

# **Phonetic and technological aspects of speaker characteristics**

Venice International University, 20.10.2007

## **Steuerung artikulatorischer Anpassungsprozesse**

Marion Jaeger

# Gliederung

1. Was verstehen wir unter artikulatorischen Anpassungsprozessen?
2. Was wird im Rahmen unterschiedlicher Theorien unter regressiver Assimilation verstanden?
3. Universelle Tendenzen regressiver Assimilationen
4. Durch welche phonetischen Faktoren könnten die universelle Tendenzen regressiver Assimilationen gesteuert sein?
5. Analyse artikulatorischer Anpassungsprozesse und erste Ergebnisse zur Sonoranten-Asymmetrie

# Artikulatorische Anpassungsprozessen natürlicher Sprachproduktion

1. Sprechbewegungen sind **kontinuierlich** und **beeinflussen sich** zeitlich und räumlich.
2. Artikulatorische Verflechtungen bilden einerseits die Grundlage für die **Perzeption von Einzellauten** und andererseits die Grundlage für einzelsprachlich geregelte **Prozesse der Assimilation**

# Assimilation

- Ein **zur Norm** gewordener artikulatorischer Anpassungsprozess zweier aufeinander folgender Segmente
- Kann sowohl von rechts nach links (**regressive Assimilation**: 'dann passt' : /danpast/ > [danmpast]) als auch von links nach rechts (**progressive Assimilation**: 'fünf' /fynf/ > /fymf/) erfolgen
- Kann unterschiedliche artikulatorische Parameter betreffen (Artikulationsstelle, Artikulationsmodus, Stimmhaftigkeit)

# Regressive Assimilationen im Rahmen phonologischer Theorien

Regressive Assimilationen führen in Abhängigkeit des phonetischen Kontextes eine **diskrete** Änderung eines Lautmerkmals herbei.

*Beispiel – velare Assimilation:*

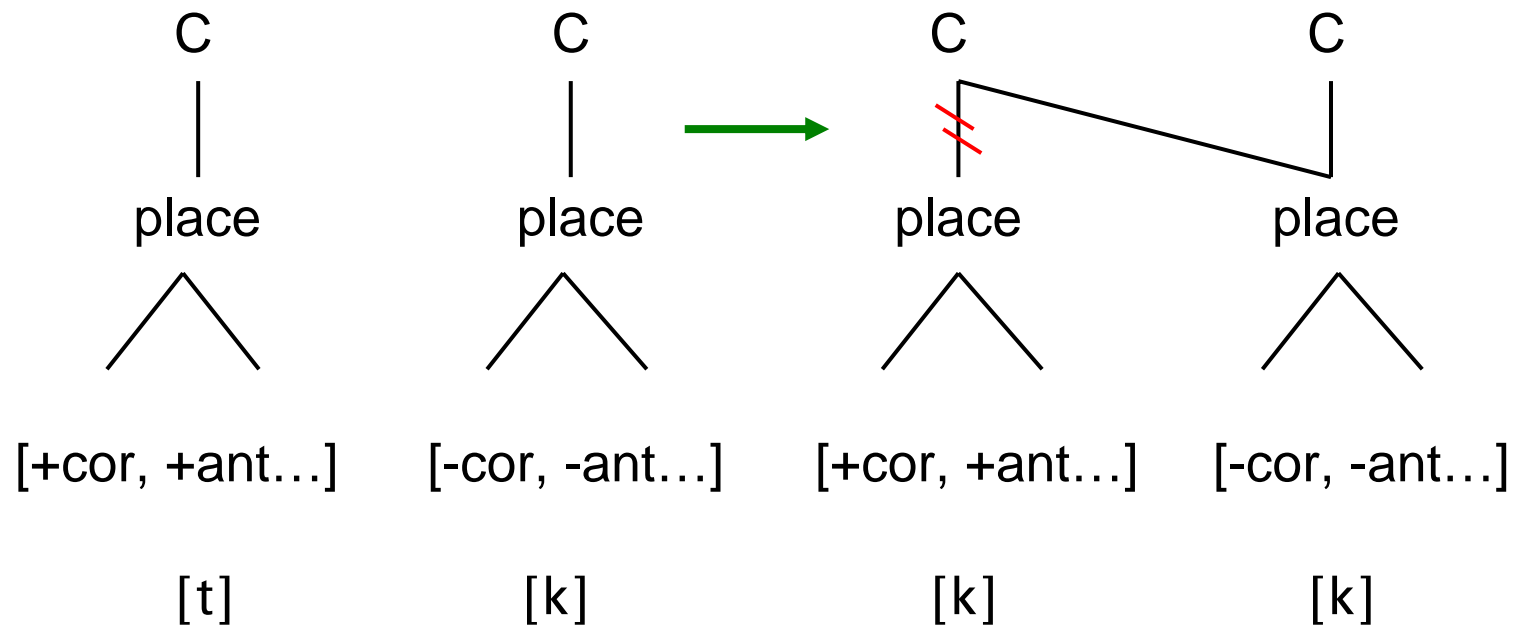
Die alveolare Artikulationsstelle von /n/ wird im Kontext des velaren Konsonanten /k/ durch dessen Artikulationsstelle ersetzt.

*Formal:*  $n \rightarrow \eta / \_ \{k \ g\}$

# Phonetische Realisierung regressiver Assimilationen

## Erster Lösungsansatz (z.B. Clements, 1985)

*Schematische Darstellung regressiver Assimilation – Tilgung von POA<sub>C<sub>1</sub></sub>*

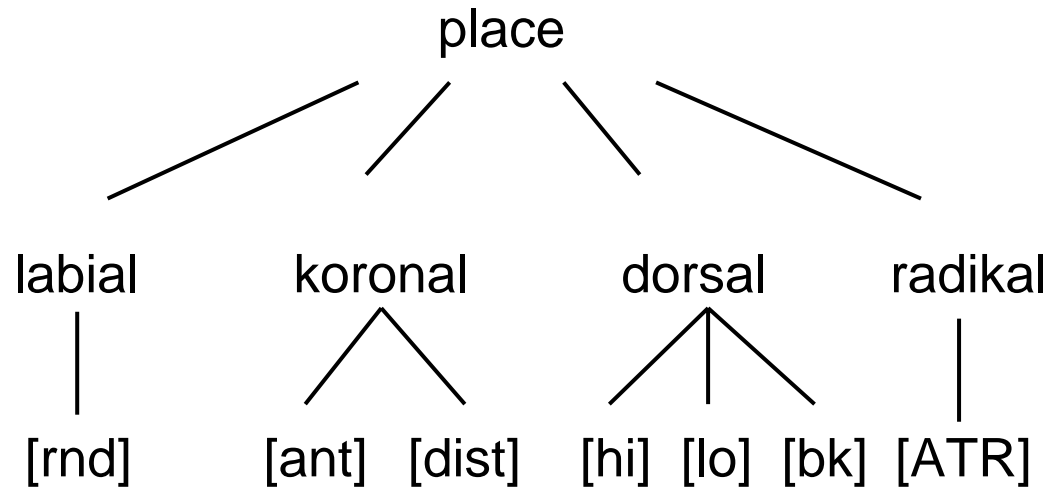


## Zweiter Lösungsansatz (z.B. McCarthy, 1988; Hayes, 1992)

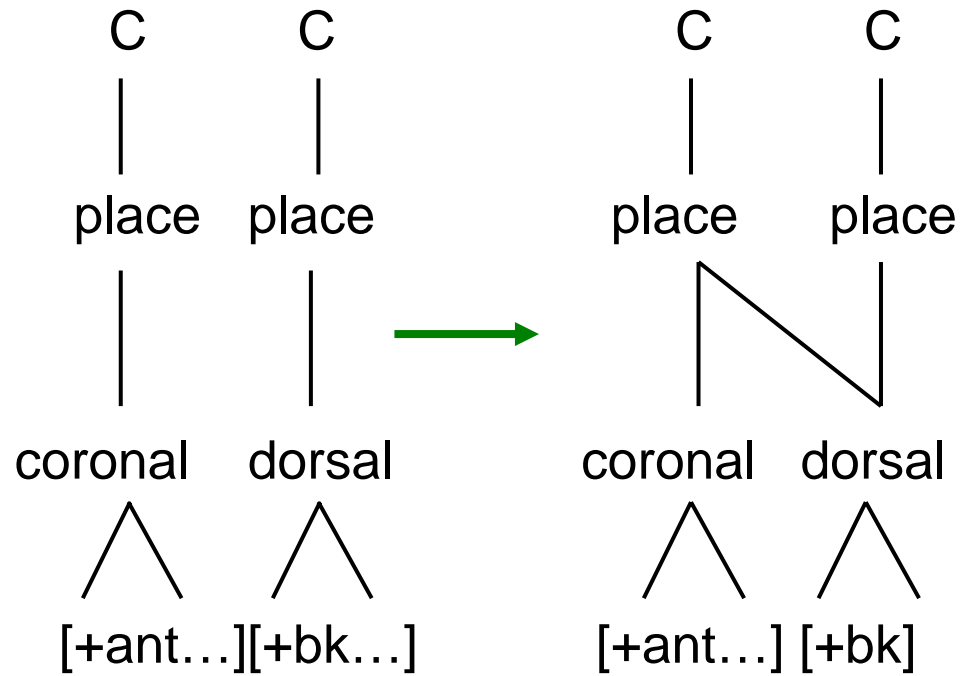
*Organisations-  
knoten*

*Organisations-  
knoten*

*Merkmale*



*Schematische Darstellung regressiver Assimilation – simultane Realisation*





## Zusammenfassung:

In phonologischen Theorien handelt es sich bei regressiven Assimilationen der Artikulationsstelle um:

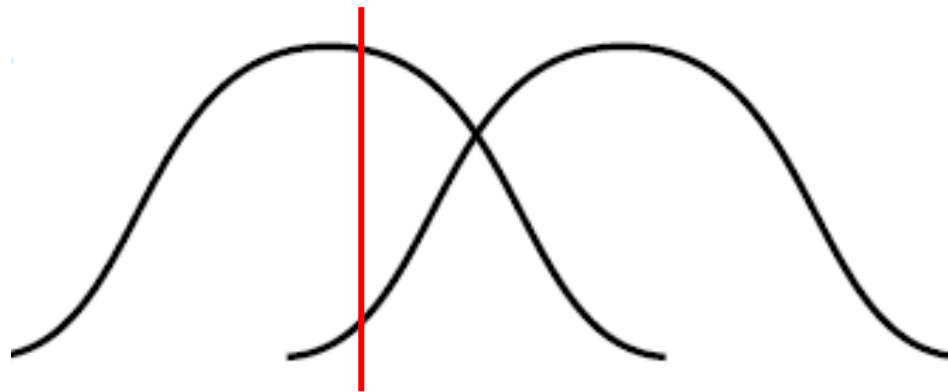
- **diskrete** artikulatorische Anpassungsprozesse.
- Das **Lautmerkmal** für die Artikulationsstelle von  $C_1$  wird **nicht mehr perzipiert** (kategoriale Änderung).
- Bei den zugrundeliegenden diskreten phonetischen Prozessen handelt es sich um eine **Tilgung** der Artikulationsbewegung von  $C_1$  oder um eine **simultane Produktion der Artikulationsbewegung** für  $C_1$  und  $C_2$ .
- Die **Dauer von  $C_2$**  verlängert sich und entspricht zwei Timing-Einheiten.

# Regressive Assimilationen im Rahmen der Artikulatorischen Phonologie

- Sprechbewegungen folgen denselben Gesetzmäßigkeiten wie andere Formen gelernter Bewegungen (Browman und Goldstein 1986, Fowler et al. 1980).
- Die zeitliche und räumliche Organisation unterschiedlicher Artikulatoren wird nicht durch distinktive Merkmale gesteuert, sondern durch das **dynamische Zusammenspiel** der einzelnen Bewegungen.

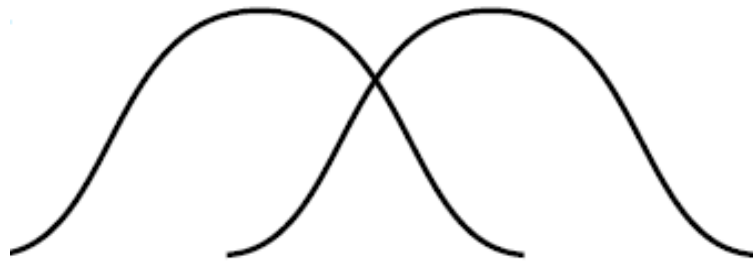
Zum Beispiel folgt in einer [nk] Gestenkombination der velare Verschluss für [k] dem alveolaren Verschluss für [n] dann, wenn die alveolare Geste zirka die Hälfte ihres Bewegungszykluses durchlaufen hat.

### **Zeitliche Koordination einer C<sub>1</sub>C<sub>2</sub> Sequenz**

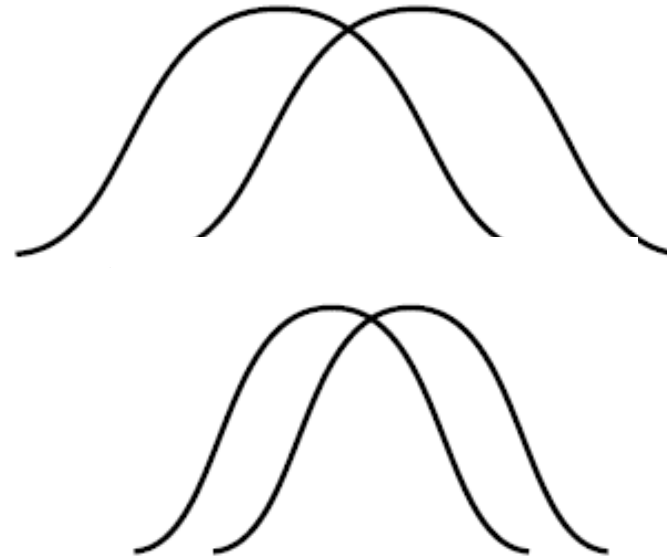


Bei schneller Sprechgeschwindigkeit oder ungezwungener Alltagsrede verändert sich die *zeitliche Organisation* benachbarter Gesten. Was zu einer **graduellen** oder **kompletten Überlagerung** der artikulatorischen Geste von  $C_1$  durch die artikulatorische Geste von  $C_2$  führen kann.

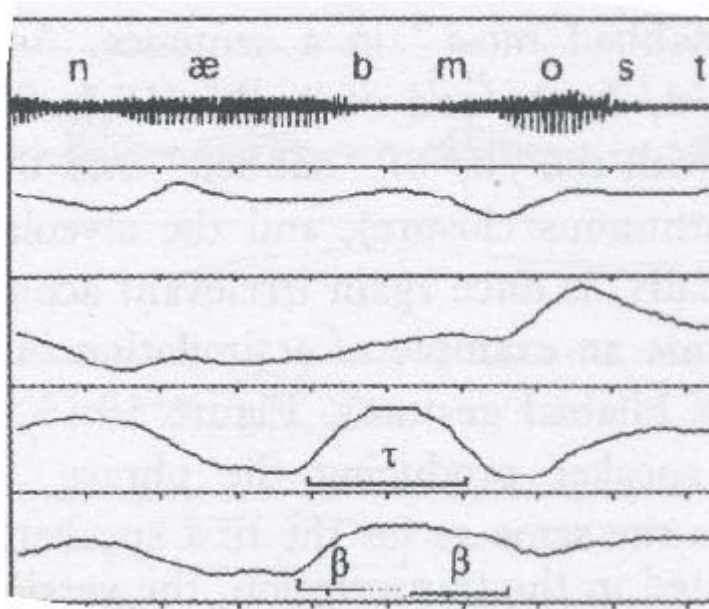
*Normale Sprechgeschwindigkeit*



*Schnelle Sprechgeschwindigkeit*



**Überlagerung der alveolaren Geste in "nabbed most" : /bdm/ > [bm]**



im akustischen Signal fehlt [d]

Zungenspitzen-geste für [d]

Lippengesten für [bm]

## Zusammenfassung:

Gemäß der Artikulatorischen Phonologie handelt es sich bei regressiven Assimilationen um:

- **Graduelle** artikulatorische Anpassungsprozesse, die durch eine Veränderung der **zeitlichen** Organisation benachbarter Gesten entstehen.
- Die zeitliche Überlappung der beiden Gesten nimmt in diesem Fall so stark zu, dass die Artikulationsstelle von  $C_1$  **nicht mehr perzipiert** wird.
- Die Gesamtdauer des Konsonantenclusters **nimmt ab**.

## Universelle Tendenzen regressiver Assimilationen

Regressive Assimilationen bewirken nicht nur eine kategoriale Veränderung im auditiven Bereich, sie zeigen auch **universelle Tendenzen** (Mohan 1993):

- (1) **Sonoranten-Asymmetrie**: Nasale assimilieren häufiger als Plosive
- (2) **C<sub>2</sub>-Asymmetrie**: Mehr alveolar-velare als alveolar-labiale Assimilationen
- (3) **Grammatisch-lexikalische Asymmetrie**: Mehr regressive Assimilationen in Wörtern mit hoher Kookkurrenzfrequenz ???

## Erklärung für die *Sonoranten-Asymmetrie*

### Perzeptive Gründe (Steriade, 2001, Jun, 2004)

Aufgrund der Nasalierung des pränasalen Vokals enthält eine *Vokal + Nasal* Formant-Transition weniger akustische Informationen über die Artikulationsstelle von  $V_1$  als eine *Vokal + Plosiv* Transition.

Winters (2001):

Perzeption der Artikulationsstelle in Nasalen und ungelösten Plosiven nicht verschieden.



## Erklärung für die C<sub>2</sub>-Asymmetrie

### Artikulatorische Gründe (Kühnert und Hoole, 2004)

Konkurrierenden Einflüsse der Hinter- und Vorderzunge führen bei schnellem Sprechtempo zu einer Reduktion der Zungenspitzenengeste, wenn eine platzschaffende Dehnung des Zungenrückens nicht stattfindet → begünstigt die Perzeption von regressiven Assimilationen.

Analog kann ein *palataler Vokalkontext* zu einer Zungenspitzenreduktion führen und die Perzeption regressiver Assimilationen begünstigen.

## Erklärung für eine *grammatisch-lexikalische Asymmetrie*

### Lexikalische Gründe

Hochfrequente Wörter werden häufiger reduziert als niederfrequente Wörter (Bybee, 2001; Pierrehumbert, 2001).

Wörter mit einer hohen Auftretenswahrscheinlichkeit werden artikulatorisch stärker reduziert (Jurafsky et al., 2001) → bilden möglicherweise einen lexikalischen Eintrag → Laute innerhalb von Wortgrenzen stärkerer Koproduktionstendenzen als Laute über Wortgrenzen hinweg (Bybee, 2001)

In spontaner Sprache treten Assimilationen fast nur in (hochfrequenten) Funktionswörtern auf, die auf einen Nasal auslauten (Jaeger, 2003)

# **Steuerung regressiver Assimilationen in fließender Rede**

[http://www.phonetik.uni-muenchen.de/~forschungsprojekt\\_jaeger\\_hoole/](http://www.phonetik.uni-muenchen.de/~forschungsprojekt_jaeger_hoole/)

## Fragen, die wir im Projekt beantworten wollen:

(1) Welche *artikulatorischen* Faktoren steuern das Auftreten regressiver Assimilationen?

- Einfluss des Artikulationsmodus von  $C_1$  (Sonoranten-Asymmetrie; Winters, 2001)
- Einfluss der Vokalqualität des präkonsonantischen Vokals
- Einfluss der Artikulationsstelle von  $C_2$  (Kühnert und Hoole, 2004)
- Einfluss des Artikulationsmodus von  $C_2$

- (2) Welche Rolle spielen *lexikalische* Faktoren (Wortfrequenz; Kookkurrenzfrequenz) für das Auftreten regressiver Assimilationen in C<sub>1</sub>C<sub>2</sub> Sequenzen? (Bybee, 2001; Stephenson, 2003)
- (3) Wie steuern artikulatorische Faktoren die Perzeption regressiver Assimilationen?
- Artikulationsmodus von C<sub>2</sub> (Dauer in dann passt vs. dann macht)
  - Zungenspitzenreduktion (reduziert vs. nicht reduziert)
  - Ausmaß der artikulatorischen Koproduktion (im Zusammenhang mit Zungenspitzenreduktion)

- (4) Wird bei einer Glottalisierung in fließender Rede die Velumschließgeste für den medialen Plosiv tatsächlich elidiert? (Ökonomiehypothese; Kohler, 1992)
- (5) Welche Rolle spielen extralinguistische Faktoren (z.B. Redesituation) für das Auftreten regressiver Assimilationen?

## **Methode:** 3-D Artikulographie



# Sprachmaterial

**Alveolar-labiale** /tp/, /np/, /tm/, /nm/ und **alveolar-velare** /tk/, /nk/ Kontexte

mit präkonsonantischem **tiefem** Vokal /a/

oder präkonsonantischem **hohem, palatalem** Vokal /i:/, /e:/

+ entsprechende Kontrollkontexte: /tt/, /nn/, /pp/, /mp/, /pm/, /mm/, /kk/, /ŋk/

.....

/ntn/ Kontext und entsprechender /nsn/ Kontrollkontext



## Vergleichspaare

- (1) Plosiv + Plosiv **vs.** Nasal + Plosiv
- (2) Plosiv + Plosiv **vs.** Plosiv + Nasal
- (3) Nasal + Plosiv **vs.** Nasal + Nasal
  
- (4) Nasal + Plosiv + Nasal

## Beispiele

*statt kommende, dann kann*

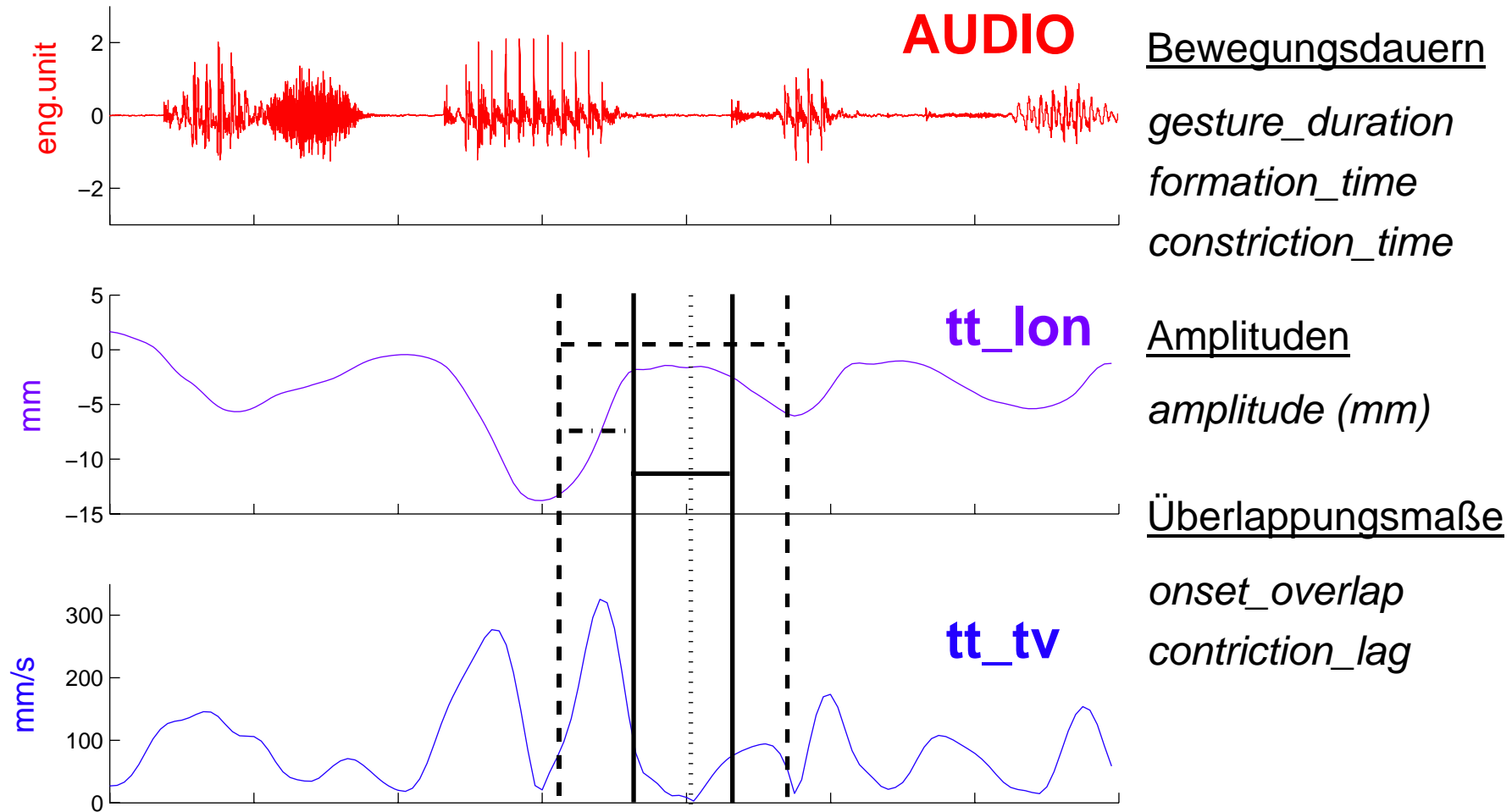
*Blatt passt, Blatt macht*

*Zahn passt, Zahn macht*

*zehnten, könnten etc.*

Mittels derer wir den Einfluss der unabhängigen, phonetischen Parameter: C<sub>1</sub>MOA, C<sub>2</sub>POA, V<sub>1</sub>height, W<sub>1</sub>freq, C<sub>2</sub>MOA auf die Entstehung regressiver Assimilationen untersuchen (1-3) und die Ökonomie-Hypothese (4) testet wollen.

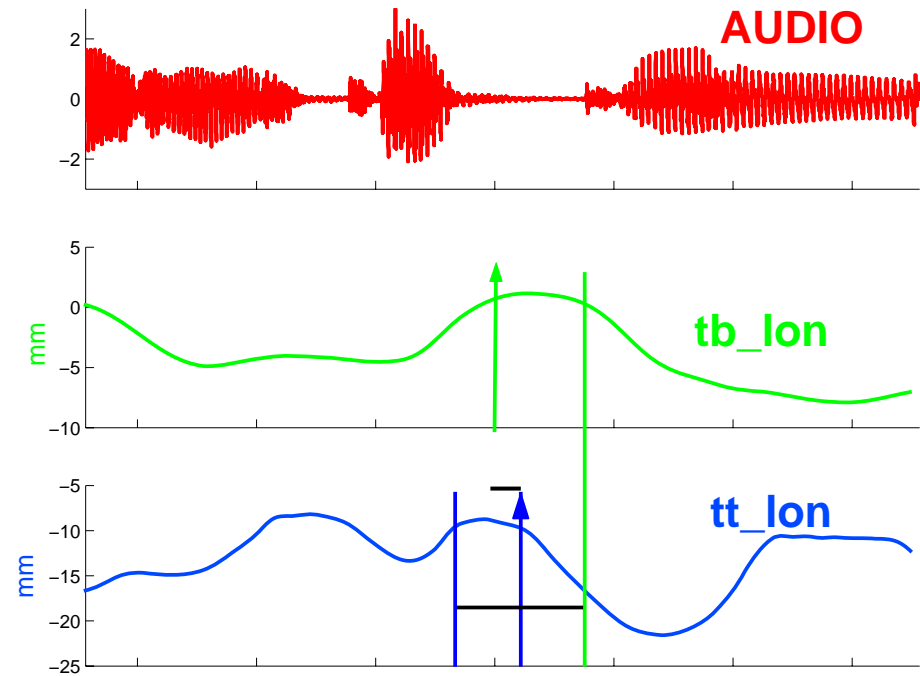
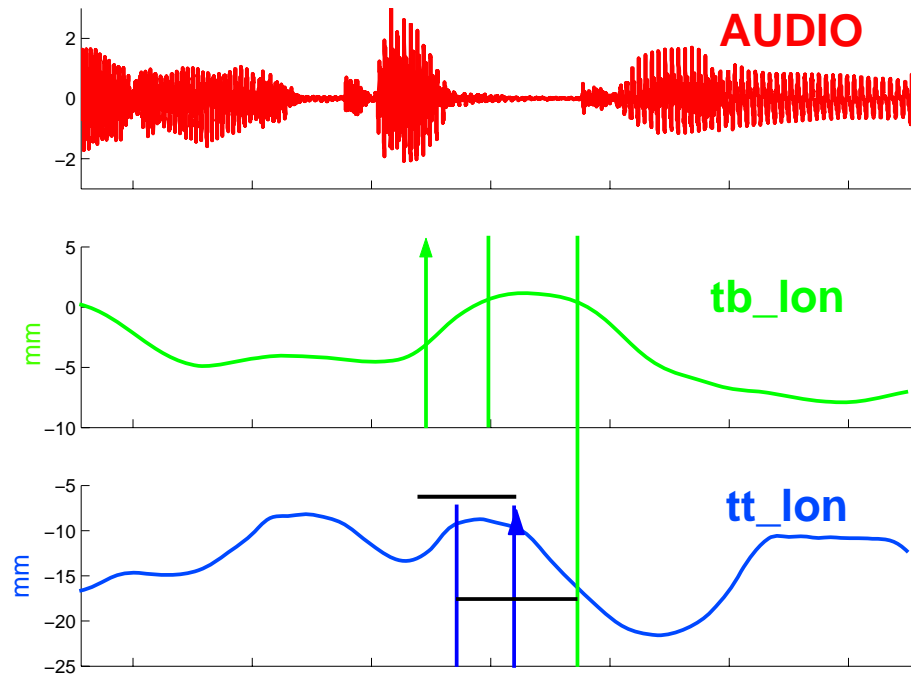
# Die abhängigen artikulatorischen Variablen sind:



# Temporale Überlappungsmaße (Kühnert et al 2006; Oliveira et al. 2005)

$C_1C_2\_onset\_overlap$

$C_1C_2\_constriction\_lag$



# Erste Ergebnisse

**für das Vergleichspaar:**

Plosiv + Plosiv vs. Nasal + Plosiv in nicht-palatalem Kontext

**und die Forschungsfrage:**

Welche artikulatorischen Faktoren steuern das Auftreten regressiver Assimilationen bzw. welche artikulatorischen Faktoren steuern die Sonoranten-Asymmetrie?

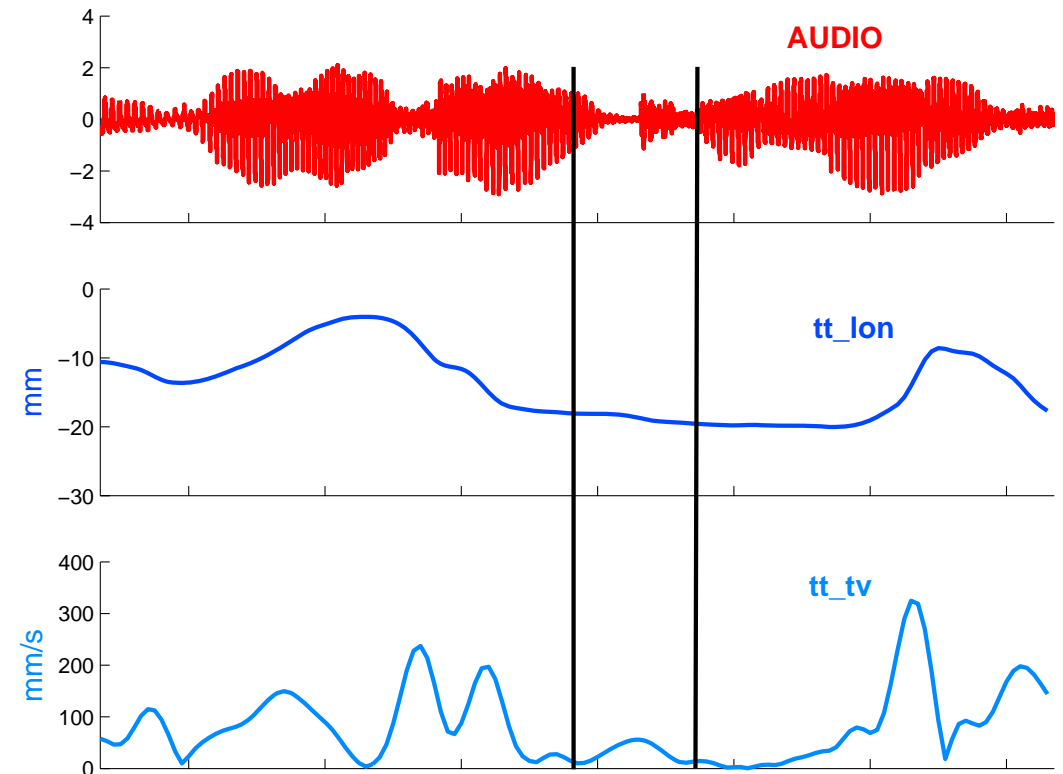
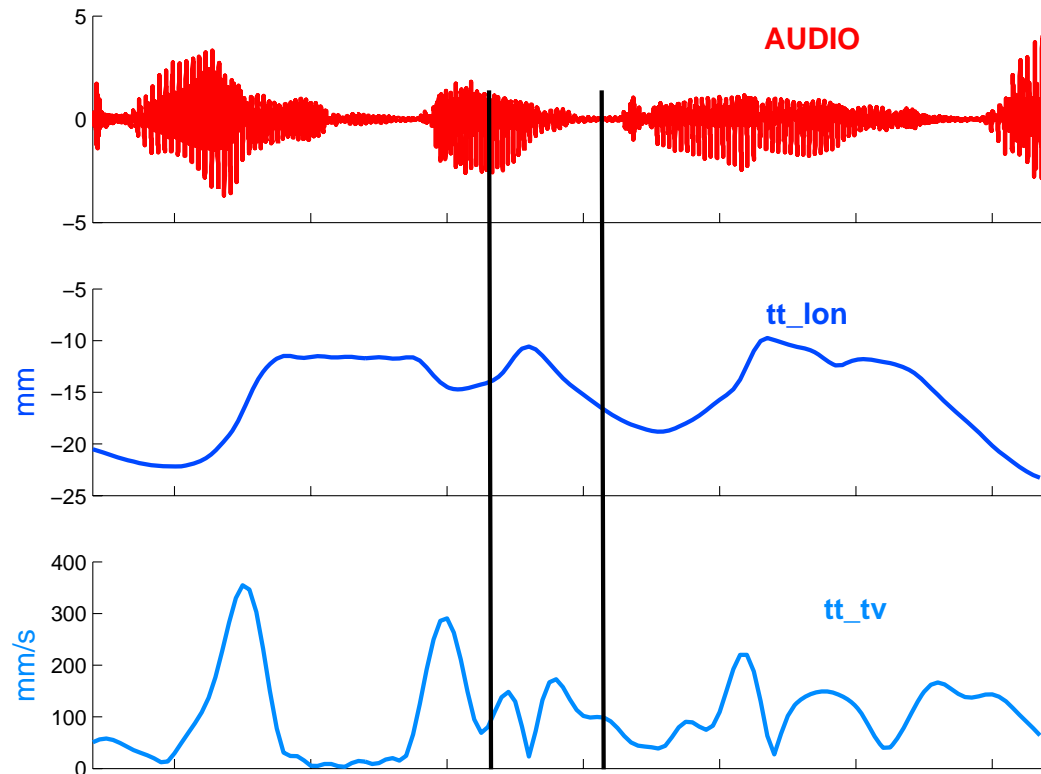
## Wortmaterial

| <i>C1_MOA</i> | <i>C2_POA</i> | <i>Content word</i>                       |                   | <i>Function word</i>                          |                         |
|---------------|---------------|---|-------------------|---|-------------------------|
| <i>nasal</i>  | <i>velar</i>  | Zahn <u>kan</u> n<br>(7000, <b>12</b> )   | 'tooth can'       | dann <u>kan</u> n<br>(1064000, <b>9433</b> )  | 'then (it) can'         |
| <i>nasal</i>  | <i>labial</i> | Zahn <u>pas</u> st<br>(7000, <b>0</b> )   | 'tooth fits'      | dann <u>pas</u> st<br>(1064000, <b>38</b> )   | 'then (it) fits'        |
| <i>oral</i>   | <i>velar</i>  | Blatt <u>kan</u> n<br>(24000, <b>20</b> ) | 'page can'        | statt <u>kom</u> mende<br>(370000, <b>2</b> ) | 'instead of<br>next'    |
| <i>oral</i>   | <i>labial</i> | Blatt <u>pas</u> st<br>(24000, <b>2</b> ) | 'page<br>matches' | statt <u>Pa</u> dua<br>(370000, <b>0</b> )    | 'instead (of)<br>Padua' |

Zahlen in Klammern (Wortfrequenz, **Kookkurrenzfrequenz**)

# Inspektion der Zungenspitzenbewegungen

Zungenspitzenbewegung für [n] fehlt in 8 von 10 "dann kann"

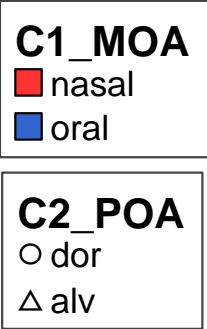


# Zungenspitzenposition gemessen zum Zeitpunkt 25% in die akustische C<sub>1</sub>C<sub>2</sub> Konstriktion

dann kann  
statt kommende

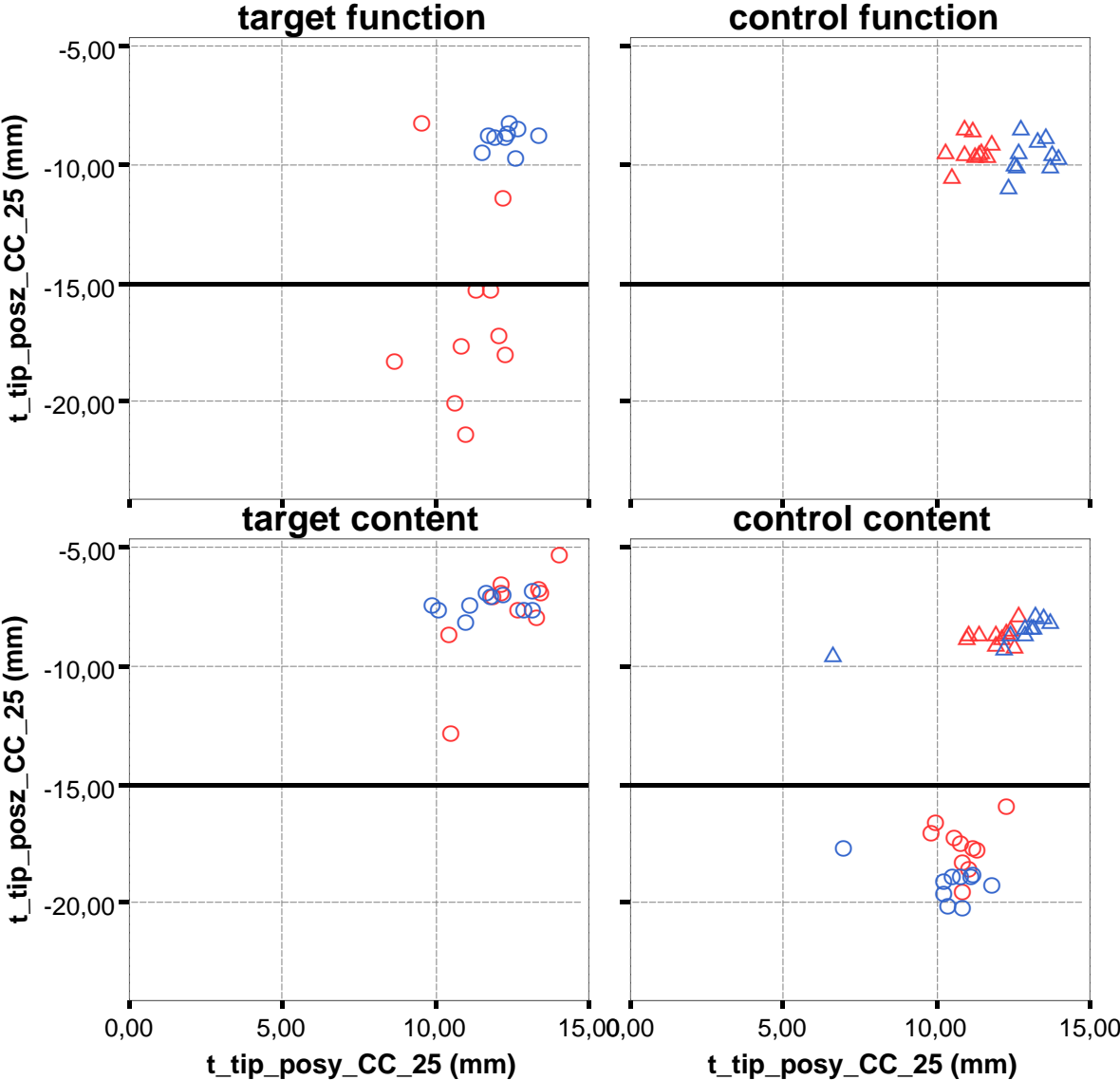
Zahn kann  
Blatt kann

dann nach  
statt das



Zahn nach  
Blatt da

lang kann  
Tag kann



## Ergebnis

Zungenspitzenpositionen für Äußerungen mit nicht messbaren Zungenspitzenauslenkungen liegen im Bereich der nicht-alveolaren Kontrollkontexte. → Die Zungenspitzenengeste scheint **getilgt** zu sein.

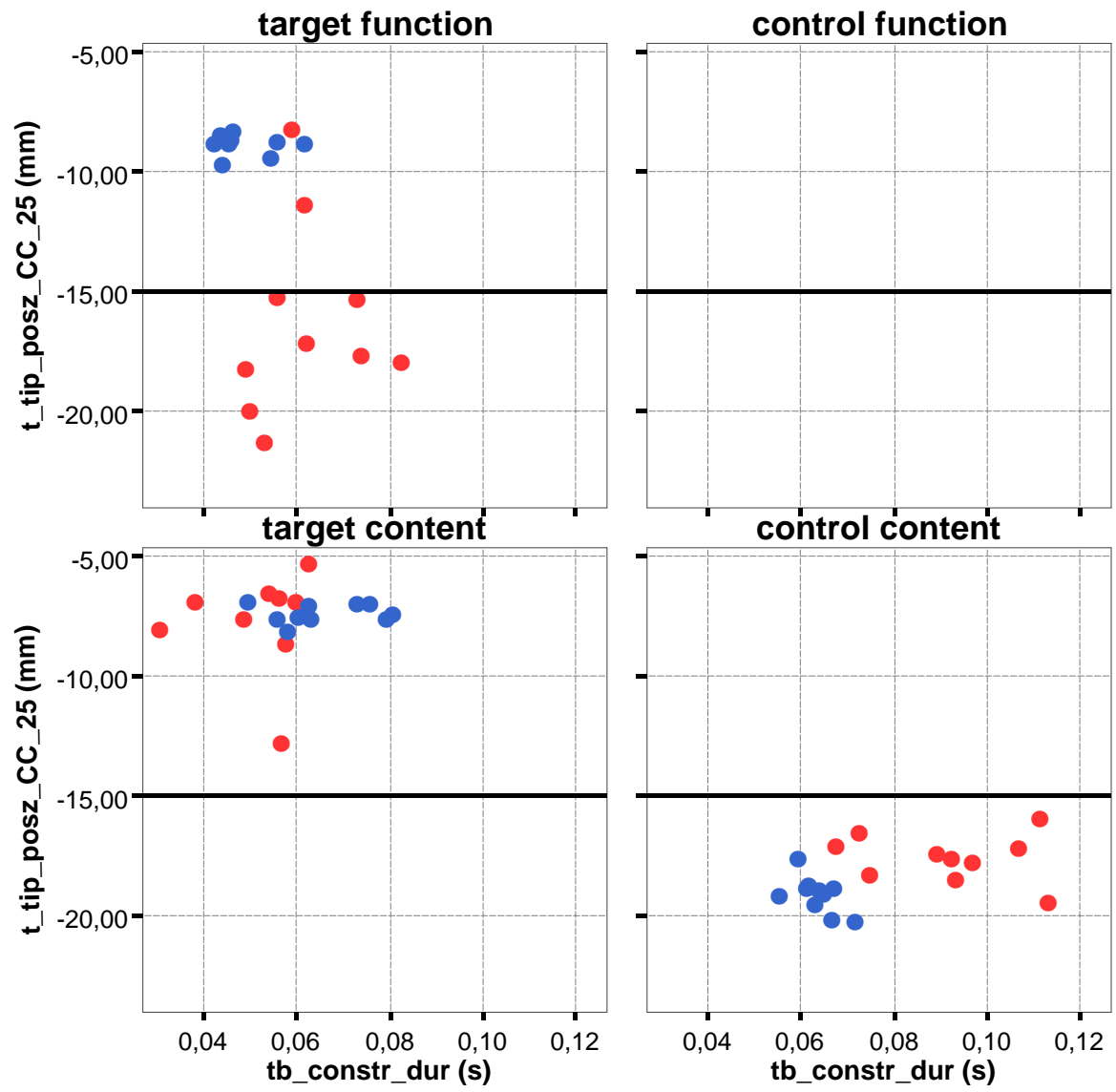
→ Handelt es sich um einen phonologischen Assimilationsprozess? Ist die C<sub>2</sub> Dauer länger?



# Korrelation der tt\_Position und der Dauern von velaren C<sub>2</sub>

dann kann  
statt kommende

Zahn kann  
Blatt kann



lang kann  
Tag kann

## Ergebnis

Die Dauern der velaren C<sub>2</sub> Konsonanten ist **nicht länger** (aber variabler).

→ Es handelt sich *nicht* um einen phonologischen Assimilationprozess.

→ Nimmt die zeitliche Überlappung von C<sub>1</sub> und C<sub>2</sub> mit steigendem Reduktionsgrad der alveolaren Geste zu?

## Nicht zu klären

Bei fehlender Zungenspitzenauslenkung kann zeitliche Überlappung zweier Gesten nicht berechnet werden.

→ Welchen Einfluss hat der Reduktionsgrad der Zungenspitzenengeste im Zusammenhang mit einer zunehmenden zeitlichen Überlappung von  $C_1C_2$  auf die Perzeption von regressiven Assimilationen?

## Literatur

- Bell-Berti F., Krakow R. (1991) Anticipatory lowering: A coproduction account. *JASA* 90, 112-123.
- Browman C., Goldstein L. (1992) Articulatory phonology: an overview. *Phonetica* 94, 155-180.
- Bybee J. (2001) *Phonology and Language Use*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Clements, G. (1985) The geometry of phonological features. *Phonological Yearbook* 2, 225-252.
- Hoole P. (1996) Issues in the acquisition. Processing, reduction and parametrization of articulographic data. *Forschungsberichte des Instituts für Phonetik und Sprachliche Kommunikation der Universität München* 34, 158-173.
- Jaeger M. (2003) Perception of lost contrast. *Proceedings of the 15<sup>th</sup> ICPHS*, Barcelona, pp. 1735-1738.
- Jun J. (1996) Place assimilation is not the result of gestural overlap: evidence from Korean and English. *Phonology* 13, 377-407.
- Jurafsky D. , Bell A., Gregory M., Raymond W. (2001) Probabilistic relations between words: Evidence from reduction in lexical production. In Bybee. J., Hopper P. (Eds.) *Frequency and the Emergence of Linguistic Structure*. Amsterdam: John Benjamins Publishing Company, p. 299-254.
- Kohler K. (1992) Gestural reorganization in connected speech: A functional viewpoint on 'Articulatory Phonology'. *Phonetica* 49, 205-211.
- Kühnert B., Hoole P. (2004) Speaker-specific kinematic properties of alveolar reductions in English and German. *Clinical Linguistics & Phonetics*.
- McCarthy, J. (1988) Feature geometry and dependency: a review. *Phonetica* 43, 84-108.
- Mohanan K. P. (1993) Fields of attraction in phonology. In Goldsmith J. (Ed.) *The last phonological rule*. Chicago: The University of Chicago Press, pp. 61-117.
- Pierrehumbert (2001) Exemplar dynamics. Word frequency, lenition and contrast. In Bybee J., Hopper P. (Eds.) *Frequency effects and emergence of linguistic structures*. Amsterdam: John Benjamins, pp. 137-158.
- Stephenson L. (2003) An EPG study of repetition and lexical frequency effects in alveolar to velar assimilation. *Proceedings of the 15<sup>th</sup> ICPHS*, Barcelona, pp. 1891-1894.
- Steriade D. (2001) Directional asymmetries in place assimilation. In Hume E., Johnson K. (Eds.) *The Role of Speech Perception in Phonology*. London, Academic Press, pp. 219-250.
- Winters S. (2001) VCCV Perception: Putting Place in its Place. In Johnson K., Hume E. (Eds.) *Ohio State University Working Papers in Linguistics* 55, 70-81.