

Vokal-Reduktion und Formant-Undershoot

Jonathan Harrington

1. Definitionen und Beispiele
2. Lindbloms Dauer-Modell
3. Lindblom H&H Modell und die Wahrscheinlichkeit
4. Vokal-Reduktion und die Betonung
5. Messungen von Formant-Undershoot

1. Vokal-Reduzierung und Formant-Undershoot

Phonologische (lexikalische) Reduzierung

Kategorial und obligatorisch

Canada /kanə^ədə/

Canadian /kənə^ɪdiən/

Phonetische Reduzierung

Kontinuierlich, fakultativ

- Zentralisierung

Erster Vokal in engl. 'fantastic' [a]...[ə] ...[fntastɪk]

belegen: [e]...[ə]...[blegɪŋ]

- Koartikulations-bedingt

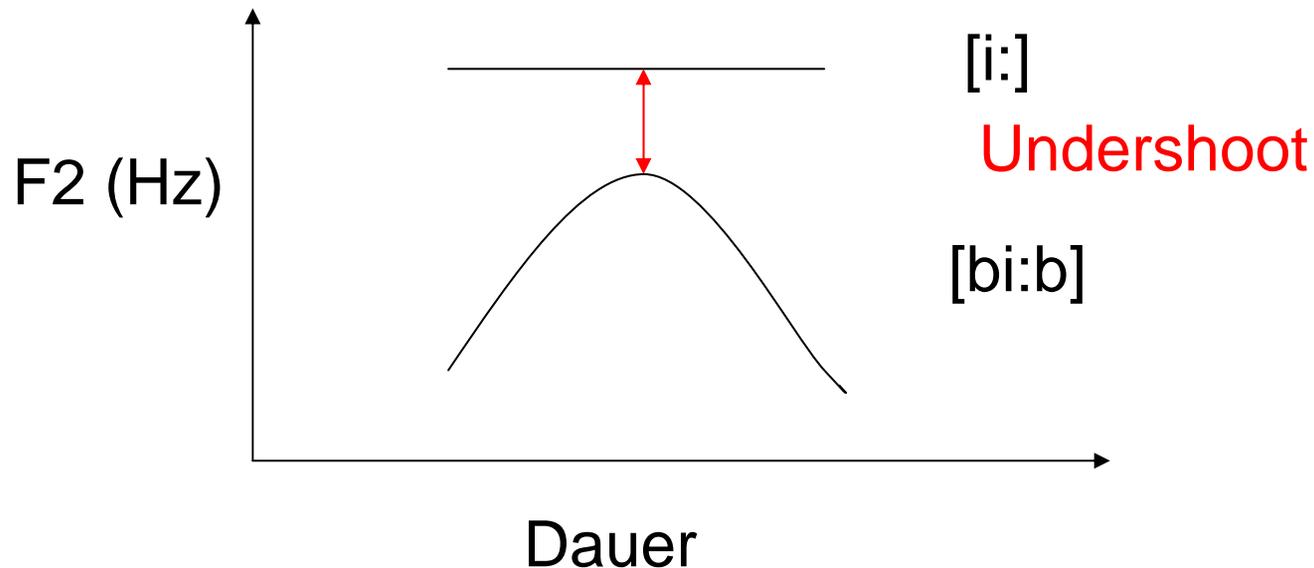
Engl. 'will': [ɪ]...[ʊ]

Formant- oder Target-undershoot

Phonetische Reduktion hat **Formant-** oder **Targetundershoot** zur Folge.

Target: Ein Sprecher plant pro Segment ein gewisses Ziel (artikulatorisch oder akustisch) zu erzeugen.

Undershoot: das Ziel wird nicht erreicht.



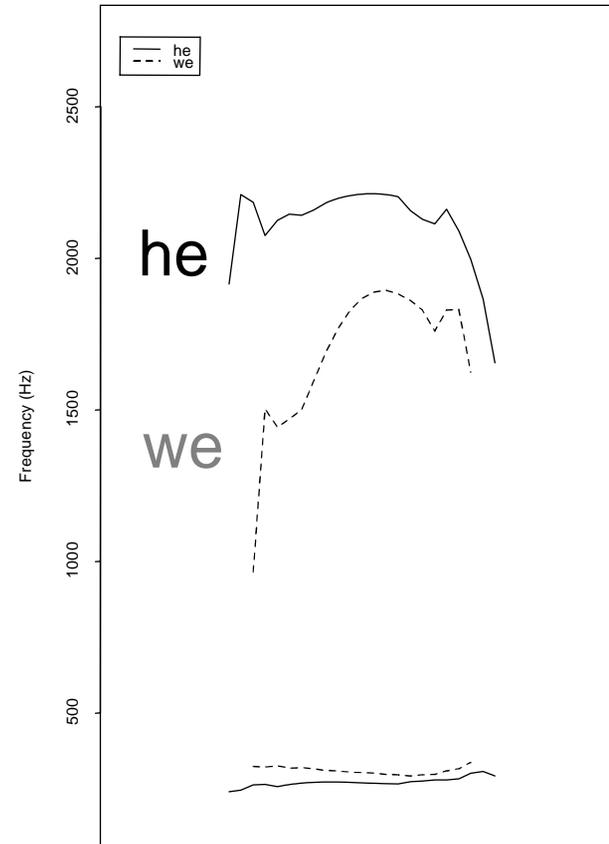
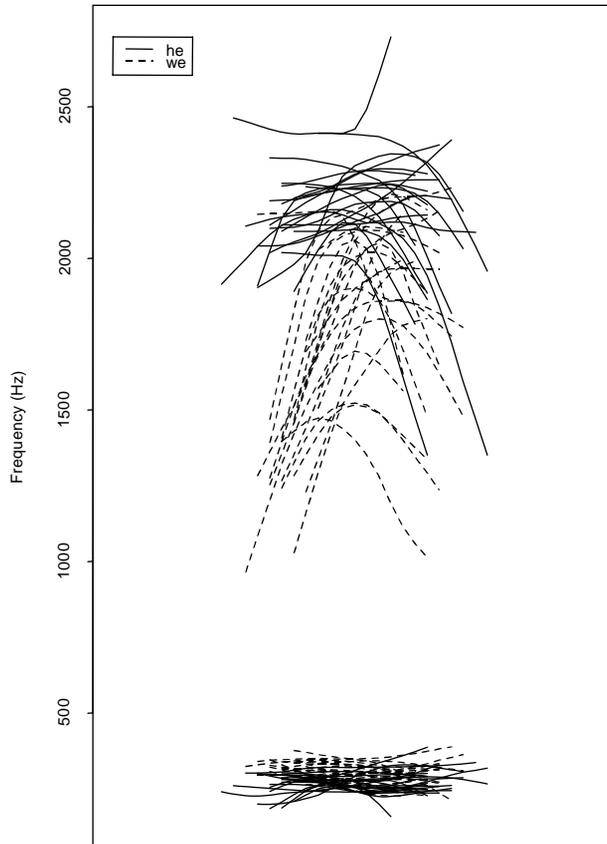
Formant-Undershoot (Beispiele)

'he' und 'we'

Alle Konturen

Durchschnitt

Frequenz
F2
F1

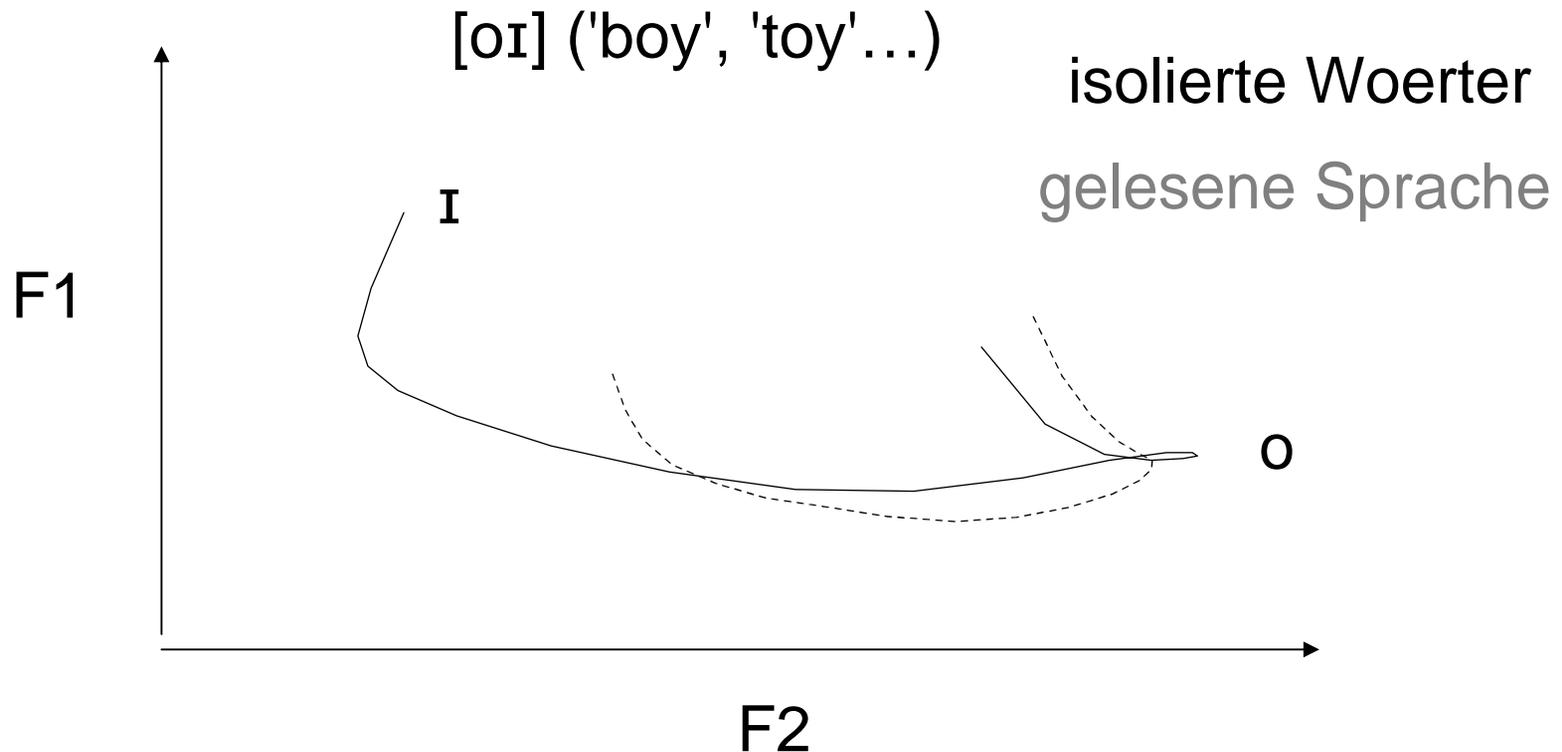


Dauer

(Harrington & Cassidy, 1999)

Formant-Undershoot (Beispiele)

[oɪ] Diphthong (englisch) im F1 x F2 Raum



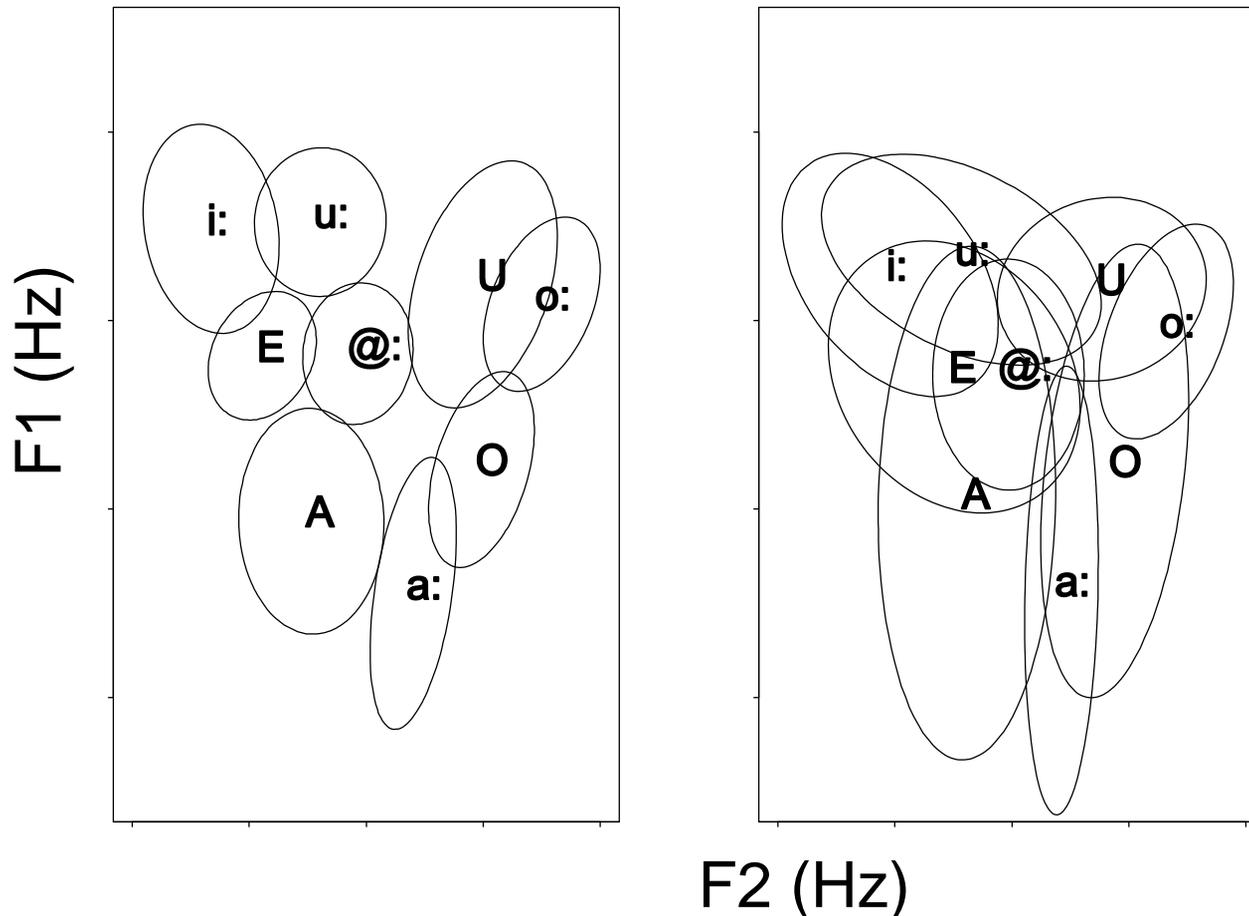
(Harrington & Cassidy, 1999)

Formant-Undershoot (Beispiele)

Monophthonge (australisch Englisch)

Isolierte Wörter

Gelesene Sätze



2. Erstes Modell der Vokal-Reduktion (Lindblom, 1963)

Die Ausmaß des Formant-Undershoots ist aus der Vokaldauer ableitbar.

2. Erstes Modell der Vokal-Reduktion (Lindblom, 1963)

1. Die **Kraft** mit der die Vokalorganen in Bewegung gesetzt werden bleibt konstant.

Artikulatorische Kraft ist ca. im Verhältnis zur **artikulatorischen Geschwindigkeit** (ca. im Verhältnis zur artikulatorischen Mühe) – eine schnellere Kieferbewegung erfordert mehr Kraft/Mühe.

2. Davon ist die Segmentdauer **unabhängig**

3. Bei einem schnelleren Sprechtempo oder bei weniger Betonung wird die Vokaldauer kürzer.

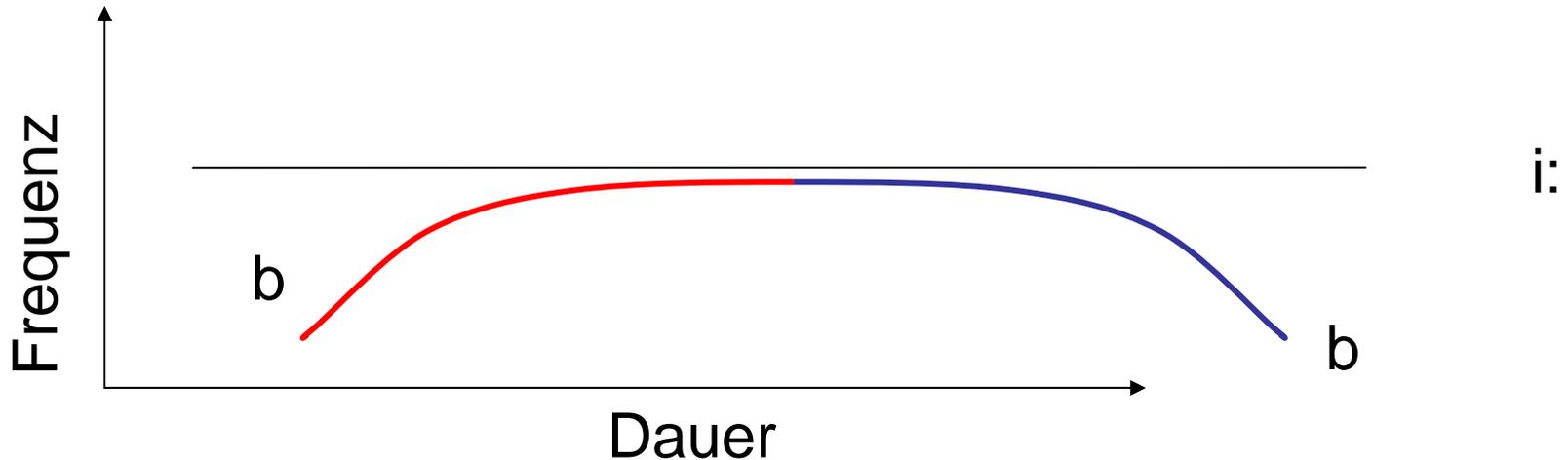
4. Eine kürzere Dauer + gleiche Kraft muss notwendigerweise Formant-Undershoot zur Folge haben.

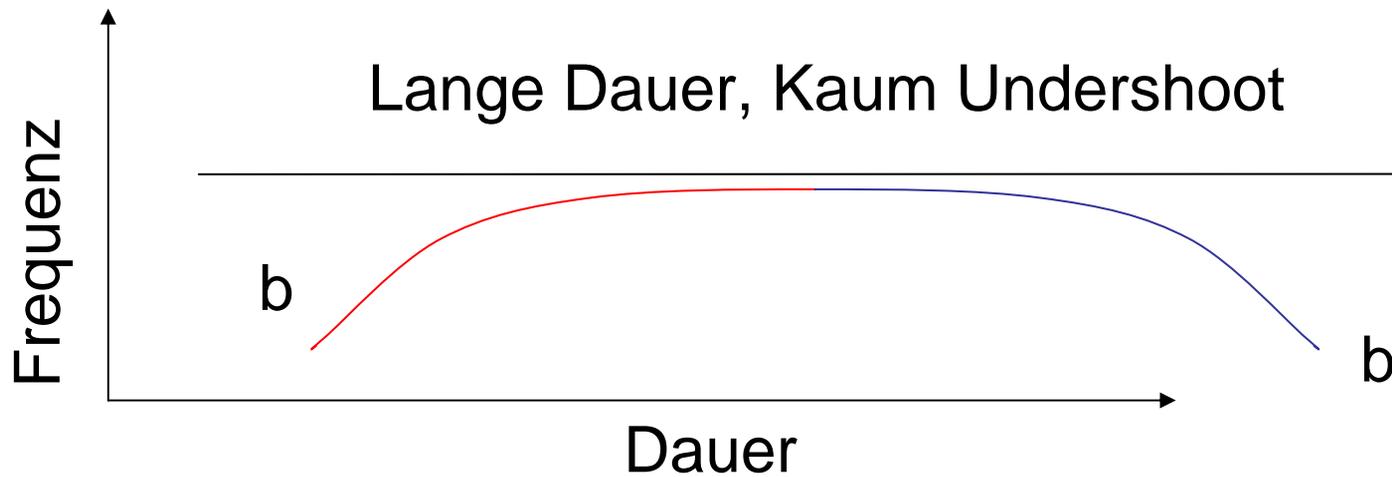
Mathematische Umsetzung von Lindblom 1963

Broad & Clermont, 1987.

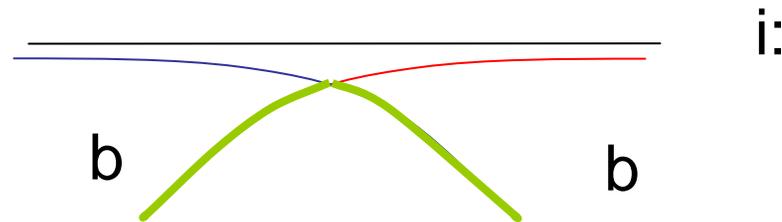
1. Transitionen nähern sich der Vokalzielposition exponentiell.

2. Eine Silbe besteht aus unabhängigen **initialen** und **finalen** Transitionen.





3. Kürzere Dauer, größere Überschneidung der Transitionen, wesentlich mehr Undershoot. (NB: selbe Geschwindigkeit, selbe Transitionen).



(Die tatsächlich erzeugte F2-Transition)

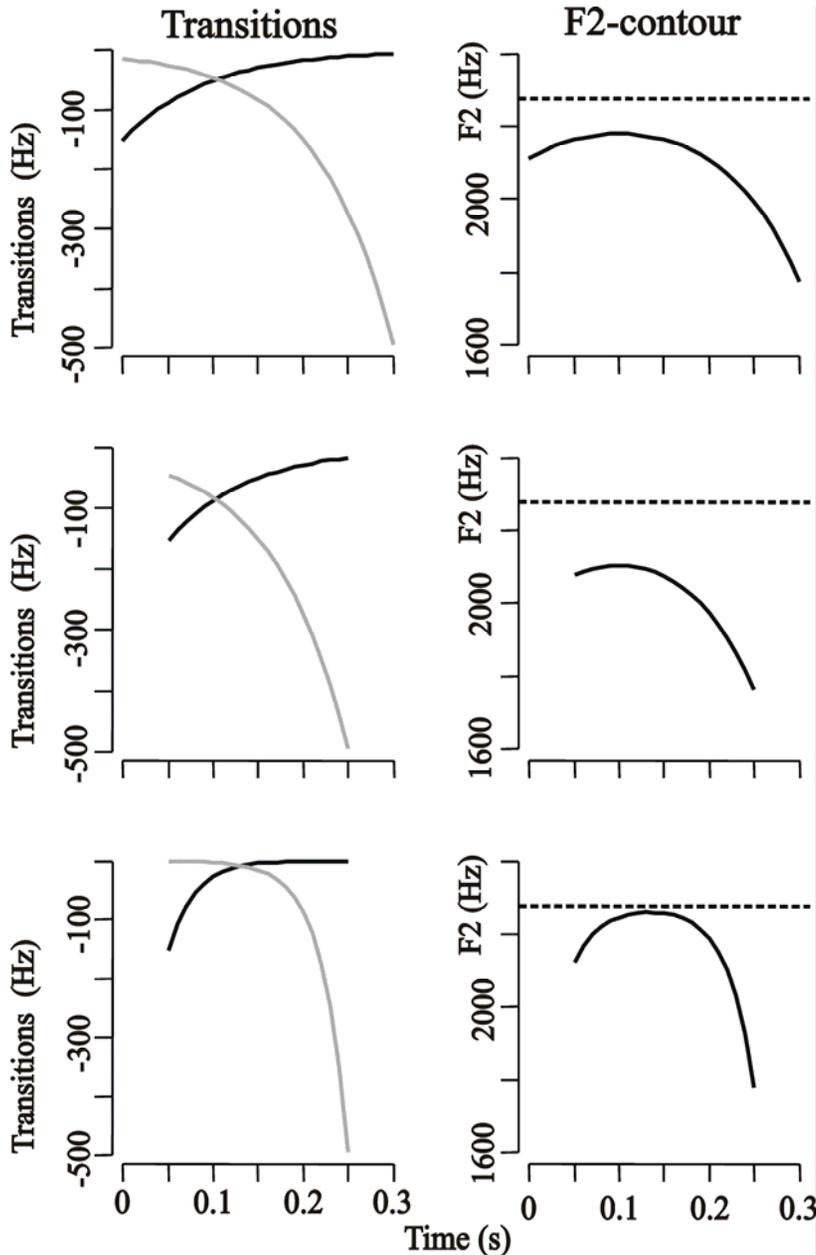
Manipulationen des Sprechtempos: Ergebnisse

(siehe zB Stack et al, 2006; Tsao, Weismer & Iqbal, 2006; van Son & Pols, 1990, 1992)

- Eine kürzere Vokaldauer führt **nicht** unbedingt zu Formant-Undershoot
- die artikulatorische Geschwindigkeit (also Kraft/Mühe) kann bei einem schnelleren Sprechtempo zunehmen (Beckman et al, 1992)

Daher ist (leider) das Ausmaß von Undershoot **nicht** von der Vokaldauer vorhersagbar (contra Lindblom, 1963).

Zusammenfassung von Lindblom 1963



Lindblom (1963). Eine kürzere Dauer führt notwendigerweise zu Undershoot, **wenn die artikulatorische Geschwindigkeit konstant bleibt.**

Aber doch nicht wenn die artikulatorische Kraft/Geschwindigkeit höher wird...

3. H&H Theorie, Vokalreduktion, Wahrscheinlichkeit

Lindblom, 1990

Hyper- und Hypoartikulation. Der Sinn des Sprechens ist verstanden zu werden also die gesprochene Sprache **richtet sich nach den Bedürfnissen des Hörers.**

Je schwieriger es für den Hörer ist, seine Kenntnisse der Sprache auf das wahrgenommene Signal anzuwenden, um so mehr Mühe gibt sich der Sprecher, deutlich zu sprechen.

Hyperartikulation = größere Mühe/Kraft und die Vokalzielpositionen werden eher erreicht.

Modell von Lindblom, 1990

Je unwahrscheinlicher das Sprachsignal, umso hyperartikulierter.

- Hunnicutt und die Vorhersagbarkeit von Wörtern in Sätzen.
- Fowler und wiederholte Wörter in einem Dialog
- Wright und die Wortfrequenz

(siehe auch Aylett & Turk, 2006, JASA für die neuesten Ergebnisse)

Hunnicut, 1985: Reduktion und Wahrscheinlichkeit

Sätze wurden konstruiert, in denen wahrscheinliche (W) und unwahrscheinliche (U) Wörter vorkamen.

(W) all night the student read the book which he had borrowed from the library.

(U) Slowly the man examined the letters which he had found.

Methode: W und U Sätze wurden von einem Sprecher erzeugt. Die Zielwörter wurden akustisch daraus editiert und mit Geräusch teilweise überlagert. Die Vpn. mussten diese daraus editierten Wörter identifizieren.

Ergebnis: Wörter in U-Kontexten wurden besser identifiziert.

Erklärung: je unwahrscheinlicher, umso hyperartikulierter.

Fowler & Housum (1987)

Methode: Ein Radio-Monolog wurde analysiert, in dem wiederholte Wörter vorkamen.

Ergebnisse

wiederholte Wörter waren reduzierter und kürzer.

Die Versuchspersonen konnten erkennen, ob das Wort eine Wiederholung war oder nicht

Erklärung

wiederholte Wörter sind wahrscheinlicher, daher hypoartikulierter.

Das Ausmaß der Hypoartikulation wird aktiv vom Hörer verwendet, um einzuschätzen, wie wichtig Teile des Sprachsignals für den Sinn der Äußerung sind.

Wright (2003)

Easy words

zB 'does'

sind häufig und haben wenigen
'lexical competitors' = andere
Wörter, die sich nur in einem
Phonem unterscheiden.

Hard words

zB 'wad'

sind selten und haben
viele Competitors.

Methode: Easy und hard Wörter wurden einzeln gesprochen.

Ergebnisse: Messungen von Formanten zeigten mehr
Undershoot bei 'easy' Wörtern.

Erklärung: Information zu Wahrscheinlichkeit wird sogar im
Lexikon gespeichert.

4. Akzentuierung und Formant-Undershoot

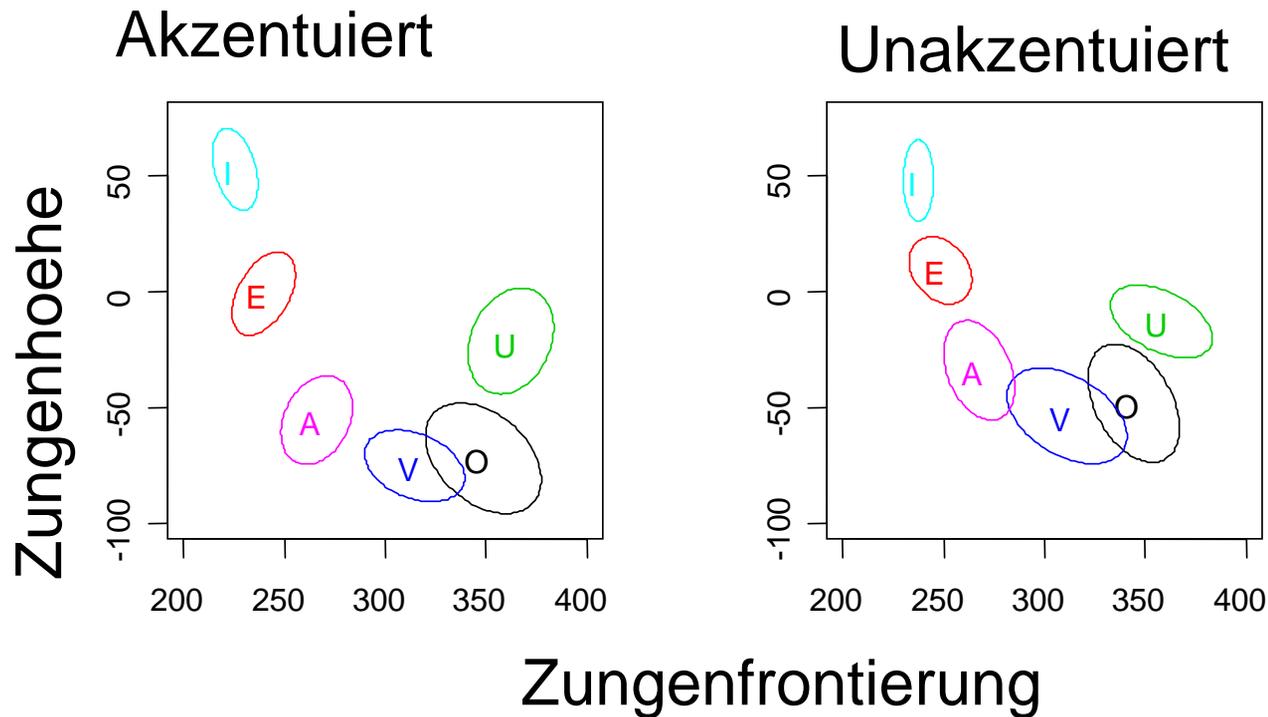
Beckman, 1986

- Stress-accent Sprachen (Germanische Sprachen)
- Non-Stress-Accent Sprachen (zB Japanisch).

In beiden Sprachen werden die primär betonten Silben akzentuierter Wörter mit einem Tonakzent assoziiert (und deswegen ist F0 ein wichtiges Merkmal für die Akzentuierung)

Darüber hinaus gibt es in stress-accent Sprachen supralaryngale Unterschiede: **akzentuierte Wörter sind oft hyperartikulierte.**

Erklärung: weil sie wichtige, oft nicht vorhersagbare Informationen vermitteln.



(Daten aus Palethorpe et al, 1999)

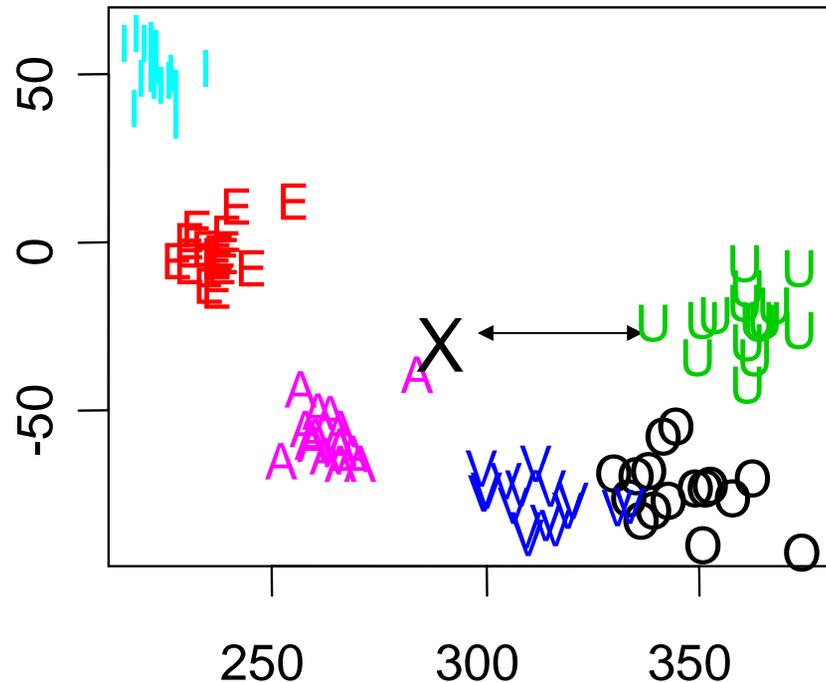
5. Methoden um Formant-Undershoot zu messen

5.1 Euklidische Entfernung zur Vokalmitte

(zB Wright, 2003)

Hypothese: Reduziertere Vokale sind näher am Vokal-Mittelpunkt

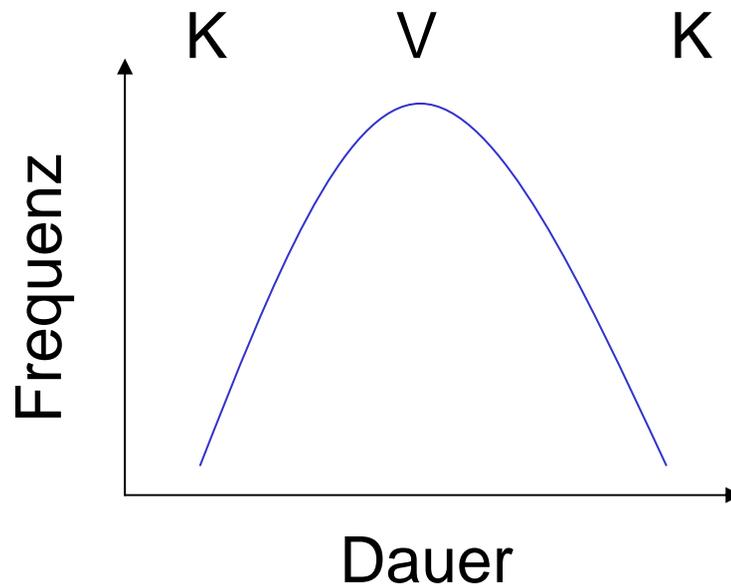
1. Den Mittelwert berechnen (X)
2. Euklidische Entfernung = die Entfernung in einer geraden Linie zwischen allen Punkten und X



5.2 Formant-Krümmung

(zB van Bergem, 1993)

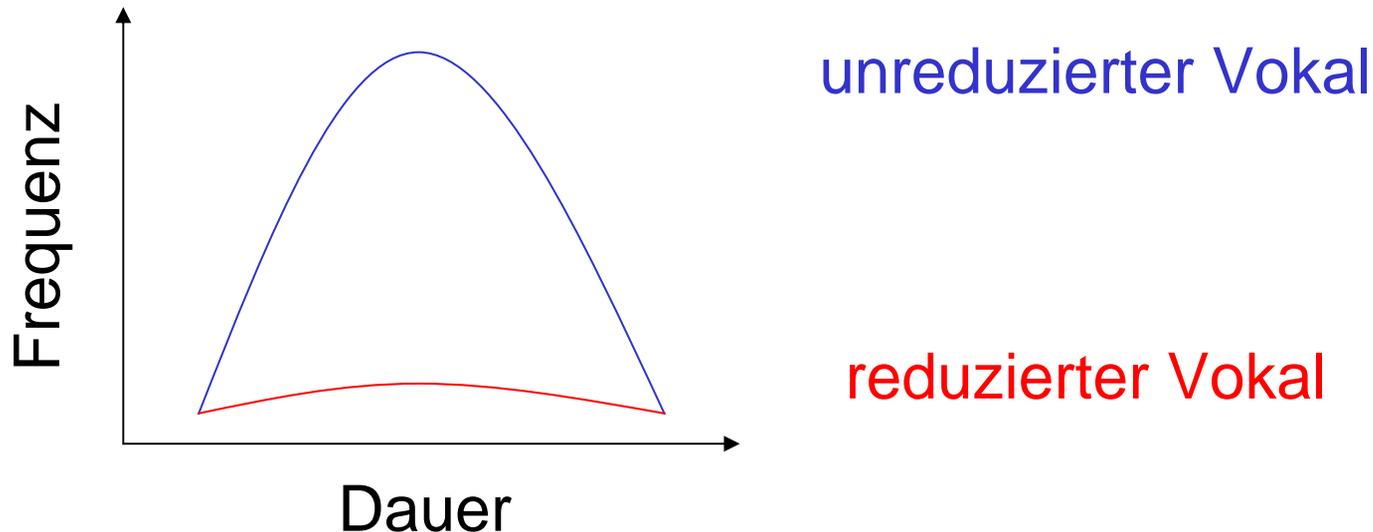
1. Ein Formant in einer KVK Silbe wird am Rande hauptsächlich von den Konsonanten, und in der Mitte hauptsächlich vom Vokal beeinflusst.



2. In reduzierteren Vokalen nimmt der Einfluss von den Ks zu (der Einfluss vom Vokal nimmt ab)

3. Je reduzierter der Vokal, umso mehr wird der Formant **zu einer Linie** zwischen der Onset- und der Offsetfrequenz.

also ist die **Formant-Krümmung** für die Vokalreduktion aussagekräftig.



5.2 Formant-Krümmung

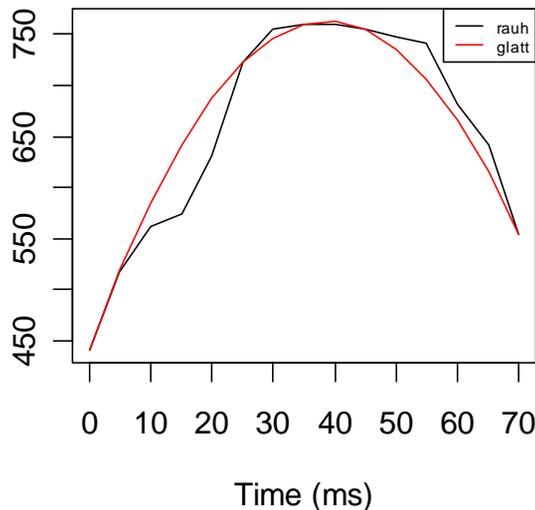
Vorgang: Messung der Krümmung

1. Anpassung einer Parabel (hoch 2) an einen Formant

$$F = a + bt + ct^2$$

F ist die Formant-Frequenz, t ist die Dauer.

2. Je abweichender c von Null, umso größer ist die Krümmung.

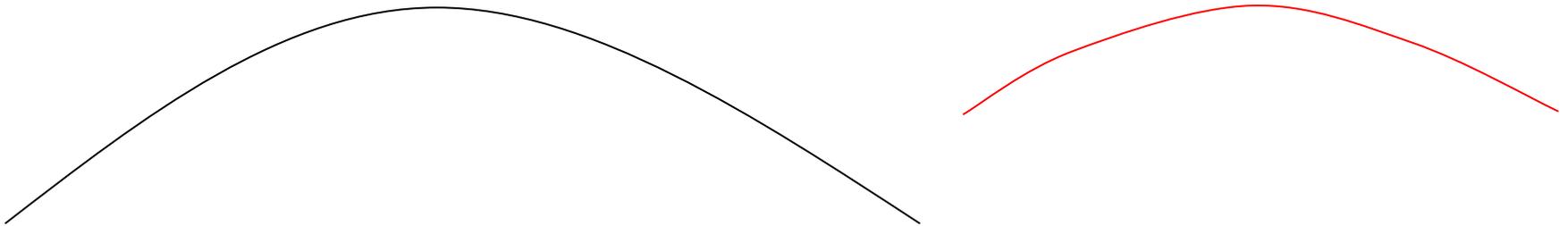


$$F = 760 + 56.5 t - 262.5t^2$$

5.3. Locus-Gleichungen

Krull, 1989

In einer schnelleren Sprechgeschwindigkeit, und in einem informelleren Sprecherstil muss nicht der Vokal unbedingt reduzierter sein, sondern **die Konsonanten nähern sich dem Vokal**



Selbe Krümmung, selbe Zielposition wird erreicht:
der K-Locus nähert sich der Vokalzielposition

Langsam

Schnell

i

i

o

o

b

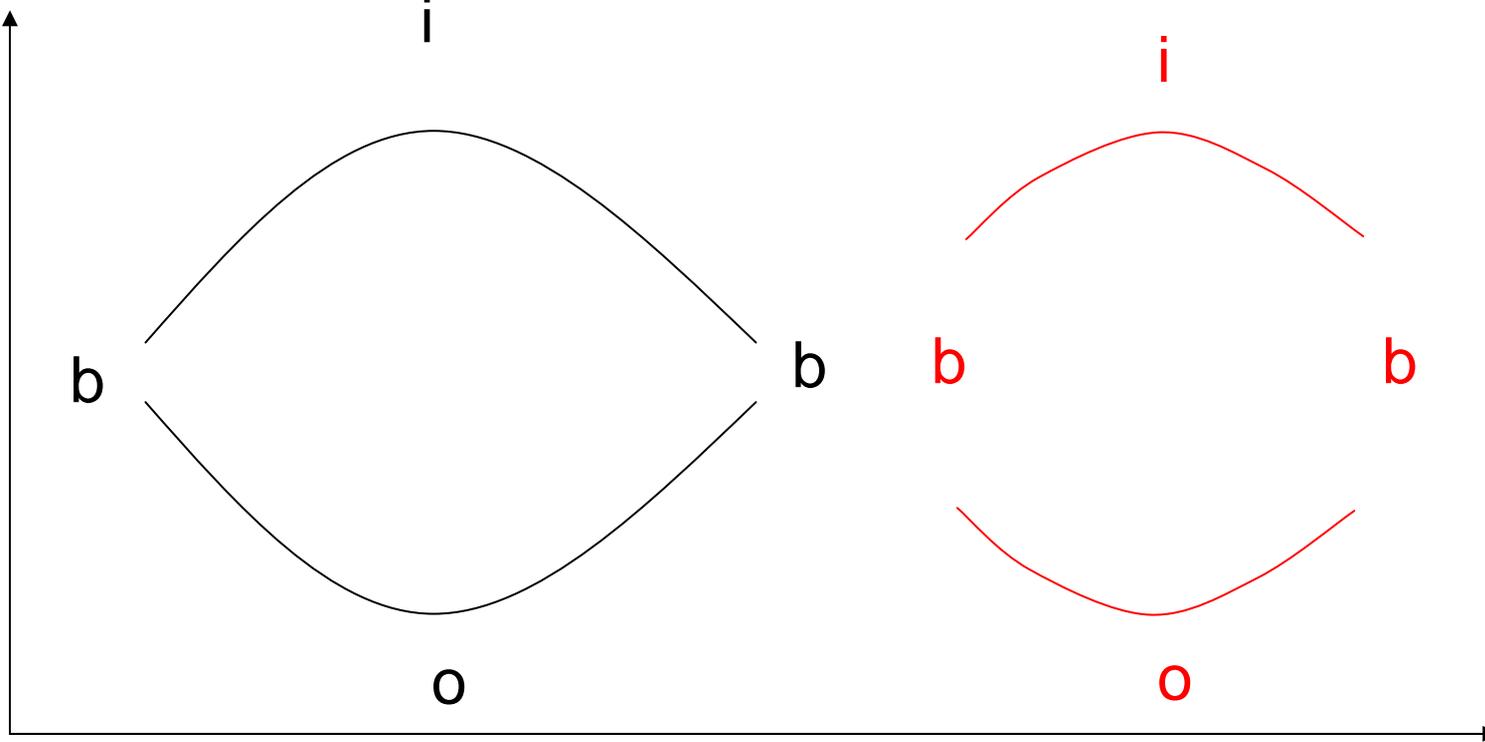
b

b

b

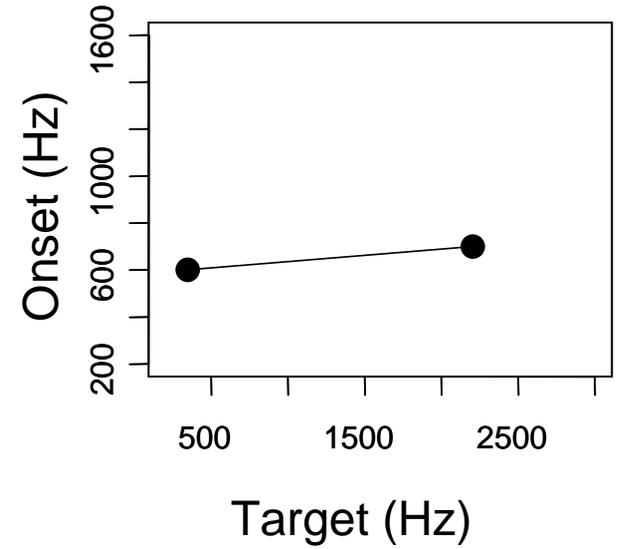
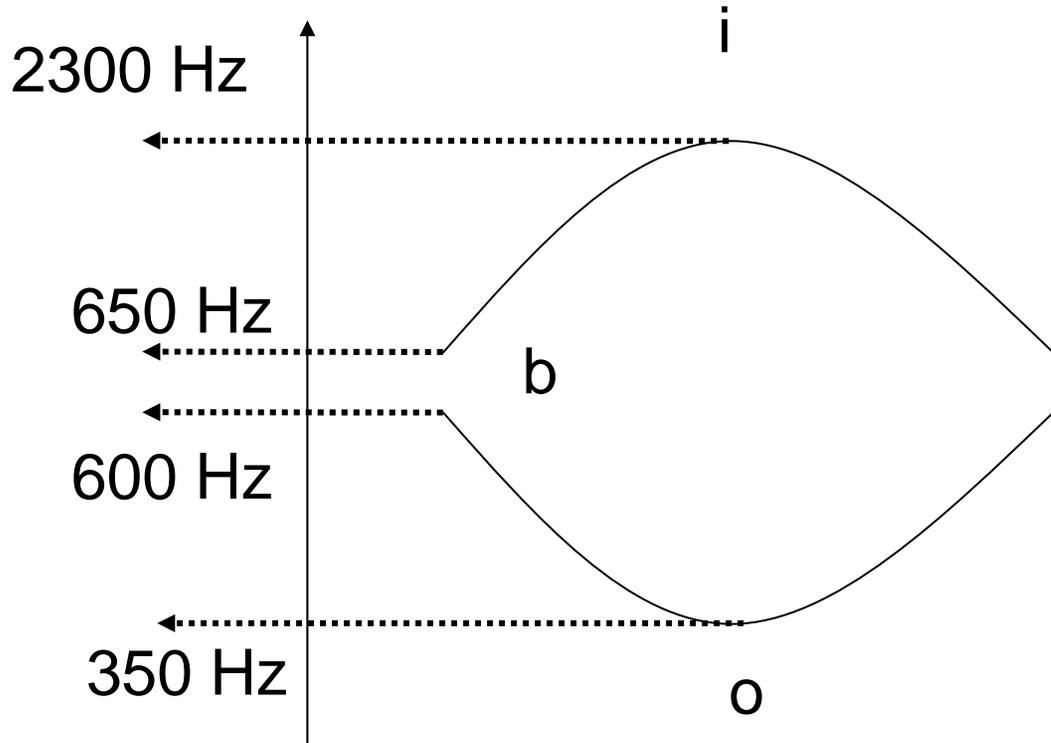
F2

Dauer



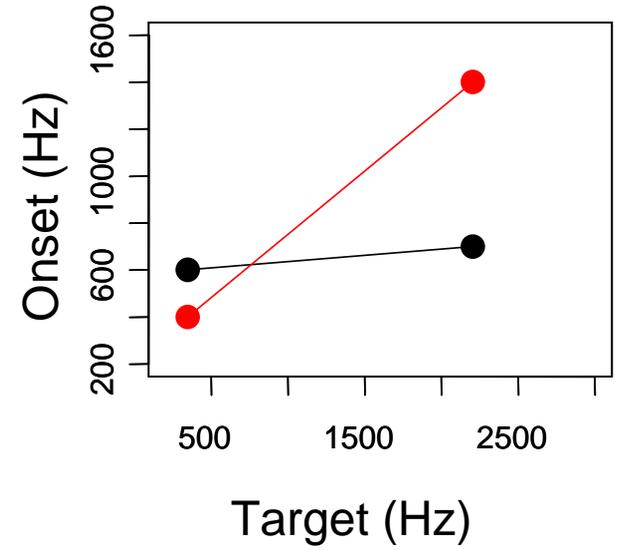
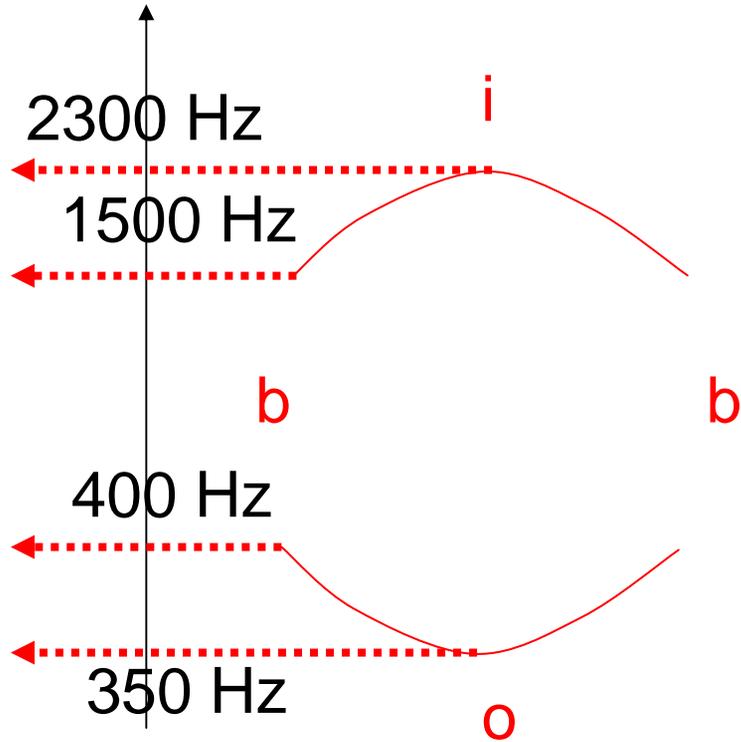
Vorgang

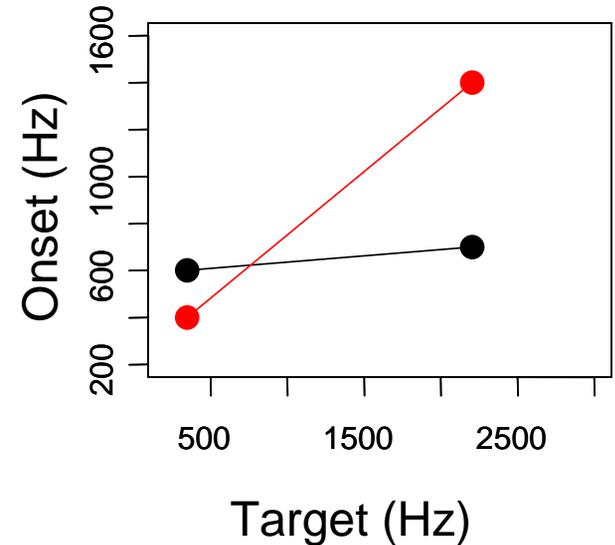
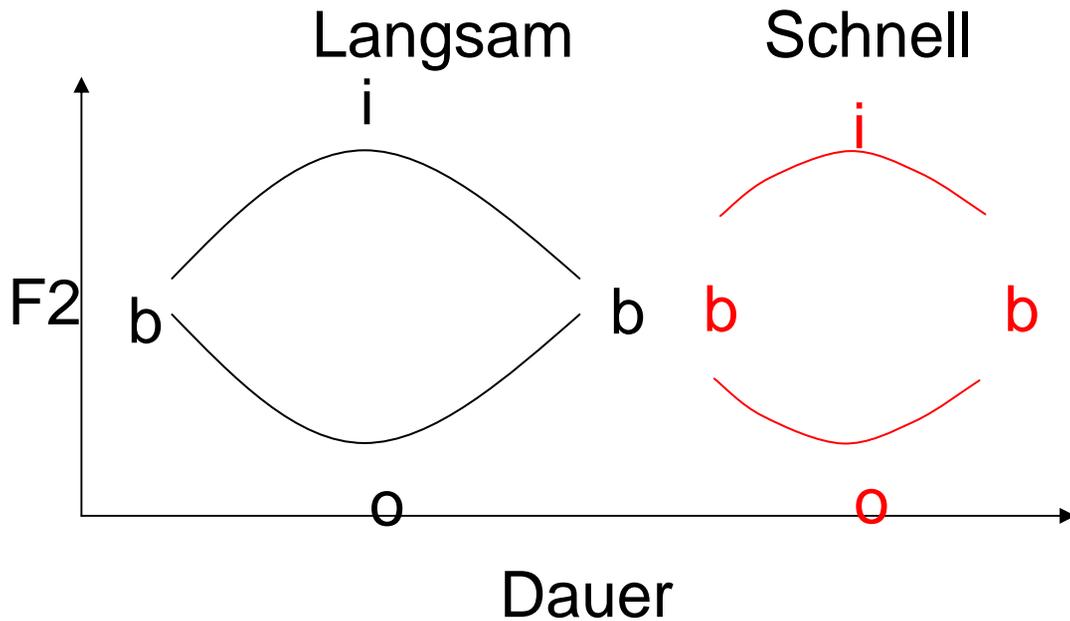
Langsam



Dauer

Schnell





Je mehr sich der Konsonant dem Vokal anpasst (je informeller der Sprecherstil), umso steiler die Linie (genannt eine **Locus-Gleichung**) im F2 Target x F2 Onset Raum.

Für weitere Details zu Formant Undershoot:

<http://www.phonetik.uni-muenchen.de/~jmh/>

-> Research -> Publications

Harrington, J. (in press). [Acoustic Phonetics](#). In the revised Edition of Hardcastle & Laver (Eds.), *A Handbook of Phonetics*. Blackwell.