

Abschlussbericht
Die Entwicklung des binokularen Sehens im ersten Lebensjahr

Priv.-Doz. Dr. Michael Kavšek
Universität Bonn
Institut für Psychologie
Abt. Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie

Thema des Projekts:

Psychophysikalische Untersuchung der Überlagerungshypothese sowie der Sensitivität für
Zufallspunktstereogramme bei Säuglingen

Das Vorhaben wurde von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) unterstützt (KA
1123/10-1).

1 Ausgangsfragen und Zielsetzungen des Projekts

1.1 Die Wahrnehmung von Rivalität

Das erste Ziel des Forschungsprojektes bestand darin, die **Entstehung binokularer (beidäugiger) Rivalität** nachzuverfolgen: Wenn man ein vertikales Streifenmusters in das eine Auge und ein horizontales Streifenmuster in das andere Auge lenkt, dann entsteht bei Erwachsenen *binokulare Rivalität*: Die Wahrnehmung wechselt in kurzzeitigen Intervallen zwischen den Halbbildern, d.h. den Bildern der beiden Augen. Außerdem kommt es zu einer instabilen Wahrnehmung der beiden Halbbilder, d.h. man sieht abwechselnd ein horizontales oder vertikales Streifenmuster oder aber Teile des vertikalen und des horizontalen Streifenmusters sind für kurze Zeit gleichzeitig zu sehen (siehe dazu die Abbildung 1). Zusätzlich zu diesem Reiz zeigt man Säuglingen einen zweiten Reiz zum Vergleich. In diesem anderen Reiz werden zwei völlig identische horizontale Gittermuster in beide Augen gelenkt. Hier wird entsprechend keine Rivalität erzeugt. Ältere Studien stellten fest, dass Säuglinge mit ca. 3 Lebensmonaten anfangen, denjenigen Reiz zu vermeiden, der Rivalität, also ein instabiles Wahrnehmungsbild erzeugt. Der Alterszeitpunkt, ab dem die Vermeidung binokularer Rivalität einsetzt, gilt als Zeitpunkt der Entstehung binokularer Rivalität. Ab diesem Zeitpunkt funktioniert der Mechanismus, der in unserem Gehirn für das dreidimensionale Sehen mit Hilfe unserer beiden Augen sorgt.

Zielsetzung: Das Anliegen unserer Studie zur binokularen Rivalität war zu überprüfen, ob es die von früheren Forschern behauptete Vermeidung von Reizen, die Rivalität erzeugen, tatsächlich erst ab dem Alter von etwa 3 Lebensmonaten gibt. Hierzu zeigten wir den Babys immer zwei nebeneinander liegende Bilder: Einen Reiz, der aus einfachen horizontalen Streifen bestand, und einen Reiz, der Rivalität erzeugte. Die Nachverfolgung der Entwicklung der binokularen Rivalität geschah *längsschnittlich*, indem Säuglingen in wöchentlichem Abstand im Altersbereich von 6 bis 16 Wochen untersucht wurden. Einige Kinder haben wir auch im Alterszeitraum ab 4 Wochen untersucht.

Zu unserer Methode: Wir haben beobachtet, wie lange jeder der beiden Bilder/Reize von dem Baby betrachtet wurde. Der Reiz, der länger oder öfter betrachtet wird, gilt als der Reiz, der von dem Baby bevorzugt wird. In der Rivalitätsstudie haben wir konkret überprüft, ab wann die Babys länger bzw. öfter die einfachen Streifen betrachten, d.h. den Rivalitätsreiz weniger lang bzw. oft ansehen und damit vermeiden. Der Zeitpunkt, ab dem dies geschieht, ist der gesuchte Entstehungspunkt der binokularen Rivalität.

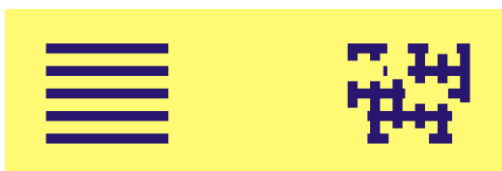


Abbildung 1. In der *Rivalitätsuntersuchung* sahen die Babys einen aus horizontalen Streifen bestehenden Reiz (links) und einen Rivalität erzeugenden Reiz, in dem ein horizontales Gitter in das eine Auge und ein vertikales Gitter in das andere Auge geschickt wurde (rechts).

1.2 Stereoskopische Wahrnehmung

Das zweite Anliegen des Forschungsvorhabens war, die frühe **Entstehung des stereoskopischen Sehens** nachzuverfolgen. Nach den Ergebnissen der bisherigen Studien taucht das stereoskopische Sehen ab 3 bis 4 Lebensmonaten auf. Das stereoskopische Sehen ist das Sehen von dreidimensionaler Räumlichkeit mit Hilfe unserer beiden Augen.

Zielsetzung: Zur Klärung der Frage, ab wann Säuglinge das stereoskopische Sehen beherrschen, wurden Bilder konstruiert, die aus schwarzen und weißen Punkten bestehen. Man nennt solche Reize auch „Zufallspunktstereogramme“ (RDS). In die RDS war auf einer Seite des Monitors ein Quadrat eingebaut, das über dem Hintergrund zu schweben scheint. Zu sehen war dieses Quadrat jedoch nur dann, wenn man die Fähigkeit des stereoskopischen Sehens besitzt. Die RDS waren dynamisch, d.h. die einzelnen Punkte wurden immer wieder neu erzeugt. Zudem bewegte sich die genannte quadratische Region in einer ständigen Be-

wegung von links nach rechts und wieder zurück. Diese Bewegung wurde eingebaut, da die Aufmerksamkeit von Säuglingen leicht auf Bewegung gelenkt werden kann. Auf der anderen Seite des Monitors war ein verschwommenes Quadrat zu sehen, das in der Ebene des Hintergrunds lag. Dieses Quadrat war ein Vergleichsobjekt. Die Reize wurden in Längsschnitten verwendet, in denen Säuglinge im Altersbereich zwischen 6 und 16 Wochen in wöchentlichem Abstand erhoben wurden.



Abbildung 2. Ausschnitt aus einem der verwendeten Zufallspunktstereogramme. Durch Innenschielen wird das linke Bild in das rechte Auge und das rechte Bild in das linke Auge geschickt. Man nimmt dann in der linken Hälfte des Bildes ein Quadrat wahr, das über dem Hintergrund schwebt. Rechts erkennt man ein verschwommenes Quadrat ohne Tiefeneffekt.

Es wurden unterschiedliche Längsschnittuntersuchungen durchgeführt, in denen die Stärke des stereoskopischen Eindrucks variiert wurde. Wir haben überprüft, ab welchem Alter Säuglinge die Seite des Monitors länger bzw. öfter anschauen, auf denen das über dem Hintergrund schwebende Quadrat zu sehen ist. Dieser Zeitpunkt ist der Zeitpunkt, ab dem das stereoskopische 3D-Sehen vorhanden ist.

1.3 Die Fähigkeit, Formen zu unterscheiden

Im Anschluss an die beschriebenen Studien haben wir eine Pilotstudie gestartet, in der die Fähigkeit untersucht wurde, zwei stereoskopische Formen unterscheiden zu können. In dieser Studie ging es nicht nur um die Frage, ob Säuglinge stereoskopische Tiefe erkennen können, sondern zusätzlich um die Frage, ob sie zwei unterschiedliche stereoskopische Formen unterscheiden können. Hierzu haben wir zwei Reize erstellt, die beide als Zufallspunktstereogramme ausgeführt waren. In dem einen Reiz war ein Kreuz zu sehen, in dem anderen Reiz ein Quadrat. Beide Formen schwebten über dem Hintergrund.

Die Untersuchungsmethode beinhaltete nun nicht mehr, die Bevorzugung eines Reizes festzustellen, sondern bestand darin, die Babys in einer ersten Phase an eine der Formen zu gewöhnen, um ihnen anschließend in einer zweiten Phase sowohl die Form aus der Gewöhnungsphase als auch die andere Form nebeneinander zu zeigen. Falls, so unsere Annahme, Säuglinge die Formen auseinander halten können, sollten sie nach der Gewöhnung an z.B. das Kreuz diese Form in der zweiten Versuchsphase wiedererkennen und länger die zweite Form, also das Quadrat anschauen, weil dieses neu ist. Und umgekehrt: Nach Gewöhnung an das Quadrat sollte in der zweiten Phase das Kreuz länger angeschaut werden, wenn die Fähigkeit vorhanden ist, stereoskopische Formen unterscheiden zu können.

1.4 Einsatz eines autostereoskopischen Monitors

In den bisherigen Studien zum binokularen Sehen wurden Brillen eingesetzt, um die beiden Bilder, die einen 3D-Reiz ausmachen, getrennt in die beiden Augen zu leiten. Dies kann sich allerdings störend auf die Untersuchung von Babys auswirken. Daher wurden die Reize in der vorliegenden Studie mit einem sogenannten „autostereoskopischen“ 3D Monitor dargeboten. Der verwendete Monitor vom Typ „Seefront SF 2223“ ist ein System, das das Gesicht des Babys mit einer Kamera nachverfolgt und in der Lage ist, die beiden Halbbilder adäquat an die Lage und Entfernung des Betrachters anzupassen. Es wird keine die beiden Halbbilder trennende Brille benötigt.

2 Darstellung der erreichten Ergebnisse

Alle unsere Ergebnisse haben wir mittlerweile in renommierten wissenschaftlichen Fachzeitschriften publiziert.

2.1 Ergebnisse der Längsschnitte zur Rivalität

Insgesamt gesehen zeigt sich, dass die Babys über alle Messzeitpunkte hinweg, d.h. von 4 bis 16 Wochen, das einfache Streifenmuster bevorzugten. Ab 8 Lebenswochen war diese Bevorzugung auch nach statistischen Maßstäben bedeutsam. Da die Bevorzugung des einfachen Streifenmusters gleichbedeutend mit einer Vermeidung des Rivalität erzeugenden Reizes ist, liegt also der Entstehungszeitpunkt von Rivalität bei ca. 2 Lebensmonaten.

Die Ergebnisse zeigen das Vorhandensein der für Rivalität sorgenden Mechanismen in unserem Gehirn bereits bei jungen Säuglingen. Das relativ frühe Einsetzen des Phänomens der Rivalität widerspricht früheren Studien, nach denen Rivalität ab ca. 3 Lebensmonaten wahrgenommen wird.

2.2 Ergebnisse der Längsschnitte zum stereoskopischen Sehen

Nach unseren Ergebnissen zeigen Säuglinge schon in einem frühen Alter eine Bevorzugung der Seite des Monitors, die das im Vordergrund schwebende Quadrat enthält, als dies durch frühere Studien herausgefunden wurde. Wir haben konkret festgestellt, dass Babys nicht erst ab 3 bis 4 Lebensmonaten, sondern schon ab 8 Lebenswochen länger und öfter auf die Seite des Monitors schauen, auf der das über dem Hintergrund schwebende Quadrat zu sehen ist, als auf die Seite des Monitors, auf der dieses Quadrat nicht vorhanden ist.

Insgesamt gesehen ist also das Alter von etwa 2 Monaten derjenige Zeitpunkt, ab dem die beiden von uns untersuchten Funktionen der beidäugigen Tiefen- und Raumwahrnehmung einen entscheidenden Entwicklungsschritt machen.

2.3 Ergebnisse der Studie zur Formunterscheidung

Wir haben in der Studie zur Formunterscheidung 5 und 7 Monate alte Säuglinge untersucht. Leider zeigte sich, dass beide Altersgruppen beide Formen (Kreuz und Quadrat) in der zweiten Versuchsphase gleich lange anschauten, egal ob sie vorher an das Kreuz oder an das Quadrat gewöhnt worden waren. Da die Reize unbewegt waren, d.h. da sich die beiden Formen nicht über den Monitor hinweg bewegten, haben wir eine zweite Pilotphase durchgeführt, in der die beiden Formen eine Hin- und Herbewegung über den Monitor vollzogen. Wir wollten durch diese Maßnahme die Aufmerksamkeit der Babys mehr auf die Formen lenken. Leider stellte sich auch hier keine Bevorzugung der jeweils neuen Form in der zweiten Versuchsphase ein. Wir konnten also in unserer Pilotstudie weder bei 5 noch bei 7 Monate alten Babys die Fähigkeit zeigen, stereoskopische Formen wahrzunehmen. Unser nächster Ansatzpunkt besteht darin, auffälligere Formen herzustellen und die Untersuchung auf weitere Altersgruppen auszudehnen.

Mein Team und ich danken an dieser Stelle noch einmal ganz herzlich den Eltern und ihren Babys für die Teilnahme an unserer Studie! Wir haben wertvolle Hinweise auf die Entwicklung der räumlichen Wahrnehmung erhalten, die für die Grundlagenforschung von hoher Bedeutung sind. Und es hat uns großen Spaß gemacht, die vielen Eltern und ihre Babys kennenzulernen!