

# Aspektuelle Coercion und ihre Implikationen für die semantische Interpretation

Oliver Bott und Fritz Hamm

Universität Tübingen, SFB 441  
Universität Stuttgart, IMS

19. Dezember 2007

- 1 Typen von Coercion
  - Beispielberechnungen: additive Coercion
  - Beispielberechnung: subtraktive Coercion
- 2 Lesezeitexperimente: "additive" vs. "subtraktive" Coercion
  - additive Coercion
  - subtraktive Coercion
- 3 EKP Studie: Funktionale Vorgänge bei additiver Coercion
- 4 Implikationen für die semantische Theorie

# Motivation

## Slogan

Sense and Denotation as Algorithm and Value

Y. Moschovakis, Sense and Denotation as Algorithm and Value, In: *Lecture Notes in Logic*, J. Oikkonen and J. Väänänen (eds.), Association for Symbolic Logic, A.K. Peters, Ltd., Natick, Mass., 1993.

Y. Moschovakis, A Logical Calculus For Meaning and Synonymy, *Linguistics and Philosophy*, **29**, 27-89, 2006.

M. van Lambalgen, F. Hamm, *The Proper Treatment of Events*, Blackwell, Malden, 2005.

F. Hamm, H. Kamp, M. van Lambalgen, There is no opposition between formal and cognitive semantics, *Theoretical Linguistics*, **32**, 1-40, 2006.

## Definition

The *sense* of an expression is the constraint logic program (in the sense of  $CLP(T)$ ) representing the lexical component, viewed as an algorithm which transforms an episode into the denotation of the expression in a model, using the axioms of the event calculus.

# Übersicht

- 1 Typen von Coercion
  - Beispielberechnungen: additive Coercion
  - Beispielberechnung: subtraktive Coercion
- 2 Lesezeitexperimente: "additive" vs. "subtraktive" Coercion
  - additive Coercion
  - subtraktive Coercion
- 3 EKP Studie: Funktionale Vorgänge bei additiver Coercion
- 4 Implikationen für die semantische Theorie

- Additive Coercion

(Aktivität  $\rightsquigarrow$  Accomplishment:

Häuser bauen  $\rightsquigarrow$  ein Haus bauen

(Achievement  $\rightsquigarrow$  Accomplishment:

Bill reached the top in five hours

- Additive Coercion  
(Aktivität  $\rightsquigarrow$  Accomplishment:  
Häuser bauen  $\rightsquigarrow$  ein Haus bauen  
(Achievement  $\rightsquigarrow$  Accomplishment:  
Bill reached the top in five hours
- Subtraktive Coercion  
(Accomplishment  $\rightsquigarrow$  Aktivität)  
ein Glas Milch trinken  $\rightsquigarrow$  Milch trinken

- Additive Coercion  
(Aktivität  $\rightsquigarrow$  Accomplishment:  
Häuser bauen  $\rightsquigarrow$  ein Haus bauen  
(Achievement  $\rightsquigarrow$  Accomplishment:  
Bill reached the top in five hours
- Subtraktive Coercion  
(Accomplishment  $\rightsquigarrow$  Aktivität)  
ein Glas Milch trinken  $\rightsquigarrow$  Milch trinken
- Cross-Coercion  
Zustand  $\rightsquigarrow$  Aktivität  
She is resembling her mother more and more every day

## Zwei Beispielberechnungen von additiver Coercion

(1) In fünf Minuten hatte er den Schlüssel gefunden.

## Szenarios:Accomplishments (ein Haus bauen)

- eine Aktivität *build*

## Szenarios: Accomplishments (ein Haus bauen)

- eine Aktivität *build*
- einen parametrisierten Zustand *house(x)*, der den Konstruktionsgrad des Hauses signalisiert

## Szenarios: Accomplishments (ein Haus bauen)

- eine Aktivität *build*
- einen parametrisierten Zustand *house(x)*, der den Konstruktionsgrad des Hauses signalisiert
- eine Konstante *m*, die den Konstruktionsgrad angibt, unter dem das Haus als beendet betrachtet wird

## Szenarios: Accomplishments (ein Haus bauen)

- eine Aktivität *build*
- einen parametrisierten Zustand  $house(x)$ , der den Konstruktionsgrad des Hauses signalisiert
- eine Konstante  $m$ , die den Konstruktionsgrad angibt, unter dem das Haus als beendet betrachtet wird
- eine Konstante 0, die den Konstruktionsgrad der des Hauses zu Beginn der *build*-Aktivität angibt.

## Szenarios:Accomplishments (ein Haus bauen)

- eine Aktivität *build*
- einen parametrisierten Zustand *house(x)*, der den Konstruktionsgrad des Hauses signalisiert
- eine Konstante *m*, die den Konstruktionsgrad angibt, unter dem das Haus als beendet betrachtet wird
- eine Konstante 0, die den Konstruktionsgrad der des Hauses zu Beginn der *build*-Aktivität angibt.
- *start* ein Ereignis, das die *build*-Aktivität initiiert

## Szenarios: Accomplishments (ein Haus bauen)

- eine Aktivität *build*
- einen parametrisierten Zustand  $house(x)$ , der den Konstruktionsgrad des Hauses signalisiert
- eine Konstante  $m$ , die den Konstruktionsgrad angibt, unter dem das Haus als beendet betrachtet wird
- eine Konstante 0, die den Konstruktionsgrad der des Hauses zu Beginn der *build*-Aktivität angibt.
- *start* ein Ereignis, das die *build*-Aktivität initiiert
- *finish* ein Ereignis, das die *build*-Aktivität terminiert

## Szenarios: Accomplishments (ein Haus bauen)

- eine Aktivität *build*
- einen parametrisierten Zustand  $house(x)$ , der den Konstruktionsgrad des Hauses signalisiert
- eine Konstante  $m$ , die den Konstruktionsgrad angibt, unter dem das Haus als beendet betrachtet wird
- eine Konstante 0, die den Konstruktionsgrad der des Hauses zu Beginn der *build*-Aktivität angibt.
- *start* ein Ereignis, das die *build*-Aktivität initiiert
- *finish* ein Ereignis, das die *build*-Aktivität terminiert
- eine Funktion  $g$ , die die *build*-Aktivität in Beziehung zum Konstruktionsgrad des Hauses setzt.

## Formal

- $Initially(\text{house}(0))$
- $HoldsAt(\text{house}(m), t) \wedge HoldsAt(\text{build}, t) \rightarrow H Happens(\text{finish}, t)$
- $Initiates(\text{start}, \text{build}, t)$
- $Initiates(\text{finish}, \text{house}(m), t)$
- $Terminates(\text{finish}, \text{build}, t)$
- $HoldsAt(\text{house}(x), t) \rightarrow Trajectory(\text{build}, t, \text{house}(x + g(d)), d)$
- $Releases(\text{start}, \text{house}(0), t)$

## Szenarios: Achievement (einen Schlüssel finden)

Initiates(finden, einen Schlüssel haben, t)

### 1. Schritt: Addiere

Initiates(e,  $f_1$ , t)

Releases(e,  $f_2$ , t)

HoldsAt( $f_2(x)$ , t)  $\rightarrow$  Trajectory( $f_1$ , t,  $f_2(x')$ , d)

+ für einen bestimmten Parameter  $m$

HoldsAt( $f_1$ , t)  $\wedge$  HoldsAt( $f_2(m)$ )  $\rightarrow$  Happens(finish, t)

## 2. Schritt: Substituiere (nicht in der linguistischen Repräsentation enthalten)

$$\text{HoldsAt}(\text{suchraum}(x), t) \rightarrow$$

$$\text{Trajectory}(\text{suchen}, t, \text{suchraum}(x + d), d)$$

*In fünf Minuten* mißt dann die Zeitdauer der *suchen*-Aktivität.



*In fünf Minuten* induziert Typenkonflikt

## Definition

Das Prädikat  $In(e, x)$  wird durch das folgende Logikprogramm definiert:

$$Happens(\mathit{finish}_f, t) \wedge \mathit{HoldsAt}(\mathit{time}_f(x), t) \rightarrow In(e, x) \quad (1)$$

Query  $?In(e, x)$

führt durch Abduktion (Resolution) zu

$?Happens(finish_f, t)$   
 $?HoldsAt(time_f(x), t)$

## Definition

Szenario für die Messung der Zeitdauer eines Zustands  $f$ .

- 1  $Initially(time_f(0))$
- 2  $Releases(start_f, time_f(0), t)$
- 3  $Initiates(start_f, f, t)$
- 4  $Initiates(start_f, clock_f, t)$
- 5  $HoldsAt(time_f(x), t) \rightarrow Trajectory(clock_f, t, time_f(x + d), d)$
- 6  $Terminates(finish_f, f, t)$
- 7  $Terminates(finish_f, clock_f, t)$

Substituiere Aktivität *suchen* für  $f$  + addiere die folgende Dynamik (nicht in der linguistischen Repräsentation enthalten):

$$\text{HoldsAt}(\text{suchraum}(x), t) \rightarrow \\ \text{Trajectory}(\text{suchen}, t, \text{suchraum}(x + d), d)$$

## Beispielberechnung von subtraktiver Coercion

(2) Der Bergsteiger bestieg den Berg zwei Tage lang.

### Definition

$$Happens(stop, t) \wedge HoldsAt(time_f(x), t) \rightarrow For(f, x) \quad (2)$$

*?Happens(stop<sub>f</sub>, t)*  
*?HoldsAt(time<sub>f</sub>(x), t)*

*Happens(stop<sub>f</sub>, t) ∧ Happens(finish<sub>f</sub>, s) → t ≤ s*

1. Fall:  $s = t$ :  $\Rightarrow$  *Happens(finish<sub>f</sub>, s)*

2. Fall:  $s < t$ : Keine Information über *finish*

# Übersicht

- 1 Typen von Coercion
  - Beispielberechnungen: additive Coercion
  - Beispielberechnung: subtraktive Coercion
- 2 Lesezeitexperimente: "additive" vs. "subtraktive" Coercion
  - additive Coercion
  - subtraktive Coercion
- 3 EKP Studie: Funktionale Vorgänge bei additiver Coercion
- 4 Implikationen für die semantische Theorie

## Lesezeitexperiment 1: additive Coercion

# Experiment 1 - Design

Mism.)	Der Förster	entdeckte	die Falle	fünf Min. lang	im	Wald
Coerc.)	Der Förster	entdeckte	die Falle	in fünf Min.	im	Wald
Kontr.)	Der Förster	entdeckte	die Falle	vor fünf Min.	im	Wald

# Experiment 1 - Design

Mism.)	Der Förster	entdeckte	die Falle	fünf Min. lang	im Wald
Coerc.)	Der Förster	entdeckte	die Falle	in fünf Min.	im Wald
Kontr.)	Der Förster	entdeckte	die Falle	vor fünf Min.	im Wald

- drei Arten von Adverbialen:

- *x Zeit lang*-Adverbiale benötigen einen Prozess → Mismatch
- *in x Zeit*-Adverbiale führen zu additiver Coercion
- *vor x Zeit*-Adverbiale dienen als Kontrolle

# Experiment 1 - Design

Mism.)	Der Förster	entdeckte	die Falle	fünf Min. lang	im	Wald
Coerc.)	Der Förster	entdeckte	die Falle	in fünf Min.	im	Wald
Kontr.)	Der Förster	entdeckte	die Falle	vor fünf Min.	im	Wald

- drei Arten von Adverbialen:
  - *x Zeit lang*-Adverbiale benötigen einen Prozess → Mismatch
  - *in x Zeit*-Adverbiale führen zu additiver Coercion
  - *vor x Zeit*-Adverbiale dienen als Kontrolle
- Lesezeit auf dem Adverbial ist Indikator für Schwierigkeit

# Experiment 1 - Methode

- Self-Paced Reading mit Moving Window Präsentation
- Verständnisfrage nach jedem Satz
- nach jedem Item: *Handelte es sich um einen sinnvollen Satz? (j/n)*
- 30 Items + 75 Distraktoren
- Lateinisches Quadrat Design
- 30 Teilnehmer

# Ein Beispieldurchgang

-----.





# Ein Beispieldurchgang

— ——— ——— die Falle — — — — —.

# Ein Beispieldurchgang

— ——— ——— ——— ——— in fünf Minuten ———.

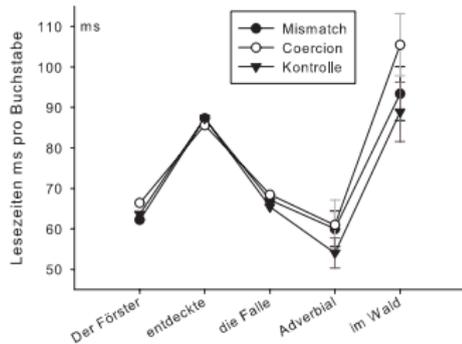
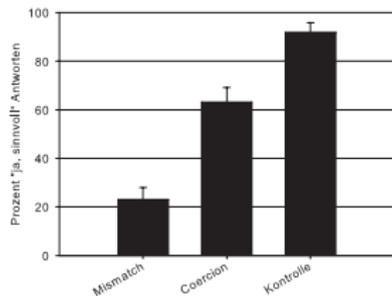


# Ein Beispieldurchgang

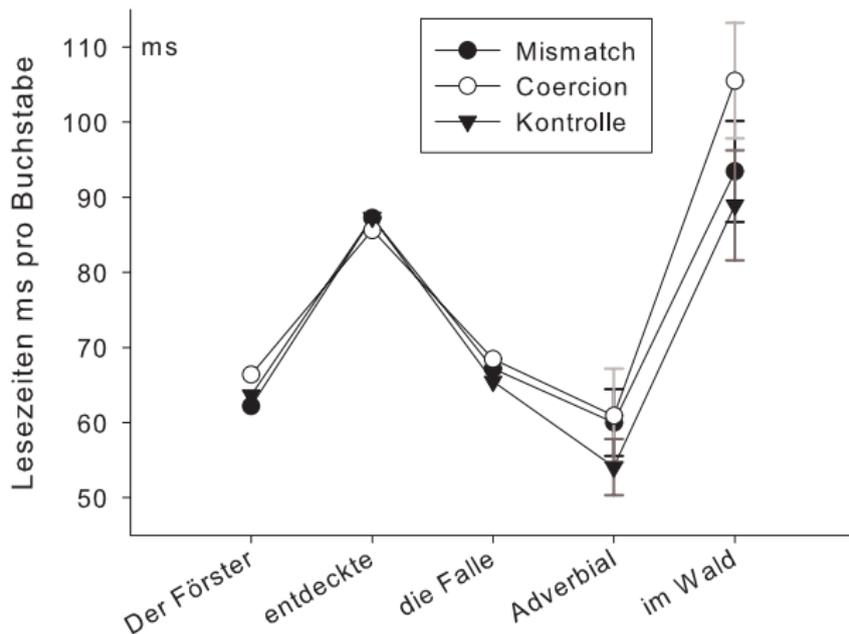
sinnvoll?

# Experiment 1 - Ergebnisse

- Akzeptabilitätsurteile: Mism. < Coerc. < Kontr.
- Lesezeiteffekte auf zwei Segmenten
  - Effekt für Mismatch und Coercion auf dem Adverbial
  - anhaltender Effekt bei Coercion
- ▷ additive Coercion führt zu Schwierigkeiten
- ▷ aber worin bestehen die Schwierigkeiten genau?



# Lesezeiteffekte



## Lesezeitexperiment 2: subtraktive Coercion

# Ist subtraktive Coercion aufwändig?

acc/in) Der Bergsteiger bestieg den Berg **in zwei Tagen** trotz eines Sturms.

acc/for) Der Bergsteiger bestieg den Berg **zwei Tage lang** trotz eines Sturms.

## Effekte der Berechnung ...

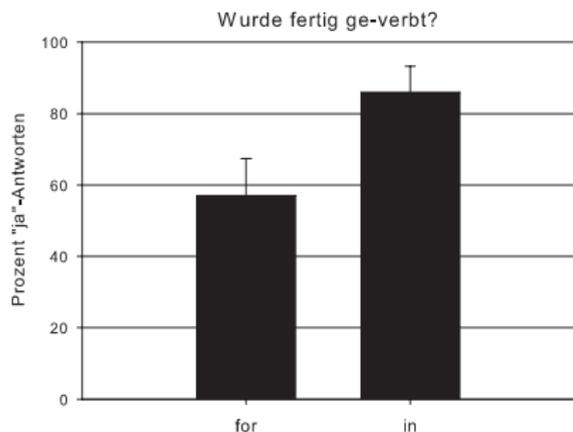
- Offline:
  - Inferenz auf Kulmination wird gestrichen
  - Ob kulminierendes Ereignis eintritt bleibt unentschieden
- Online: *for* schwieriger als *in*

## Experiment 2 - Methode

- in) Der Bergsteiger bestieg den Berg **in zwei Tagen**.
- for) Der Bergsteiger bestieg den Berg **zwei Tage lang**.

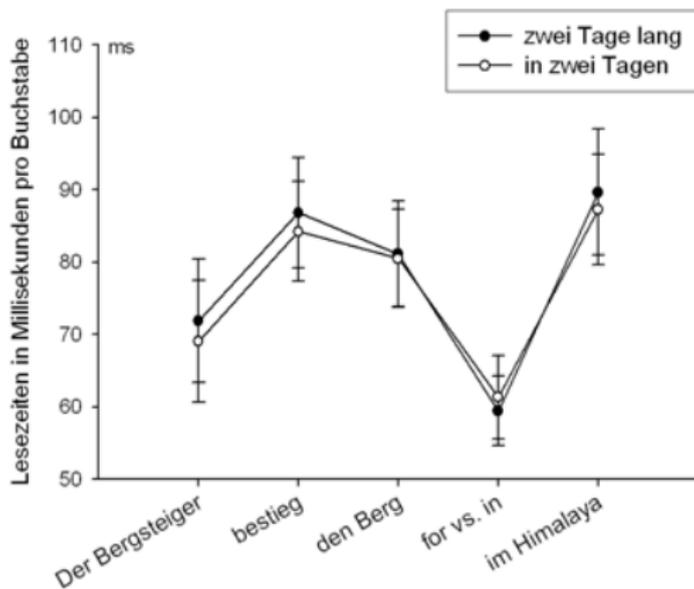
- Self-Paced Reading
- 20 Items mit eindeutigen transitiven Accomplishment-Verben
- 12 Items gefolgt von "wurde fertig gevertebt?"
- 8 Items gefolgt von "sinnvoller Satz?"
- 56 Distraktoren
- 32 VPen

## Experiment 2 - Urteile



- *for*-Adverbiale führen zu subtraktiver Coercion
- Sätze werden mit beiden Adverbialen für sinnvoll gehalten

## Experiment 2 - Lesezeiten



▷ Berechnung ist relativ einfach

# Übersicht

- 1 Typen von Coercion
  - Beispielberechnungen: additive Coercion
  - Beispielberechnung: subtraktive Coercion
- 2 Lesezeitexperimente: "additive" vs. "subtraktive" Coercion
  - additive Coercion
  - subtraktive Coercion
- 3 EKP Studie: Funktionale Vorgänge bei additiver Coercion
- 4 Implikationen für die semantische Theorie

# EKP-Studie - Design

Mism.) **Ganze 5 Min.** hatte der Förster die Falle gefunden, obwohl ...

Coerc.) **In 5 Min.** hatte der Förster die Falle gefunden, obwohl ...

Kontr.) **Vor 5 Min.** hatte der Förster die Falle gefunden, obwohl ...

# EKP-Studie - Design

Mism.) **Ganze 5 Min.** hatte der Förster die Falle gefunden, obwohl ...

Coerc.) **In 5 Min.** hatte der Förster die Falle gefunden, obwohl ...

Kontr.) **Vor 5 Min.** hatte der Förster die Falle gefunden, obwohl ...

- *Adverbial*: Mismatch vs. Coercion vs. Kontrolle

# EKP-Studie - Design

Mism.) **Ganze 5 Min.** hatte der Förster die Falle gefunden, obwohl ...

Coerc.) **In 5 Min.** hatte der Förster die Falle gefunden, obwohl ...

Kontr.) **Vor 5 Min.** hatte der Förster die Falle gefunden, obwohl ...

- *Adverbial*: Mismatch vs. Coercion vs. Kontrolle
- Kritisches Segment: Partizip (*gefunden*)

# EKP-Studie - Design

- Mism.) **Ganze 5 Min.** hatte der Förster die Falle gefunden, obwohl ...
- Coerc.) **In 5 Min.** hatte der Förster die Falle gefunden, obwohl ...
- Kontr.) **Vor 5 Min.** hatte der Förster die Falle gefunden, obwohl ...

- *Adverbial*: Mismatch vs. Coercion vs. Kontrolle
- Kritisches Segment: Partizip (*gefunden*)
- Bis auf das erste Wort sind die Sätze identisch

# EKP-Studie - Design

Mism.) **Ganze 5 Min.** hatte der Förster die Falle gefunden, obwohl ...

Coerc.) **In 5 Min.** hatte der Förster die Falle gefunden, obwohl ...

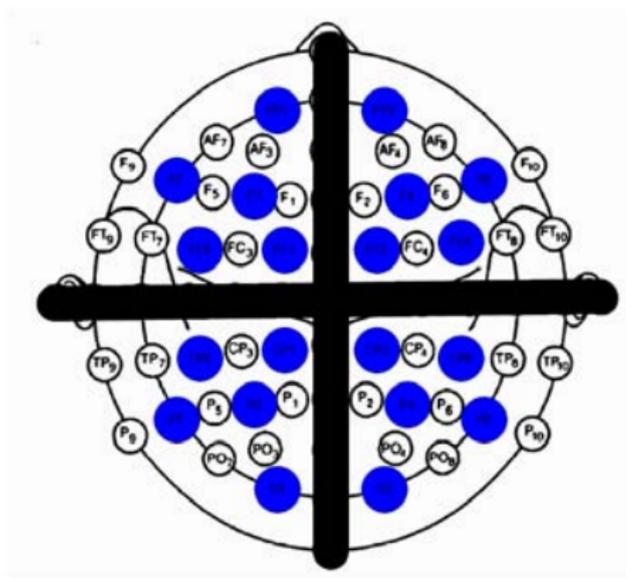
Kontr.) **Vor 5 Min.** hatte der Förster die Falle gefunden, obwohl ...

- *Adverbial*: Mismatch vs. Coercion vs. Kontrolle
- Kritisches Segment: Partizip (*gefunden*)
- Bis auf das erste Wort sind die Sätze identisch
- EKP Effekte sind auf den sem. Kontext zurückzuführen

## EKP-Studie - Methode

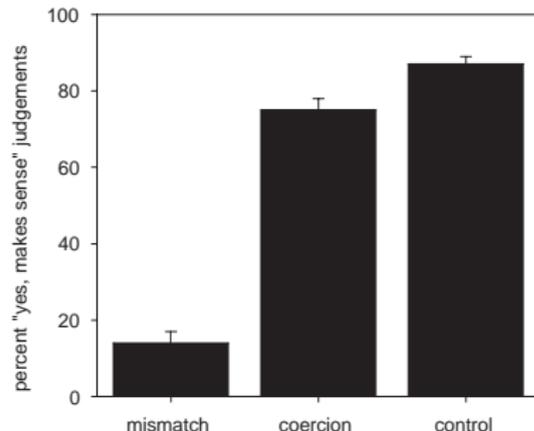
- Wort-für-Wort Präsentation (800 ms pro Wort)
- Akzeptabilitätsrating nach jedem Durchgang (Zeitlimit 4s)
- 120 Items + 180 Distraktoren
- Lateinisches Quadrat Design
- 24 Teilnehmer
  
- Spontan-EEG kontinuierlich aufgezeichnet mit 29 Elektroden
- Referenziert gegen die beiden Mastoide
- Nur artefaktfreie Durchgänge in der Analyse

# EKP-Studie - EEG Aufzeichnung



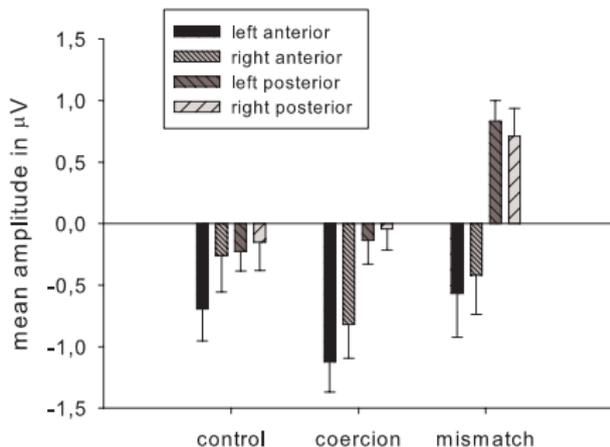
## EKP-Studie - Urteile

- Mism. < Coerc. < Kontr.
- Coercion in mehr als 75 % akzeptiert
- Keine Unterschiede in der Beurteilungszeit
- ▷ VPen berechneten Coercion im Satz

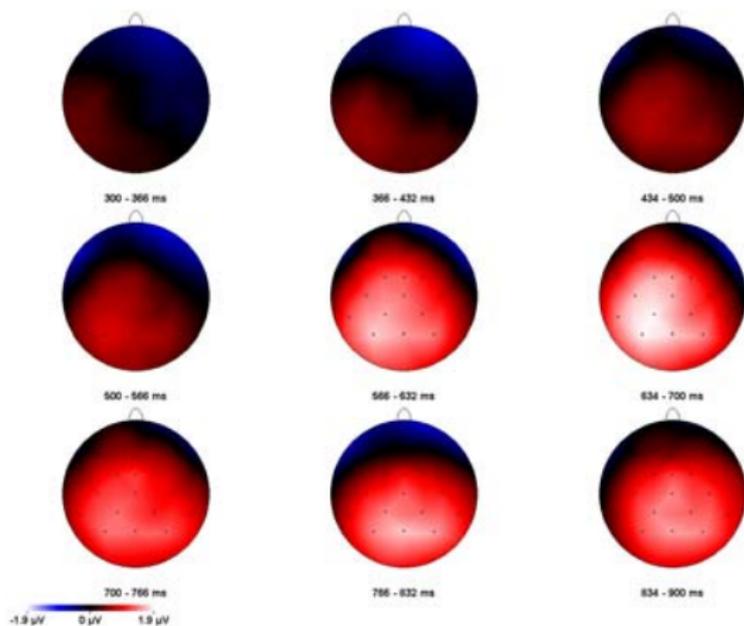


# EKP-Studie - Potenziale 500-900 ms Post Stimulus

- Mismatch führt zu P600
- Coercion führt zu anhaltender anteriorer Negativierung
- Aber keine P600
- ▷ Erhöhter Arbeitsgedächtnis Aufwand bei Coercion
- ▷ Aber keine Zurückweisung der Interpretation

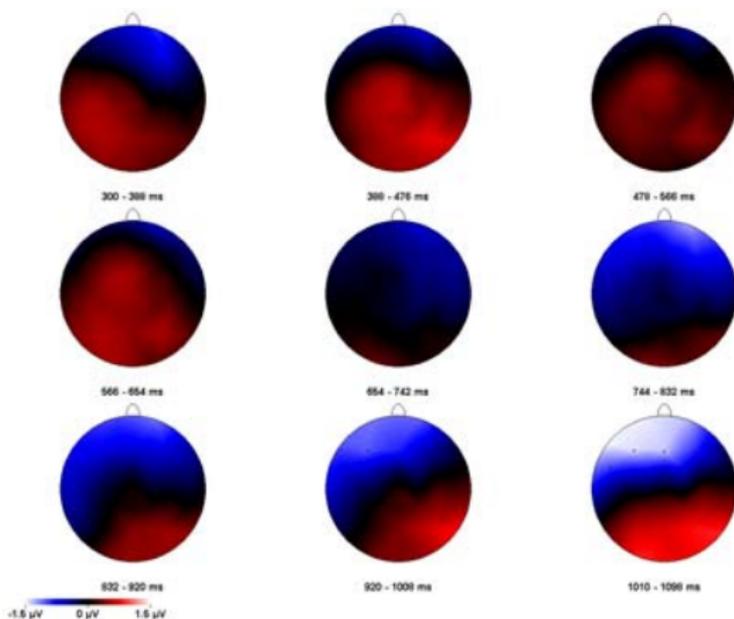


# EKP-Studie - Mismatch Effekt



Mismatch führt zu P600

## EKP-Studie - Coercion Effekt



Coercion führt zu Arbeitsgedächtnis-LAN

## EKP-Studie - Diskussion

- Zusammenbruch der Interpretation bei unauflösbarem Typenkonflikt führt zu P600

## EKP-Studie - Diskussion

- Zusammenbruch der Interpretation bei unauflösbarem Typenkonflikt führt zu P600
- Coercion verursacht keine P600, sondern lediglich Arbeitsgedächtnis-LAN

## EKP-Studie - Diskussion

- Zusammenbruch der Interpretation bei unauflösbarem Typenkonflikt führt zu P600
- Coercion verursacht keine P600, sondern lediglich Arbeitsgedächtnis-LAN
- ▷ keine Indikation für Typenkonflikt

## EKP-Studie - Diskussion

- Zusammenbruch der Interpretation bei unauflösbarem Typenkonflikt führt zu P600
- Coercion verursacht keine P600, sondern lediglich Arbeitsgedächtnis-LAN
  - ▷ keine Indikation für Typenkonflikt
  - ▷ Update des Situations Modells mit einem Vorbereitungsprozess, der über die linguistische Information hinaus inferiert werden muss

## EKP-Studie - Diskussion

- Zusammenbruch der Interpretation bei unauflösbarem Typenkonflikt führt zu P600
- Coercion verursacht keine P600, sondern lediglich Arbeitsgedächtnis-LAN
  - ▷ keine Indikation für Typenkonflikt
  - ▷ Update des Situations Modells mit einem Vorbereitungsprozess, der über die linguistische Information hinaus inferiert werden muss
  - ▷ eine Regel aus dem deklarativen Gedächtnis:

Wer sucht, der findet...

$$Happens(start_{search}, r) \wedge HoldsAt(search, s) \wedge$$

$$happens(finish_{search}, t) \wedge r \leq s < t \rightarrow Happens(find, t)$$

# Übersicht

- 1 Typen von Coercion
  - Beispielberechnungen: additive Coercion
  - Beispielberechnung: subtraktive Coercion
- 2 Lesezeitexperimente: "additive" vs. "subtraktive" Coercion
  - additive Coercion
  - subtraktive Coercion
- 3 EKP Studie: Funktionale Vorgänge bei additiver Coercion
- 4 Implikationen für die semantische Theorie

# Zusammenfassung

- Zwei unterschiedliche Arten von Coercion

# Zusammenfassung

- Zwei unterschiedliche Arten von Coercion
- unterschiedlich im Verarbeitungsaufwand
  - additive Coercion führt zu Schwierigkeiten
  - subtraktive Coercion nicht

# Zusammenfassung

- Zwei unterschiedliche Arten von Coercion
- unterschiedlich im Verarbeitungsaufwand
  - additive Coercion führt zu Schwierigkeiten
  - subtraktive Coercion nicht
- unterschiedlich in den beteiligten Prozessen
  - additive Coercion benötigt Substitution mit extralinguistischer Information
  - subtraktive Coercion nicht

# Theorie und Empirie

Die experimentellen Daten schränken den Raum möglicher Berechnungen ein.

- additive Coercion kann auf vielerlei Weise berechnet werden
- z.B. Typenkonflikt+Substitution vs. Abduktion+Substitution
- welcher Algorithmus ist real?
- EKP Daten sprechen für Abduktion+Substitution

# Ausblick

weitere Vorhaben:

- vergleichende Experimente zu unterschiedlichen Arten von Coercion
  - iterative Lesarten bei verschiedenen Verbklassen:  
*Hans nieste zwei Stunden lang* vs. *Hans durchtauchte den Pool zehn Jahre lang*
  - im Vergleich mit subtraktiver Coercion:  
*Hans durchtauchte den Pool zehn Sekunden lang*
- bildgebende Verfahren (fMRT) einzusetzen, um die Effekte bei additiver Coercion im Gehirn lokalisieren zu können

Herzlichen Dank für die Aufmerksamkeit  
und an Fabian Schlotterbeck für die Durchführung der  
Experimente!

