

# KINDERLABOR 2007

MAX  
PLANCK  
INSTITUT | FÜR  
KOGNITIONS- UND  
NEUROWISSENSCHAFTEN  
LEIPZIG

## Der Erwerb von Sprache

Kinder lernen Sprache scheinbar mühelos. Schon im Alter von nur wenigen Monaten probieren sie aus, Laute sinnvoll zu gestalten. Sobald das gelingt, ändert sich ihr Kontakt zur Umwelt allmählich, denn nun lernen sie nach und nach, ihre Bedürfnisse konkret zu benennen. Der weitere Verlauf der Sprachentwicklung schreitet rasant voran. Schon im zweiten Lebensjahr lernt das Kind täglich eine große Zahl neuer Worte hinzu, dann werden erste, einfache Sätze gebildet, die schließlich immer komplexer werden. Im selben Tempo, wie sich die Ausdrucksfähigkeit des Kindes entwickelt, wird auch sein Sprachverständnis immer besser. Die Sätze, die es verstehen kann, werden immer komplexer.

## Sprache verstehen

Wichtige Schritte beim Verstehen eines Satzes sind beispielsweise Verarbeitung seines Inhalts, also seiner Bedeutung (Semantik) sowie der Regeln zur Anordnung der Wörter im Satz, also seiner Struktur (Syntax). Die Fähigkeit zur Verarbeitung dieser beiden Aspekte von Sprache muss



ein Kind aber erst entwickeln. Allerdings beginnen wir gerade erst, Einblicke zu erhalten, wie diese Sprachentwicklung für Syntax und Semantik voranschreitet. Um das genauer zu verstehen, ist es wichtig zu untersuchen, was während der Sprachverarbeitung bei Kindern anders vonstatten geht als bei Erwachsenen und in welcher Weise sich solche möglichen Unterschiede im Laufe der Zeit verändern, das Kind also immer besser wird.

## Was haben wir untersucht?

Um ein genaueres Bild von der Sprachentwicklung des Satzverstehens zu erhalten, haben wir mit 5-6jährigen Kindern ein Sprachspiel gespielt. Sie hörten Sätze, die entweder fehlerfreie richtige Sätze waren (z.B. „Der Hund bellt“) oder aber einen Fehler aufwiesen, der entweder die Syntax





des Satzes betraf (z.B. „Die Katze im schläft“) oder aber seine Semantik (z.B. „Das Haus malt“). Das Erkennen und Verarbeiten solcher Fehler im Satz beansprucht Bereiche

des Sprachverarbeitungssystems stärker, nämlich genau die Bereiche, die für die Verarbeitung des jeweils gerade fehlerhaften Aspekts der Sprache verantwortlich sind. Diese Teilbereiche des Sprachsystems wollten wir untersuchen und die speziellen Verarbeitungsmechanismen von Kindern und Erwachsenen sichtbar machen.

### Kann man Sprache sehen?

Ja, das kann man. Das heisst, man kann sichtbar machen, was im Kopf von jemandem passiert, der gerade einen Satz hört und somit Sprache verarbeitet. Dafür gibt es ein spezielles Verfahren, das ist die Magnetresonanztomographie, oder kurz MRT. Während die Kinder also das Sprachspiel spielten, haben wir ihnen sozusagen beim Denken zugesehen. Das MRT liefert dabei Bilder des Gehirns, so ähnlich wie Röntgenbilder, nur ohne Röntgenstrahlung. Stattdessen wird eine Besonderheit des Wasserstoffs ausgenutzt, nämlich dass er gewisse magnetische Eigenschaften



besitzt – und Wasserstoff gibt es reichlich in unserem Körper, schließlich bestehen wir zu über 60 % aus Wasser. Wann immer sich also ein Magnet in unserer Nähe befindet, richten sich die Wasserstoffteilchen in unserem Körper unbemerkt danach aus, wie kleine Kompassnadeln. Dieses Prinzip macht sich das MRT zunutze und kann damit ein Bild des Körperinneren, zum Beispiel des Gehirns, errechnen.

### Und was kam raus?

Wir konnten zeigen, dass Vorschulkinder und Erwachsene dasselbe Netzwerk von Hirnregionen nutzen, wenn sie gesprochene Sprache verarbeiten. Kinder jedoch zeigen eine stärkere Aktivierung, die ausserdem weniger zwischen den verschiedenen Aspekten der Sprache unterscheidet. Mit anderen Worten: Kinder nutzen sowohl für die Verarbeitung syntaktischer als auch semantischer Informationen immer das gesamte Netzwerk, wohingegen im Sprachnetzwerk von Erwachsenen eher bestimmte Hirnregionen auf Syntax- bzw. Semantikverarbeitung spezialisiert sind. Weiterhin ist bei Kindern eine Hirnregion stärker in das Netzwerk eingebunden, die für aufwendigere Sprachverarbeitungsprozesse wichtig ist. In Abbildung 1 sind die Ergebnisse für Kinder und Erwachsenen zu sehen.



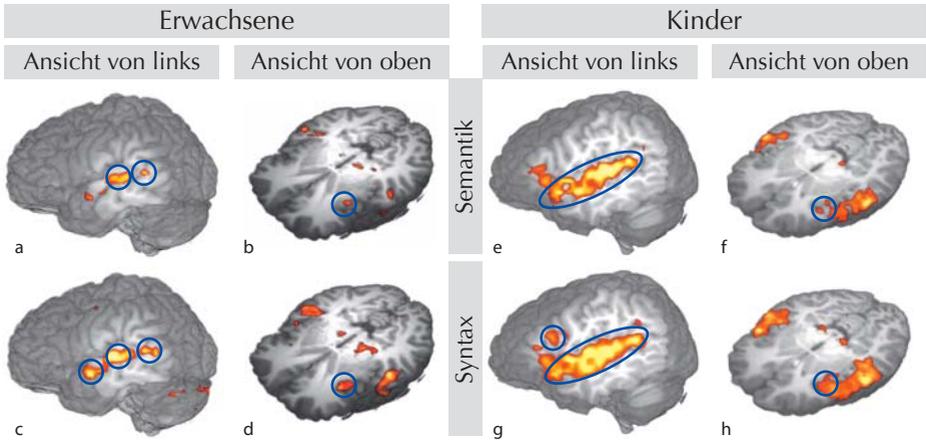
**Abb. 1**

Abb. 1: Die Abbildung zeigt die Hirnaktivität bei der Verarbeitung gesprochener Sprache bei Erwachsenen und Vorschulkindern. Aktive Hirnregionen bei Erwachsenen finden sich für die Verarbeitung des Satzinhaltes, der Semantik, im mittleren und hinteren Bereich des oberen Schläfenlappens (siehe Markierung in Abb. 1a) sowie im hinteren Bereich des frontalen Operkulum im unteren Frontallappen (Abb. 1b). Für die Verarbeitung der Satzstruktur, der Syntax, aktivieren Erwachsene vorrangig den gesamten oberen Schläfenlappen (d.h. seinen vorderen, mittleren und hinteren Bereich) (Abb. 1c) sowie den vorderen Bereich des frontalen Operkulum (Abb. 1d).

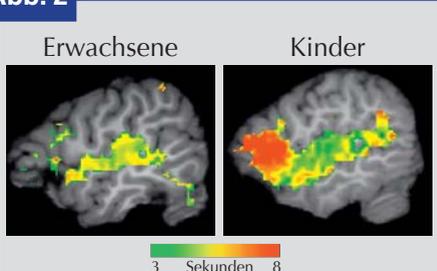
Kinder zeigen insgesamt stärkere Aktivierungen, die weniger spezifisch auf den jeweiligen Aspekt von Sprache (Semantik oder Syntax) reagiert. Das Sprachnetzwerk von Kindern aktiviert jeweils den gesamten oberen Schläfenlappen (Abb. 1e, g) sowie das gesamte frontale Operkulum (Abb. 1f, h). Bei Kindern ist auch der äussere Bereich des unteren Frontallappens an der Verarbeitung beider Sprachaspekte beteiligt, von dem wir wissen, dass er bei aufwendigen Verarbeitungsprozessen im Gehirn eine Rolle spielt. Dieser ist im Netzwerk von Erwachsenen nur sehr schwach beteiligt. Eine Region zeigt hier eine besondere Bedeutung für Syntaxverarbeitung (kleine Markierung in Abb. 1g).

Ausserdem konnten wir nachweisen, dass die Aktivierung des Gehirns bei Kindern etwas langsamer vonstatten geht als bei Erwachsenen. Dies ist in Abbildung 2 dargestellt. Sowohl die stärkere und weniger spezialisierte wie auch die insgesamt spätere Aktivierung des Sprachnetzwerks bei Kindern lässt auf erhöhten

Verarbeitungsaufwand schließen. Wahrscheinlich ist es das noch nicht voll ausgereifte Gehirn von Kindern, welches diesen höheren Aufwand erfordert.

Inwieweit genau die Verarbeitungsprozesse bei Kindern von den Reifungsprozessen im Kinderhirn abhängen, werden

Abb. 2



Hier ist die zeitliche Abfolge dargestellt, in der die verschiedenen Hirnregionen des Sprachnetzwerkes ins Spiel kommen (Ansicht von links). Die Farben verdeutlichen die Aktivierungszeitpunkte von Grün (sehr frühe Aktivierung) über Gelb bis Rot (sehr späte Aktivierung). Auffällig ist, dass Kinder vor allem die Regionen des unteren Frontallappens sehr spät aktivieren (roter Bereich).

wir demnächst näher untersuchen. Ausserdem sollen die vorliegenden Ergebnisse uns helfen zu verstehen, wo bei Kindern mit Sprachentwicklungsstörungen zugrundeliegende Auffälligkeiten zu finden sind. Eine Studie dazu läuft derzeit an unserem Institut.



Kinderlabor MPI Leipzig  
Neuropsychologie  
☎ 0341 9940-140  
☎ 0341 9940-260  
@ kinder@cbs.mpg.de  
www.cbs.mpg.de

