

SATZVERARBEITUNG

Lars Konieczny

Institut für Informatik und Gesellschaft

Abteilung Kognitionswissenschaft

Universität Freiburg

lars@cognition.iig.uni-freiburg.de

Sprachverstehen

- Sprachverstehen ist der Prozess, bei dem einer lautlichen oder schriftlichen Äußerung *Bedeutung* zugewiesen wird.
- SV ist eine äußerst anspruchsvolle Aufgabe:
 - ▣ Input ist hochgradig mehrdeutig (ambig)
 - ▣ komplex
 - ▣ fehlerhaft
- Menschen sind sehr gute Sprachversther:
 - ▣ schnell
 - ▣ robust
 - ▣ nicht abhängig von Domänen
- Sätze können nicht einfach komplett abgerufen werden, wie Einträge aus dem Lexikon
 - ▣ Grammatik erlaubt unendlich viele Satzkonstruktionen
 - ▣ Interpretation erfolgt inkrementell, d.h. schon vor dem Ende eines Satzes

Psycholinguistik

Lars Konieczny

Sprachfähigkeit ist menschlich

- Gibt es ein LAD (Language Acquisition Device, Chomsky 1968)?
 - Alle Menschen erwerben ohne besonderen Unterricht ihre Muttersprache.
 - Ausnahmen: schwerste Behinderungen
 - Jede Sprache kann von jedem Menschen als Muttersprache erworben werden.
 - Der Erwerb der Sprache folgt bestimmten, von der Umgebung nicht beeinflussbaren Regelmäßigkeiten.
 - Sprachfähigkeit ist artspezifisch für den Menschen.
- Gibt es sprachliche “Universalien”?
 - d.h. Charakteristika, die allen menschlichen Sprachen trotz all ihrer Vielfalt gemeinsam sind?
 - Problem: Es gibt keine einigungsfähige Theorie, wie diese “Universalgrammatik” aussehen soll.

Psycholinguistik

Lars Konieczny

Sprachliche Leistungen trainierter Schimpansen

- Trainingsergebnisse bei Schimpansen
 - beachtliche Denkleistungen, Symbolgebrauch
 - aber: kaum Ansätze zu syntaktischen Regularitäten
 - Bereits Kleinkinder (3 J.) übertreffen 8 J. lang trainierte Schimpansen:
- “Washoe” (Gardner & Gardner), “Nim Chimsky” (Premack)
 - kleines Vokabular, keine Flexionen (auch nicht in Zeichensprache), keine erkennbaren syntaktischen Regularitäten
 - “Nim eat Nim eat. Drink eat me Nim. You me banana me banana you. Banana me me me eat. Give orange me give eat orange me eat orange give me eat orange give me you.”
 - amerikan. Kind (2-3 J.) im Vergleich: “Look at that train Ursula brought.” - “We going turn light on so you can’t see.” (U. Bellugi)
- Lit.: Premack (Cognition, 1985); Pinker (1994); ch. 11.

Psycholinguistik

Lars Konieczny

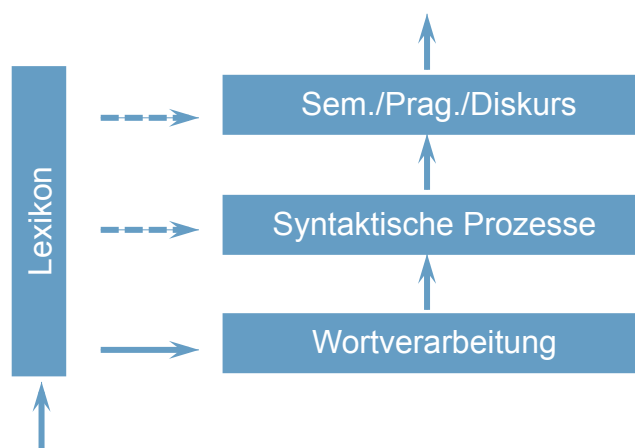
Sprache ist komplex

- Hauptproblem: Ambiguität
 - lexikalische Ambiguität:
“Hannelore ging zur Bank {und setzte sich | und löste den Scheck ein}.”
 - morphologische Ambiguität
Stau-becken vs. Staub-ecken
Stimulierung
 - strukturelle Ambiguität:
“Penelope {fotografierte | streichelte} den Löwen im Käfig.”
 - Skopusambiguität:
“Heutzutage macht jedem Politiker ein ökologisches Problem zu schaffen.”
- Wir sind immer noch weit davon entfernt, technische Systeme bauen zu können, die natürliche Sprache auch nur annähernd so gut verstehen wie Menschen!
 - Erfolgreiche Systeme funktionieren nur in eng begrenzten Domänen:
 - Kanadischer Wetterbericht (automat. ÜS ins Französische)
 - Verbmobil (Bereich: Terminvereinbarungen)

Psycholinguistik

Lars Konieczny

Ebenen des Verstehens



Lars Konieczny

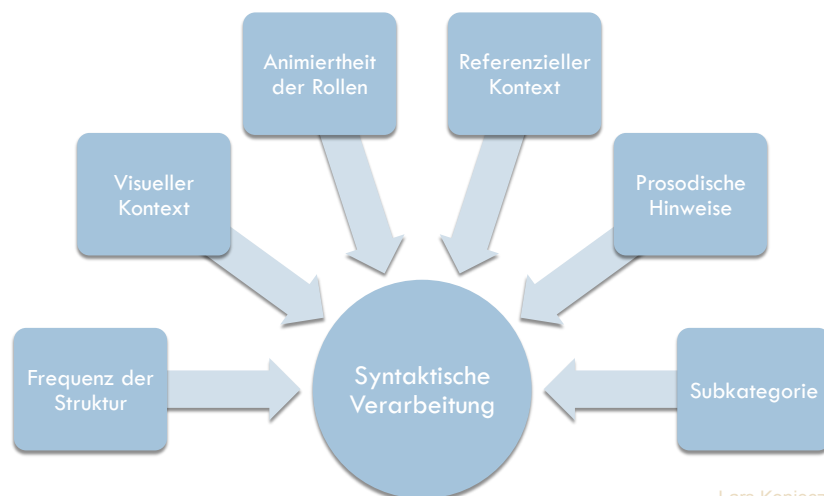
Ein modularer Ansatz



Sprache und Kognition: Satzverarbeitung

Lars Konieczny

Ein interaktiver Ansatz



Lars Konieczny

Kompetenz und Performanz

- Kompetenz: Sprachliches Wissen
 - ▣ Der Hund jagt die Katze
 - ▣ Der Hund, den die Maus sieht, jagt die Katze
 - ▣ Der Hund, den die Maus, die den Vogel erschreckt, jagt die Katze.
 - ▣ ...
- Performanz: Wie wird Sprache verarbeitet?
 - ▣ Kognitive Architektur (modular?)
 - ▣ Beschränkungen des Arbeitsgedächtnis

Psycholinguistik

Lars Konieczny

Kompetenz und Performanz

- Kompetenz: Sprachliches Wissen
 - ▣ Repräsentationen
 - Phrasenstrukturbäume
 - Merkmalstrukturen
 - Beschränkungen (Constraints)
 - Ableitungsregeln
 - ▣ Beste Näherung durch linguistische Grammatiktheorie
 - Generativistische Grammatiken
 - Lexikal Functional Grammar
 - Construction Grammar
 - ...

Psycholinguistik

Lars Konieczny

Kompetenz und Performanz

□ Performanz

- Wie wird das sprachliche Wissen verwendet, um Sprache zu verarbeiten?
- Welche Verfahren, Algorithmen oder Mechanismen?
 - (Wortweise) **inkrementell**, von links-nach-rechts
 - Auswahl einer Alternative bei Ambiguitäten
- Architektur
 - Wie arbeiten die verschiedenen Wissens Ebenen zusammen? Gibt es Beschränkungen in der Interaktion?
 - Beschränkungen im Arbeitsgedächtnis

Psycholinguistik

Lars Konieczny

Holzwegsätze (garden-path sent.)

Zum Verständnis der menschlichen Sprachverarbeitung betrachtet man gern Grenzfälle, in denen die korrekte Interpretation nur mit mehr oder weniger Mühe gefunden werden kann.

Peter hat die Ärztin im Krankenhaus gestern sehr geholfen.

Peter_[nom, akk, dat] Ärztin_[nom, akk], Präferenz: Subjekt < Objekt

The boat floated down the river sank.

floated_[main verb past tense, past participle im reduzierten Relativsatz]
Präferenz: main verb)

Psycholinguistik

Lars Konieczny

Syntax

- Das Zusammenfügen von Wörtern zu Sätzen folgt in jeder Sprache syntaktischen Regeln.
 - Z.B. im Deutschen: Artikel < Adjektiv < Nomen
 - der bunte Clown
 - * bunte der Clown
 - *Clown bunte der
- Die Struktur von Sätzen ist hierarchisch.
 - Der *Junge*, den die Mitschüler ärgerten, *mochte* den Lehrer.
 - Numerus-Kongruenz zwischen Subjekt und Verb kann über beliebige Distanzen und über beliebig viele andere Verben hinweg hergestellt werden.

Psycholinguistik

Lars Konieczny

Lexikalisch-syntaktische Merkmale: Argumentstruktur von Verben (1)

- Marion verspricht Lisa, sie zu begleiten.
- Marion versagt Lisa, sie zu begleiten.
- Marion verspricht Lisa, sich begleiten zu lassen.
- Marion versagt Lisa, sich begleiten zu lassen.

Psycholinguistik

Lars Konieczny

Lexikalisch-syntaktische Merkmale: Argumentstruktur von Verben (2)

- **versprechen & versagen**
 - gleiche Komplemente
 - 1. direktes Objekt (NP)
 - 2. Komplementsatz (CP)
 - Bei **versprechen** ist das Subjekt der CP identisch mit dem **AGENS** des Matrixsatzes.
 - Die pronominale Referenz auf das Subjekt eines Satzes im Satz selbst erfolgt mit dem Pronomen **sich**
 - Bei **versagen** oder **erlauben** ist das Subjekt der CP identisch mit dem **PATIENS** des Matrixsatzes.
- Funktionale und thematische Rollen sind Inhalte des mentalen Lexikons.
- LFG (lexical-functional grammar, Bresnan 1982) erfasst beide Aspekte.
- Dass es sich bei **versprechen** und **versagen** um eine Beziehung zwischen den thematischen Rollen des Matrixsatzes und einer funktionalen Rolle (Subjekt) der CP handelt, sieht man im Passiv:
 - **Lisa wurde von Marion versprochen, sie (nicht sich!) zu begleiten.**

Psycholinguistik

Syntax: Phrasen

- Nominalphrase (NP)
„Die Vorlesung“
- Verbalphrase (VP)
„zieht sich ...“
- Präpositionalphrase (PP)
„in die Länge“
- ...

Psycholinguistik

Lars Konieczny

Eine einfache Grammatik

Phrasenstrukturregeln

S → NP VP

NP → pn

NP → det n

NP → det adj n

NP → adj n

NP → NP PP

PP → p NP

VP → v

VP → v NP

VP → v NP PP

VP → v S

Lexikon (deutsch)

det = {der, die, den, dem, ..., ein, eine, ... jede, ...}

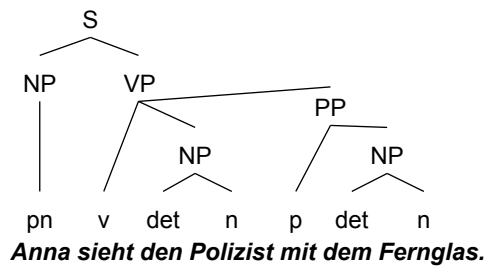
n = {Frau, Mann, Polizist, Freude, Fernglas, ...}

pn = {Peter, Anna, ...}

p = {auf, unter, neben, in, mit, ...}

v = {liest, arbeitet, schreibt, sieht, ...}

adj = {große, großer, großen, kleine, rote, ...}



Psycholinguistik

Syntaktische Ambiguität

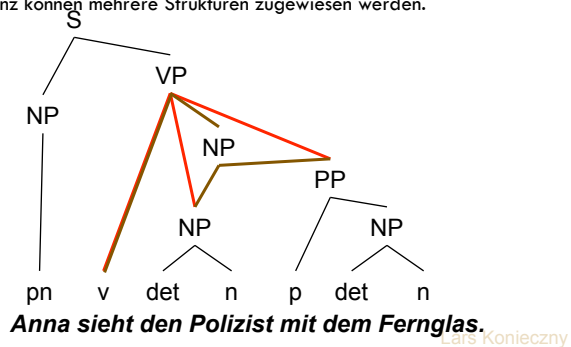
- Lexikalisch: Ein Wort kann mehreren Kategorien angehören.
 - n → {train, hammer, book ...}
 - v → {read, train, witnessed, ...}
 - The old train the young
 - The old train was broken
- Strukturell: Einer Wortsequenz können mehrere Strukturen zugewiesen werden.

PS-Regeln

NP → NP PP

VP → v NP

VP → v NP PP



Psycholinguistik

Lars Konieczny

Lexikalische und strukturelle Ambiguität

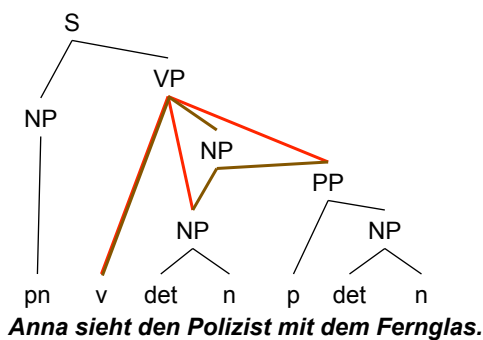
Time flies like an arrow.

- TIME
 - ▣ Nomen: die Zeit
 - ▣ Nominalkompositum: Zeit-
 - ▣ Verb: Zeit nehmen (mit Stoppuhr)
- FLIES
 - ▣ Nomen: die Fliege (pl.)
 - ▣ Nomen: der Hosenschlitz (pl.)
 - ▣ Verb: fliegen
- LIKE
 - ▣ Adverb: so ... wie ...
 - ▣ Verb: mögen, angenehm finden

Psycholinguistik

Dimensionen der Satzverarbeitung

- Horizontal
 - ▣ links-nach-rechts
 - ▣ rechts-nach-links
 - ▣ Inselparsing
 - ▣ head-driven
 - ▣ key-driven
- Vertikal
 - ▣ bottom-up
 - ▣ top-down
 - ▣ mixed-mode



Anna sieht den Polizist mit dem Fernglas.

- Verarbeitung von Ambiguitäten
 - ▣ Seriell
 - ▣ parallel
 - ▣ deterministisch

Präferenzen?
Auswege aus Holzwegen

Psycholinguistik

Lars Konieczny

Inkrementelle Verarbeitung I

- (1) ..., daß **sie** nach dem Ergebnis zu fragen erlaubt hat.
..., that **she** for the result to ask permitted has.
„... that **she** has given permission to ask for the result.“
- (2) ..., daß **sie** nach dem Ergebnis zu fragen erlaubt war.
..., that **her** for the result to ask permitted was.
„... that it was permitted to ask **her** for the result.“
- ❖ Kamide & Mitchell (1999)
 - (3) Kyooju-gakusee-ni shokansisho-ga **kasita** mezurashii komonjo-o **miseta**.
Prof.-nom student-dat librarian-nom **lent** ... manuscript-acc **showed**
 - a. “The professor showed the ... manuscript which the librarian had lent the student” (low)
 - b. “The professor showed the student the ... manuscript which the librarian had lent” (high)

Psycholinguistik

Lars Konieczny

Inkrementelle Verarbeitung II

- Inkrementelle Präferenzen bei der Ambiguitätsauflösung sprechen für Strukturaufbau schon vor dem Kopf der Phrase.
- Aber auch bei einfachen eindeutigen Strukturen lassen sich Hinweise auf einen frühen Strukturaufbau finden:
 - Hemforth et al. (1993)
 - Der hungrige Fuchs **bemerkte** die fette Henne.
 - Den hungrigen **Fuchs** **bemerkte** die fette Henne.
 - Konieczny (1996)
 - Der hungrige Fuchs **bemerkte** die fette Henne.
 - Den **hungrigen Fuchs** **bemerkte** die fette Henne.

Psycholinguistik

Lars Konieczny

Inkrementelle Verarbeitung III

→ Jedes neue Word wird sofort im gegebenen Kontext interpretiert
(wenn möglich)

„Immediacy hypothesis“

Psycholinguistik

Lars Konieczny

Bottom-up Parsing

Phrasenstrukturregeln

S → NP VP

NP → det n

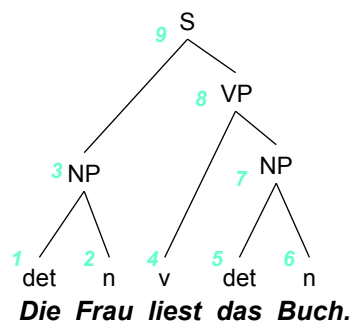
VP → v NP

Lexikon (deutsch)

det = {der, die, das, ...}

n = {Frau, Mann, Polizist, Buch, ...}

v = {liest, arbeitet, schreibt, sieht, ...}



Inkrementell?

Nein!

Psycholinguistik

Top-down Parsing

Phrasenstrukturregeln

S → NP VP

NP → det n

VP → v NP

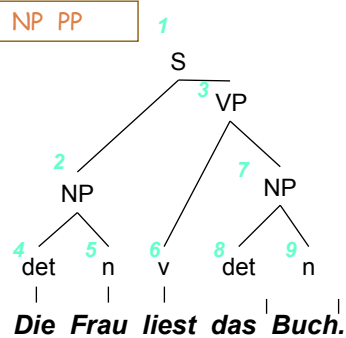
NP → NP PP

Lexikon (deutsch)

det= {der, die, das, ...}

n = {Frau, Mann, Polizist, Buch, ...}

v = {liest, arbeitet, schreibt, sieht, ...}



Inkrementell?

Ja!

Aber:

arbeitet unabhängig vom Input!

Links-Rekursion!

Psycholinguistik

Left-corner Parsing ("arc eager")

Phrasenstrukturregeln

S → NP VP

NP → det n

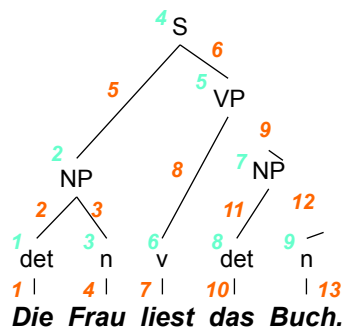
VP → v NP

Lexikon (deutsch)

det= {der, die, das, ...}

n = {Frau, Mann, Polizist, Buch, ...}

v = {liest, arbeitet, schreibt, sieht, ...}



Inkrementell?

Fast.

Input-gesteuert?

Ja!

Psycholinguistik

Left-corner Parsing (“arc hyper-eager”)

Phrasenstrukturregeln

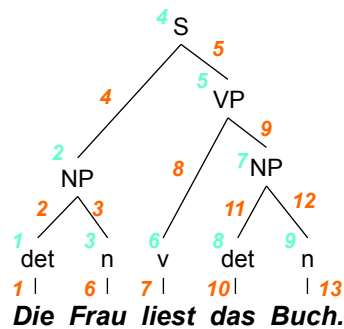
| | | |
|----|---|-------|
| S | → | NP VP |
| NP | → | det n |
| VP | → | v NP |

Lexikon (deutsch)

det= {der, die, das, ...}

n = {Frau, Mann, Polizist, Buch, ...}

v = {liest, arbeitet, schreibt, sieht, ...}



Psycholinguistik

Inkrementell?

Ja!

Input-gesteuert?

Ja!

Parsing und Arbeitsgedächtnis

PS-Regeln

| | | |
|-----|---|-------------|
| S | → | NP VP |
| NP | → | det n |
| NP | → | NP RS |
| VP | → | v |
| RS | → | relPro NP v |
| ... | | |

□ “Zentraleinbettung”:

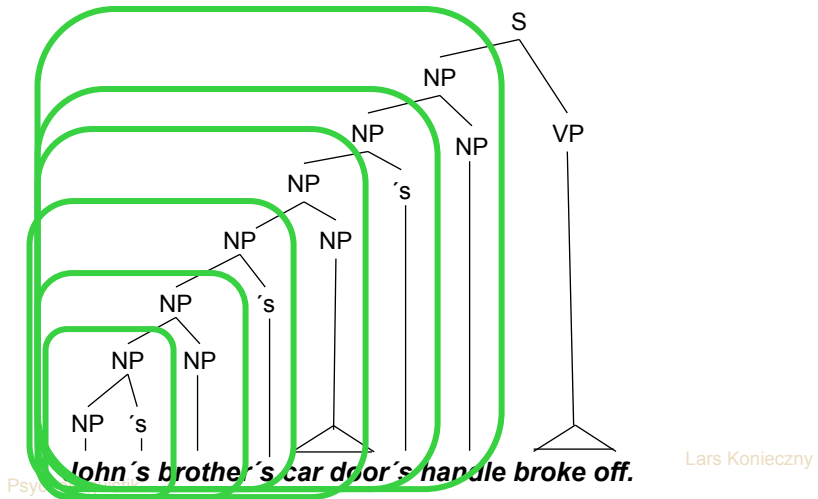
- “Die Maus starb”
- “Die Maus, die die Katze jagte, starb”
- “Die Maus, die die Katze, die der Hund biss, jagte, starb”
- ...

- Keine Ambiguität
- Grammatikalisch
- Warum schwierig, wenn mehr als ein Satz zentral eingebettet ist?

Lars Konieczny

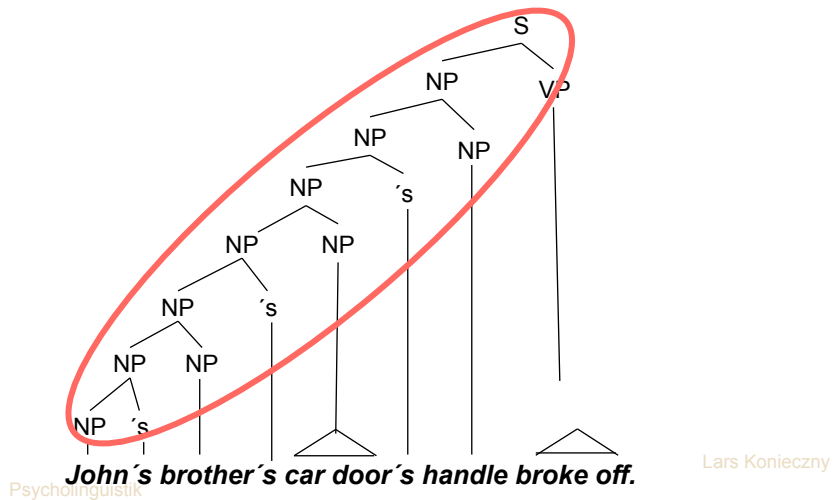
Left embedding: bottom-up

- [[[John's brother]'s car door]'s handle] broke off.



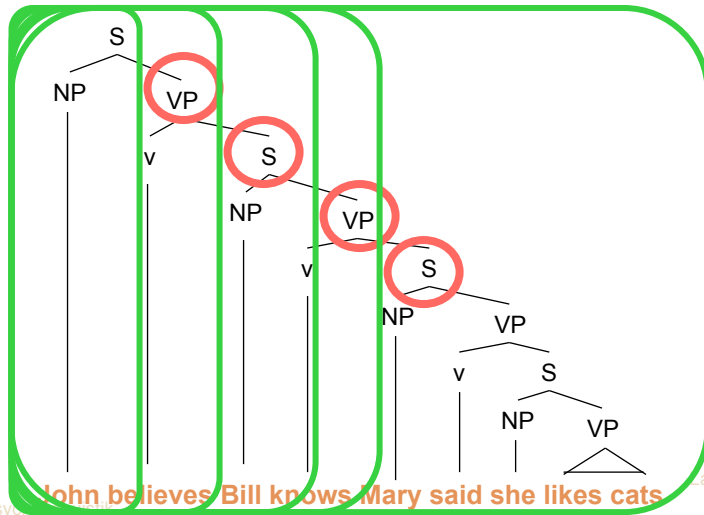
Left embedding: top-down

- [[[John's brother]'s car door]'s handle] broke off.



Right embedding: top-down

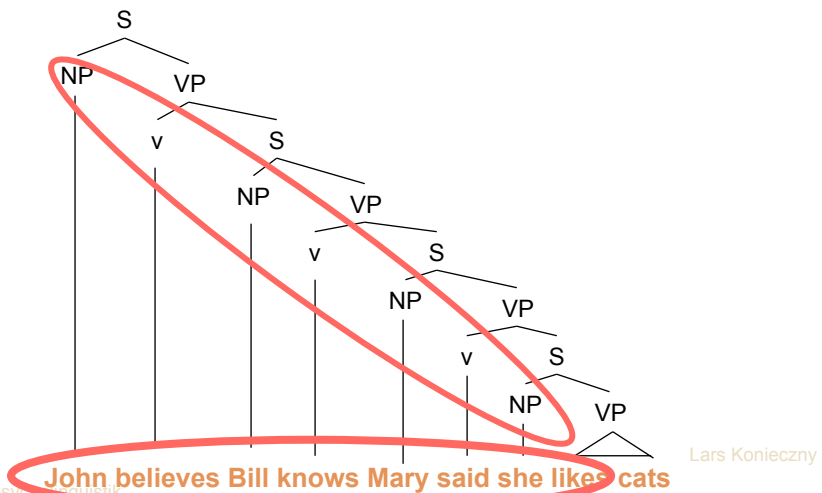
- John believes [Bill knows [Mary said [she likes cats]]]



Psycholinguistics
Lars Konieczny

Right embedding: bottom-up

- John believes [Bill knows [Mary said [she likes cats]]]



Psycholinguistics
Lars Konieczny

Parsing und Gedächtnisbelastung

- Links-Einbettung (LE) ist "leicht":
 - [[[John's brother]'s car door]'s handle] broke off.
- Ebenso rechts-Einbettung (RE):
 - John believes [Bill knows [Mary said [she likes cats]]]
- Aber: Zentraleinbettung (ZE) ist hart:
 - [The mouse [the cat [the dog bit] chased] died]

- Top-down: LE: **hart** ZE: **hart** RE: leicht
- Bottom-up: LE: leicht ZE: **hart** RE: **hart**
- Left-corner: LE: leicht ZE: **hart** RE: leicht

- Lit: Abney & Johnson (1991)

Psycholinguistik

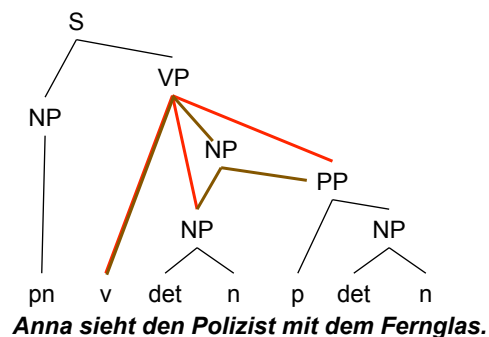
Lars Konieczny

Strukturelle Ambiguität

- Einer Wortsequenz können mehrere Strukturen zugewiesen werden.

PS-Regeln

| | | |
|----|---|-----------|
| NP | → | NP PP |
| VP | → | v NP (PP) |



Psycholinguistik

Lars Konieczny

Strukturelle Ambiguitäten und Parsing

- Beim inkrementellen Parsing (von links nach rechts) müssen Regeln ausgewählt werden, mit denen jedes neue Wort in die bestehende Struktur integriert werden kann.
- Manchmal können mehrere Regeln (Regelmengen) ausgewählt werden, die jeweils eine wohlgeformte Struktur erzeugen



Lokale (temporäre) Ambiguität: Nur eine Analyse stellt sich später als richtig heraus

The boat *floated down the river sank*.



Globale Ambiguität: Alle Analysen bleiben bis zum Satzende korrekt.

Anna *sieht den Polizist mit dem Fernglas*.

Psycholinguistik

Lars Konieczny

Was geschieht bei einer Ambiguität?

- Parallele Verarbeitung?
 - ▣ Mehrere Alternativen werden parallel weiterverfolgt
 - ▣ Wenn eine Alternative später scheitert, wird sie gelöscht.
 - ▣ Problem: Multiple lokale Ambiguitäten lassen den Suchraum anwachsen!
 - ▣ Unbegrenzte Parallelverarbeitung empirisch widerlegt: "Garden-path"-Sätze
 - ▣ Begrenzte Parallelverarbeitung: Nur einige (die besten) Alternativen werden weiterverfolgt.
- Serielle Verarbeitung?
 - ▣ Nur eine Alternative wird weiterverfolgt. Welche? (→ MA, LC)
 - ▣ Was geschieht, wenn diese scheitert? (→ „backtracking“, selektive Reanalyse)
- Unterspezifikation?
 - ▣ Verzögere die Entscheidung
 - ▣ Unterspezifizierte Repräsentationen

Psycholinguistik

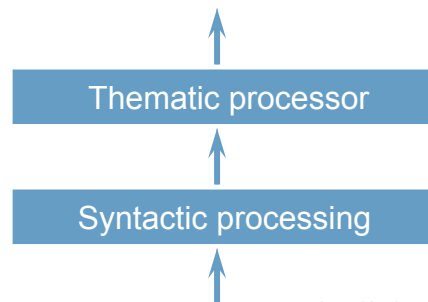
Lars Konieczny

Ein serielles Modell: “Garden Path Theory”

(Frazier & Rayner, 1982)

1. Modular

- ▣ Parser/Syntactic processor arbeitet **autonom**. Entscheidungen werden aussch. auf der Basis struktureller Ökonomie gefällt.
- ▣ Der „thematische Prozessor“ kann allerdings eine Reanalyse einleiten.



Psycholinguistik

Lars Konieczny

Ein serielles Modell: “Garden Path Theory”

(Frazier & Rayner, 1982)

2. Inkrementell

- ▣ Binde jedes neue Wort unmittelbar in die bisher aufgebaute Struktur ein (*immediacy hypothesis*)
→ Left-corner parsing

Psycholinguistik

Lars Konieczny

Ein serielles Modell: "Garden Path Theory"

(Frazier & Rayner, 1982)

3. Ökonomische Auflösung von strukturellen Ambiguitäten

□ **Minimal Attachment (MA)**

Postuliere keine phrasalen Knoten, die möglicherweise unnötig sind.

□ **Late Closure (LC)**

Binde neues Material an die zuletzt verarbeitete Phrase an.

Psycholinguistik

Lars Konieczny

Minimal Attachment (MA)

Phrasenstrukturregeln

S → NP VP

NP → pn

NP → det n

NP → adj n

NP → NP PP

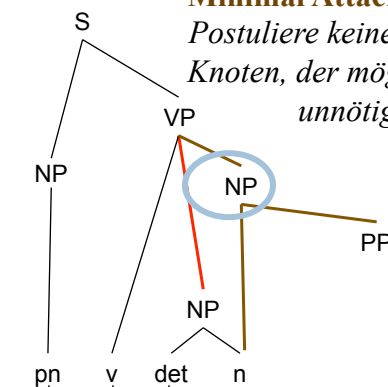
PP → p NP

VP → v (NP) (PP)

VP → v S

Minimal Attachment (MA)

Postuliere keinen phrasalen Knoten, der möglicherweise unnötig ist!



Anna sieht den Polizist mit dem Fernglas.

Psycholinguistik

Minimal Attachment (MA)

Phrasenstrukturregeln

S → NP VP

NP → pn

NP → det n

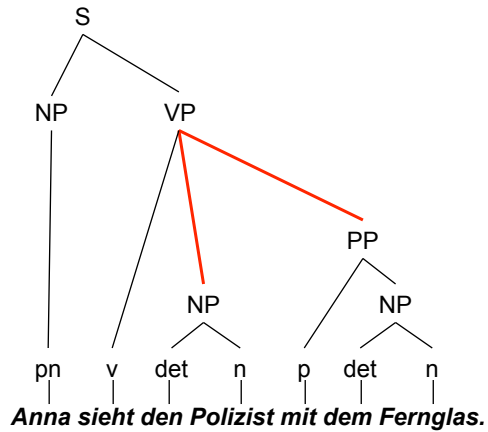
NP → adj n

NP → NP PP

PP → p NP

VP → v (NP) (PP)

VP → v S



Psycholinguistik

Minimal Attachment (MA)

Phrasenstrukturregeln

S → NP VP

NP → pn

NP → det n

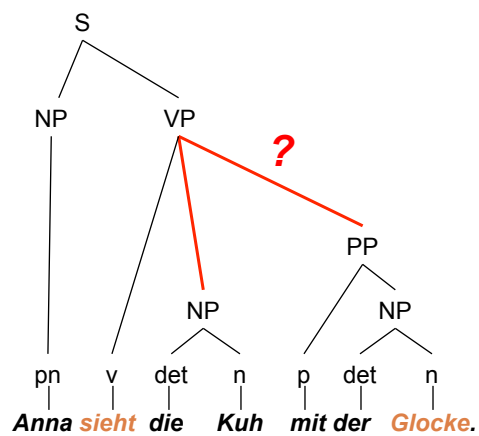
NP → adj n

NP → NP PP

PP → p NP

VP → v (NP) (PP)

VP → v S



Psycholinguistik

Minimal Attachment (MA)

Phrasenstrukturregeln

S → NP VP

NP → pn

NP → det n

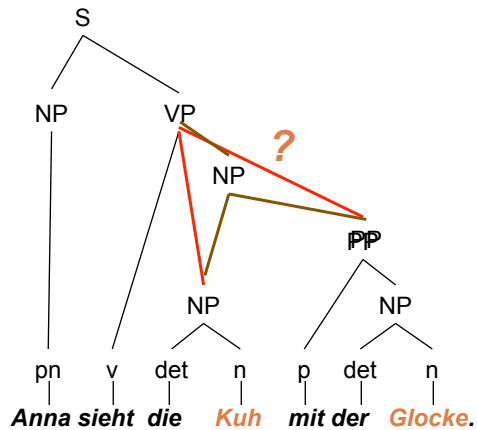
NP → adj n

NP → NP PP

PP → p NP

VP → v (NP) (PP)

VP → v S



Psycholinguistik

Late Closure (LC)

PS-Regeln

S → NP VP (AP)

S' → comp S

NP → pn

NP → det n

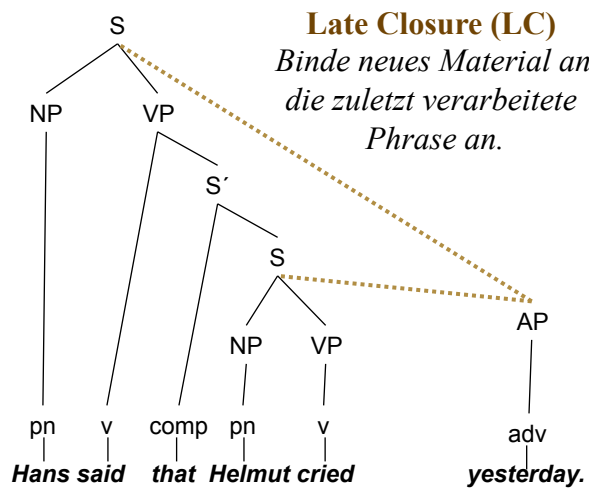
NP → NP PP

PP → p NP

VP → v (NP) (PP)

VP → v S'

AP → adv

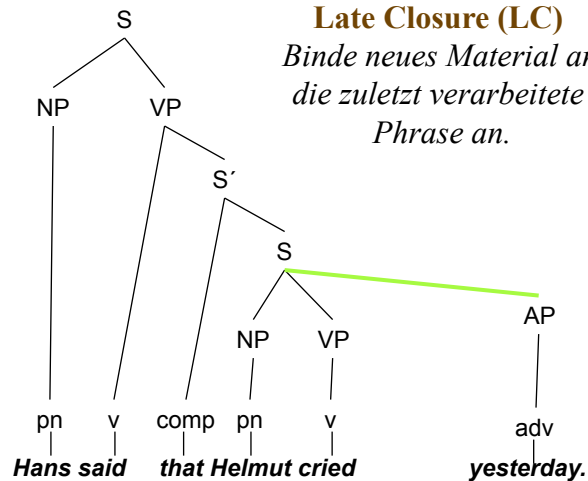


Psycholinguistik

Late Closure (LC)

PS-Regeln

- S → NP VP (AP)
- S' → comp S
- NP → pn
- NP → det n
- NP → NP PP
- PP → p NP
- VP → v (NP) (PP)
- VP → v S'
- AP → adv



Psycholinguistik

Garden-Path Theory: Evidenz

- **VP-Attachment:**
 - “The cop saw the burglar **with the gun**”
- **NP/S Attachment:**
 - “The athlete realised **his aims** were too high”
- **Object-Attachment:**
 - “After the man left **the shop** closed”
 - “After the child sneezed **the doctor** arrived”
- **Active over Reduced Relative:**
 - “The horse **raced** past the barn fell”
 - “The man **delivered** the junkmail threw it away”
- **Complement vs Relative Clause:**
 - “The doctor told the woman **that** he was in love with to leave”

Psycholinguistik

Lars Konieczny

Weak vs. strong garden paths

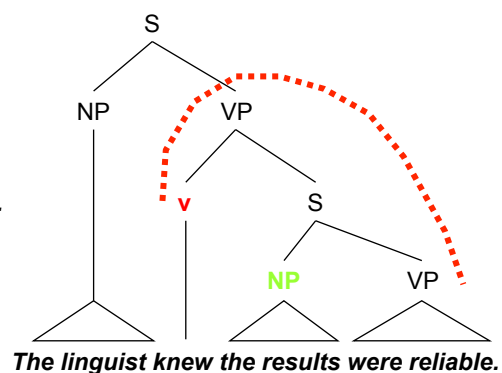
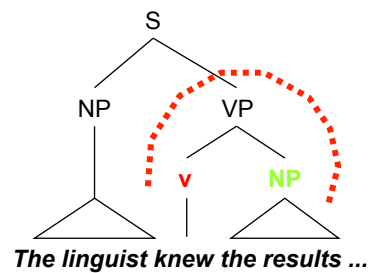
- Observation:
 - Some garden-paths are easy to recover from, others are hard
 - The linguist knew **the results** were reliable. (easy)
 - After the audience applauded **the actor** left the stage. (hard)
- Puzzle:
 - Both sentences are similar in that the ambiguous NP
 - wants to be attached as the *Direct Object* of the preceding verb
 - must be re-analysed as the *Subject* of the following clause.
 - What makes them different?

Psycholinguistik

Lars Konieczny

Weak garden-path

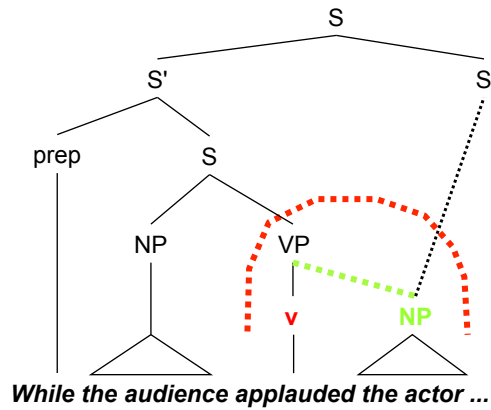
- Pritchett (1988): Thematic domains



Psycholinguistik

Severe garden-path

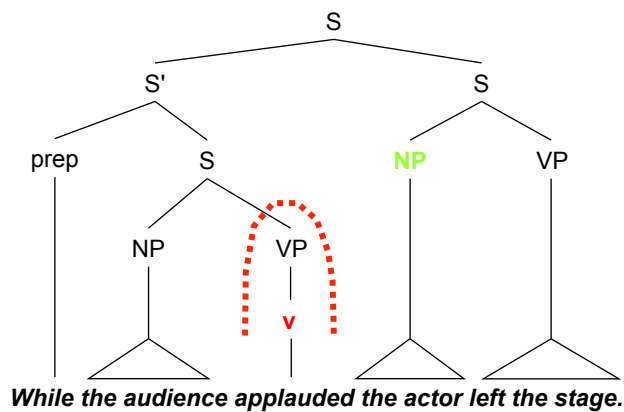
- Pritchett (1988): Thematic domains



Psycholinguistik

Severe garden-path

- Pritchett (1988): Thematic domains



Psycholinguistik

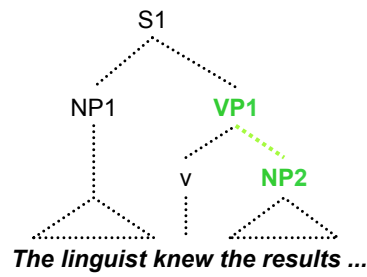
Problems

- Pritchett's model centers around *thematic assigners*
 - ▣ Implies *head-driven parsing*
 - ▣ Therefore fails to account for findings on incrementality

Underspecification

- References
 - ▣ Marcus, Hindle and Fleck (1983): D-theory
 - ▣ Weinberg (1994): Minimal Commitment
 - ▣ Gorrell (1995), Sturt & Crocker (1998): Structural Determinism
- Idea: Underspecified tree *descriptions* (instead of actual trees), using predicates
 - ▣ *Dominance* (vs *immediate dominance*)
 - $\text{dom}(x, y)$ means: Node y is *somewhere* below x
 - ▣ *Precedence*
 - $\text{prec}(x, y)$ means:
Node x (and its daughters) precedes y (and its daughters)
 - ▣ Important: A node cannot be both *dominated* **and** *preceded* by another node

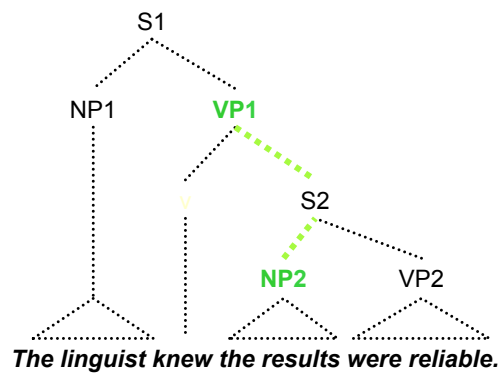
Structural Determinism (SD)



dom(S1, NP1)
 dom(S1, VP1)
 dom(VP1, v)
dom(VP1, NP2)
 ...
 prec(NP1, VP1)
 ...

Psycholinguistik

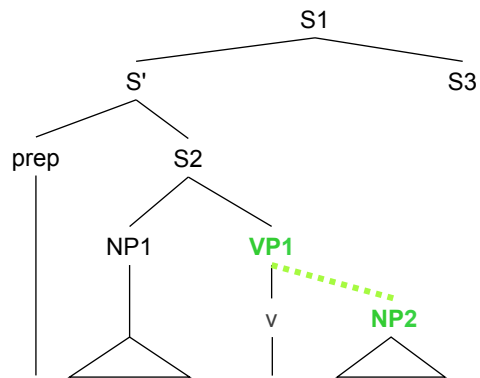
SD: Easy "reanalysis"



dom(S1, NP1)
 dom(S1, VP1)
 dom(VP1, v)
dom(VP1, NP2)
 dom(VP1, S2)
 dom(S2, NP2)
 dom(S2, VP2)
 ...
 prec(NP1, VP1)
 ...

Psycholinguistik

SD: Severe garden-path

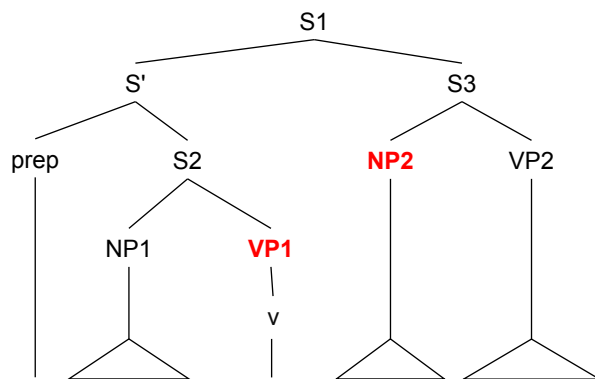


While the audience applauded the actor ...

Psycholinguistik

dom(S1, S')
 dom(S1, S3)
 dom(S', prep)
 dom(S', S2)
 dom(S2, NP1)
 dom(S2, VP1)
 dom(VP1, v)
dom(VP1, NP2)
 ...
 prec(S', S3)
 ...

SD: Severe garden-path



While the audience applauded the actor left the stage.

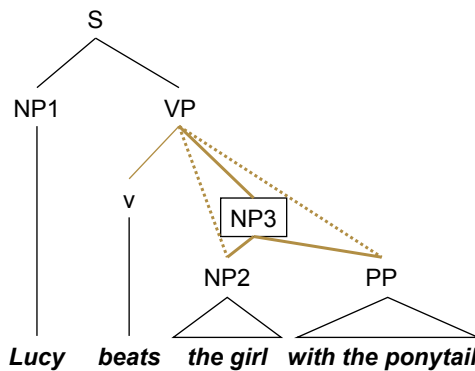
Psycholinguistik

dom(S1, S')
 dom(S1, S3)
 dom(S', prep)
 dom(S', S2)
 dom(S2, NP1)
 dom(S2, VP1)
 dom(VP1, v)
dom(VP1, NP2)
 ...
 prec(S', S3)
prec(VP1, NP2)
 ...

SD: PP-attachment

□ *Lucy beats the girl with the ponytail*

- Mild GP
- No problem, when a simple grammar is used



...

dom(VP, NP2)

dom(VP, PP)

...

prec(NP2, PP)

...

dom(VP, NP3)

dom(NP3, NP2)

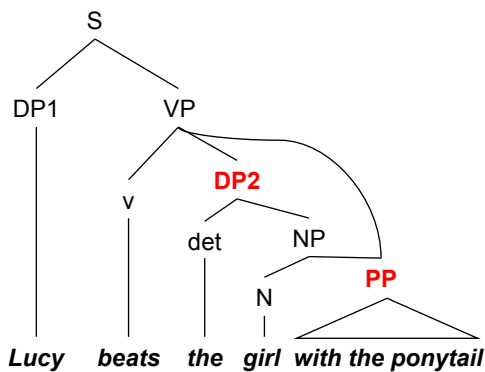
dom(NP3, PP)

...

Lars Konieczny

SD: PP-attachment

- BUT:
- With a more realistic grammar, SD predicts a severe garden-path!



...

dom(VP, DP2)

dom(VP, PP)

...

prec(DP2, PP)

...

dom(DP2, NP)

dom(NP, PP)

dom(DP2, PP)

...

Psycholinguistik

Lars Konieczny

A limited parallel model

(Gibson, 1991)

- Multiple structures are built in parallel and *weighed*
 - ▣ processing load units, PLUs
- When the cost difference (in PLUs) between two constructions exceeds a constant P the worse alternative is discarded.
- Properties of constructions are derived from the *Theta criterion* (Chomsky, 1981):
 - ▣ Each argument bears one and only one theta-role and each theta role is assigned to one and only one argument.

Psycholinguistik

Lars Konieczny

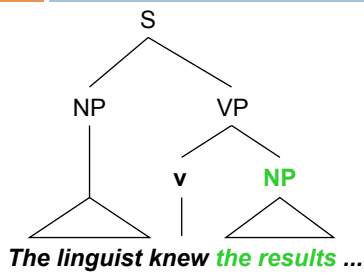
Processing Load Units (PLUs)

- Property of thematic reception
 - ▣ “Associate a load of $X(\text{tr})$ PLUs to each constituent that is in a position to receive a theta role in some coexisting structure, but whose theta assigner is not unambiguously identifiable in the structure in question”.
- Property of Lexical Requirement
 - ▣ “Associate a load of $X(\text{lr})$ PLUs to each lexical requirement that is obligatory in some coexisting structure, but ... [there is] ... no thematic element in the structure in question.”

Psycholinguistik

Lars Konieczny

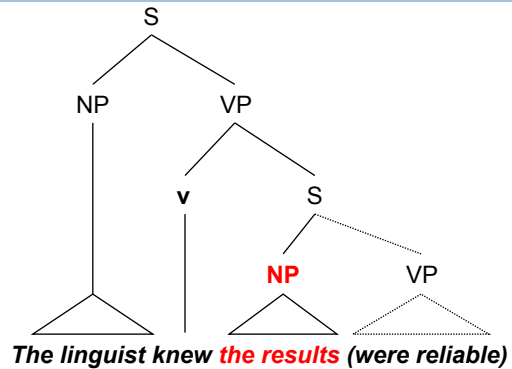
Weak garden-path



0 PLUs:

- Every lexical requirement is satisfied (0 PLU)
- Every NP gets a theta-role (0 PLU)

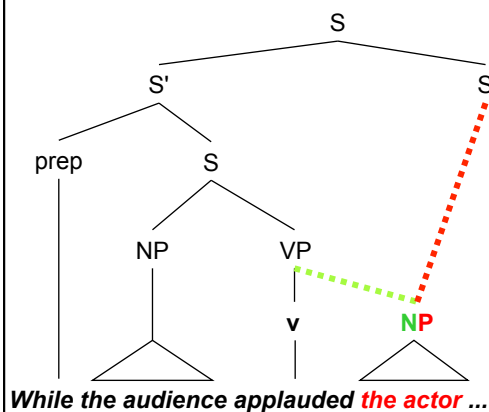
Psycholinguistik



1 PLU:

- Every lexical requirement is satisfied (0 PLU)
- But the NP doesn't receive a theta-role yet! (1 PLU)

Severe garden-path



Psycholinguistik

0 PLUs for **VP-attachment**:

- Every lexical requirement is satisfied (0 PLU)
- Every NP gets a theta-role (0 PLU)

2 PLU for **S-attachment**:

- The lexical requirement of *applauded* is not satisfied (1 PLU)
- The NP doesn't receive a theta-role yet! (1 PLU)

1 PLU < P < 2 PLUs.

Probleme

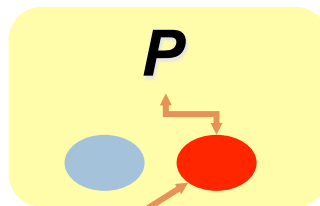
- Empirisch zu findende Verarbeitungsschwierigkeiten bei unbewussten Holzwegeffekten sind im Rahmen des parallelen Modells nur schwer zu erklären.
- Die Menge der frei schätzbaren Parameter des Modells (P, die Zuordnung von PLUs zu den verschiedenen Prinzipien etc.) reduziert den theoretischen Wert.
- Die Unterscheidung zwischen bewussten and unbewussten Holzwegeffekten erscheint oft willkürlich (und theoriegeleitet).

Psycholinguistik

Lars Konieczny

Referential Success (Crain & Steedman, 1985)

- A psychologist was counselling **a married couple**. One of them was nice to him, but the other one was fighting with him.



The psychologist told the woman that he was having trouble with

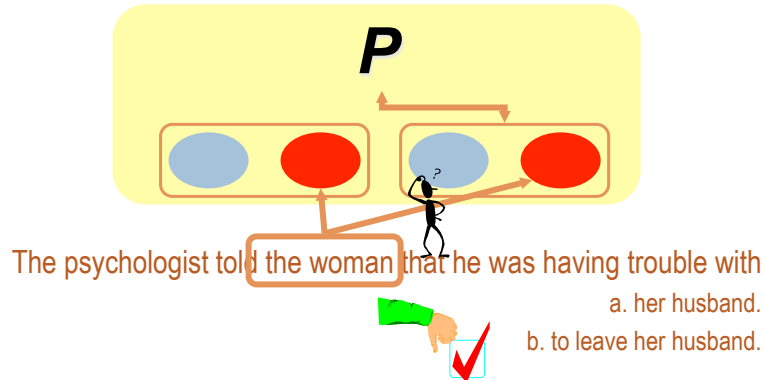


- a. her husband.
- b. to leave her husband.

Lars Konieczny

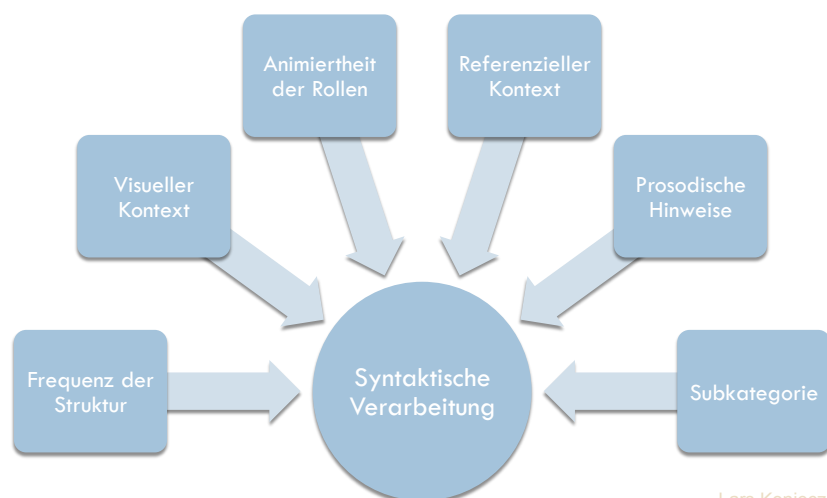
Referential Success (Crain & Steedman, 1985)

- A psychologist was counselling **two married couples**. One of them was nice to him, but the other one was fighting with him.



Lars Konieczny

Ein interaktiver Ansatz



Lars Konieczny