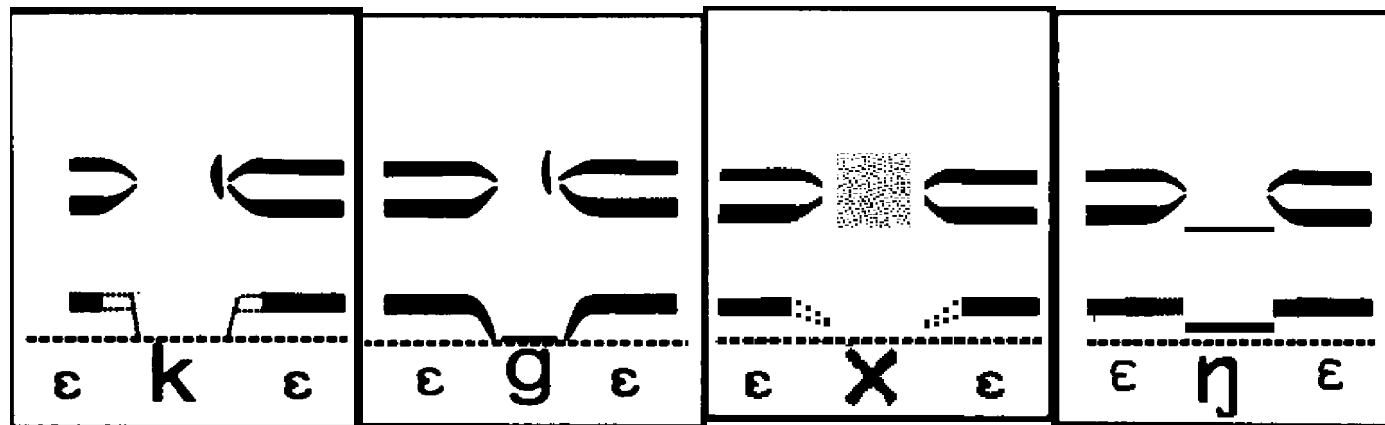
Formantverläufe und Artikulationsort: Palatal

- Artikulationsort liegt für $F3$ nahe $v=0$; $F3$ steigt
- Artikulationsort liegt für $F2$ nahe $v=0$; $F2$ steigt
- Artikulationsort liegt für $F1$ (noch) nahe $p=0$; $F1$ sinkt, wenn auch nicht mehr so stark wie für weiter vorn liegende Artikulationsorte



Formantverläufe und Artikulationsort: Velar

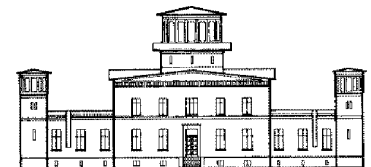
- Artikulationsort liegt für $F3$ bei $p=0$; $F3$ sinkt
- Artikulationsort liegt für $F2$ (noch) nahe $v=0$; $F2$ steigt
- Artikulationsort liegt für $F1$ insgesamt noch im vorderen Bereich; $F1$ sinkt etwas

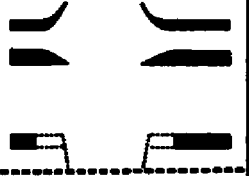
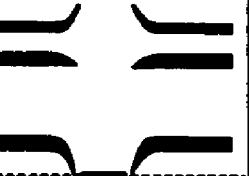


Ausgangspunkt für Artikulationsart

Die Art der Artikulation bestimmt, was am Artikulationsort geschieht: Engstelle, Verschluss, Plosion, Friktion, etc.

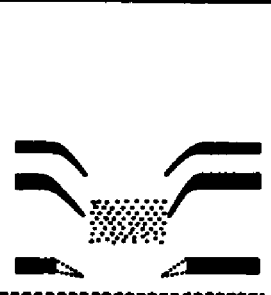
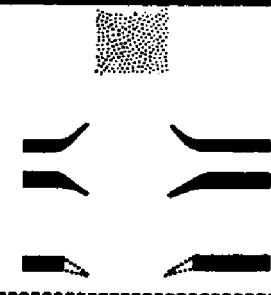
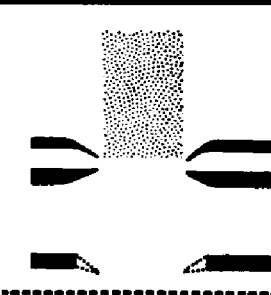
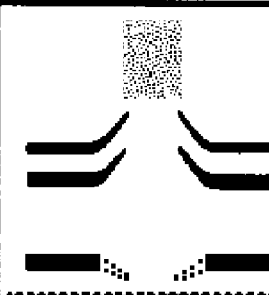
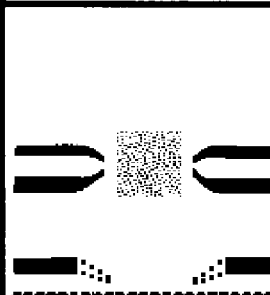
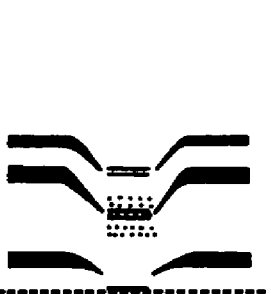
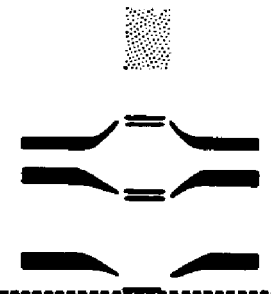
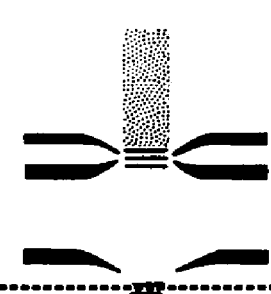
Die Artikulationsart bestimmt somit *alle Parameter* mit Ausnahme der Richtung der Formantübergänge.



	Labial	Alveolar			Velar	
Stimmlos (fortis)	 ε p ε	 ε t ε			 ε k ε	
Stimmhaft (lenis)	 ε b ε	 ε d ε			 ε g ε	

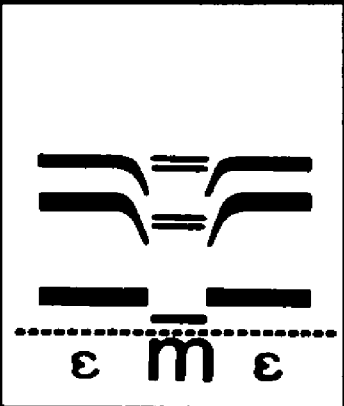
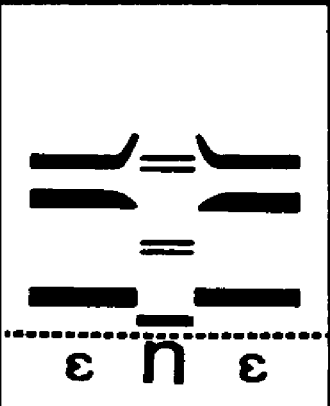
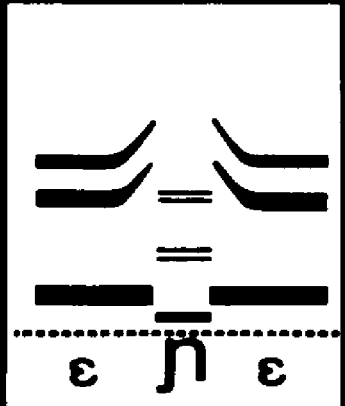
- Schnelle, monotone Formantbewegung; Formantlocus wird nicht erreicht
- Verschlusspause und Verschlusslösung mit Plosionsgeräusch
- Für Lenis: In der Verschlusspause können Reste einer Stimmbandschwingung existieren ("voice bar")



	Labial	Alveolar	Postalveolar	Palatal	Velar	
Stimmlos (fortis)	 ε f ε	 ε S ε	 ε ʃ ε	 ε Ç ε	 ε X ε	
Stimmhaft (lenis)	 ε V ε	 ε Z ε	 ε ʒ ε			

- Langsame, monotone Formantbewegung; Formantlocus wird meist nicht erreicht (außer gelegentlich bei stimmhaften Frikativen)
- Friktionsgeräusch notwendiger Bestandteil des Lautes
- Bildung der Engstelle läuft langsamer ab als Verschlussbildung
- Gemischte Anregung bei stimmhaften Frikativen

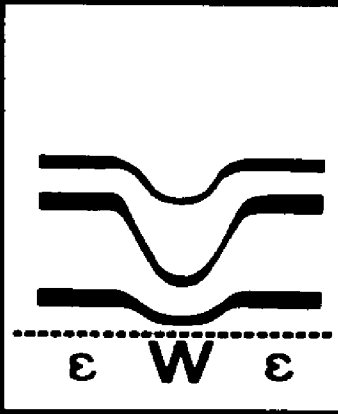
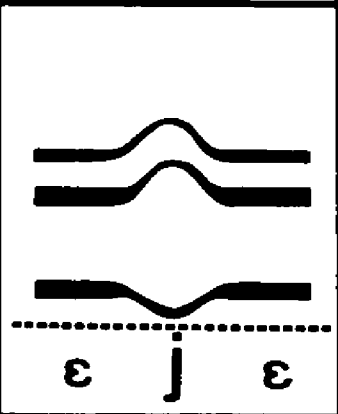
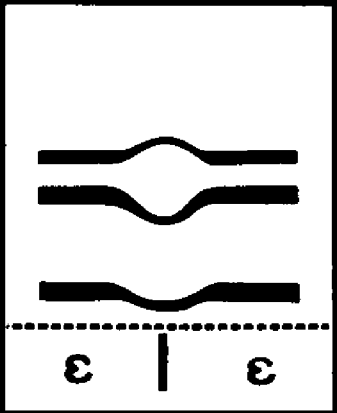
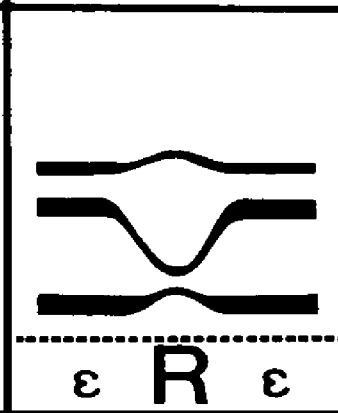


Labial	Alveolar		Palatal	Velar	
					

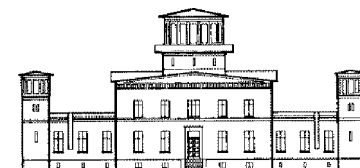
- Schnelle, monotone, diskontinuierliche Formantbewegung; Formantlocus wird nicht erreicht; Formanten brechen bei Verschlussbildung ab
- Während der Verschlussphase bei geöffnetem Velum Ausbildung nasaler Formanten ("Bindeglieder")
- Rein stimmhafter Laut; keine Friktion, keine Plosion



Artikulationsart: Approximant, Gleitlaut, Liquid

Labial	Alveolar		Palatal		Uvular
 ε W ε			 ε j ε		
	 ε l ε				 ε R ε

- Langsame, S-förmige, kontinuierliche Formantbewegung; Formantlocus wird erreicht
- Stimmhafter Laut; in der Regel keine Friktion



Artikulatorische und akustische Phonetik

3. Dynamische Aspekte

3.1 Konsonanten in "ungestörter" Umgebung

3.2 Koartikulation

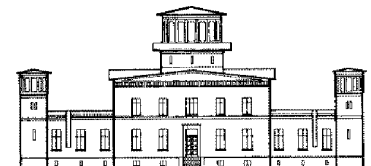
3.2.1 MENZERATH/DE LACERDA (1933): Grundlegende Experimente

3.2.2 Koartikulation, Ökonomie, Synchronie

3.2.3 Ausgewählte Experimente

3.2.4 Erscheinungsformen und Beispiele

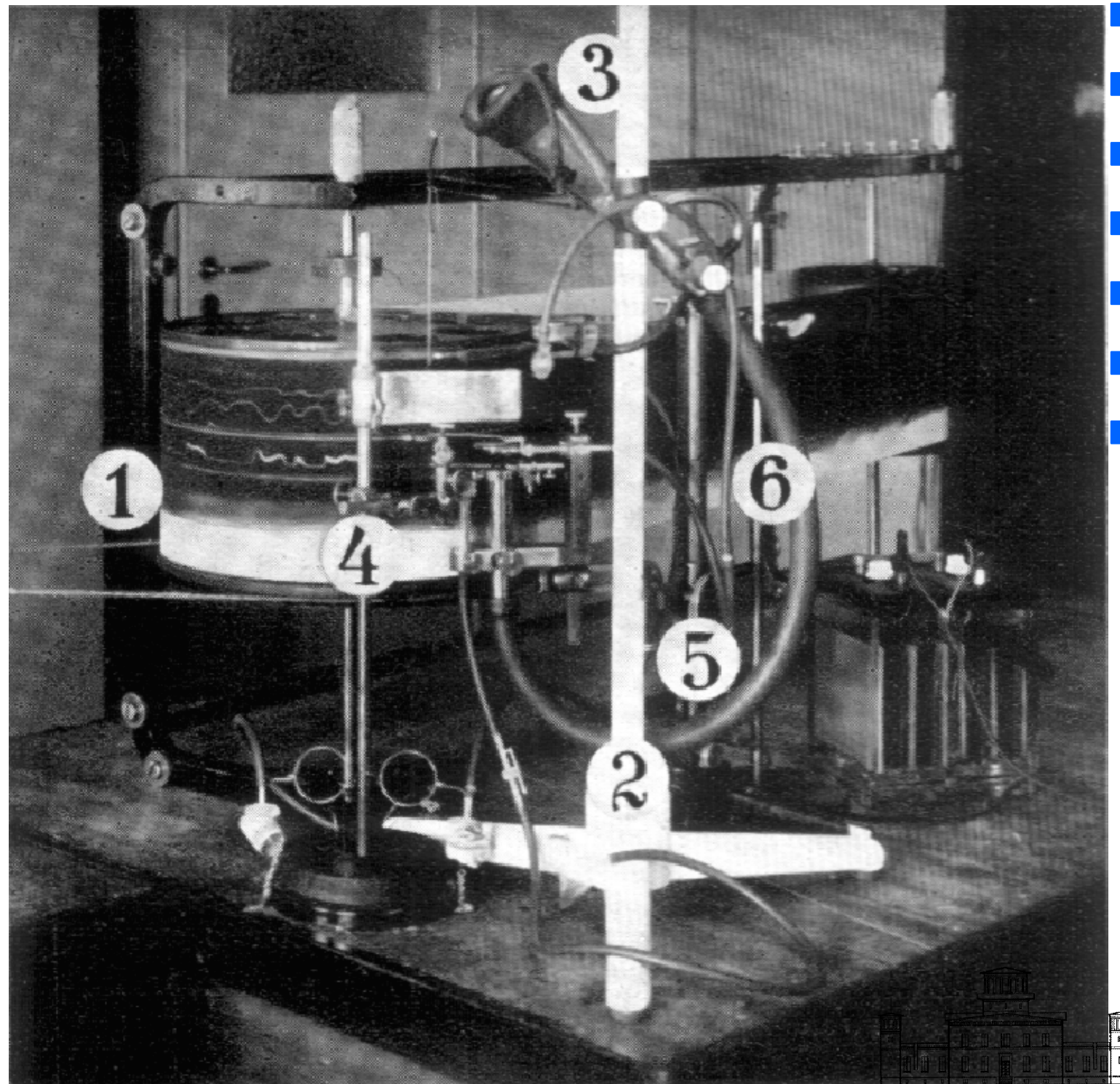
3.3 Reduktion und "Undershoot"



Das Menzerath'sche Kymographion

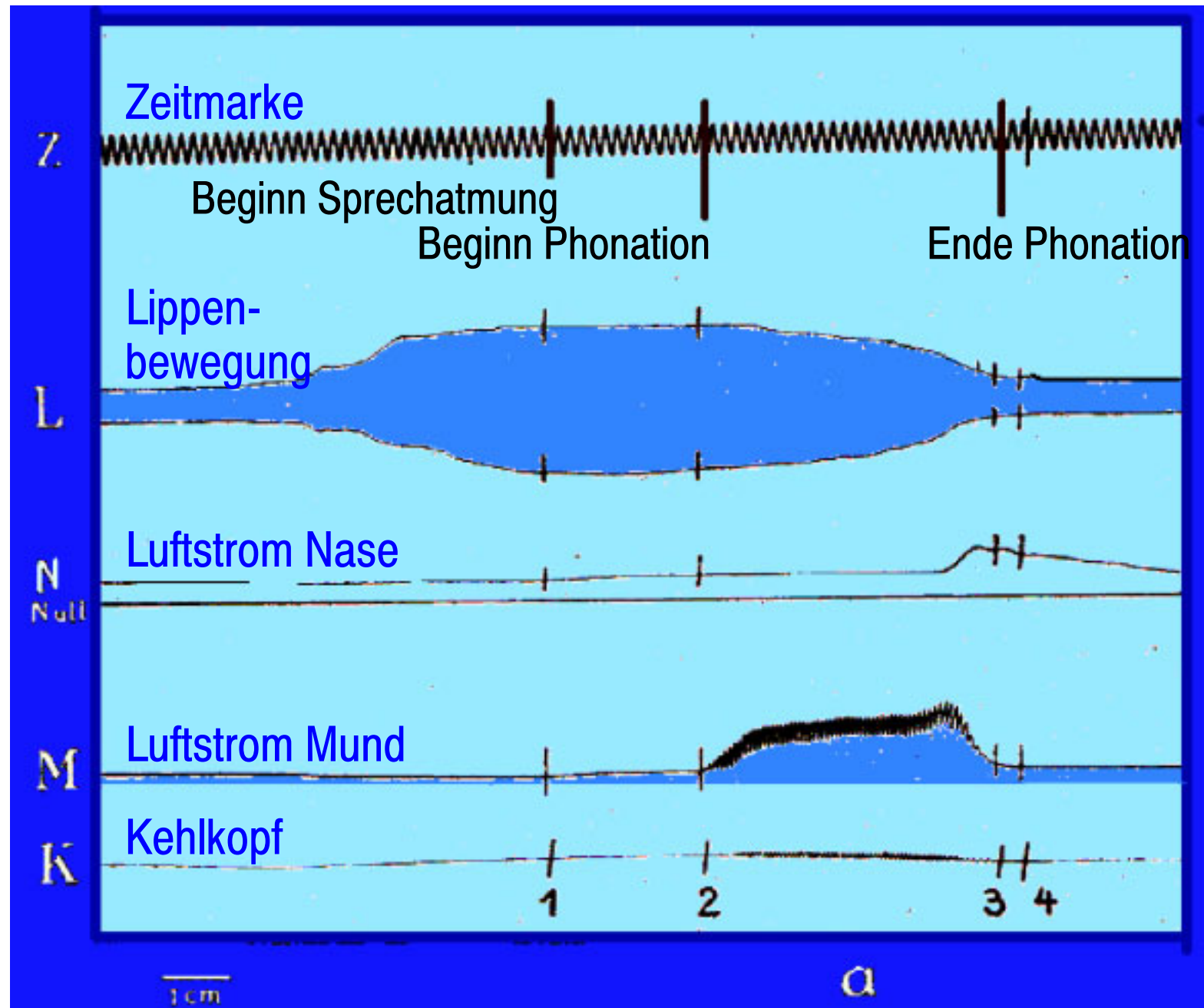
(MENZERATH / DE
LACERDA, 1933:9)

- 1 Trommel
- 2 Stativ
- 3 Mundtrichter
- 4 Stativ für
Labigraph
- 5 Stativ zur
Feinjustierung
- 6 Stativ für
Stimmgabel
(Zeitmarken)



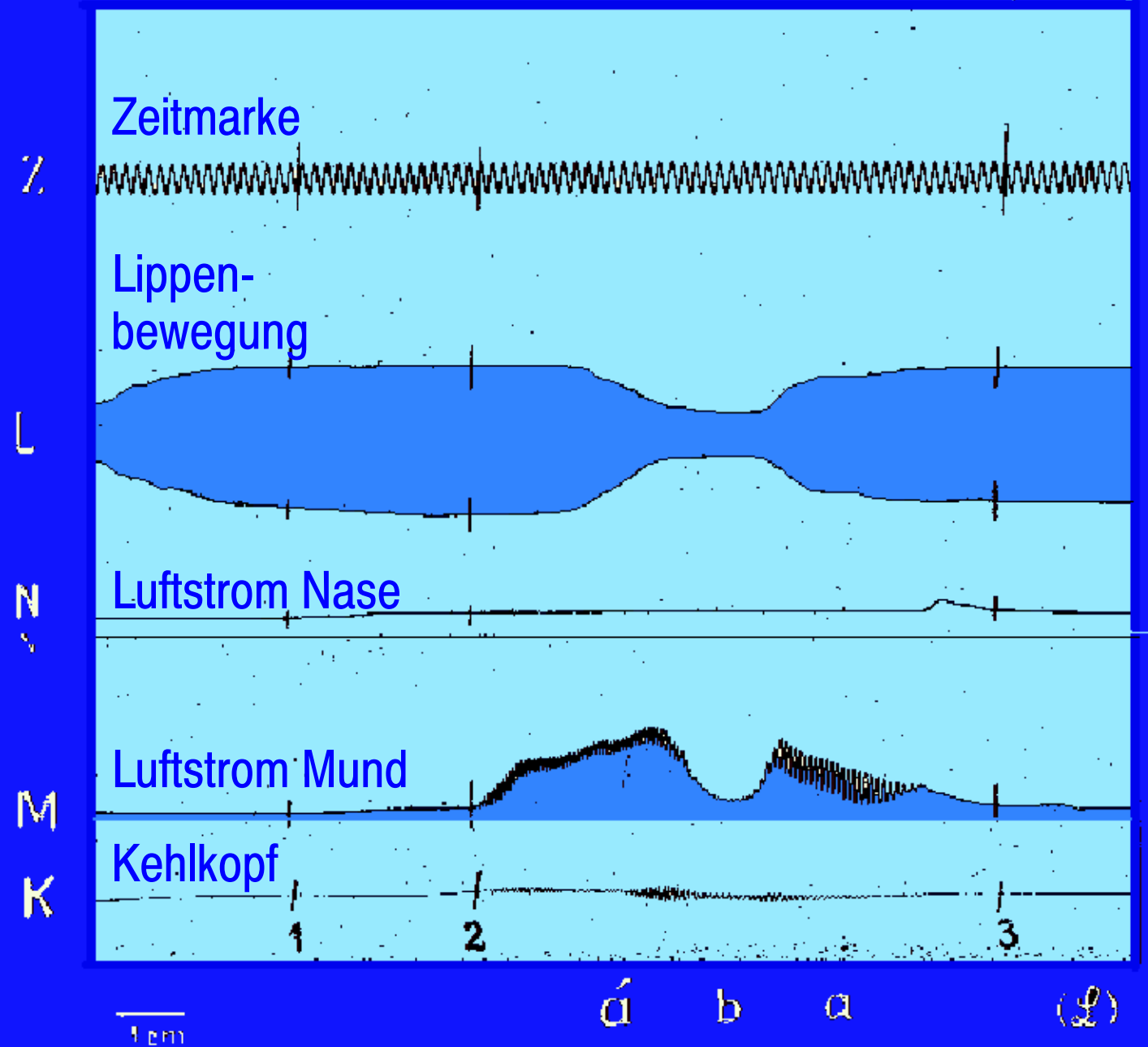
Die Artikulatoren werden voreingestellt, lange bevor der Laut akustisch beginnt.

Anglitt, Stellung und Abglitt lassen sich daher höchstens akustisch definieren.



Die gesamte Lautfolge wird in einer einzigen artikulatorischen Bewegungsphase gesprochen.

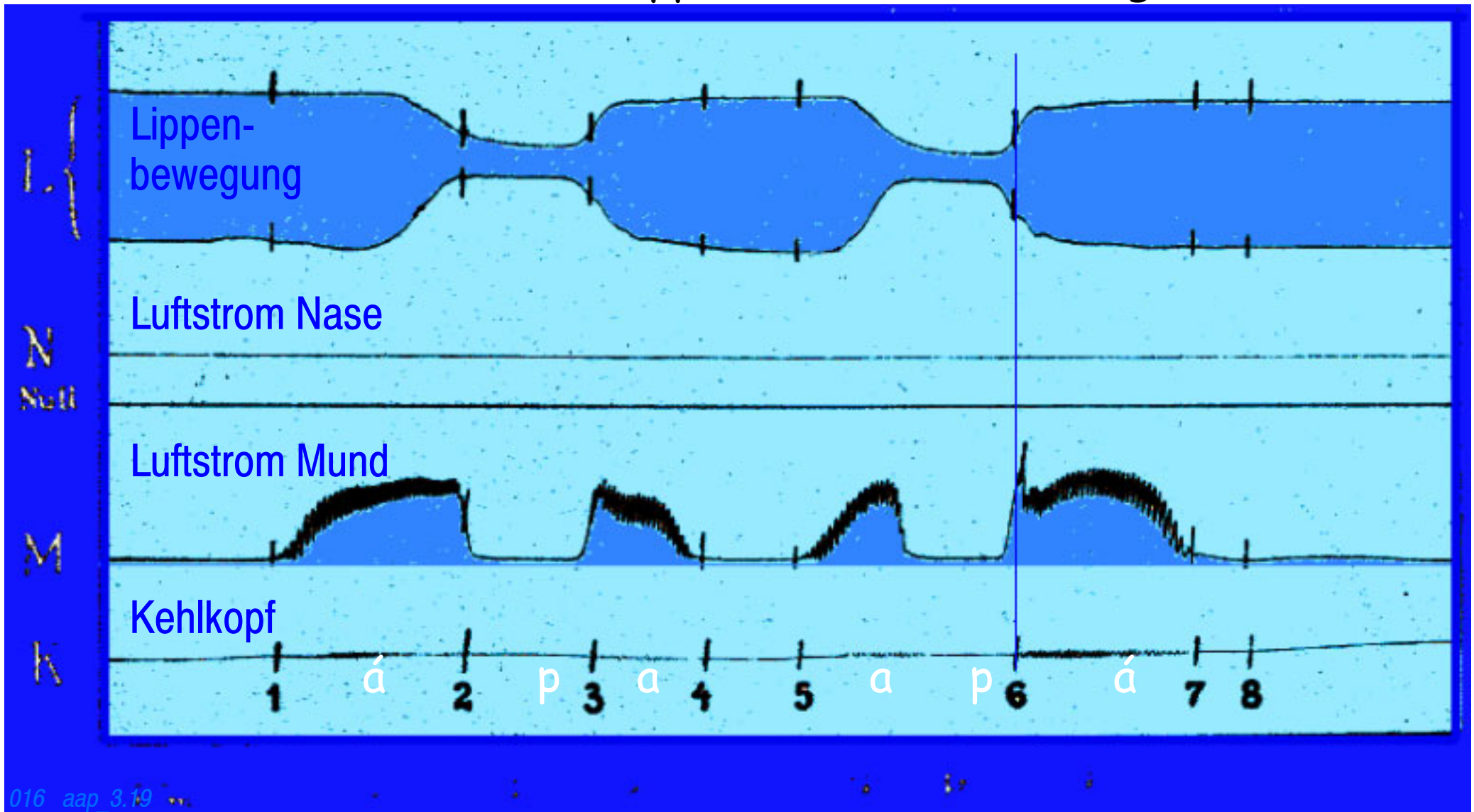
Der Übergang Konsonant-Vokal verläuft schneller als der Übergang in umgekehrter Richtung.



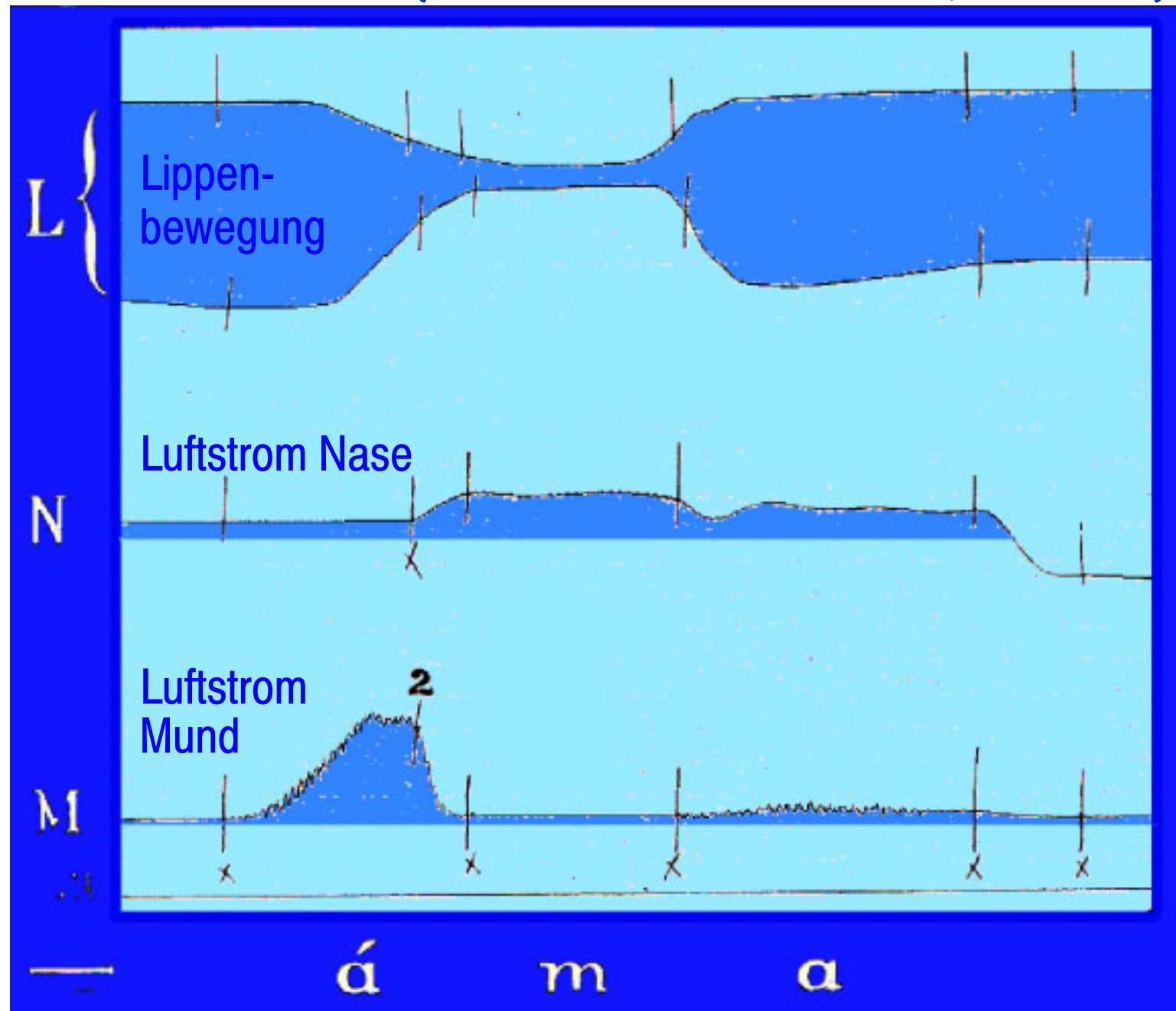
Messung für [apa]

(MENZERATH / DE LACERDA, 1933:16)

Das Plosionsgeräusch beginnt erst, wenn sich die Lippen bereits teilweise geöffnet haben.

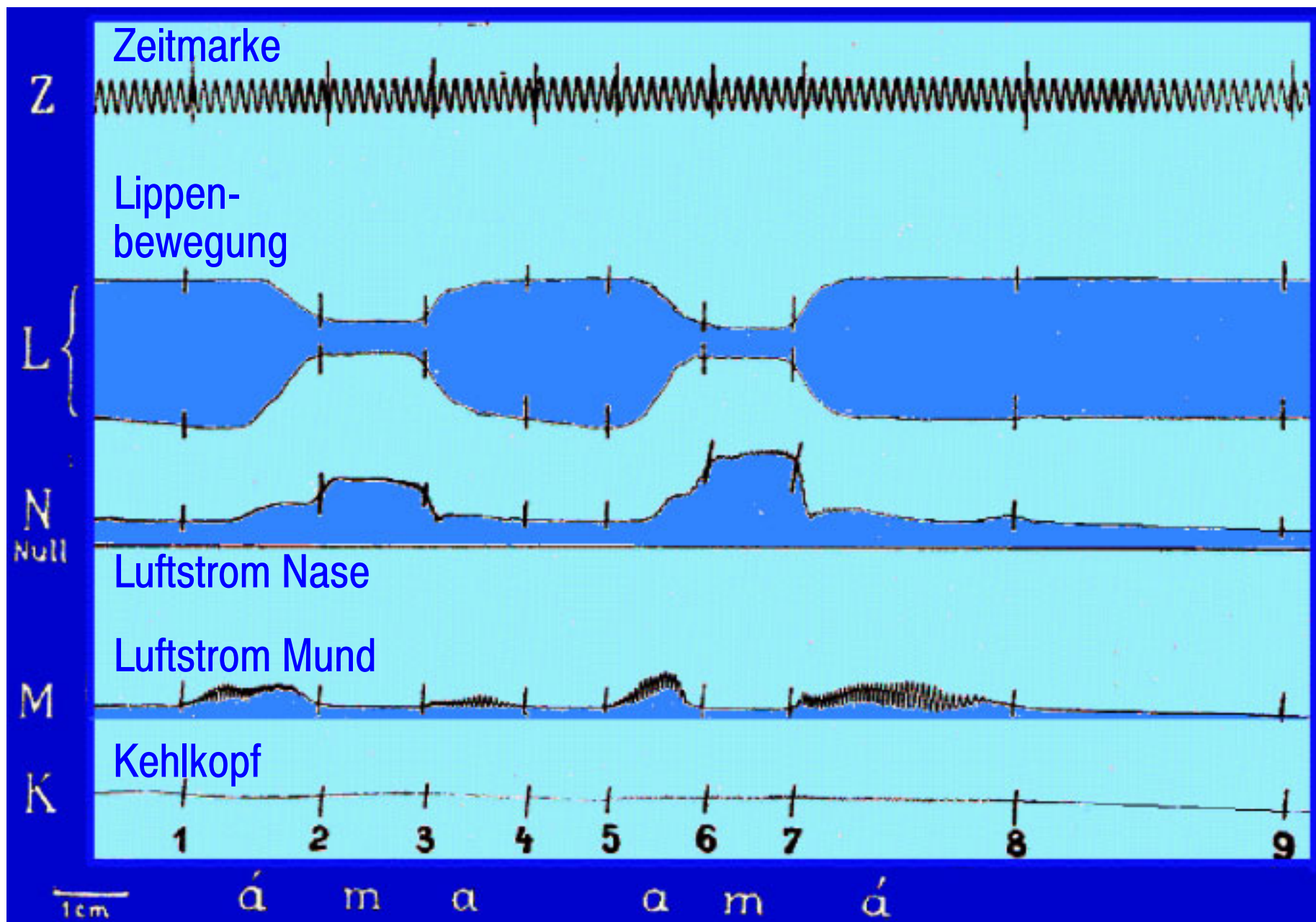


Verschluss der Lippen und Senken des Velums zur Vorbereitung des [m] beginnen zu verschiedenen Zeitpunkten, kommen aber gleichzeitig zum Abschluss.



Messung für ['ama/am'a]

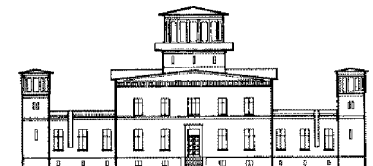
(MENZERATH / DE LACERDA, 1933:22)



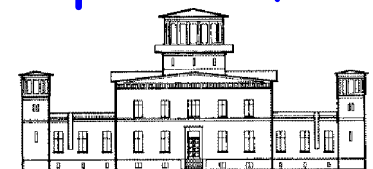
Koartikulation: Verflechtung (Synkinese) der Artikulationsgesten. Die Einzelbewegungen sind so verflochten, dass sie jeweils im geeigneten Moment eintreten, also stets vom folgenden Laut bzw. den folgenden Lauten abhängig bleiben.

Steuerung: Ein Vokal entwickelt sich, von folgenden Konsonanten gesteuert, in Dauerbewegung auf diesen Konsonanten hin. [Dieses Prinzip gilt vor allem für homorgane Laute.]

Lautabgrenzung: Diese ist akustisch möglich, nicht aber auf Grund der Artikulationsgesten. Artikulationsgesten und akustisches Sprachsignal decken sich zeitlich nicht oder höchstens teilweise.



- Sämtliche Laute werden in ununterbrochener Bewegung artikuliert. Es gibt keine artikulatorisch konstanten Laute im normalen Sprechen.
- Die Sprachlaute sind trennbar, zumindest auf der akustischen Ebene. Nicht trennbar sind die Laute, wenn nur artikulatorische Größen untersucht werden.
- "Das Sprechen erfolgt - weil es sinnvoll, ausdrucksvoll sein muss - nach den jeder Sprache eigentümlichen Formgesetzen. Die zwischen zwei Pausen fallenden Satzteile sind motorisch gestaltet, also artikulatorisch verflochten, als Ganzheiten gewollt, und sie werden ebenso perzipiert, kurz: synkinetisch gestaltete Artikulationsganze und synthetisch apperzipierte, akustische (bzw. visuelle) Gebilde."



3.1 Konsonanten in "ungestörter" Umgebung

3.2 Koartikulation

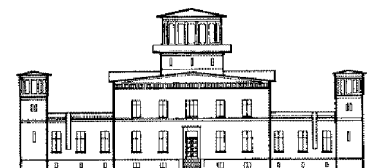
3.2.1 MENZERATH/DE LACERDA (1933): Grundlegende Experimente

3.2.2 Koartikulation, Ökonomie, Synchronie

3.2.3 Ausgewählte Experimente

3.2.4 Erscheinungsformen und Beispiele

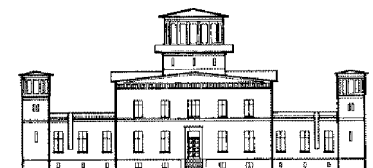
3.3 Reduktion und "Undershoot"



Artikulieren Sie das Wort *Glück*

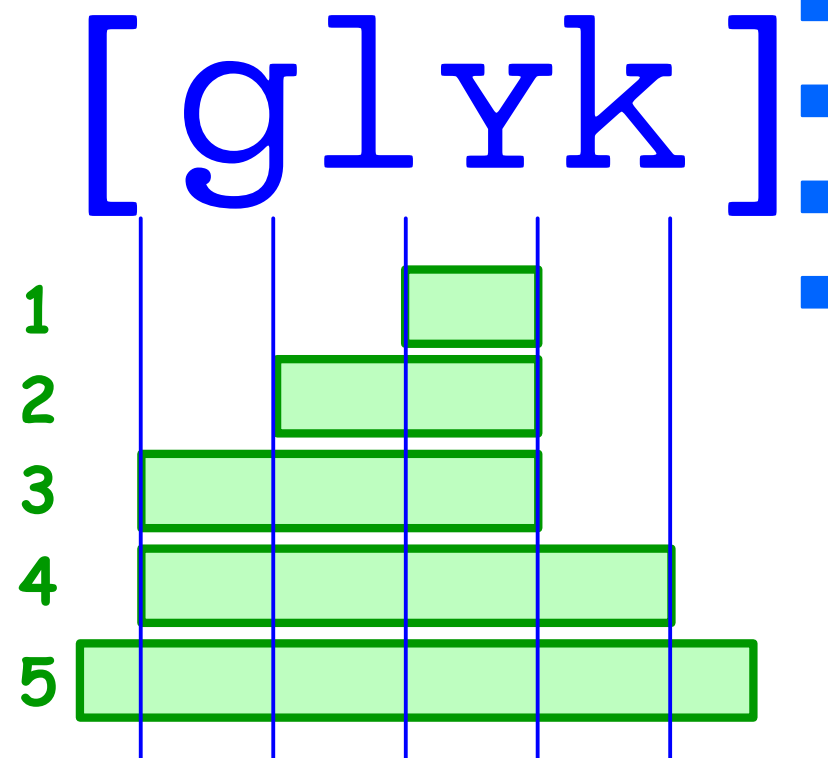
[g l y k]

und achten Sie dabei auf die Bewegung Ihrer Artikulatoren.



Sie haben soeben das Wort *Glück* artikuliert.

Wann haben Sie begonnen, die Lippen zu runden, und wann haben Sie damit aufgehört? Welchem der angegebenen Muster entspricht Ihre Artikulation?



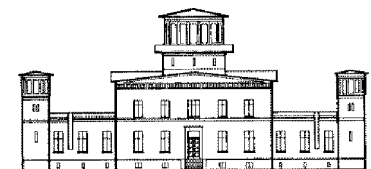
Im Fall der Alternativen 2 bis 5 - haben Sie hier nicht entgegen der Aussprachevorschrift artikuliert, dass die Konsonanten [g, l, k] ungerundet ausgesprochen werden sollen?

MENZERATHS Definition: Koartikulation ist Verflechtung der Artikulationsgesten (Synkinese). Die Einzelbewegungen sind so verflochten, dass sie jeweils im geeigneten Moment eintreten, also stets vom folgenden Laut bzw. den folgenden Lauten abhängig bleiben.

Das vorangegangene Experiment hat gezeigt, dass wir diese Definition erweitern müssen. Artikulationsgesten können auch mit vergangenen Lauten verflochten sein. Dementsprechend:

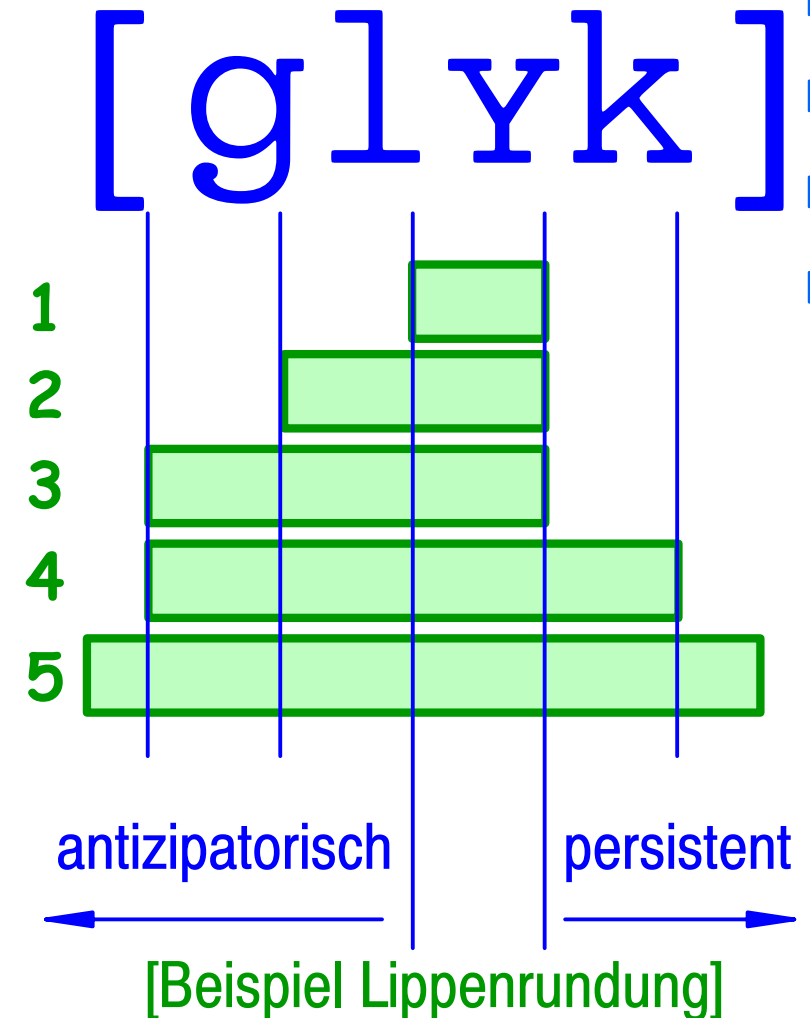
Koartikulation ist Verflechtung (Synkinese) der Artikulationsgesten. Die Einzelbewegungen sind so verflochten, dass sie jeweils im geeigneten Moment beginnen und aufhören und damit stets von den umgebenden Lauten abhängen.

Die Umgebung kann sich hierbei weiter erstrecken als auf die unmittelbar benachbarten Laute.



Drei Arten der Koartikulation je nach Zeitrichtung:

- antizipatorische (regressive) Koartikulation wirkt gegen Zeitrichtung, nimmt also künftige Artikulationsgesten vorweg.
- persistente (progressive) Koartikulation wirkt in Zeitrichtung, behält also vergangene Artikulationsgesten bei.
- gleichzeitige (simultane) Koartikulation liegt vor, wenn ein Laut als Ganzes vom Übergang zwischen den benachbarten Lauten beeinflusst wird.



Ökonomie des Artikulationsaufwandes. Ein Maximum an Information wird mit einem Minimum an artikulatorischem Aufwand in das Sprachsignal hineingepackt; dies unter der Bedingung, dass die übermittelte Nachricht für den Hörer verständlich bleibt.

Es existiert kein direktes quantitatives Maß für den Artikulationsaufwand; die Maximalgeschwindigkeit einzelner Artikulatoren (Lippen, Unterkiefer, Zunge, Velum) stellt die begrenzende Größe für Artikulationsgesten dar.

Ökonomie hat stets zwei Seiten:

- Minimierung des Aufwandes bei gleichbleibender Leistung
- Maximierung der Leistung bei gleichbleibendem Aufwand

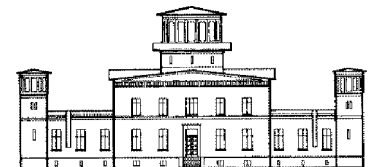
In der Sprachproduktion können wir je nach Kommunikationssituation beides beobachten. Hierbei steht Sprechgeschwindigkeit für Leistung.

Organisation von Artikulationsgesten [2]

Synchronität der Artikulation

Synchronität der Artikulation. Die Positionen der verschiedenen Artikulatoren, die für die akustischen Eigenschaften eines Lautes entscheidend sind, werden so aufeinander synchronisiert, dass sie zum gleichen Zeitpunkt erreicht werden.

Dies beinhaltet eine komplexe zeitliche Abstimmung zwischen den einzelnen Artikulatoren, wobei zu beachten ist, dass diese verschiedene Massen, Geschwindigkeiten und Reaktionszeiten besitzen.



Der "freie" Artikulator

Nicht jeder
Artikulator wird für
die Bildung jedes
Lautes gebraucht.

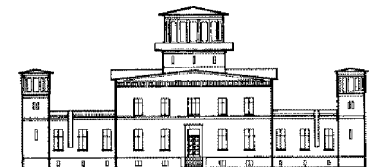
Die wesentlichen Artikulatoren

- Lippen
- Zungenspitze mit Zungenblatt
- Zungenrücken mit Zungenwurzel
- Velum
- Unterkiefer
- Glottis

können weithin unabhängig voneinander agieren.

Ein Artikulator, der für den gerade gebildeten Laut nicht benötigt wird, ist frei und kann seine Freiheit dazu nutzen, sich im Sinne der Ökonomie der Artikulation und der Koartikulation auf künftige Laute vorzubereiten oder sich von vergangenen Stellungen wegzubewegen.

Eines darf ein freier Artikulator allerdings nicht tun:
"im Weg stehen", d.h., Verschlüsse oder Engstellen produzieren, die das Lautbild kategorial ändern.



3.1 Konsonanten in "ungestörter" Umgebung

3.2 Koartikulation

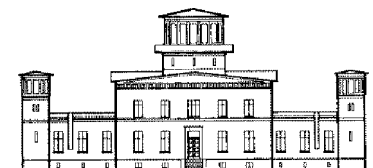
3.2.1 MENZERATH/DE LACERDA (1933): Grundlegende Experimente

3.2.2 Koartikulation, Ökonomie, Synchronie

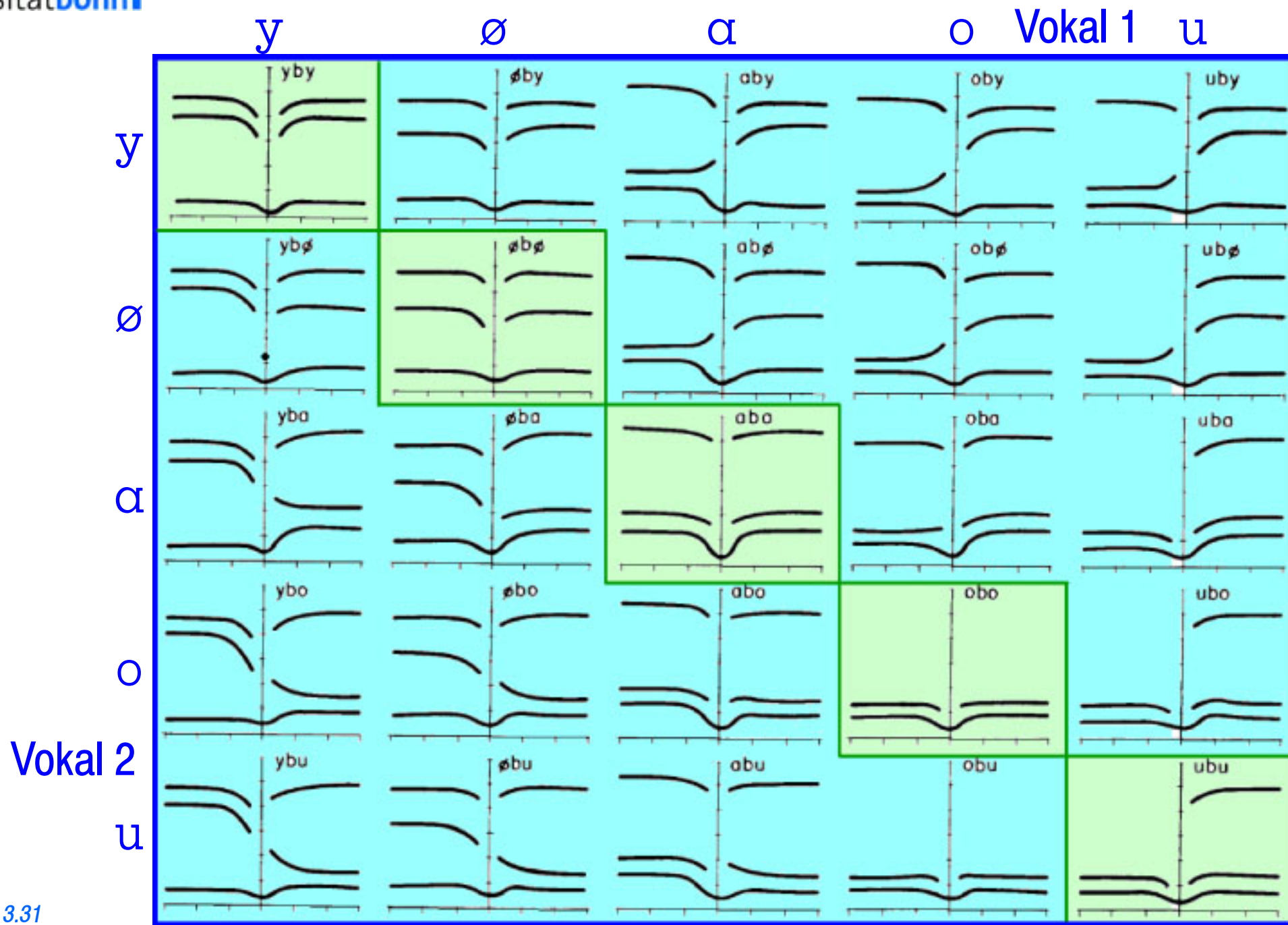
3.2.3 **Ausgewählte Experimente**

3.2.4 Erscheinungsformen und Beispiele

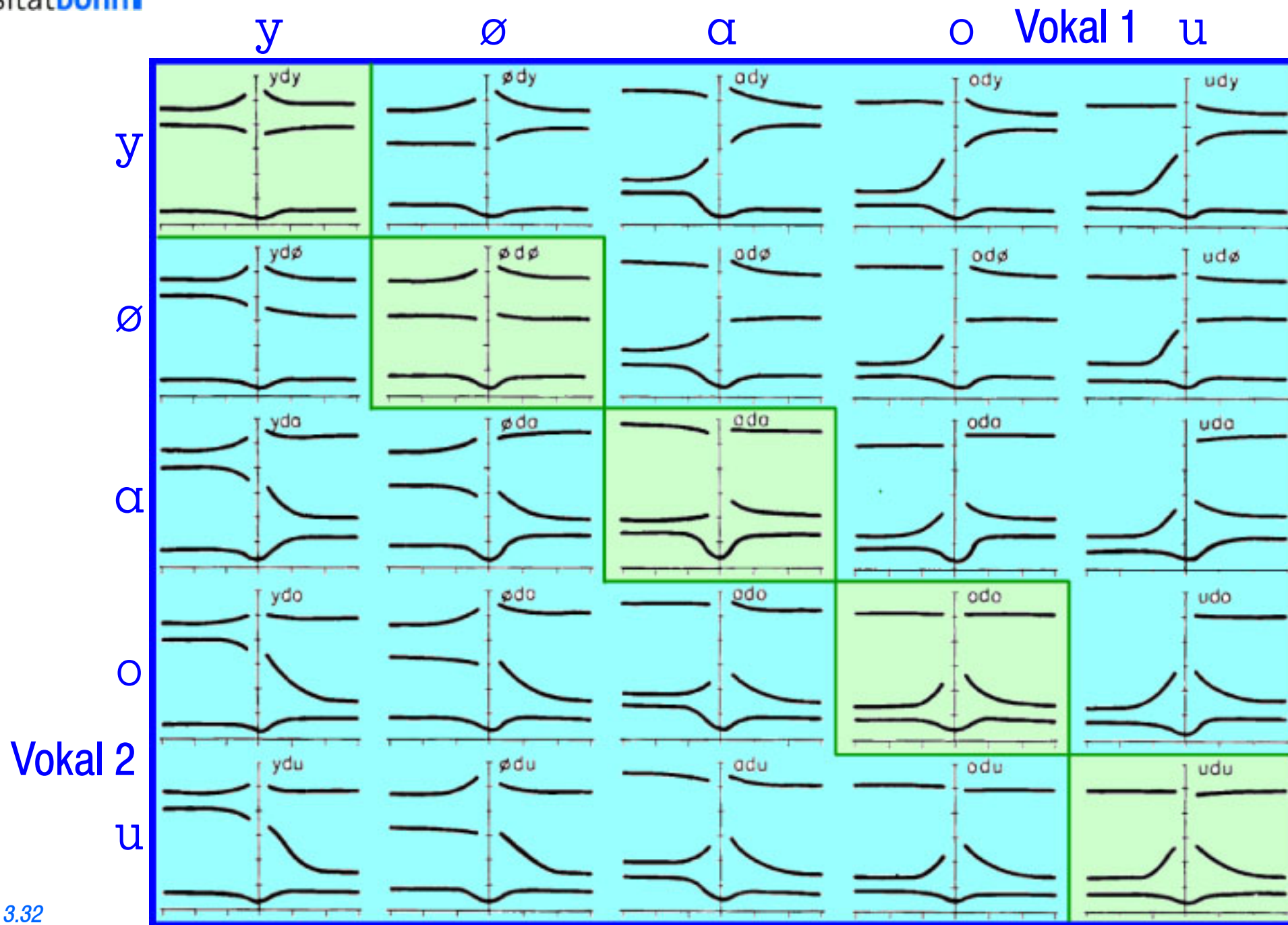
3.3 Reduktion und "Undershoot"



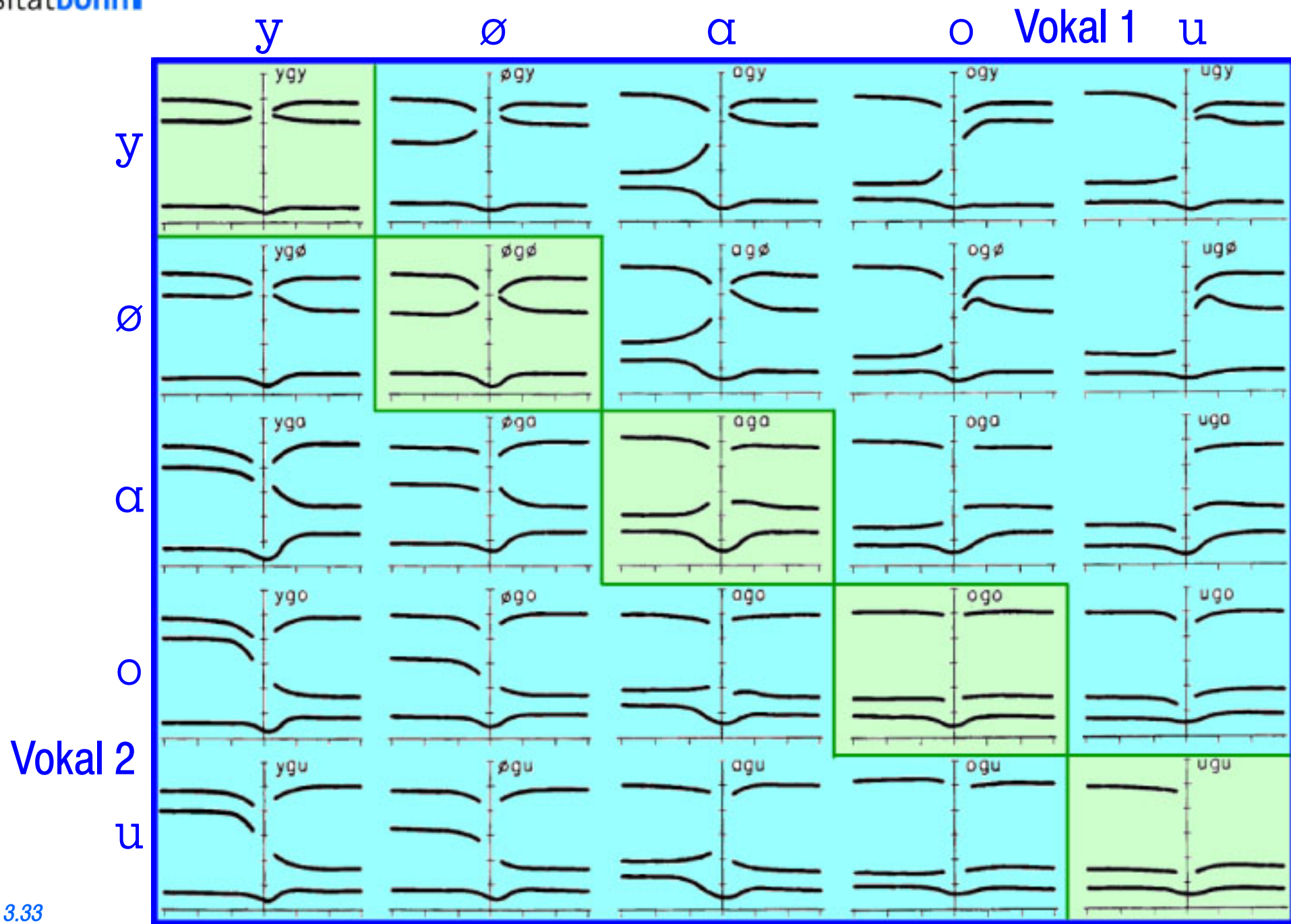
ÖHMAN (1966:160): Spektrogramme [b]



ÖHMAN (1966:161): Spektrogramme [d]



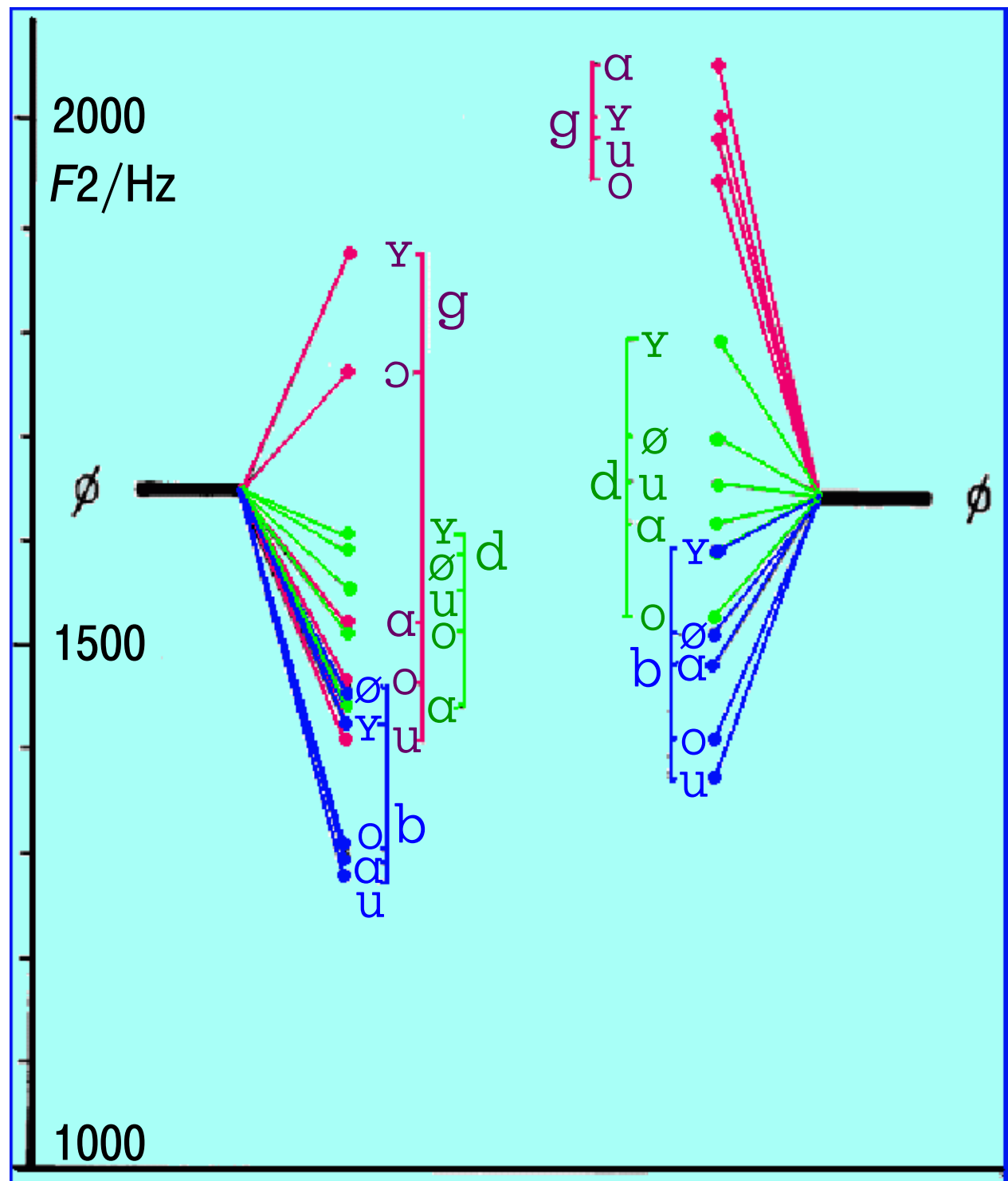
ÖHMAN (1966:162): Spektrogramme [g]



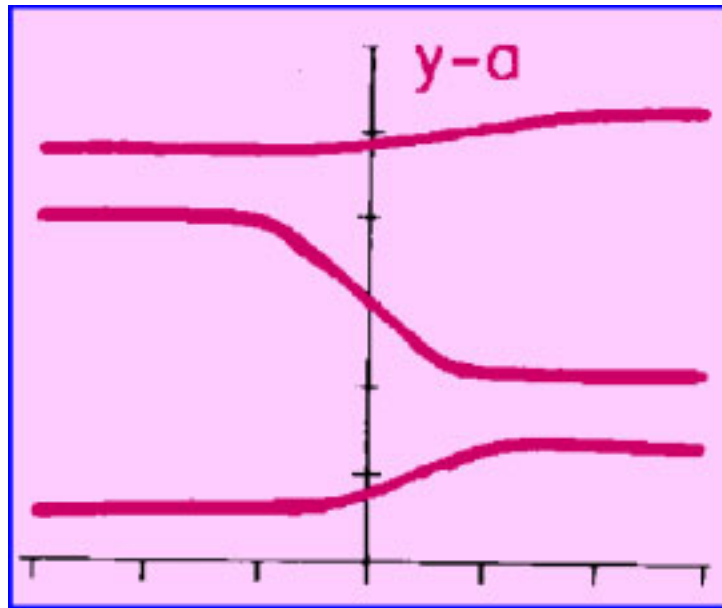
Formantloci für [ø] in Abhängigkeit vom jeweils anderen Vokal (ÖHMAN, 1966:158)

Die Loci sind eindeutig kontextabhängig.

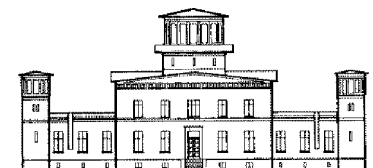
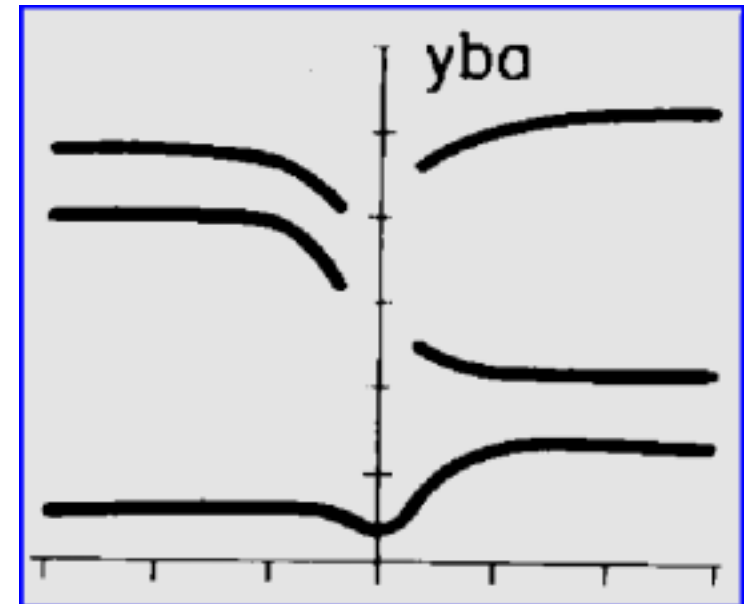
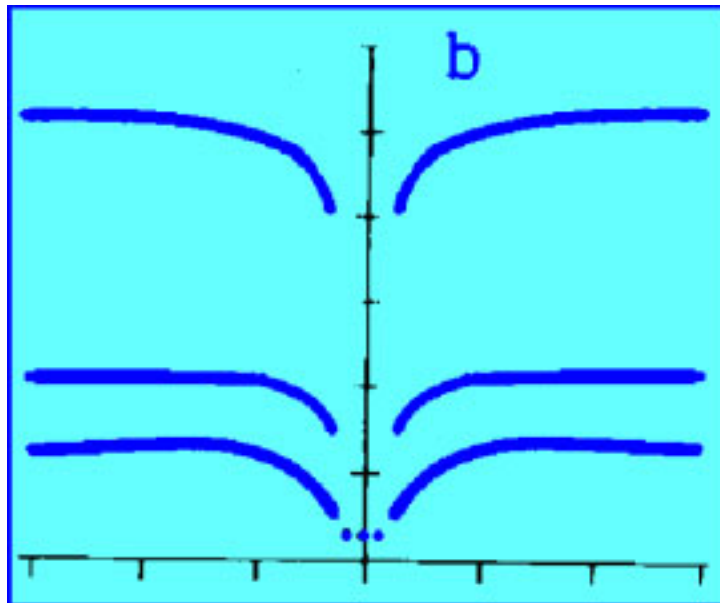
Die Locustheorie in ihrer starken Form (kontextunabhängiger Formantlocus für Konsonanten) ist damit experimentell widerlegt.



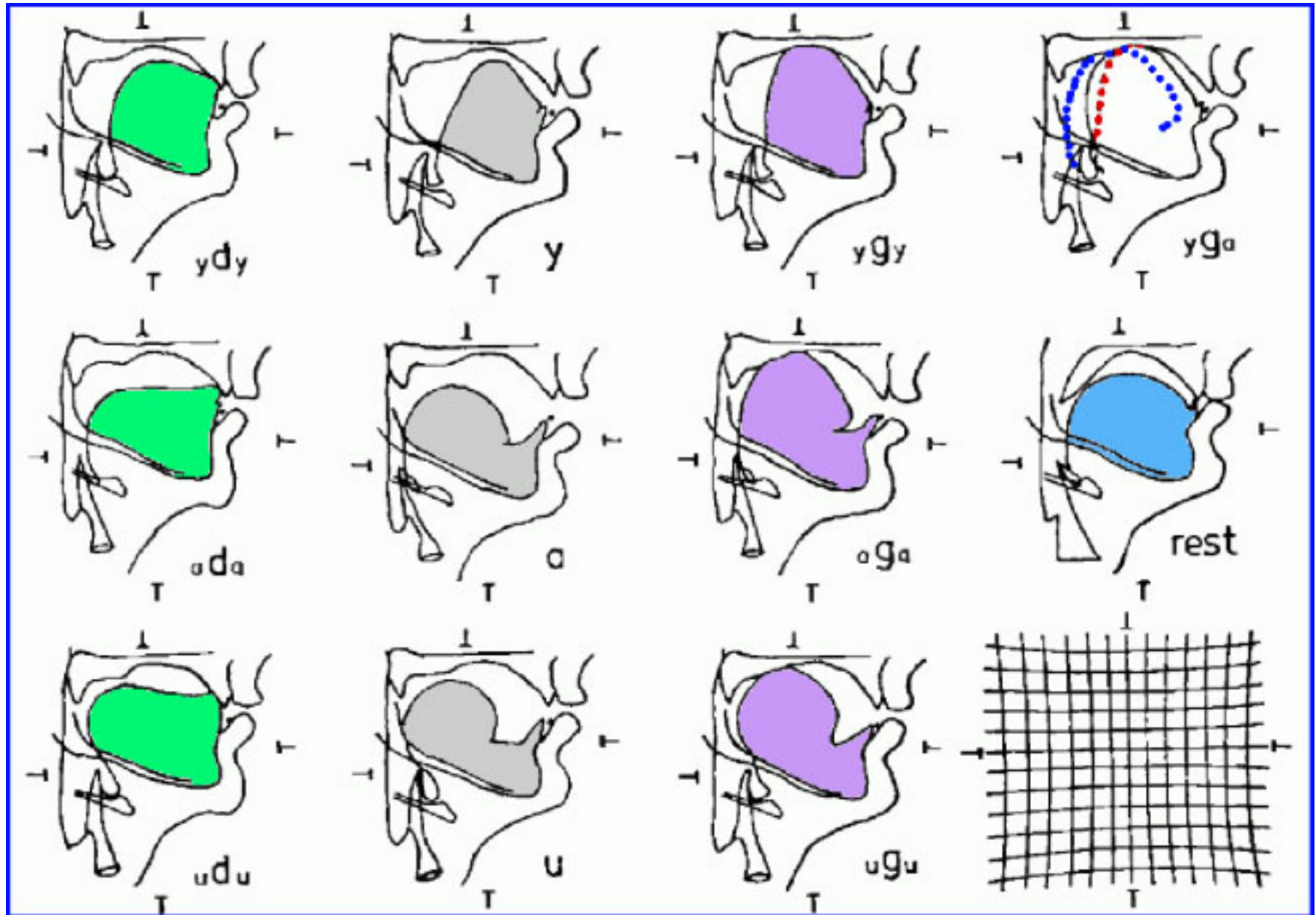
Die Artikulationsbewegungen für [y-α] und [b] überlappen sich zeitlich (nach ÖHMAN, 1966:160)



+

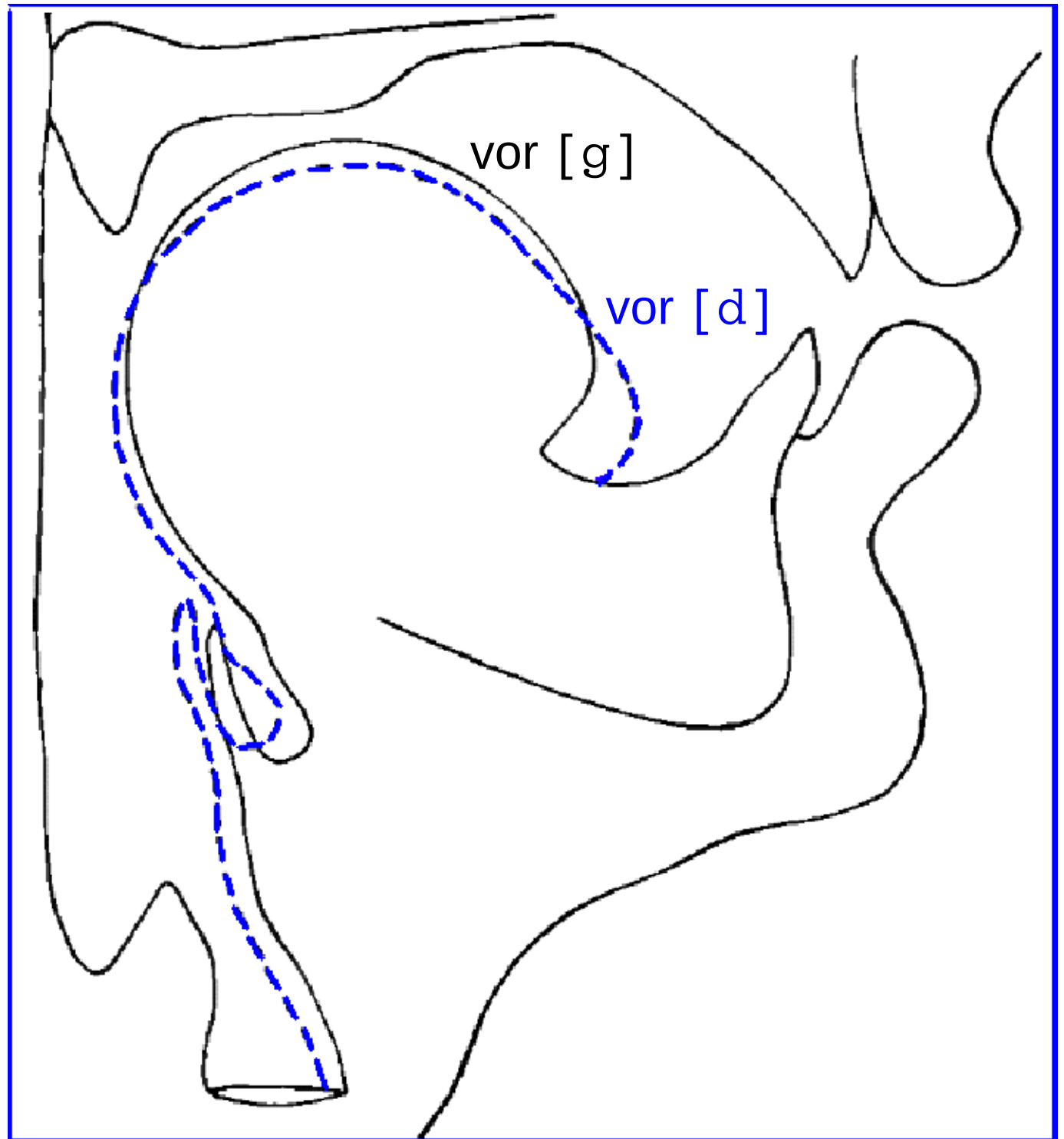


Die Röntgenaufnahmen zeigen die wechselseitige Abhängigkeit der Artikulation von Vokalen und Konsonant. (ÖHMAN, 1966:166)



Röntgenaufnahmen Vokal [u] (ÖHMAN, 1966:167)

Der Effekt der
antizipatorischen
Koartikulation des
Konsonanten ist
deutlich zu sehen.

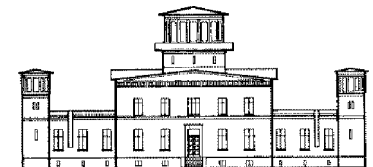


"Coarticulation is largely planned"

Koartikulation ist größtenteils vorgeplant - Koartikulation ist damit ein Teil der globalen Artikulationsplanung.

Um diese Hypothese zu testen, bedient sich Whalen in zwei Experimenten des folgenden experimentellen Paradigmas:

- Man bringe die temporale Planung der Artikulation gezielt durcheinander, indem ein Teil der auszusprechenden Lautfolge verzögert bekannt gegeben wird.
- Wenn sich die Koartikulationseffekte dann ändern, ist die Koartikulation sicher vorgeplant.
- Wenn sich Koartikulationseffekte nicht ändern, kann man nicht mehr sicher von einer Vorplanung ausgehen [aber auch nicht sagen, dass die Effekte *nicht* vorgeplant sind].



WHALEN (1990)

Experimenteller Aufbau [1]

Zu äußern ist einer der 4 Stimuli [abu], [abi], [apu], [api]

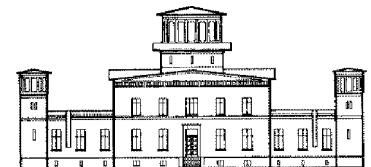
Der Proband sieht auf dem Bildschirm

[aK?] oder [a?V]

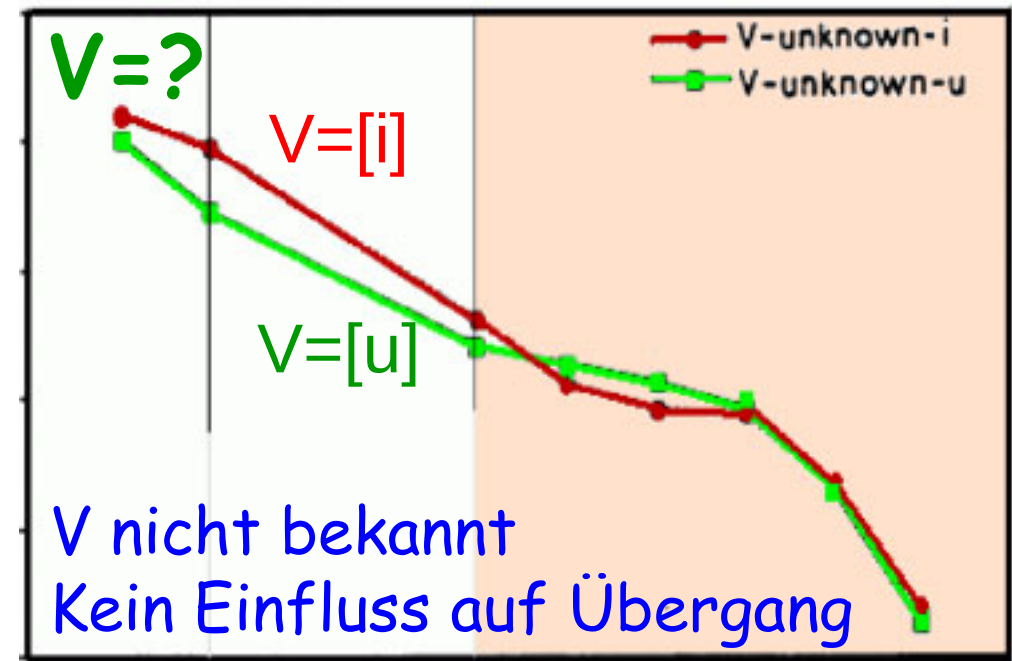
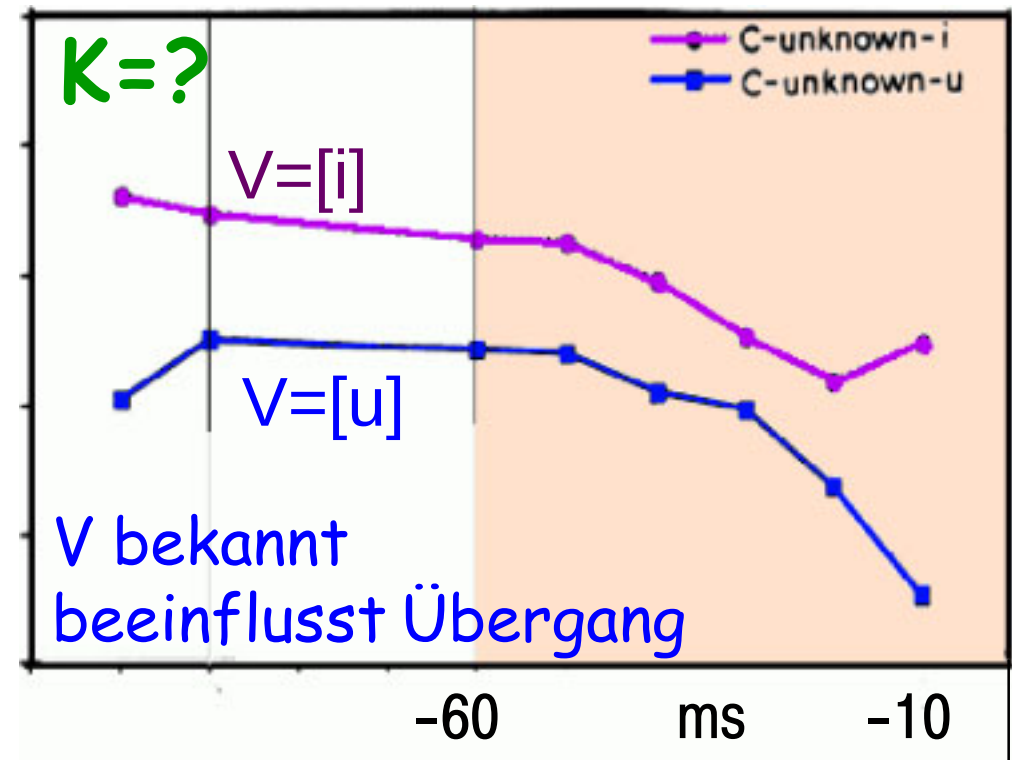
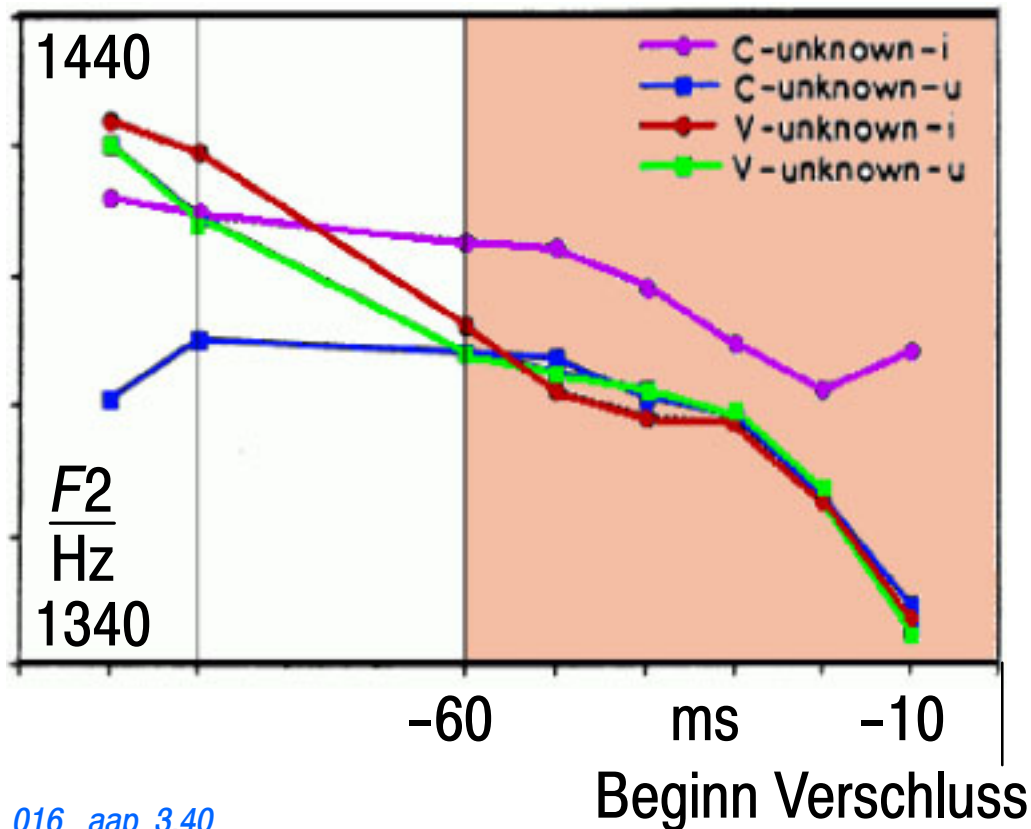
wobei V für [u] oder [i], K für [b] oder [p] steht. Die fehlende Information erscheint, sobald der Proband zu sprechen beginnt.

Nach Öhman (1966) sind folgende Koartikulationseffekte zu erwarten:

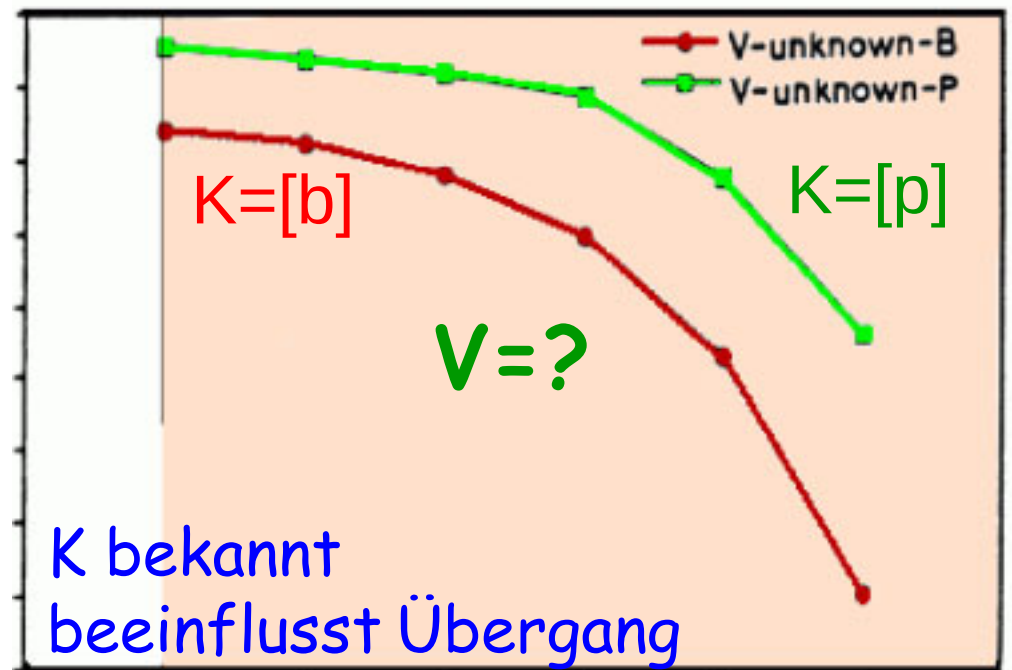
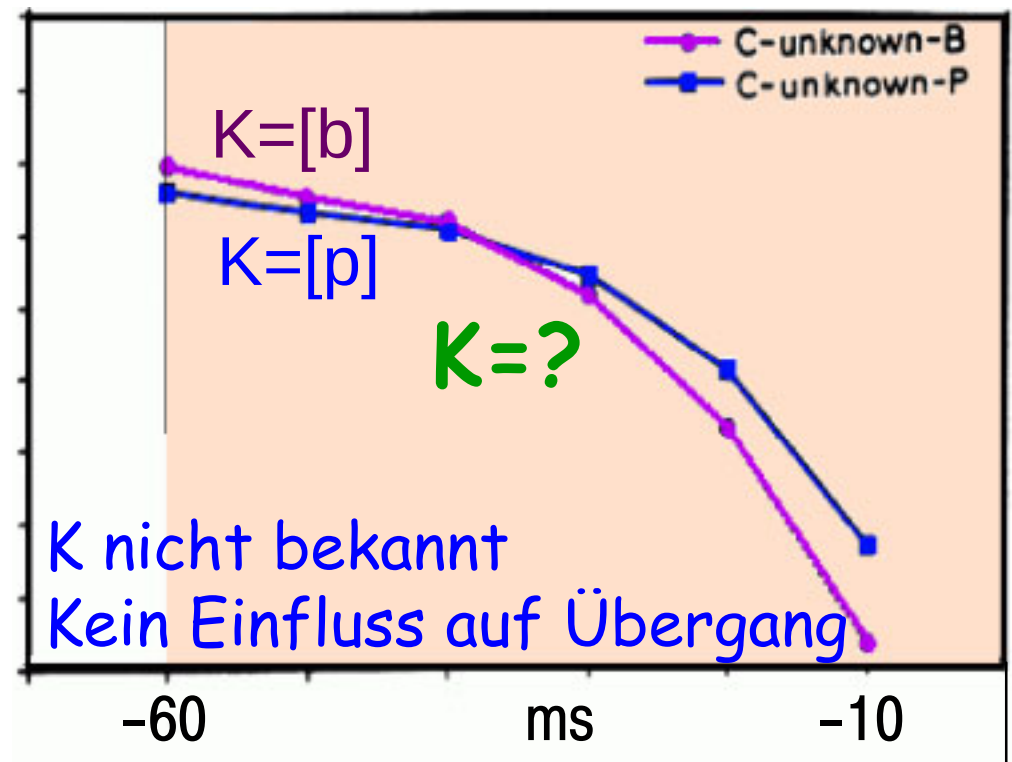
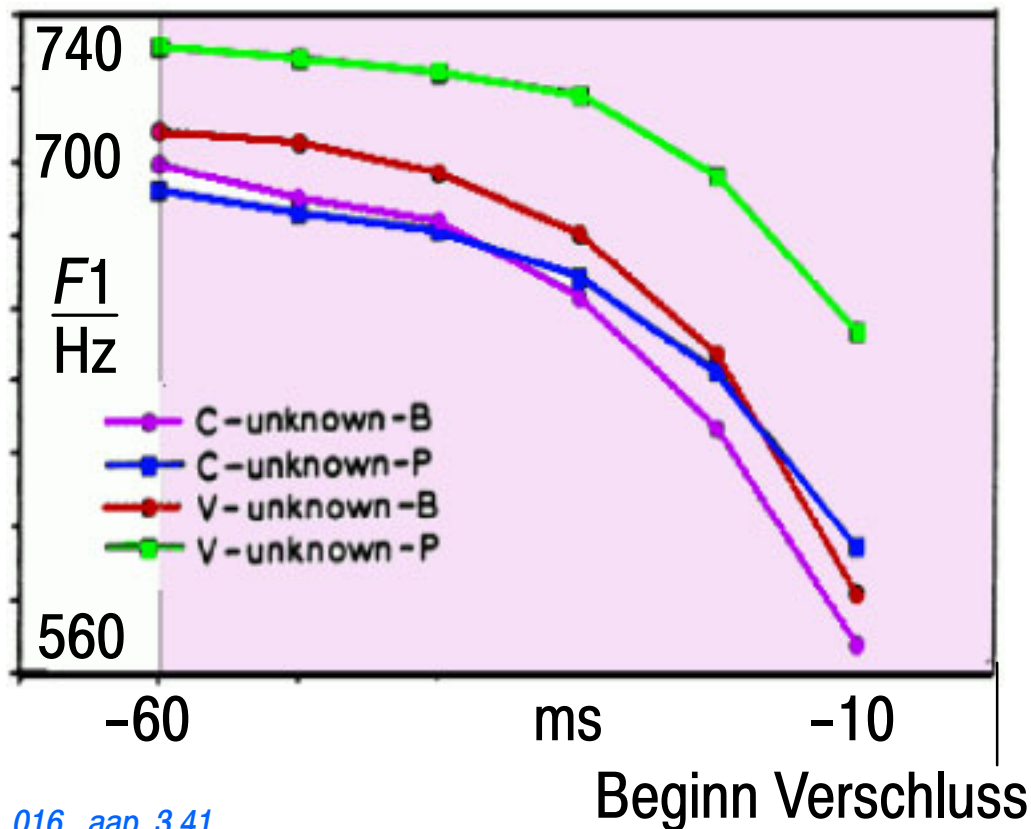
- Einfluss des zweiten Vokals auf [a]
- verlängerte Vokaldauer von [a] vor [b]
- verlängerte Verschlussdauer bei [p]
- stärkerer Abfall von $F1$ für [ab–] im Vergleich zu [ap–]
- kurzzeitig erhöhte Grundfrequenz beim Übergang [a-p]



WHALEN (1990:7) Verlauf F_2 für [a-K-V] abhängig von V



WHALEN (1990:10) Verlauf F_1 für [a-K-V] abhängig von K



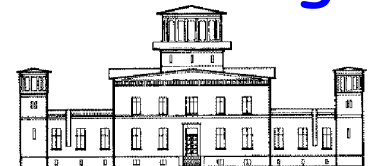
Bei verzögerter Ergänzung des Konsonanten [K=?]

- Stark vergrößerte Dauer von [a]
- Wegfall der Dauerunterschiede von [a] vor [p] und [b]
- kaum signifikante Unterschiede in der Dauer der Verschlusspause für [b] und [p]
- Einfluss des zweiten Vokals [i] bzw. [u] auf [a] bleibt erhalten
- der für [p] charakteristische F_0 -Verlauf beim Übergang zum 2. Vokal bleibt erhalten

Bei verzögerter Ergänzung des zweiten Vokals [V=?]

- Einfluss des 2. Vokals auf die Verschlussphase des [a] fällt weg
- die mit dem Verschlusslaut zu verbindenden Koartikulationseffekte bleiben erhalten

Generell: Die mit dem gestört dargebotenen Laut zu verbindenden *antizipatorischen* Koartikulationseffekte fallen weg; die persistenten und alle anderen bleiben erhalten.



WHALEN (1990)

Experimenteller Aufbau [2]

Zu äußern ist einer der Stimuli [əbiba], [əbipa], [əbuba], [əbupa]

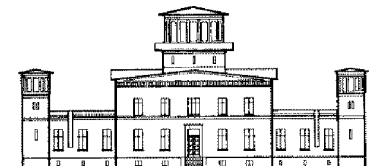
Der Proband sieht auf dem Bildschirm

[əb?Ka] oder [əbV?a]

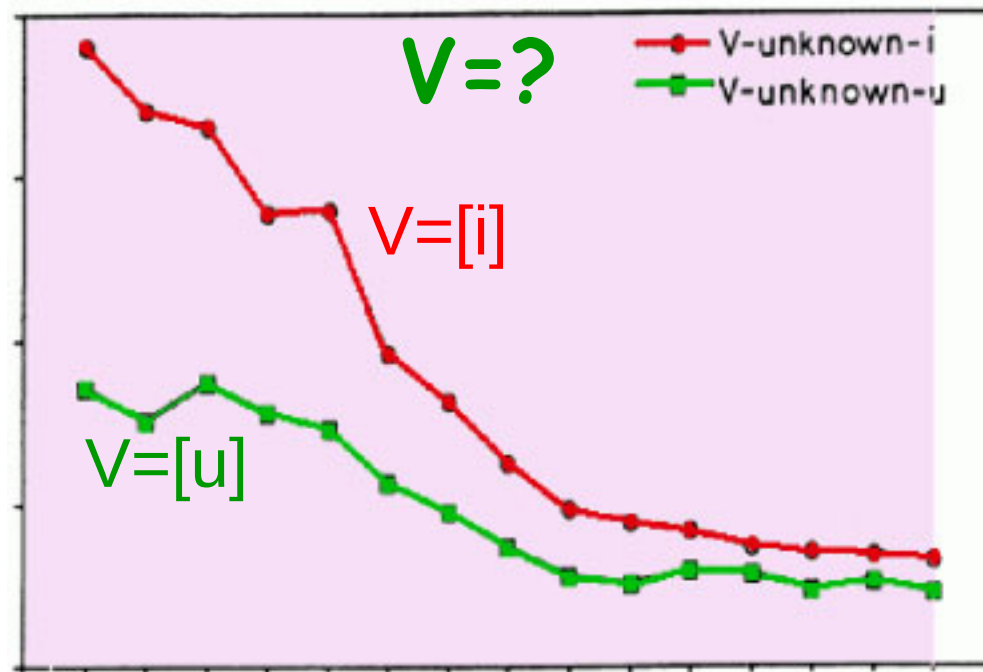
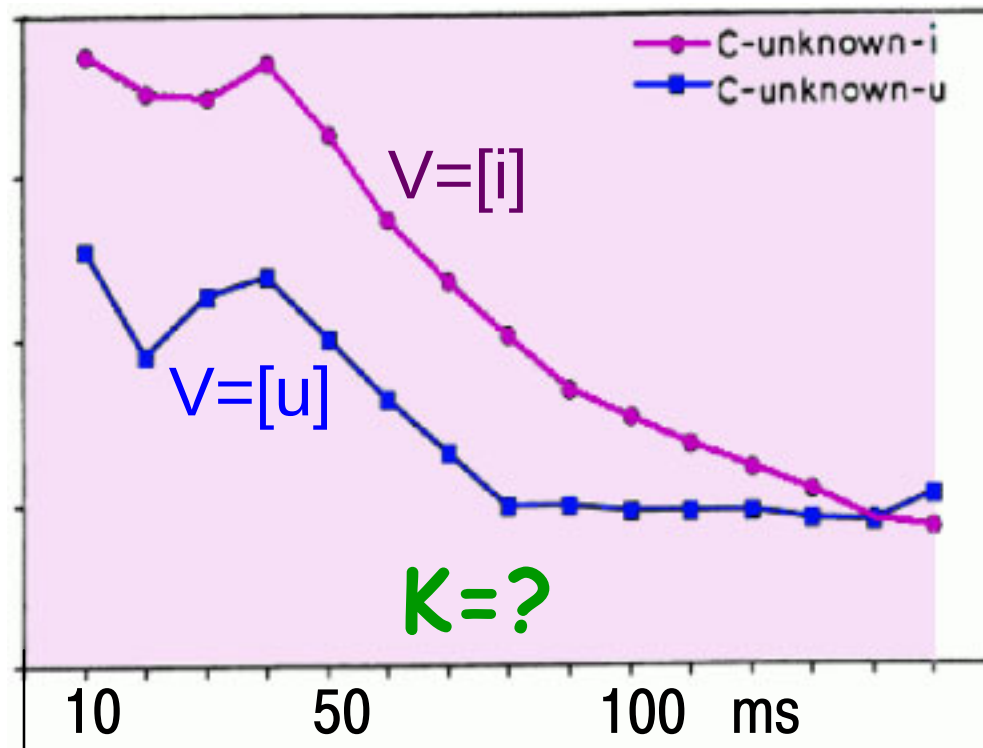
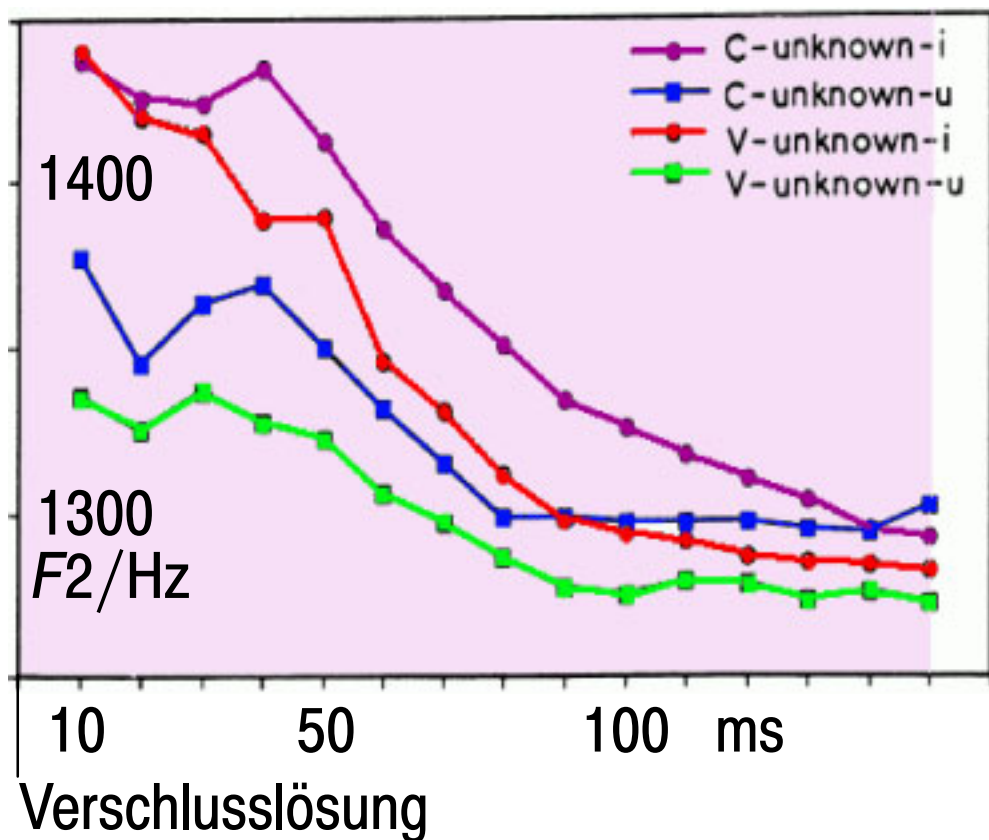
wobei V für [u] oder [i], K für [b] oder [p] steht. Die fehlende Information erscheint, sobald der Proband zu sprechen beginnt.

Nach ÖHMAN (1966) sind folgende Koartikulationseffekte zu erwarten:

- antizipatorische Einflüsse des Konsonanten auf den vorausgehenden Vokal (wie im ersten Experiment)
- koartikulatorischer Einfluss des [i] bzw. [u] auf das [a] der 3. Silbe (persistenter Effekt)



WHALEN (1990:21)
Verlauf F_2 für $[\text{əbVK}\alpha]$
 Übergang zu $[a]$
 (persistenter Effekt)



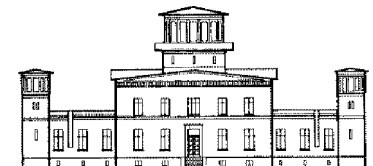
WHALEN (1990): Beobachtungen Experiment 2

In allen Fällen:

- Experiment 1 wird insoweit bestätigt, als die antizipatorischen Koartikulationseffekte wegfallen, die mit dem verzögert mitgeteilten Laut verbunden sind (K oder V).
- Die persistenten Koartikulationseffekte bleiben stets erhalten, auch wenn sie den verzögert mitgeteilten Laut betreffen.

Die Frage, ob persistente Koartikulationseffekte geplant sind oder nicht, bleibt offen.

- Sind die Effekte der persistenten Koartikulation auf Trägheit der Artikulatoren zurückzuführen, also nicht geplant? Oder ...
- Ist die Planung so schnell, dass genügend Zeit bleibt, wenn der Effekt *in Zeitrichtung* geht?

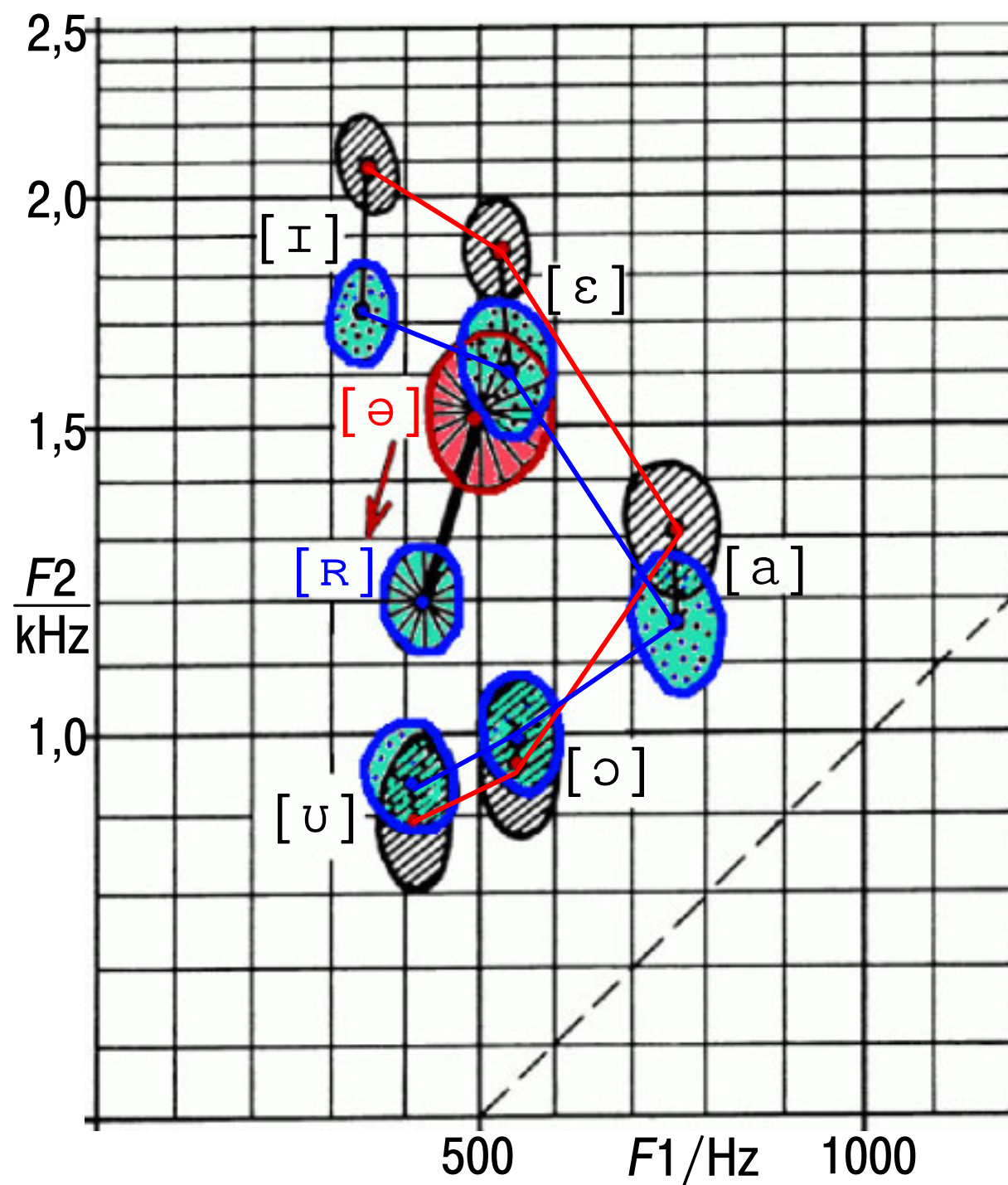


Koartikulatorischer Einfluss des [R] (HESS, 1976)

Der Konsonant verschiebt temporär den Zentralpunkt der Artikulation aus der Position des *schwa* hinaus.

Dies beeinflusst besonders die Vorderzungenvokale. Kurze Vokale werden stärker beeinflusst als lange.

Der Effekt wirkt antizipatorisch und persistent.



3.1 Konsonanten in "ungestörter" Umgebung

3.2 Koartikulation

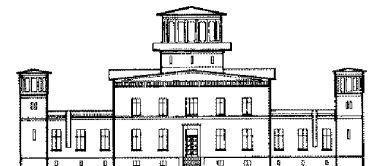
3.2.1 MENZERATH/DE LACERDA (1933): Grundlegende Experimente

3.2.2 Koartikulation, Ökonomie, Synchronie

3.2.3 Ausgewählte Experimente

3.2.4 Erscheinungsformen und Beispiele

3.3 Reduktion und "Undershoot"



Mit den Artikulatoren verbundene Koartikulationseffekte

Glottis

- Verzögerter Stimmeinsatz (Voice Onset Time), Entstimmung, Lenisierung

Velum

- Nasalisierung der Umgebung, besonders bei vorangehenden Vokalen

Zungenrücken

- Velarisierung, Palatalisierung, Pharyngalisierung

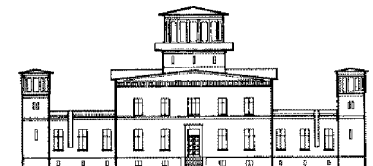
Zungenspitze

- [Koartikulation wirkt eher hindernd auf apikale Artikulationsgesten.]

Lippen

- Lippenrundung und -entrundung; Labialisierung

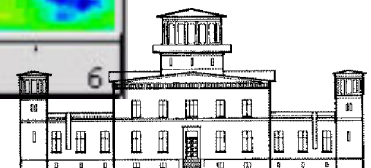
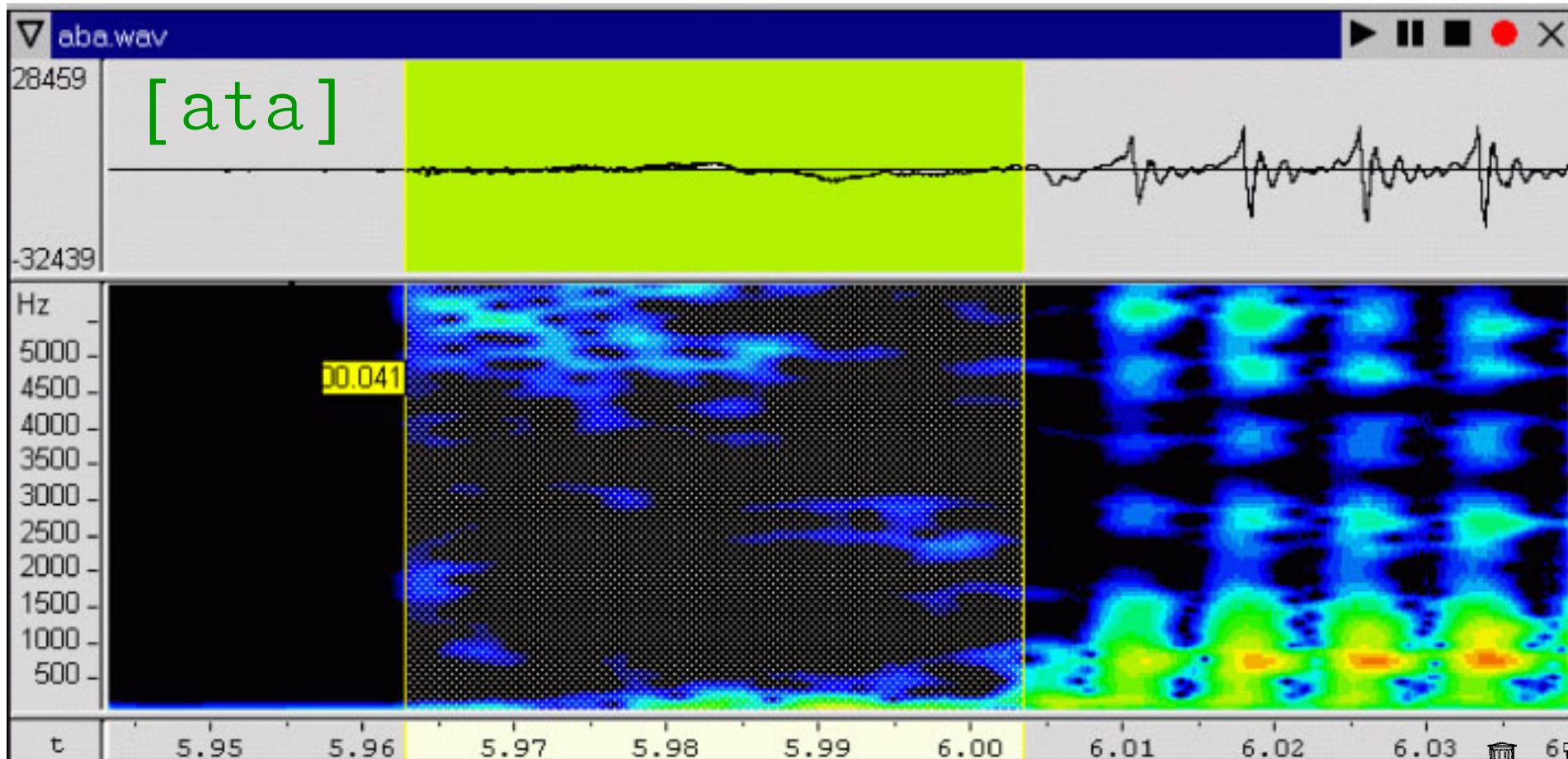
Produziert einer der drei Artikulatoren *Lippen*, *Zungenspitze*, *Zungenrücken* einen Verschluss oder eine Engstelle, so sind die anderen beiden in der Regel frei.



Voice Onset Time (VOT)

VOT ist definiert als die Zeit von der Verschlusslösung bis zum Wiedereinsatz der Stimme.

VOT nimmt negative Werte an, wenn die Stimmbandschwingung vor der Verschlusslösung einsetzt.

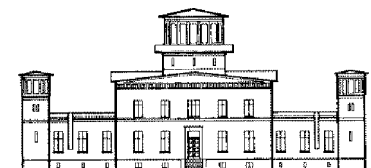


VOT ist für stimmlose (fortis) Plosive wesentlich größer als für stimmhafte (lenis).

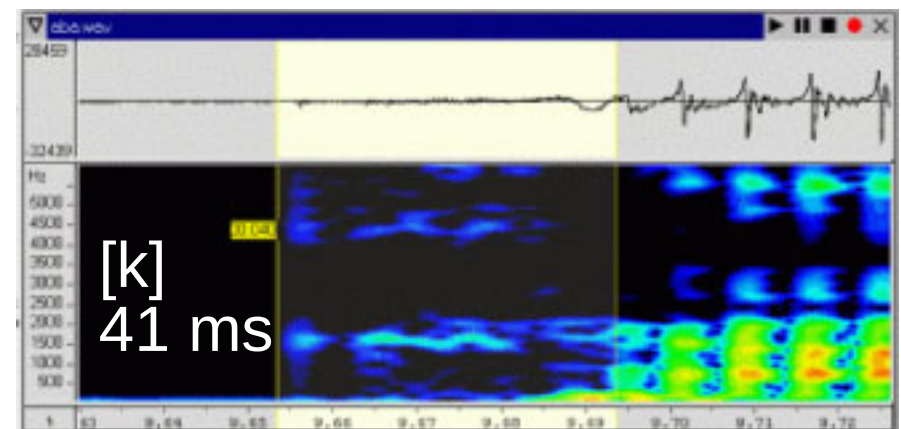
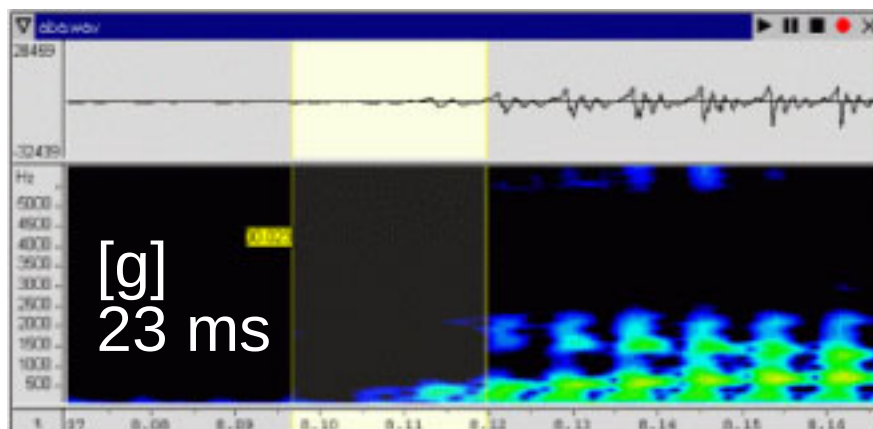
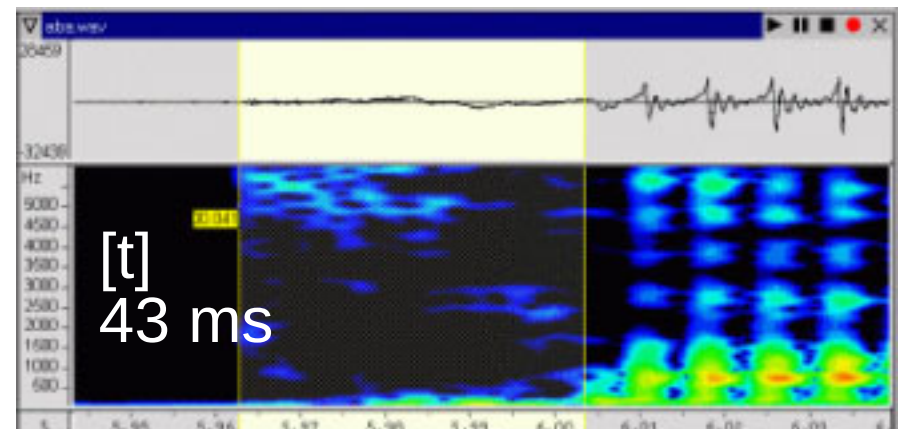
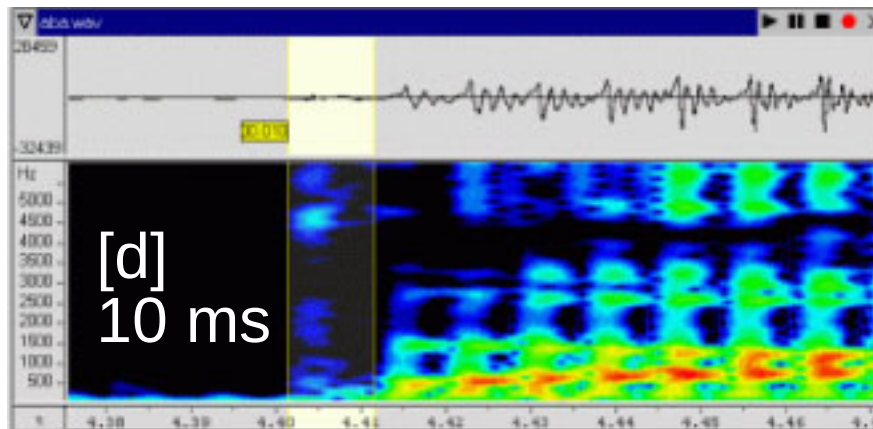
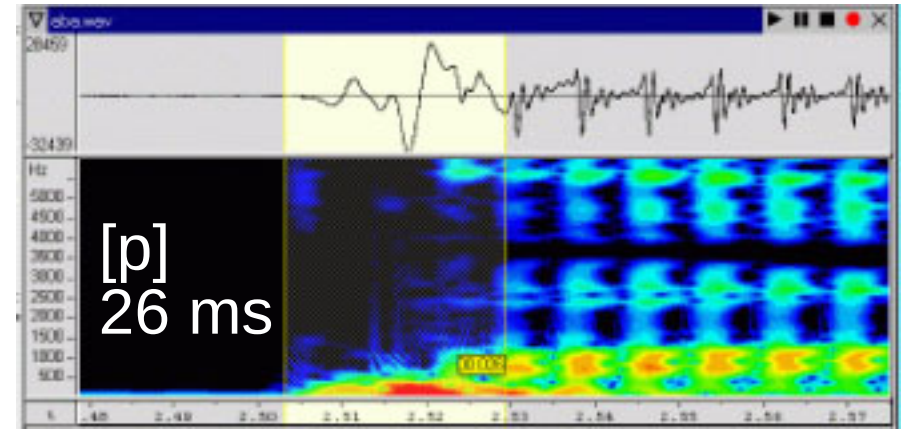
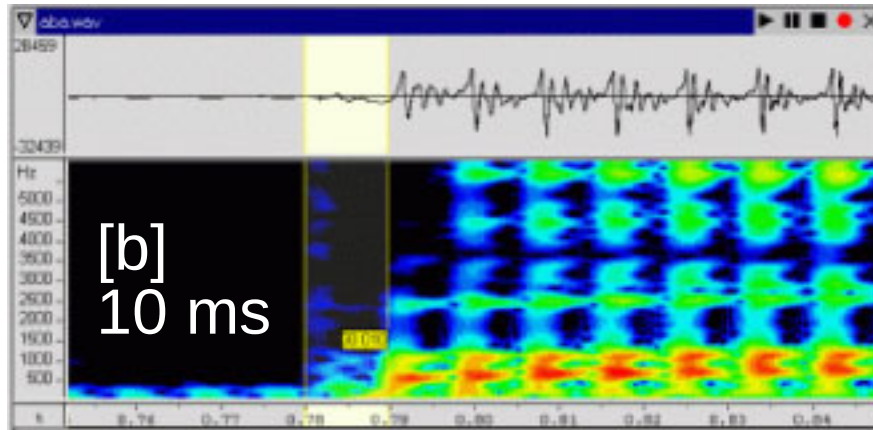
- Ursache: Bei stimmlosem Plosiven öffnet sich während der Verschlussphase die Glottis, um sich nach der Verschlusslösung wieder zu schließen → **persistenter Koartikulationseffekt**

VOT ist für velare Plosive größer als für labiale.

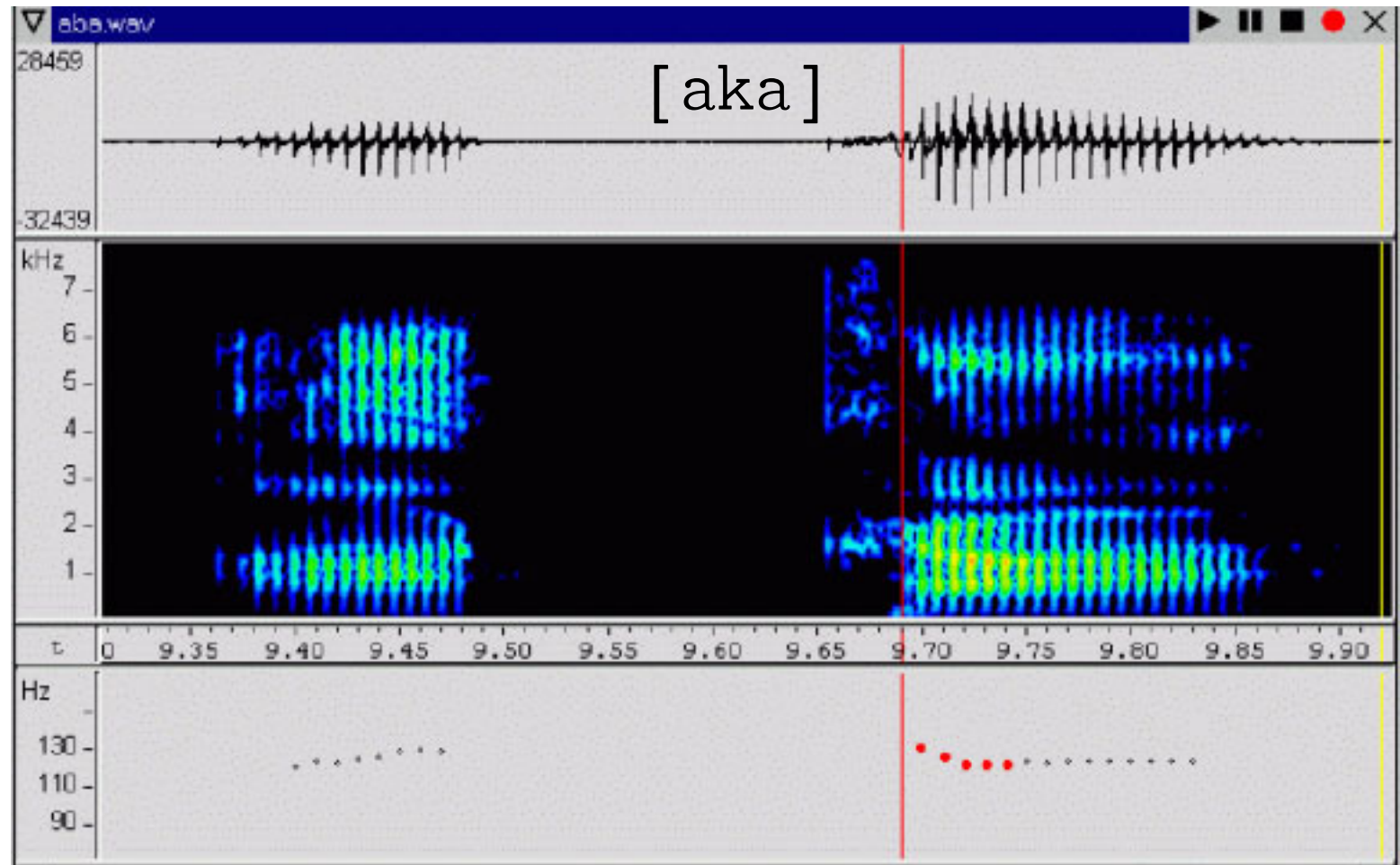
- Ursache: Der Zungenrücken ist als Artikulator langsamer als die Lippen.



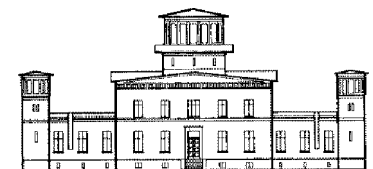
Koartikulationseffekte mit VOT



Koartikulationsbedingte Schwankungen der Grundfrequenz



Vor und nach Plosiven kann die Grundfrequenz um bis zu 10% schwanken ["Mikroprosodie"]. Ursache: Veränderte Druckverhältnisse im Vokaltrakt durch Verschlussbildung



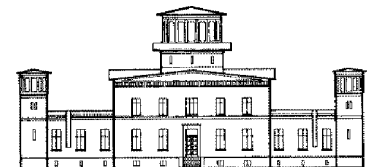
Artikulatorische und akustische Phonetik

3. Dynamische Aspekte

3.1 Konsonanten in "ungestörter" Umgebung

3.2 Koartikulation

3.3 Reduktion und "Undershoot"



Wird die Dauer eines Lautes verringert, so kommt es dazu, dass einzelne Artikulationsgesten nur noch teilweise ausgeführt werden oder sogar ganz unterbleiben.

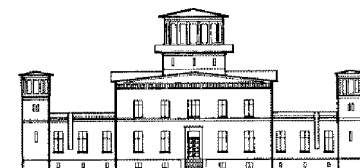
Dieses Phänomen bezeichnen wir als **Reduktion**.

Jede Reduktion dient zuerst der Beschleunigung des Redeflusses ohne Erhöhung des Artikulationsaufwandes.

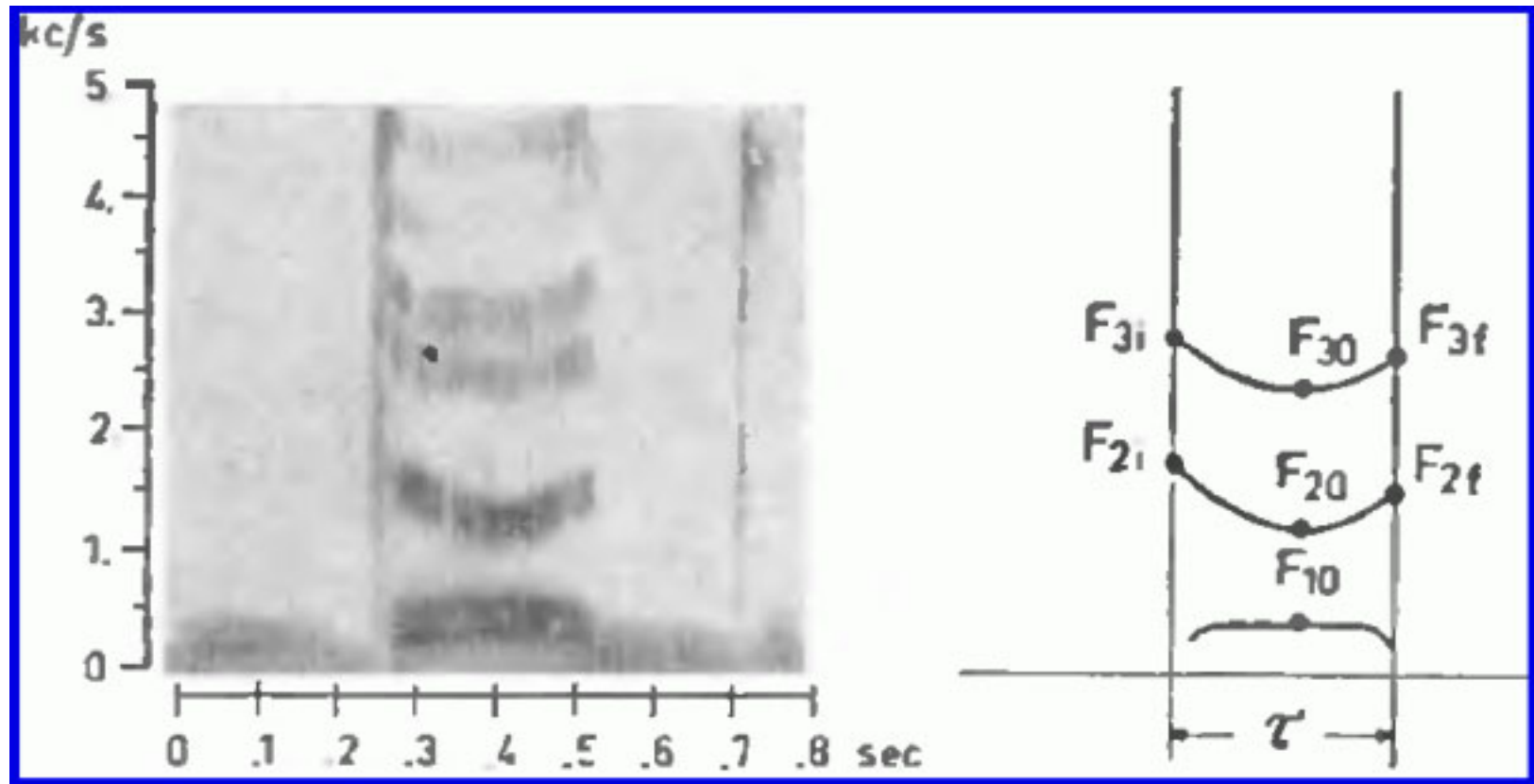
Ursache der Reduktion ist damit stets eine **Verringerung der Lautdauer**, und die Dauer ist auch die erste akustische Größe, die reduziert wird. Alles andere folgt daraus.

Reduziert sind vor allem unbetonte und - im Kontext - deakzentuierte Silben und Wörter, vor allem Funktionswörter.

Reduktion kann kategoriale Lautveränderungen zur Folge haben!

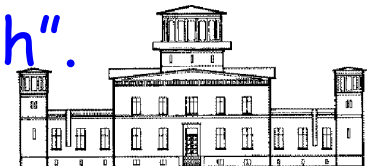


Klassische Studie von LINDBLOM (1963)



Ein Sprecher wird durch den Aufbau des Experimentes dazu gebracht, gewisse Lautfolgen mit verschiedenen Geschwindigkeiten auszusprechen (hier die Lautfolge [dud]).

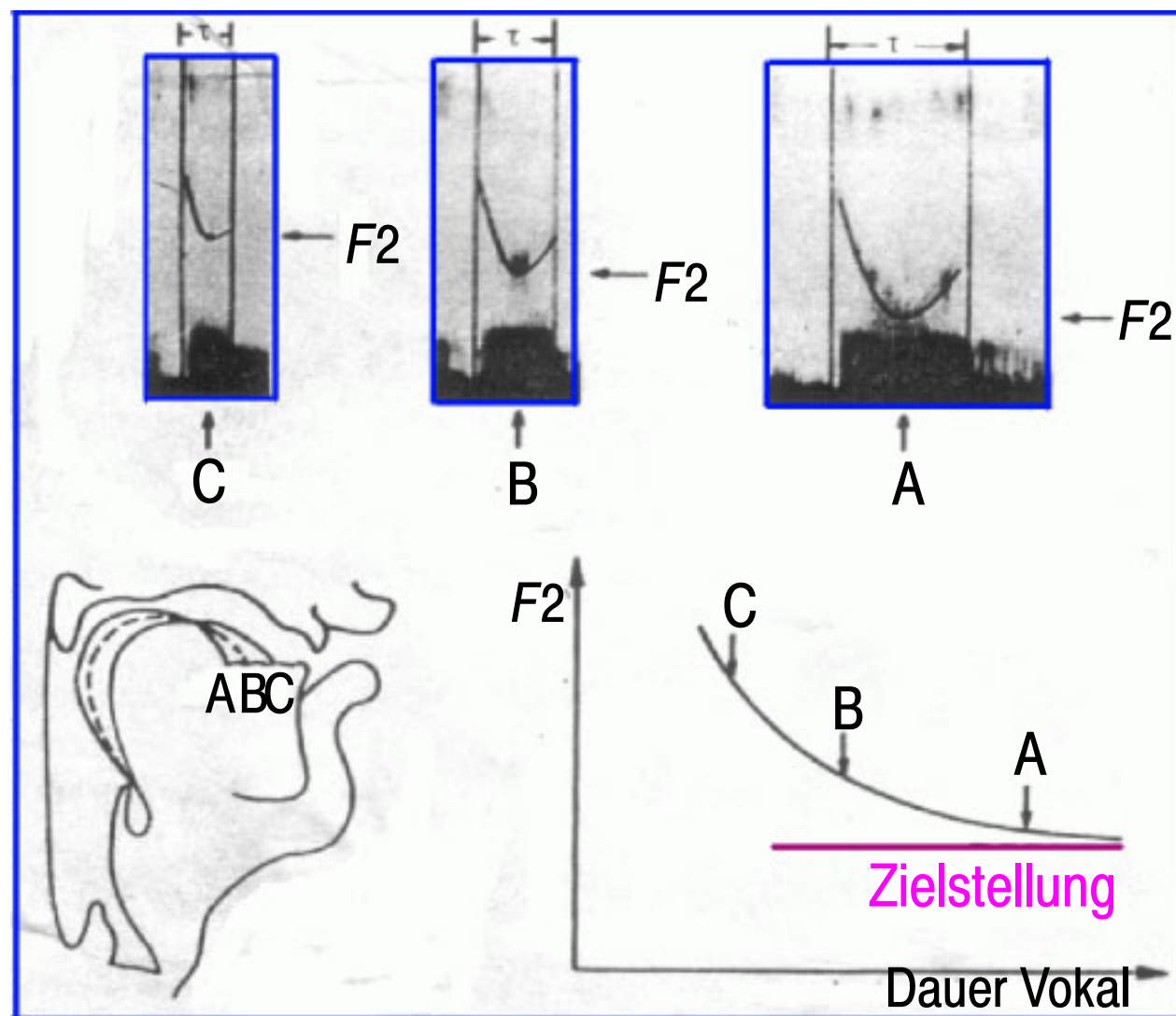
Je schneller die Lautfolge ausgesprochen wird, um so stärker wird der Vokal reduziert. Die Konsonanten sind viel weniger "elastisch".



Die Verschlussgeste des Konsonanten ist notwendig und muss ausgeführt werden.

Die artikulatorische Zielstellung des [ʊ] ist ziemlich weit von der des [ɔ] entfernt.

Damit wird die artikulatorische Zielstellung des [ʊ] mit steigender Geschwindigkeit mehr und mehr verfehlt.



Diesen Effekt nennt Lindblom *target undershoot*. Er ist für reduzierte Vokale charakteristisch.

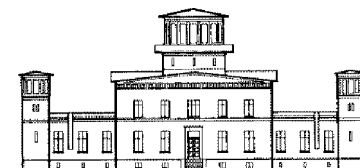


Zentralisierung: vor allem bei Vokalen Bewegung aller Formanten auf den neutralen Vokal zu. Beispiel: $[i] \rightarrow [ɪ] \rightarrow [ə]$.

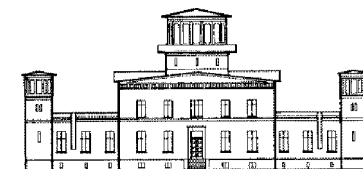
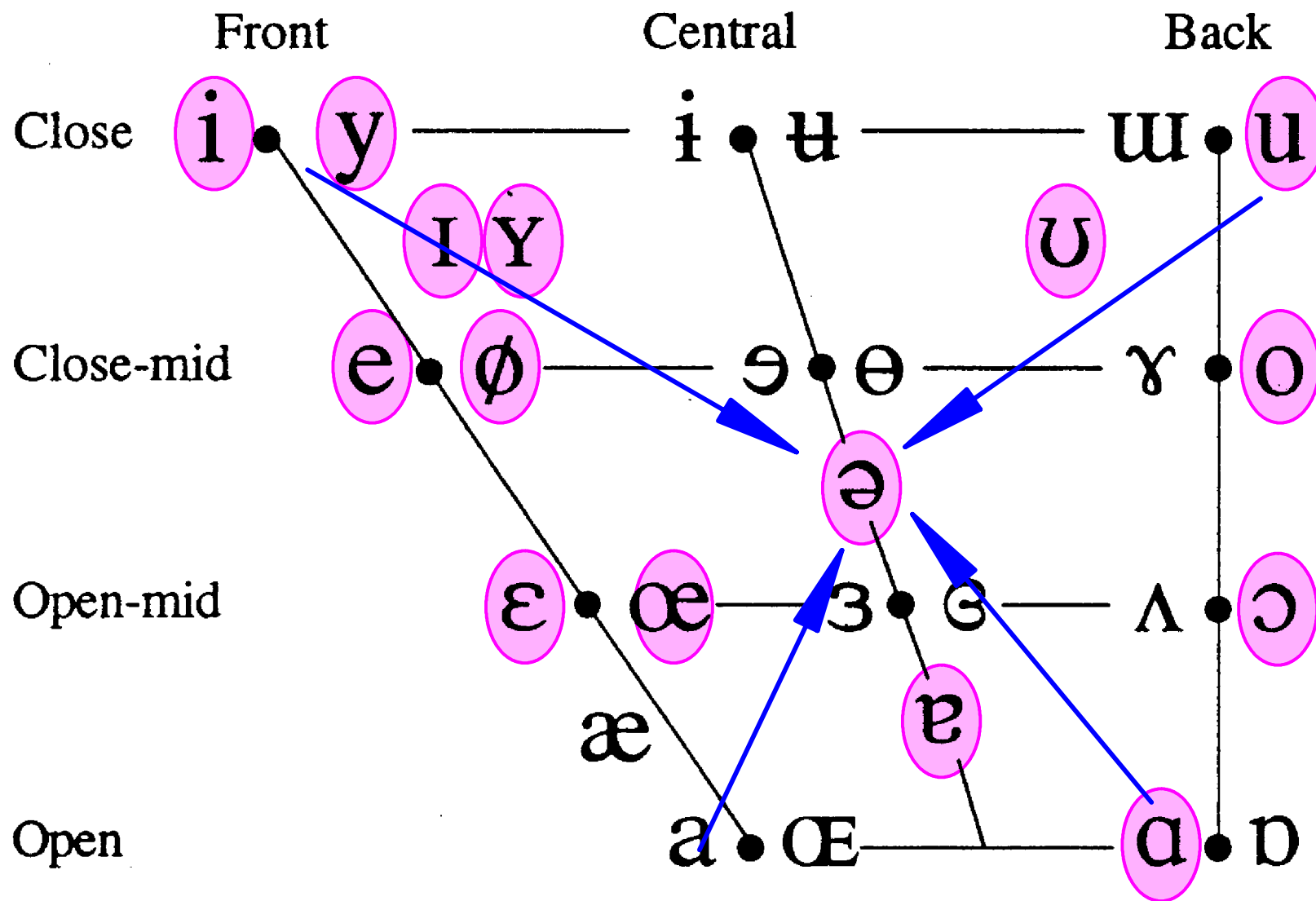
Lenisierung ("Erweichung"):

- Entwicklung stimmhafter Plosive in intervokalischer Stellung zu stimmhaften Frikativen oder Approximanten. Beispiel: $[va:gən] \rightarrow [va:ɣən]$
- Entwicklung stimmloser Plosive vor Vokalen zu stimmhaften Plosiven. Beispiel: $[pa] \rightarrow [ba]$

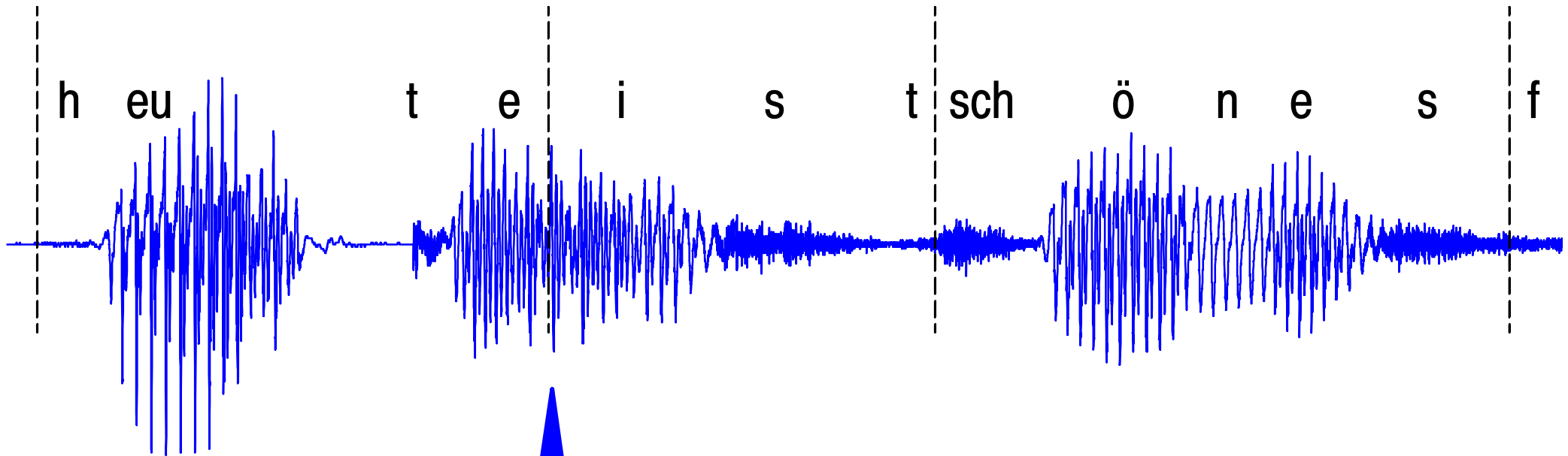
Realisierung eines "halben" Glottalverschlusses - ergibt eine **Laryngalisierung**



Beispiel für Reduktion: Zentralisierung von Vokalen



Beispiel für Reduktion: Laryngalisierung statt Glottalverschluss



Die Glottis wird verengt, aber nicht komplett geschlossen. Die Stimmbänder schwingen - wenn auch gestört und aperiodisch - weiter.

