

Sprache und Kognition

Lars Konieczny & Evelyn Ferstl

Kognitionswissenschaft, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

Satzverstehen 2: Arbeitsgedächtnis vs. Erfahrung

Ambiguität, Pragmatik, Arbeitsgedächtnis

Ferreira & Clifton (1986)

Animate subject

The defendant examined by the lawyer passed the test.

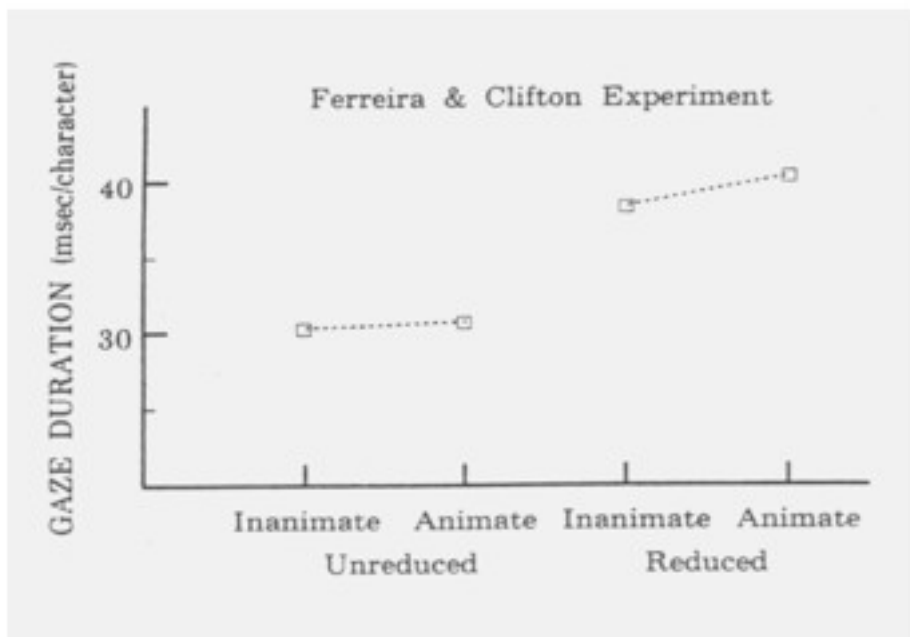
The defendant that was examined by the lawyer ...

Inanimate subject

The evidence examined by the lawyer

The evidence that was examined by the lawyer

Ambiguität: Syntax und Pragmatik



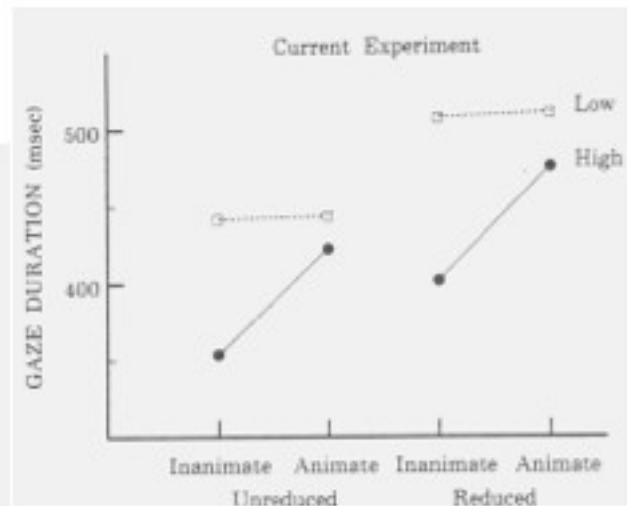
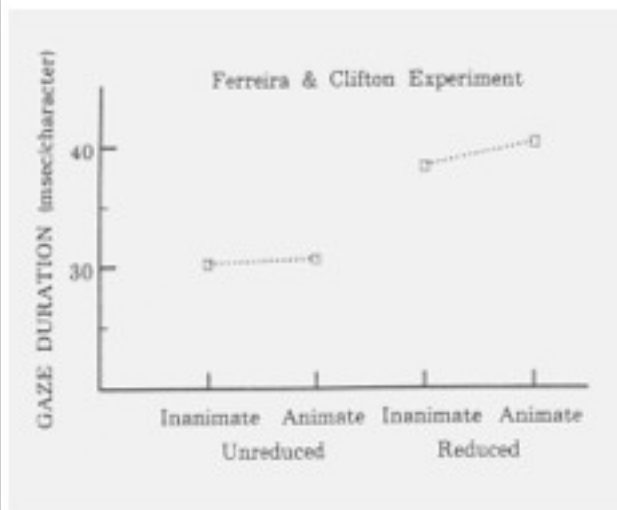
Ferreira & Clifton (1986)

- *Minimal attachment*-Effekt, auch bei nicht-animierten Subjekten

=> Evidenz für Zweistufenmodell

1. Syntax (autonom)
2. Semantik (higher level processes)

Kritik (Just & Carpenter, 1992)



Lesespanne (Daneman & Carpenter, 1980)

- Aufgabe: Jeden Satz laut lesen, das jeweils letzte Wort behalten:
 - (1) Das Taxi bog in die Friedrichstraße ein, von wo sie den Bahnhof wunderbar sehen konnten.
 - (2) Als er endlich seine Augen öffnete, waren darin keine Spur von Triumph, keine Spur von Ärger.
 - (3) Die Blume auf dem Fensterbrett erschien uns wie aus einer anderen Welt.
 - (4) Das Buch war sehr spannend zu lesen und scheint mir auch etwas für die nächste Prüfung zu bringen.

Lesespanne (Daneman & Carpenter, 1980)

Welches waren die vier Wörter?

Lesespanne (Daneman & Carpenter, 1980)

konnten, Ärger, Welt, bringen

Lesespanne (Daneman & Carpenter, 1980)

- *Definition: Reading Span*
 - Die Größe (2-8 Sätze) des größten Sets, bei dem eine Vp in mindestens drei von fünf Durchgängen erfolgreich die finalen Wörter wiedergibt
 - Ist die Vp in der Lage nur in zwei von fünf Durchgängen richtig zu wiederholen, liegt ihre *Reading Span* zwischen dieser und der nächst kleineren
- Einteilung
 - *low span readers:*
 - * *reading Span* von weniger als 3 Wörtern
 - *mid span readers:*
 - * *reading Span* von 3 bis 3,5 Wörtern
 - *high span readers:*
 - * *reading Span* von 4 oder mehr Wörtern

Reading span test

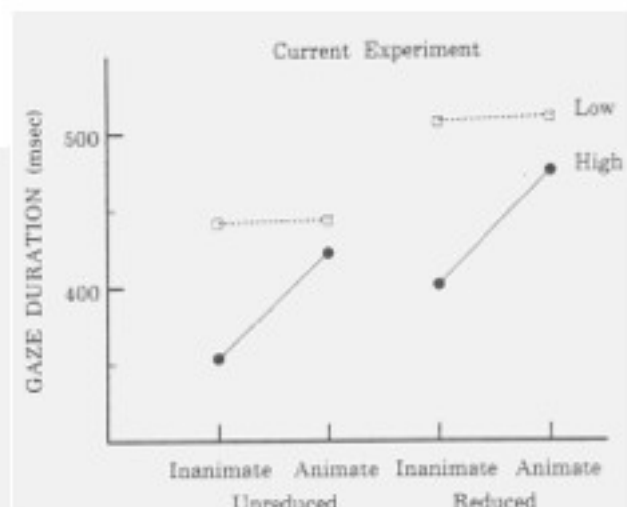
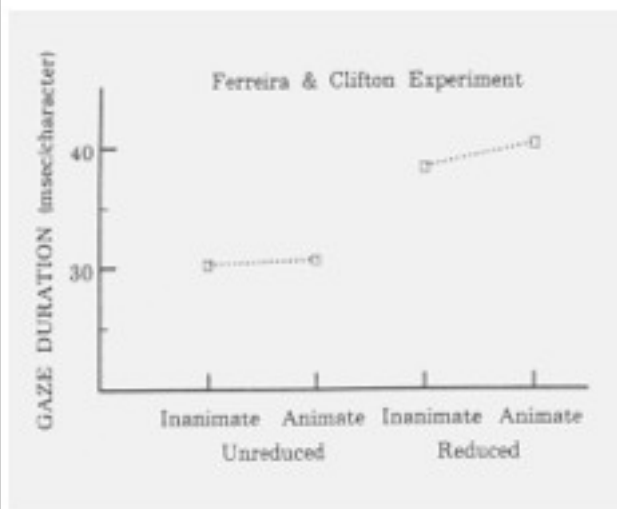
Daneman & Carpenter (1980):

- Elemente aktiv halten und neue Elemente verarbeiten
- Korrelationen des Tests mit US-Hochschulzulassungstest (SAT), Textverstehen (Pronomen zuordnen), Wortspanne (ähnlich wie Zahlenspanne)
- aber: geringe Testqualität (Retest-Reliabilität bei mäßigen .41); 41 % der Probanden befinden sich nach 1 Monat Pause in einer anderen Gruppe (high-, medium-, low-Span)

Reduced relative clauses

- **Veränderte Untersuchung zu reduzierten Relativsätzen:**
 - Vpn wurden unterteilt in:
 - * 40 high span readers (span von 4 und höher)
 - * 40 low span readers (span von 2.5 und weniger)
 - während die Vpn die Sätze am Bildschirm lasen, wurden die Augenfixationszeiten aufgezeichnet
 - betrachtet wurden die *first-pass* Lesezeiten der *by* Phrase, des ersten Verbs, und des Verbs des Zielsatzes

Ambiguität und Lesespanne (Just & Carpenter, 1992)



Just & Carpenter (1992)

- Das Single Resource Model:
 - Alle Verarbeitungsebenen benötigen Verarbeitungs-„Energie“.
 - Inter-individuelle Unterschiede der Kapazität der Energieresource (-> Arbeitsgedächtnis) messbar durch Lesespannentest (reading span test, Daneman & Carpenter 1980)
 - Leser mit hoher Lesespanne können Semantik (und andere höhere Prozesse) während der Satzverarbeitung einbeziehen, daher Effekt der Animiertheit (nur) bei high-span Lesern
 - High-span Leser lesen wegen paralleler Semantikverarbeitung u.U. langsamer als low-span Leser (MacDonald, Just & Carpenter, 1992)
- Keine Autonome Syntax (kein serielles zwei-Stufen Modell)

Just & Carpenter (1992):

- Belege für das Single-Resource-Modell:
 - 1) Replikation der Ergebnisse von Ferreira & Clifton (1986) nur für low-span Probanden
 - 2) Low-spans haben größere Schwierigkeiten beim Verstehen von Objektrelativsätzen im Vergleich zu Subjektrelativsätzen (King & Just, 1991)
 - 3) ältere Probanden haben geringere AG-Kapazitäten und zeigen Defizite beim Sprachverstehen
 - 4) High-spans halten bei ambigen Sätzen zwei Lesarten aktiv und lesen deshalb langsamer (MacDonald et al., 1992)
 - 5) eine zusätzliche Behaltensaufgabe stört low-spans stärker als high-spans

Satzkomplexität bei nicht-ambigen Sätzen

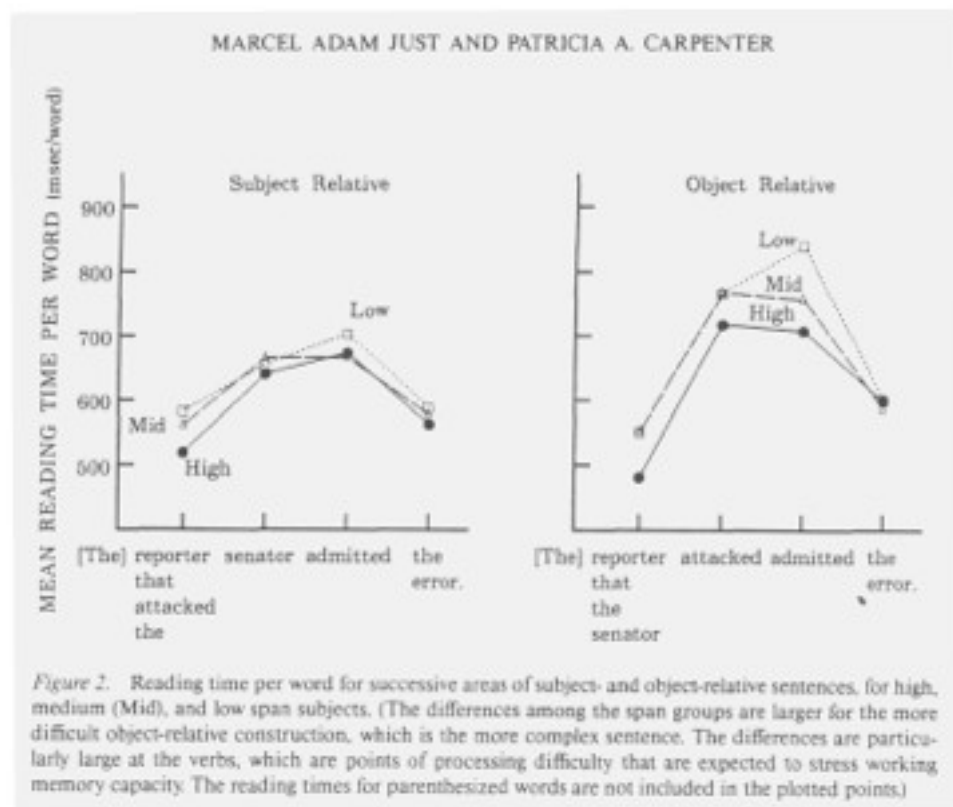
- Verarbeitung komplexer eingebetteter Strukturen

Beispiel: *object-relative clauses*

„The reporter that the senator attacked admitted the error.“

- Vpn, die einen solchen Satz hören, machen in 15% der Fälle Fehler
 - der eingebundene Relativsatz unterbricht den Hauptsatz und dieser muss im Gedächtnis gehalten werden, damit er am Ende des Relativsatzes weiterverarbeitet werden kann
 - eine Konstituente des Satzes („the reporter“) ist im Hauptsatz das Subjekt und im Relativsatz das Objekt
- Im Gegensatz dazu verursacht ein Subjekt-Relativsatz keine solchen Fehler, obwohl auch hier eine Unterbrechung des Hauptsatzes vorliegt:

„The reporter that attacked the senator admitted the error.“



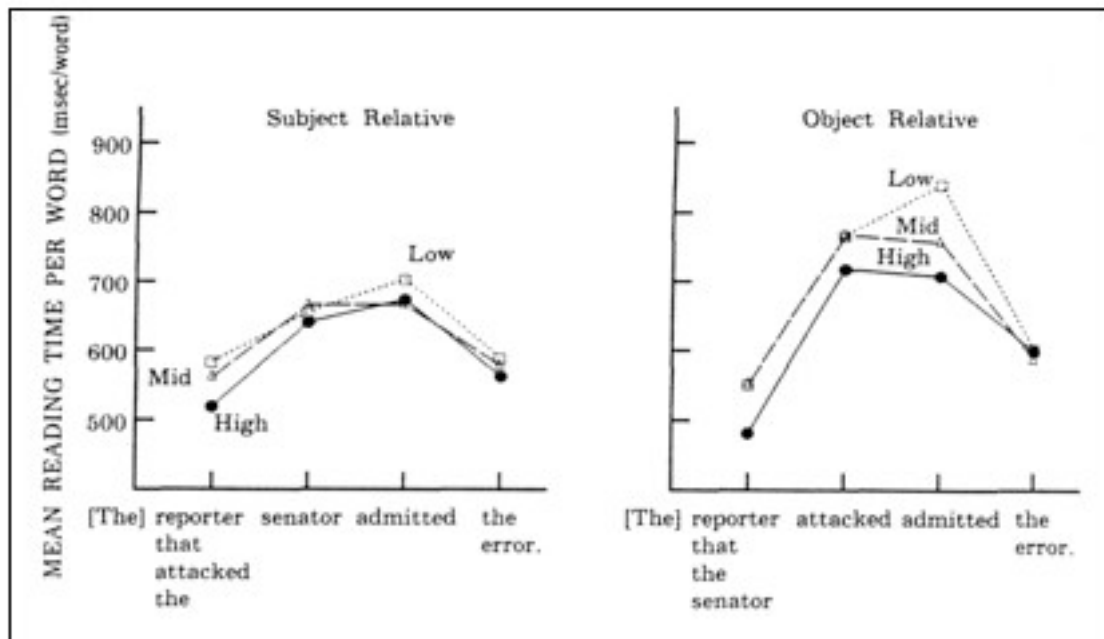
Syntactic Prediction Locality Theory (Gibson, 1998)

- Based on single-resource idea (Just & Carpenter, 1992)
- Processing complexity increases with distance
 - Distance: Number of new discourse referents intervening dependents
- 2 resource consuming components
 - **Memory cost** for maintaining syntactic predictions
 - **Integration cost**: Cost for integrations of words into structure
- Version A:
Both memory and integration cost are locality-based
- Version B:
Only integration cost is locality-based

Integration cost (Gibson, 1998)

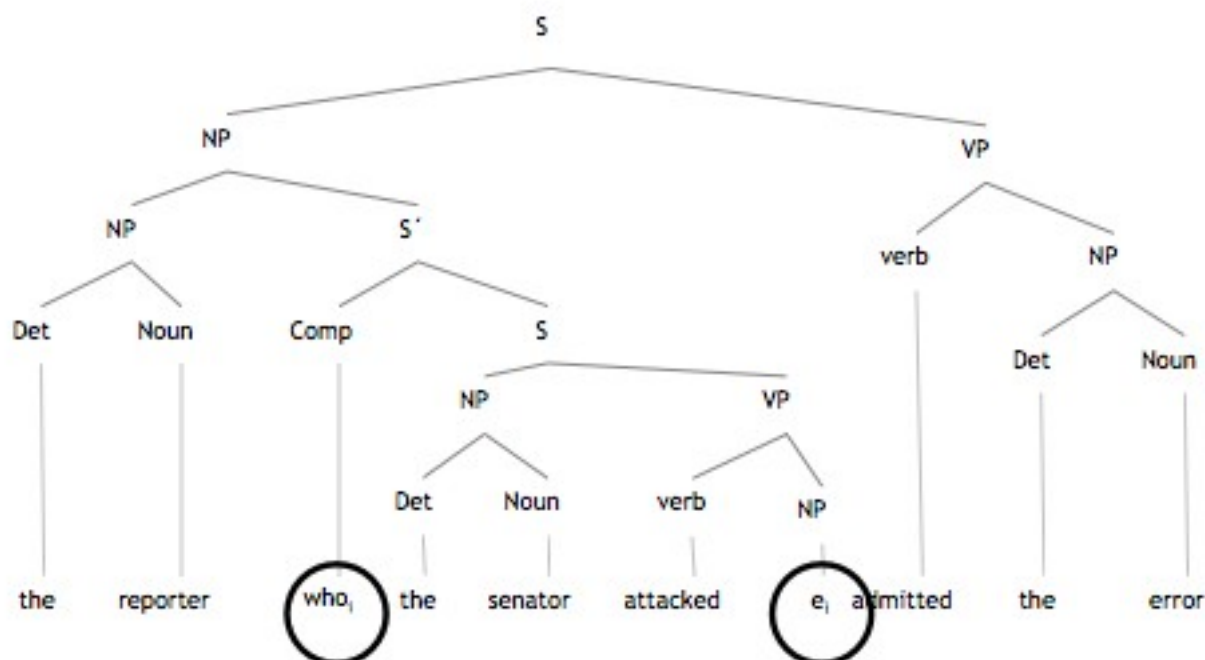
- Definition
 - $I(n) = n (+ c)$ EUs, n: Number of new discourse referents
- Examples
 - Object-extraction
 - * The reporter who the senator attacked admitted the error
 - * - $I(0)$ $I(0)$ $I(0)$ $I(0)$ $(1)+I(2)$ $I(3)$ $I(0)$ $I(0)+I(1)$
 - Subject-extraction
 - * The reporter who attacked the senator admitted the error
 - * - $I(0)$ $I(0)$ $I(0)+I(1)$ $I(0)$ $I(0)+I(1)$ $I(3)$ $I(0)$ $I(0)+I(1)$

Satzkomplexität x Arbeitsgedächtnis

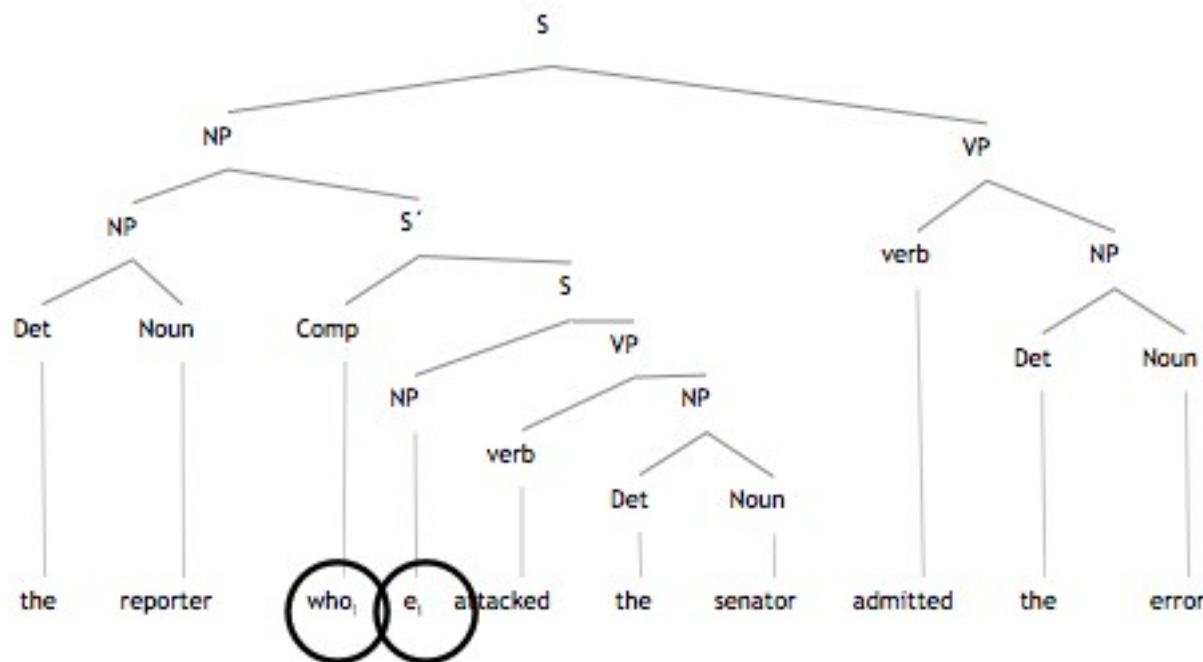


(King & Just, 1991)

Object-extraction



Subject-extraction



Incremental Parsing Complexity

(1) Subject-extraction

The reporter **who_i**, **t_i** **attacked the senator** admitted the error.

(2) Object-extractor

The reporter **who_i**, **t_i** admitted the error.

Models 1: Working Memory

- *Dependency Locality Theory* (Gibson 2000)
 - *storage* and *integration* cost
→ distance of dependent elements

Incremental Parsing Complexity

(1) Subject-extraction ?

The reporter **who** t_i **attacked the senator** admitted the error.

(2) Object-extraction ?

The reporter **who**, **the senator attacked** t_i admitted the error.

Models 1: Working Memory

- *Dependency Locality Theory* (Gibson 2000)
 - *storage and integration cost*
→ distance of dependent elements
- Retrieval (e.g. Lewis 1996)
→ Interference of retrieval candidates

Regularität der Wortreihenfolge

(MacDonald & Christiansen 2002)

Subject-extraction

The reporter **who attacked the senator** admitted the error

- regulär: **S-V-O**

Object-extraction

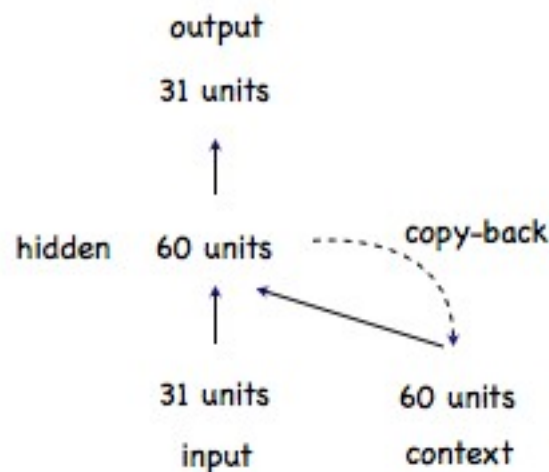
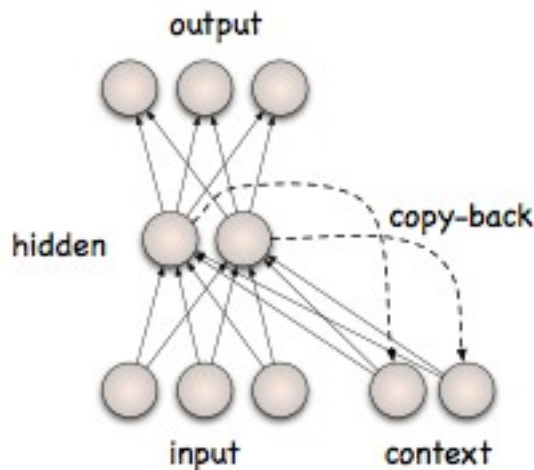
The reporter **who the senator attacked** admitted the error

- irregulär: **O-S-V**

Dynamical Systems

(MacDonald & Christiansen 2002)

- Simple Recurrent Networks, SRNs (Elman, 1990)
- Aufgabe: Vorhersage des nächsten Wortes
- Erwerben rekursive Grammatiken (begrenzt) (Christiansen and Chater, 1999)

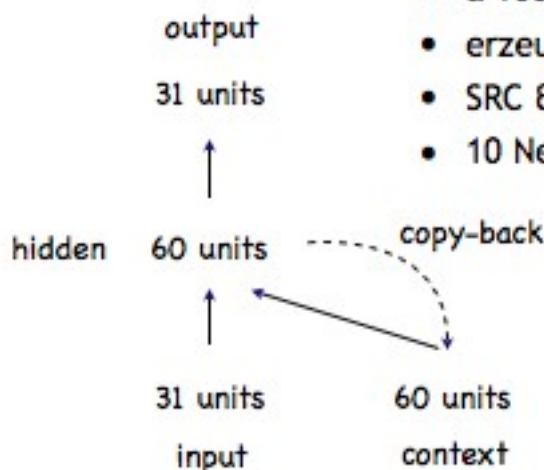


Modelle 3: Dynamical Systems

(MacDonald & Christiansen 2002)

Training

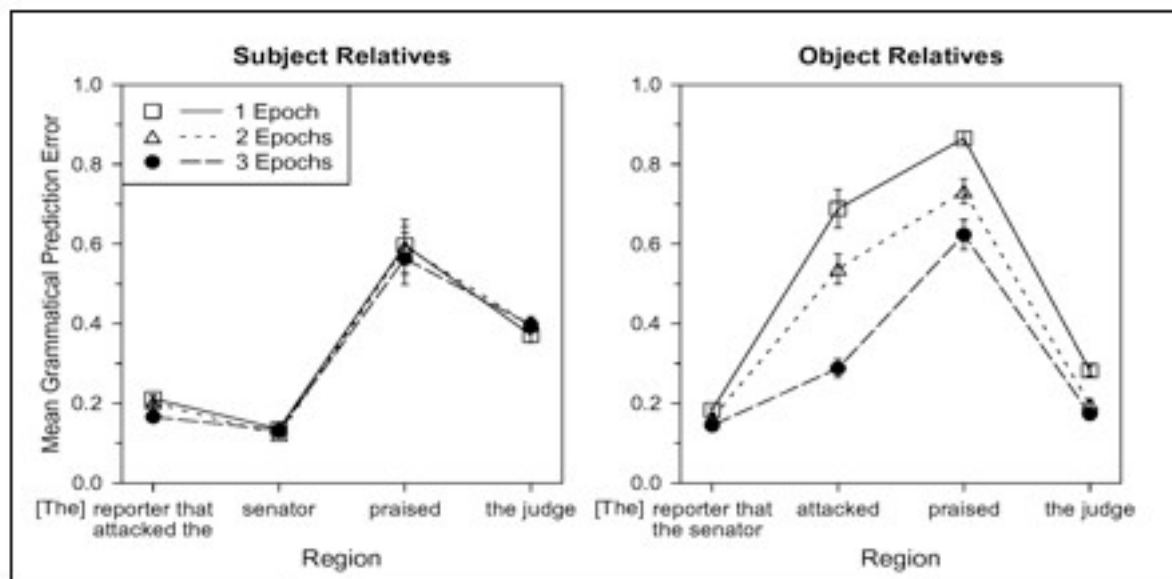
- 3 Epochen
- a 10000 Sätze
- erzeugt durch eine probabilistische Grammatik
- SRC & ORC gleichverteilt (je 5 % aller NPn)
- 10 Netzwerke



Test

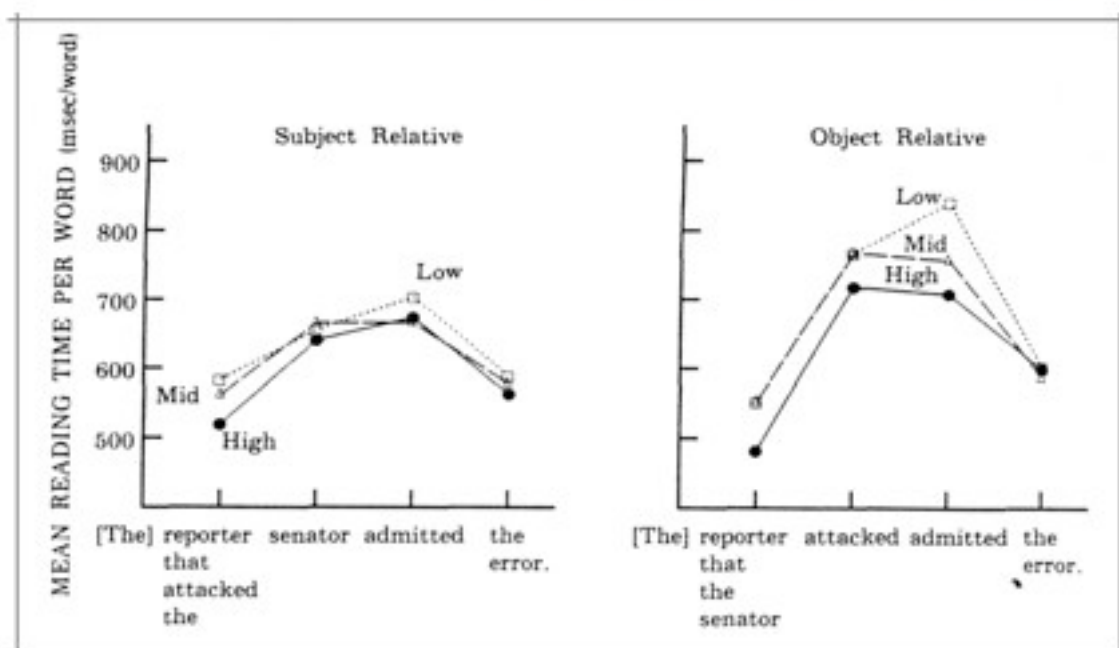
- 20 neue SRC und ORC
- AV: Grammtical Prediction Error *GPE*

Simulation (MacDonald & Christiansen 2002)



Frequency x Regularity

Lesezeiten (King & Just, 1991)



Dynamische Systeme vs. Arbeitsgedächtnis

(MacDonald & Christiansen 2002)

Die funktionale Trennung zwischen

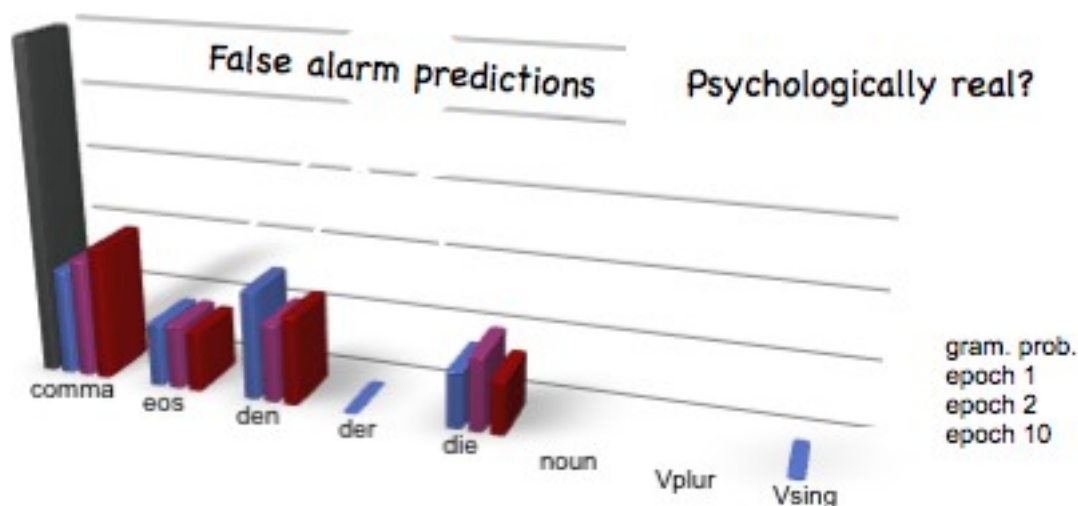
- *Wissen*
- *Verarbeitung, und*
- *Arbeitsgedächtnis*
wird aufgegeben!

Zwischenfazit

- Kritik: Ergebnisse von MacDonald & Christiansen (2002) sind möglicherweise **Simulationsartefakte** (siehe Konieczny, Ruh & Müller, 2009)
- Verarbeitungskomplexität durch Interferenz lokaler Kohärenzen
→ **trotzdem eine gute Idee?**

Predictions in ORCs, after RC-verb (Konieczny & Müller, 2004)

Der Reporter, den der Senator ruft ... , gibt den Fehler zu.
 The reporter, who_{acc} the senator_{nom} calls ... , admits the error.



Experiment 1: Anomaly detection

LSC

Der Anwalt, den der Reporter beschimpft, ~~die~~ ~~Politik~~ ~~weise~~.
 The lawyer, who_{acc} the reporter_{nom} attacks the politician_{acc} , delivers the proofs.

The lawyer, who_{acc} the reporter_{nom} attacks the politician_{acc} , delivers the proofs.

Experiment 1: Anomaly detection

Material

*

1. SRC, **coherent** continuation
 Der Anwalt, der den Journalisten beschimpft **der Politiker** , liefert die Beweise.
 The lawyer, who_{nom} the journalist_{acc} attacks **[the politician]_{nom}** , delivers the proofs.
2. SRC, **incoherent** continuation
 Der Anwalt, der den Journalisten beschimpft **den Politiker** , liefert die Beweise.
 The lawyer, who_{nom} the journalist_{acc} attacks **[the politician]_{acc}** , delivers the proofs.
3. ORC, **coherent** continuation
 Der Anwalt, den der Journalist beschimpft **den Politiker** , liefert die Beweise.
 The lawyer, who_{acc} the journalist_{nom} attacks **[the politician]_{acc}** , delivers the proofs.
4. ORC, **incoherent** continuation
 Der Anwalt, den der Journalist beschimpft **der Politiker** , liefert die Beweise.
 The lawyer, who_{acc} the journalist_{nom} attacks **[the politician]_{nom}** , delivers the proofs.

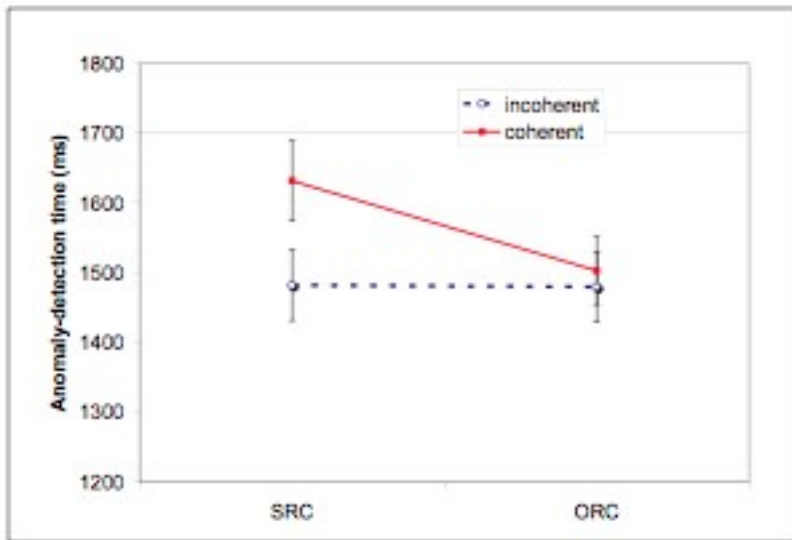
Konieczny, 2005

Design

		Kohärenz	
		lokal kohärenter Fehler	lokal inkohärenter Fehler
RS-Typ	SRC	1. der ...	2. den ...
	ORC	3. den ...	4. der ...

- 24 Target-Items + 48 falsche Füller + 72 korrekte Füller
- Lateinisches Quadrat: 4 Listen mit rotierten Satz-Bedingungskomb.
- Plattform: DMDX, LISP zur Materialrotation und Randomisierung

Satztyp x Kohärenz



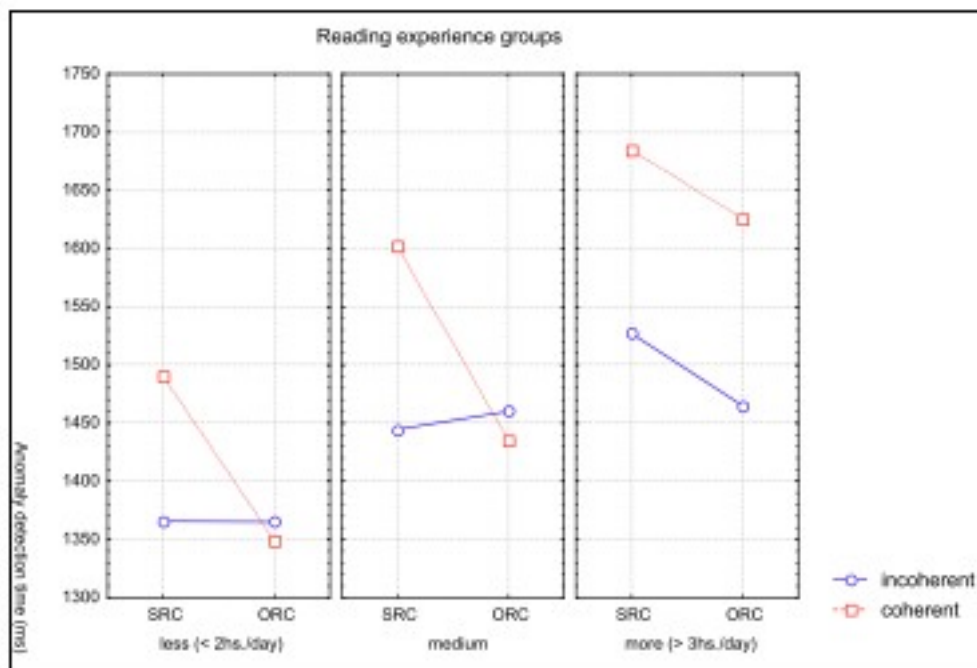
Haupteffekte

- Kohärenz
 $F1(1,51)=20.26$, $MSe=18336$, $p<.001$;
 $F2(1,23)=8.89$, $MSe=14241$, $p<.01$
- RS-Typ
 $F1(1,51)=5.79$, $MSe=36957$, $p<.05$;
 $F2(1,23)=2.83$, $MSe=28077$, n.s. ($p=.106$)

Wechselwirkung

- Kohärenz x RS-Typ
 $F1(1,51)=5.58$, $MSe=35560$, $p<.05$;
 $F2(1,23)=8.31$, $MSe=46885$, $p<.01$.

Experience



Embedded local coherences

..., dass die Astronautin überrascht den Außerirdischen entdeckt, ...

Hauptverb / Partizip



- ➔ Die Astronautin überrascht den Außerirdischen.
- ➔ Die Astronautin entdeckt den Außerirdischen.

EyeLink II

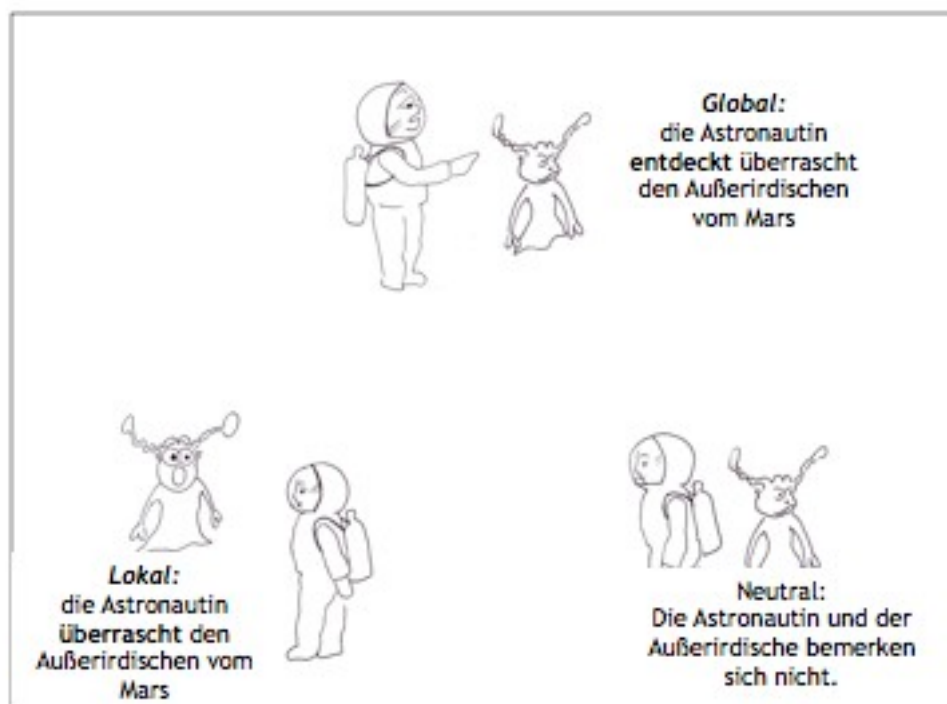


Materials

- ➔ Die Tatsache, dass die Astronautin überrascht den Außerirdischen vom Mars entdeckt, erregt Aufsehen.
The fact, that the astronaut [fem] surprisedly/surprises the alien from Mars discovers, causes a sensation.
"The fact that the astronaut surprisedly discovers the alien from mars, causes a sensation."
- ➔ Die Tatsache, dass die Astronautin ungläubig den Außerirdischen vom Mars entdeckt, erregt Aufsehen.
The fact, that the astronaut [fem] perplexedly the alien from Mars discovers, causes a sensation.
"The fact that the astronaut perplexedly discovers the alien from mars, causes a sensation."
- ➔ Die Tatsache, dass die Astronautin gerade überrascht den Außerirdischen vom Mars entdeckt, erregt Aufsehen.
The fact, that the astronaut [fem] just surprisedly/surprises the alien from Mars discovers, causes a sensation.
"The fact that the astronaut just surprisedly discovers the alien from mars, causes a sensation."
- ➔ Die Tatsache, dass die Astronautin gerade ungläubig den Außerirdischen vom Mars entdeckt, erregt Aufsehen.
The fact, that the astronaut [fem] just perplexedly the alien from Mars discovers, causes a sensation.
"The fact that the astronaut just perplexedly discovers the alien from mars, causes a sensation."

Konieczny, Hachmann,
Müller und Wolfer (In prep.)

Visual stimuli



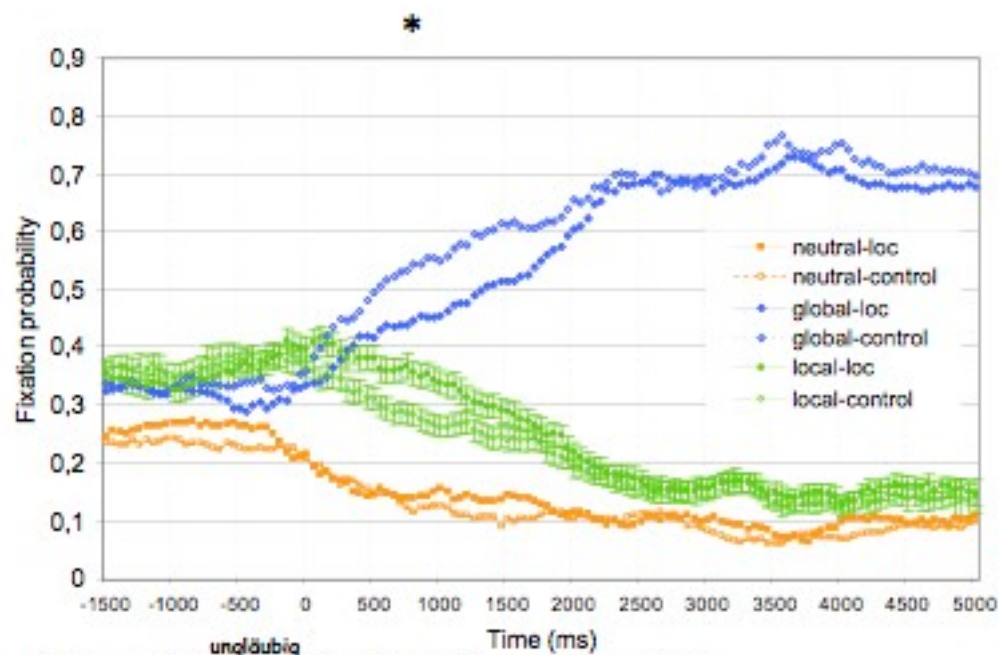


41

Visual World Experiment

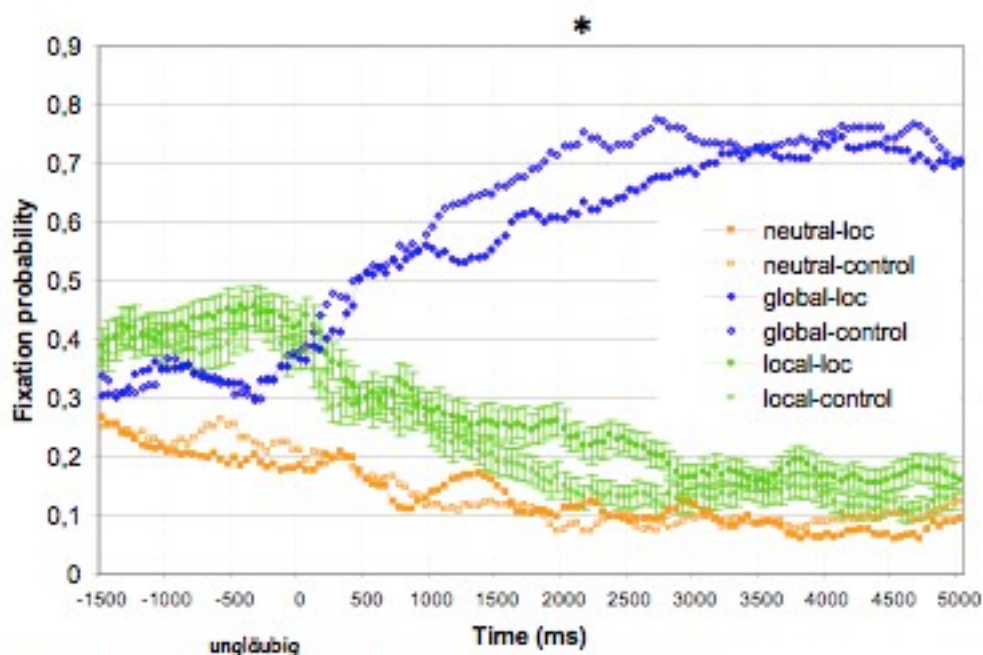
- (Keine) Trial-Aufgabe: „Schauen Sie sich die Bilder an und achten Sie auf den Text!“
 - Global Aufgabe: „Wie gut passen die Bilder zum Text?“
- 48 Teilnehmer (exp 3)
- 24 Teilnehmer (exp 4)
- 48 Target-Items, 24 Füllitems
- Lateinisches Quadrat, rotierte Listen

Generic descriptions / ambiguous vs. unambiguous adverb



... dass die Astronautin **ungläubig** den Außerirdischen vom Mars entdeckte,...

Generic descriptions: + temporal adverb



...die Astronautin **gerade** überrascht den Außerirdischen vom Mars entdeckte,...

Zusammenfassung

- Lokale syntaktische Kohärenzen (S and VP) haben einen Einfluss auf die Interpretation
 - unterstützt Modellklasse der selbst-organisierenden dynamischen Systeme
 - Konstruktionen?
 - Vorsicht! Traditionelle (algorithmische) Parsingstrategien können ein ähnliches Verhalten simulieren.
 - Im Rahmen traditioneller Arbeitsgedächtnis-Ressourcen-Vorstellungen wäre eine solche Strategie jedoch ineffizient und irrational!