



Abteilung Neuropsychologie, Labor für Kindersprachforschung

Forschungsbericht 2012

1. Was das Gesicht über die Gefühle anderer verrät
2. Wie Kinder komplexe Sätze verarbeiten



Was das Gesicht über die Gefühle anderer verrät

Was war das Ziel unserer Studie?

Gefühle sind ein wichtiger Bestandteil unseres Lebens. Wenn wir miteinander kommunizieren, zeigen wir diese oft über unseren Gesichtsausdruck. Aus vorangegangenen Studien wissen wir, dass bereits Babys im Alter von sieben Monaten grundlegende Emotionen wie Freude oder Angst über den Gesichtsausdruck anderer wahrnehmen. Doch wie sieht diese Wahrnehmung bei weiteren Emotionen, z.B. Ärger, aus? Die Beobachtung von Emotionen und Empfindungen bei anderen Menschen ruft in uns vielfältige Verhaltensweisen hervor. So sind wir zum Beispiel meist geneigt, anderen Menschen, die einen schmerzvollen Gesichtsausdruck zeigen, zu helfen, während wir den Ausdruck von Ärger bei unseren Mitmenschen eher als Bedrohung wahrnehmen.

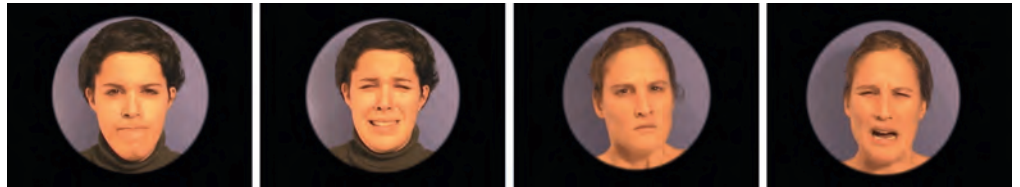
In dieser Studie haben wir untersucht, wie das Gehirn von Babys schmerzvolle und ärgerliche Gesichtsausdrücke verarbeitet und wollten folgende Fragen beantworten: Können Babys bereits zwischen diesen beiden Gesichtsausdrücken unterscheiden? Wie sieht die Verarbeitung dieser Gesichtsausdrücke bei Babys im Vergleich zu Erwachsenen aus? Und welchen Einfluss haben Persönlichkeitseigenschaften auf die Verarbeitung dieser Gesichtsausdrücke?

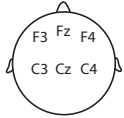


Wie sah das Experiment aus?

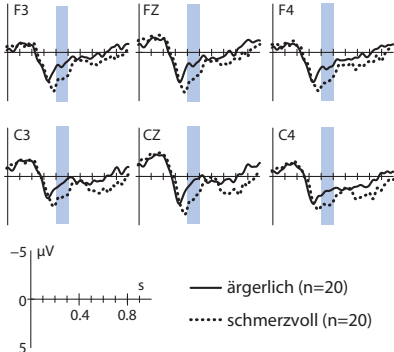
Um diese Fragen zu beantworten, haben wir Babys im Alter von acht Monaten sowie Erwachsenen Videos mit schmerzvollen und ärgerlichen Gesichtern präsentiert. Um Aussagen über die Verarbeitung der Gesichter im Gehirn treffen zu können, wurden dabei mittels des Elektroenzephalogramms (EEG) die Hirnströme der Teilnehmer aufgezeichnet. Zusätzlich füllten die Eltern der Babys einen Temperamentsfragebogen aus. Dazu gaben sie Einschätzungen zum Verhalten ihres Babys in unterschiedlichen alltäglichen Situationen, z.B. Einschlafverhalten und Verhalten während Spielsituationen, ab. Die erwachsenen Versuchsteilnehmer füllten einen Persönlichkeitsfragebogen zur Erfassung der Empathiefähigkeit aus. Empathie bezieht sich auf die Fähigkeit und Bereitschaft, sich in die Gefühle anderer hineinzusetzen, Mitgefühl zu empfinden und die Situation anderer zu verstehen.

Beispiele für die Gesichtsausdrücke für Ärger (jeweils links) und Schmerz (jeweils rechts). In der Studie wurden die Bilder als Videos präsentiert, die sich von einem neutralen Ausdruck bis hin zu einem schmerzvollen bzw. ärgerlichen Ausdruck veränderten.





Erwachsene



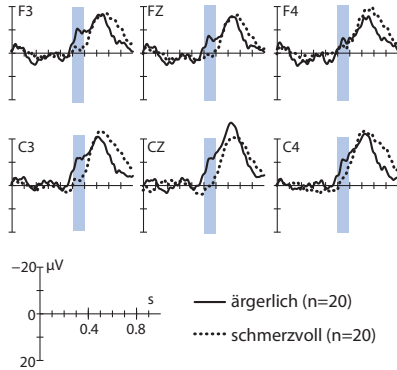
Was waren die Ergebnisse?

Die EEG-Kurven der Erwachsenen zeigten bereits 400 ms (weniger als eine halbe Sekunde) nach Beginn der Videopräsentation eine unterschiedliche Verarbeitung für schmerzvolle und ärgerliche Gesichter. Bei den acht Monate alten Babys zeigten die EEG-Kurven ebenfalls ein unterschiedliches Muster, je nachdem, welcher Gesichtsausdruck präsentiert wurde. Die Unterschiede wurden dabei 500 ms (eine halbe Sekunde) nach Beginn der Videopräsentation sichtbar. Weiterhin wurden Zusammenhänge zwischen Persönlichkeitsmerkmalen der Teilnehmer sowie der Verarbeitung ärgerlicher Gesichter gefunden. Bei Erwachsenen ist erkennbar, dass die Verarbeitung ärgerlicher Gesichter im Zusammenhang mit der persönlichen Einschätzung zur eigenen Perspektivenübernahme steht, das heißt, ihrer Fähigkeit, sich in andere hineinzusetzen. Bei acht Monate alten Babys scheint deren Fähigkeit zur Selbstregulation einen Effekt auf die Verarbeitung ärgerlicher Gesichter zu haben. Selbstregulation meint hierbei die Fähigkeit des Babys, sich in Momenten innerer Aufregung selbst beruhigen bzw. ablenken zu können.

Auf der linken Abbildung sind die EEG-Kurven für Erwachsene und Babys bei Betrachtung schmerzvoller und ärgerlicher Gesichter dargestellt. Zu erkennen ist, dass die Kurve für ärgerliche Gesichter (durchgehende Linie) mit einer stärkeren Auslenkung nach oben verläuft als die Kurve für schmerzvolle Gesichter (gepunktete Linie). Die hellblauen Balken geben an, für welchen Zeitraum sich die Gehirnstromkurven für die beiden Gesichter statistisch unterscheiden.



Babys



Was bedeuten die Ergebnisse?

Die Studie konnte zeigen, dass Babys bereits im Alter von acht Monaten zwischen schmerzvollen und ärgerlichen Gesichtsausdrücken unterscheiden können. Dabei zeigen sie schon eine charakteristische Unterscheidung in der Verarbeitung beider Gesichtsausdrücke. Bei Babys wie auch Erwachsenen geht die Verarbeitung des ärgerlichen Gesichts mit einer stärkeren Auslenkung der EEG-Kurven nach oben einher (siehe Abbildung links). Diese Besonderheit kann als Hinweis darauf gesehen werden, dass wir Menschen mit ärgerlichem Gesichtsausdruck eine erhöhte Aufmerksamkeit entgegenbringen. Wir neigen dazu, Ärger in unseren Mitmenschen als bedrohlich wahrzunehmen, so dass wir ihnen gerade in solchen Situationen wachsender gegenüber stehen.

Zwischen der Verarbeitung ärgerlicher Gesichter und den Persönlichkeitseigenschaften der Erwachsenen sowie der Babys besteht ein Zusammenhang. Dieses Ergebnis deutet auf eine Verbindung zwischen der Fähigkeit zur emotionalen Selbstregulation im Säuglingsalter und später erworbenen empathischen Fähigkeiten im Erwachsenenalter hin.

Die durch diese Studie gewonnenen Einblicke in die frühen sozialen und emotionalen Fähigkeiten können helfen, Gemeinsamkeiten und Unterschiede im Entwicklungsverlauf von Kindern besser zu verstehen und diese bereits im ersten Lebensjahr zu erkennen. Erkenntnisse über den Erwerb solch grundlegender sozialer Fähigkeiten können in weiteren Forschungsarbeiten einen Beitrag leisten, Defizite frühzeitig zu erkennen und geeignete Therapiemaßnahmen zu entwickeln.

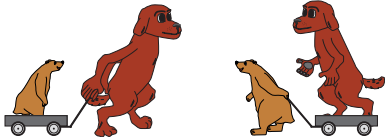
Wie Kinder komplexe Sätze verarbeiten

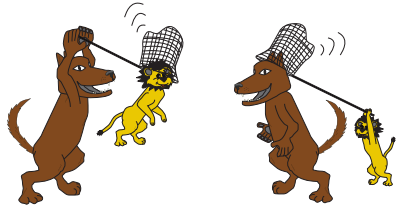
Was war das Ziel der Studie?

Erwachsene verarbeiten umfangreiche sprachliche Informationen in rasender Geschwindigkeit und machen dabei erstaunlich wenige Fehler. Die Grundlage für diese bemerkenswerte Fähigkeit ist unser hochentwickeltes Gehirn. Es hat sich im Verlauf der Evolution in einzigartiger Weise auf die Sprachverarbeitung spezialisiert.

Kinder beginnen schon im Mutterleib damit, sprachliche Reize aufzunehmen und zu verarbeiten. Bereits in den ersten Lebensmonaten machen sie sehr große Fortschritte beim Erkennen unterschiedlicher Sprachlaute; um den ersten Geburtstag herum verstehen sie erste Wörter. Im Verlauf des dritten Lebensjahres meistern Kinder die Syntax, d.h. den Aufbau von einfachen Satzstrukturen sowie ihrer Semantik, d.h. ihrer Bedeutung. Bis es soweit ist, dass Kinder so wie Erwachsene auch komplexe sprachliche Strukturen interpretieren können, muss das Gehirn eine langjährige Entwicklung durchlaufen. Bestimmte Bereiche der Großhirnrinde spezialisieren sich auf die Verarbeitung von Syntax, andere Bereiche auf die Verarbeitung von Semantik. Der genaue Verlauf dieser Entwicklung ist jedoch noch unbekannt.

In dieser Studie haben wir diesen Entwicklungsverlauf bei Kindern im Alter von 3, 6 und 9 Jahren sowie bei Erwachsenen untersucht. Mittels der funktionellen Kernspintomographie, die es erlaubt Hirnaktivität während des Satzverstehens zu messen, können wir sehen, welche Bereiche der Großhirnrinde an der Verarbeitung von Syntax und Semantik beteiligt sind.





Wie war das Experiment aufgebaut?

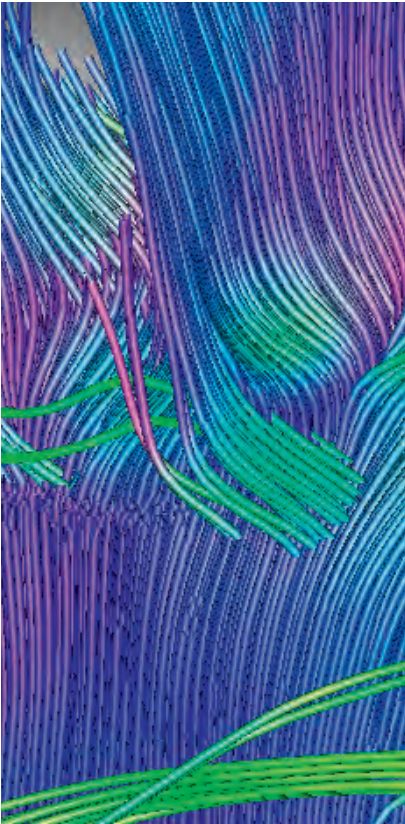
Um diejenigen Regionen der Großhirnrinde zu aktivieren, die die Syntax von Sätzen verarbeiten, haben wir unseren Studienteilnehmern einerseits einfache Subjekt-Relativsätze (z.B. „Wo ist der große Fuchs, der den kleinen Käfer trägt?“) und andererseits Objekt-Relativsätze (z.B. „Wo ist der kleine Käfer, den der große Fuchs trägt?“) über Kopfhörer im Magnetresonanztomografen (MRT) vorgespielt. Um diejenigen Regionen der Großhirnrinde zu aktivieren, die die Semantik von Sätzen verarbeiten, waren diese Sätze entweder inhaltlich plausibel (z.B. „...der große Fuchs, der den kleinen Käfer trägt“) oder aber implausibel (z.B. „...der kleine Käfer, der den großen Fuchs trägt“) dargeboten. Durch eine Videobrille konnten die Kinder 2 Bilder sehen, in denen das jeweils beschriebene Ereignis einmal in der richtigen und einmal in der umgekehrten Anordnung dargestellt war. Die Aufgabe bestand darin, dasjenige Bild auszuwählen, was zu dem gleichzeitig vorgespielten Satz passte.



Ein Bildbeispiel der „Satz-Bild-Zuordnungs-Aufgabe“:

Während die Kinder die Bilder betrachteten, hörten sie gleichzeitig einen Satz, der zu einem der Bilder passte, z.B.: „Wo ist der kleine Käfer, den der große Fuchs trägt?“. Per Knopfdruck sollte das übereinstimmende Bild ausgewählt werden. Die Sätze waren so gewählt, dass sie gezielt syntax- bzw. semantiksensitive Mechanismen der Sprachverarbeitung im Gehirn anregen.





Was waren die Ergebnisse?

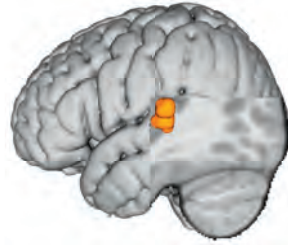
Unsere Untersuchungen haben ergeben, dass syntaktische und semantische Verarbeitungsvorgänge bei 3-jährigen Kindern sich stark gegenseitig beeinflussen (mittlerer Bereich im linken Schläfenlappen, orange markiert) und noch nicht in getrennten und voneinander unabhängigen Hirnregionen ablaufen.

Auch bei 6-jährigen Kindern ist noch immer eine gegenseitige Beeinflussung beider Sprachfunktionen im mittleren Bereich des linken Schläfenlappens (orange markiert) nachweisbar. Dennoch lässt sich eine deutliche Entwicklung feststellen. Der hintere Anteil des linken Schläfenlappens zeigt bereits eine Spezialisierung für die Verarbeitung von Syntax (rot markiert) während eine weitere mittlere Region auf die Verarbeitung von Semantik (gelb markiert) spezialisiert ist.

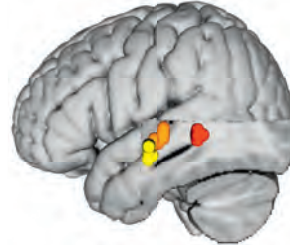
Ein ganz anderes Bild ergibt sich bei 9- bis 10-jährigen Kindern. Zum einen laufen syntaktische und semantische Verarbeitungsvorgänge in diesem Alter völlig unabhängig voneinander ab. Zum anderen ist es nicht mehr der Schläfenlappen, sondern der untere linke Stirnlappen (rot markiert), der inzwischen die syntaktische Verarbeitung übernommen hat. Dieses Aktivierungsmuster ähnelt bereits deutlich dem erwachsenen Aktivierungsmuster. Auch die semantische Verarbeitung hat sich nach vorne verlagert und findet im vorderen Bereich des linken Schläfenlappens statt (gelb markiert).



3–4 Jahre



6–7 Jahre

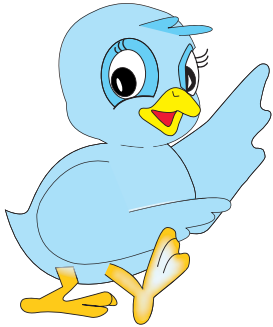


9–10 Jahre



————— Sprachentwicklung —————→

In den rot eingefärbten Bereichen der Großhirnrinde findet syntaktische Verarbeitung statt. Gelbe Bereiche kennzeichnen semantische Verarbeitung. In Regionen, die orange eingefärbt sind, beeinflussen sich Syntax und Semantik gegenseitig. Die Zahlen geben den Altersbereich der jeweils untersuchten Gruppe an. Während 3-jährige Kinder ausschließlich eine gemeinsame Verarbeitung syntaktischer und semantischer Information zeigen, wird bei 6-jährigen Kindern schon deutlich, dass sie spezialisierte Hirnareale für Syntax und Semantik besitzen. Dennoch ist auch bei ihnen noch die gemeinsame Verarbeitung wichtig. Erst bei 9-jährigen Kindern ist dies nicht mehr der Fall und die Verarbeitung von Syntax findet im für die Sprachverarbeitung so wichtigen Broca-Areal statt, so wie es auch bei Erwachsenen deutlich wird.



Was bedeuten die Ergebnisse?

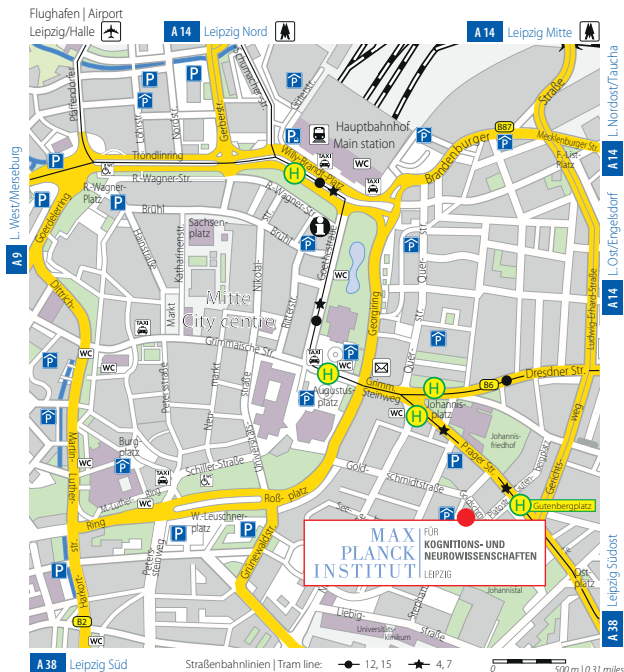
Insgesamt haben wir festgestellt, dass diejenigen Bereiche des linken Stirnlappens, die im ausgereiften erwachsenen Gehirn syntaktische und semantische Informationen verarbeiten, erst im späten Grundschulalter diese Aufgabe übernehmen. Bei jüngeren Kindern findet die Verarbeitung vornehmlich im linken Schläfenlappen statt. Die Fähigkeit, komplexe sprachliche Strukturen interpretieren zu können, scheint also entscheidend von der Spezialisierung des linken Stirnlappens im späten Kindesalter abzuhängen.

Die Ergebnisse zeigen, dass die Fähigkeit zur Sprachverarbeitung bei Kindern mit den neuronalen Mechanismen des Gehirns zusammenhängen. Dabei ist es vermutlich ein natürlicher Reifungsprozess des Gehirns, der dafür verantwortlich ist, dass Kinder erst ab jeweils einem bestimmten Alter komplexe sprachliche Strukturen verarbeiten können. Besonders für junge Kinder ist die semantische Plausibilität immer noch ein sehr wichtiger Hinweisreiz, der automatisch mitverarbeitet wird, wenn es darum geht, komplexere Sätze zu verstehen.

Derzeit untersuchen wir in einer Folgestudie, inwiefern die Spezialisierung des Gehirns für die Verarbeitung von komplexen Sätzen dadurch beeinflusst werden kann, dass Kinder diese spielerisch üben.

Michael Skeide mit einer jungen Studienteilnehmerin im Spiel-MRT-Gerät in Vorbereitung auf die spätere Messung im MR-Tomograph.





Ihre direkten Ansprechpartner sind:

- Kristiane Klein (Babylabor)
Telefon: 0341 9940-2254
Fax: 0341 9940-113
E-Mail: kklein@cbs.mpg.de
- Katja Kirsche (Kinderlabor)
Telefon: 0341 9940-196
Fax: 0341 9940-113
E-Mail: kirsche@cbs.mpg.de



Max-Planck-Institut für Kognitions- und Neurowissenschaften
Stephanstraße 1 A • 04103 Leipzig
Telefon: 0341 99 40-00 • Fax: 0341 99 40-113
www.cbs.mpg.de • info@cbs.mpg.de

