

Neue Studie aus Kiel: Das Gehirn bereitet sich schon im Mutterleib auf das Sehen vor

Bereits ab der 21. Schwangerschaftswoche ist die Sehrinde des menschlichen Gehirns in ihrem Grundaufbau so organisiert wie bei Erwachsenen. Das Grundgerüst für das spätere Sehen entsteht somit ohne Seherfahrung.

Das menschliche Gehirn bildet das, was wir sehen, wie eine Landkarte ab: Punkte, die auf der Netzhaut des Auges nebeneinanderliegen, werden auch im Gehirn von benachbarten Nervenzellen verarbeitet. In der Fachsprache heißt diese geordnete Abbildung retinotop Organisation (von Retina, dem lateinischen Wort für Netzhaut). Bislang war unklar, ob das menschliche Gehirn diese Landkarte erst durch Lichtreize nach der Geburt lernt oder ob sie bereits im Mutterleib angelegt wird. Dieser Fragestellung ging ein Forschungsteam um Professor Michael Artur Skeide vom Institut für Kinder- und Jugendpsychiatrie der Medizinischen Fakultät der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel (CAU) und dem Universitätsklinikum Schleswig-Holstein (UKSH), Campus Kiel, nach. Das Institut ist Teil des Zentrums für Integrative Psychiatrie – ZIP gGmbH. Die Forschenden werteten Magnetresonanzdaten (MRT-Daten) von insgesamt 871 Personen aus. Untersucht wurden Ungeborene ab der 21. Schwangerschaftswoche, Neugeborene sowie Jugendliche und Erwachsene. Die Arbeit wurde jetzt in der Fachzeitschrift *Science Advances* veröffentlicht.

Die Seh-Landkarte entsteht ab der 21. Schwangerschaftswoche

Die Auswertung zeigt, dass zwei wichtige Grundmerkmale dieser Seh-Karten bereits ab der 21. Schwangerschaftswoche im Gehirn vorhanden sind. Das betrifft zum einen die Exzentrizität. Diese Größe gibt an, wie weit ein Punkt vom Zentrum des Gesichtsfeldes entfernt ist. Zum anderen betrifft es den Polarwinkel, der die genaue Richtung im Blickfeld angibt. Beide Merkmale sind in den visuellen Arealen V2 und V3 nachweisbar. Das sind Bereiche der Hirnrinde, die direkt hinter dem primären Sehzentrum (V1) liegen und für die Weiterverarbeitung von Sehinformationen zuständig sind.

Da Ungeborene im Mutterleib ihre Augen erst etwa ab der 28. Woche öffnen, und es in der Gebärmutter dunkel ist, entsteht diese Ordnung ohne äußere Seheindrücke. Als Ursache vermuten die Forschenden spontane Signale: Die Netzhaut gibt schon vor der Geburt von selbst regelmäßige Aktivitätswellen ab, die das Sehzentrum im Gehirn schrittweise verkabeln und strukturieren.

„Wir haben die grundlegende Frage untersucht: Ist unser visuelles Feld, wie es auf dem Auge abgebildet wird, auch im Gehirn von Kindern pränatal, also vor der Geburt, schon so strukturiert? Da können wir nun sagen: Ja, das ist schon in einem sehr frühen Entwicklungsstadium so“, erklärt Studienleiter Prof. Dr. Michael Skeide. „Die Ergebnisse zeigen, dass die grundlegende Architektur unseres Sehsystems bereits lange vor dem ersten Lichteinfall angelegt ist.“

Wie die Messung im Mutterleib funktioniert

Für die Studie nutzten die Forschenden öffentlich zugängliche Daten des „Human Connectome Project“. Analysiert wurden funktionelle MRT-Daten von Föten, Neugeborenen, Kindern und jungen Erwachsenen. Das fMRT misst die hämodynamische Reaktion, also die Blutversorgung im Gehirn,

um aktive Bereiche zu identifizieren. Erwachsenen zeigt man im MRT-Scanner meist bewegte Punkte oder Muster auf einem Bildschirm, um das Sehzentrum zu kartieren. Bei Ungeborenen im Mutterleib ist das nicht möglich. Daher nutzte das Forschungsteam Daten des sogenannten *Resting-State-fMRT* (funktionelle Magnetresonanztomografie im Ruhezustand). Dieses Verfahren misst kleinste, spontane Blutflussänderungen im Gehirn, während die Person keine bestimmte Aufgabe ausführt oder schläft.

Mithilfe eines mathematischen Verfahrens ermittelten die Forschenden, wie stark die Ruhesignale zwischen dem Hauptsehzentrum (V1) und den angrenzenden Bereichen (V2 und V3) zusammenhängen. Vergleicht man diese funktionelle Verbindung mit retinotopen Karten von Erwachsenen, lässt sich die innere Landkarte des Sehentrums auch bei Föten rekonstruieren.

Ausblick für die Medizin und Grundlagenforschung

Die Befunde basieren aktuell auf Durchschnittswerten von vielen hundert Kindern, um das schwache Signal bei Föten im MRT überhaupt statistisch sichtbar zu machen. Für klinische Anwendungen, etwa zur Früherkennung von Sehstörungen, ist eine verlässliche Analyse individueller Gehirne erforderlich. „Der nächste wissenschaftliche Schritt besteht darin, Verfahren zu entwickeln, mit denen wir diese Netzhautkarten im Gehirn auf individueller Ebene rekonstruieren können. Erst wenn das gelingt, lässt sich das Verfahren nutzen, um im Einzelfall zu prüfen, wie die Sehbereiche im Gehirn entwickelt sind“, so Skeide.

Die Studie zeigt nur die räumliche Grundordnung. Wie sich Helligkeit, Formen oder die Objekterkennung im Gehirn entwickeln, bleibt offen. „Neugeborene können zum Beispiel schon kurz nach der Geburt Gesichter unterscheiden“, betont der Experte für die frühkindliche Entwicklung des Gehirns. „Wir finden es sehr interessant, wie das schon so früh möglich ist. Dafür muss vorgeburtlich mehr passieren als die grundlegenden Prozesse, die wir beschrieben haben.“ Künftige Studien sollen klären, ob auch die Wahrnehmung von Formen und Objekten schon vor der Geburt im Gehirn vorgeprägt wird.

Text: Kerstin Nees

Originalpublikation:

So-Hyeon Yoo, Anne-Sophie Kieslinger, Michael A. Skeide: Population connective field modeling reveals proto-retinotopic visual cortex organization in the prenatal human brain. *Science Advances*. 2026; DOI: [10.1126/sciadv.aee9300](https://doi.org/10.1126/sciadv.aee9300)