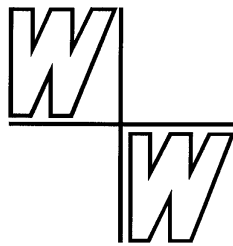


Der Einfluss von Müttern auf die Gehirnentwicklung ihrer Babys

Benjamin Scholl

Stand: 25. 04. 2022



Studiengemeinschaft Wort und Wissen

[https://www.wort-und-wissen.org/wp-content/uploads/
Einfluss-von-Muettern.pdf](https://www.wort-und-wissen.org/wp-content/uploads/Einfluss-von-Muettern.pdf)

Der Einfluss von Müttern auf die Gehirnentwicklung ihrer Babys

von Benjamin Scholl, SG Wort und Wissen e. V.

Eine verhaltensbiologische Studie von ENDEVELT-SHAPIRA et al. (2021) ergab, dass die wahrnehmbare Anwesenheit der Mutter für ihren Säugling essenziell wichtig ist, damit sich dieser neuronal und sozial gesund entwickeln kann. Dabei ist die direkte Interaktion von besonderer Bedeutung für die „neuronale Synchronisation“ der Gehirne von Mutter und Kind und für das gegenseitige Verstehen. Obwohl ein Säugling sich deutlich besser mit neuronalen Aktivitätsmustern seiner Mutter als mit denen einer fremden Person synchronisieren kann, lässt sich die Kontaktaufnahme mit einem Fremden durch den mütterlichen Geruch verbessern. Der Säugling fühlt sich dann sicher und gut gelaunt, und kann sich so neuronal und sozial besser auf seine Mitmenschen einlassen.

Wie wichtig ist die Anwesenheit und Aufmerksamkeit einer Mutter für eine gesunde soziale Entwicklung ihres Kindes? Yaara ENDEVELT-SHAPIRA vom Center for Developmental Social Neuroscience in Israel hat diesbezüglich mit ihren Kollegen im Dezember 2021 eine neue Studie in Science Advances zum Einfluss des Geruchs der Mutter auf das Verhalten und das Gehirn von Babys herausgegeben.

ENDEVELT-SHAPIRA et al. (2021) fassen einige Forschungsergebnisse zum Thema Geruch zusammen, die hier im Folgenden kurz wiedergegeben werden: Ganz allgemein beruhen Gerüche auf der Übertragung chemischer Signale, die komplexe neuronale Veränderungen auslösen können. Sie dienen dazu, soziale Bindungen zu Gruppenmitgliedern zu festigen und die Mutter wie auch die Umwelt für ein Baby erkennbar zu machen. Bereits Neugeborene können ihre Mütter am Geruch erkennen. Die geruchlichen (olfaktorischen) Signale der Mutter sorgen sogar für eine Schmerzreduktion bei Neugeborenen. Des Weiteren erhöhen sie die Aufmerksamkeit eines Säuglings, so dass er sich besser auf ein Gesicht oder die Augen seines Gegenübers konzentrieren kann. Der mütterliche Geruch hilft einem Säugling dabei, Gesichter zu deuten und sorgt auch dafür, dass Kinder neuronal nicht zu stark darauf reagieren, wenn sie ein ängstliches Gesicht sehen. Kurz gefasst könnte man daraus Folgendes ableiten: Der mütterliche



Abb. 1: Die wahrnehmbare Anwesenheit der Mutter, aber vor allem ihre direkte Interaktion von Angesicht zu Angesicht mit dem Säugling sind essentiell wichtig für die gesunde neuronale und soziale Entwicklung des Babys, wie eine neue Studie von ENDEVELT-SHAPIRA et al. (2021) ergab.

Geruch verschafft Babys ein Gefühl der Sicherheit und macht sie bereit, sich auf ihre soziale Umwelt einzulassen.

Eine für uns Menschen typische Entwicklungsaufgabe ist es, dass wir lernen müssen, die Innenwelt eines Mitmenschen zu deuten, indem wir seine Gesichtsausdrücke verstehen lernen (ENDEVELT-SHAPIRA et al. 2021). So können wir eine gemeinsam erlebte Realität teilen, indem wir uns in andere hineinversetzen. Die Verhaltensforschung nennt dies „Theory of Mind“ (kurz: TOM). Die Theory of Mind, wie sie bei Menschen vorkommt, ist nach aktuellem Kenntnisstand in der Natur in ihrer Qualität einzigartig. Dies gilt auch für die Empathie des Menschen, die er genau deshalb zeigen kann, weil er sein Gegenüber versteht (vgl. SCHOLL 2018). Säuglinge zeigen schon früh eine „Vorliebe des Menschen für Gesichter zur Feinabstimmung des sich entwickelnden sozialen Gehirns“ (ENDEVELT-SHAPIRA 2021). Das bedeutet, dass das Gehirn eine Synchronisation mit den am Gesichtsausdruck erkannten Gefühlen eines menschlichen Gegenübers ermöglicht, indem es ähnliche Aktivitätsmuster aufweist. Das „Koppeln“ oder „Synchronisieren“ zwischen den Gehirnen von Mutter und Kind kann daher durch das gemeinsame Lachen, Äußern von Lauten oder Betrachten derselben Gegenstände trainiert werden.

Vier Hypothesen zum sozialen Lernen von Säuglingen

ENDEVELT-SHAPIRA et al. (2021) wollten nun in ihrer Studie vier Hypothesen testen, die das soziale Lernen von Säuglingen im Zusammenhang mit der sensorischen Wahrnehmung der Mutter verdeutlichen:

1. Die Interaktion von Angesicht zu Angesicht zwischen Mutter und Kind ruft eine stärkere „neuronale Kopplung“ hervor, als dies ohne direkten Sicht- oder Hörkontakt trotz körperlicher Nähe der Fall ist.
2. Neuronale Prozesse, die die Bindung unterstützen, helfen dem Säugling beim Erkennen der Mutter und verleihen dem Säugling Vertrautheit und Sicherheit. Das Gehirn einer Mutter synchronisiert sich stärker mit dem des Kindes als das einer fremden Person.
3. Die Anwesenheit des mütterlichen Geruchs verbessert die „Kommunikation zwischen den Gehirnen“ bzw. die „neuronale Synchronisation“ bei dem Säugling und einer fremden Person.
4. Die Anwesenheit des mütterlichen Geruchs erhöht erstens die visuelle Aufmerksamkeit des Säuglings auf das Gesicht und vor allem auf die Augen seines Gegenübers. Zweitens verstärkt der mütterliche Geruch positive Gefühle beim Säugling, was an mehr Lachen oder Lautäußerung erkennbar ist. Drittens steigert der mütterliche Geruch Sicherheitsgefühl, Annäherung und damit auch soziales Engagement von Säuglingen ihren Mitmenschen gegenüber.

Zur Überprüfung der Hypothesen wurden dem Säugling sowie der Mutter bzw. alternativ einer fremden Frau im ungefähr gleichen Alter EEG-Elektroden aufgesetzt, um Spannungsschwankungen des Gehirns an der Oberfläche in den jeweiligen Hirnregionen aufzuzeichnen. Es nahmen 65 Paare von Müttern und Säuglingen an der Studie teil, wobei die Säuglinge zwischen 3,8 und 12,0 Monate alt waren (ENDEVELT-SHAPIRA et al. 2021, Table S1) und ein durchschnittliches Alter von 7 Monaten ($\pm 1,49$) aufwiesen.

Versuchsergebnisse

Die erste Hypothese über die Interaktion von Angesicht zu Angesicht wurde getestet, indem das Verhalten des Säuglings untersucht wurde, wenn er a) in Sicht- und Hörkontakt mit der Mutter war und ihr gegenüber saß oder b) in einer Rücken-zu-Rücken-Position zur Mutter saß und sie so weder sehen noch hören konnte, aber immerhin in ihrer Nähe war. Insgesamt gab es 37 Paare von Müttern

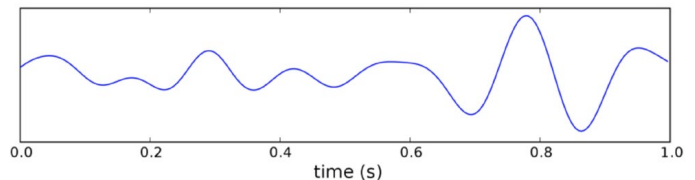


Abb. 2: Oben: Beim EEG (Elektroenzephalogramm) werden Spannungsschwankungen des Gehirns oberflächlich mittels einer Haube mit Elektroden gemessen. Unten: Graphische Darstellung von Theta-Wellen, die im Gehirn von Säuglingen für die Synchronisation mit der Mutter und anderen Personen von Bedeutung sind. (Wikimedia, Al-basheer, CC BY-SA 3.0; Wikimedia, Hugo Gamboa, CC BY-SA 3.0)

und Säuglingen, die jeweils für mindestens 60 Sekunden auf diese Weise getestet wurden. Das Ergebnis zeigte, dass es einen „signifikanten“ Effekt (mittels Varianzanalyse ANOVA, $P = 0.002$) für eine erhöhte „Konnektivität“ zwischen den Gehirnen bei der Interaktion von Angesicht zu Angesicht (bei einem Konnektivitätswert $wPLI^1$ von $0,15 \pm 0,06$) gab, verglichen mit der Situation, in der beide einander mit dem Rücken zugewandt waren ($0,10 \pm 0,07$). Die stärkste Synchronisation der Gehirne war im rechten Zentralareal der Mutter und im rechten okzipitotemporalen² Areal des Kindes messbar. Die Autoren schreiben, dass die Synchronität der Gehirne auf „Theta-Rhythmen, die das sich entwickelnde Gehirn charakterisieren, beruhen“, was „eine rechts-zu-rechts-zentrotemporale Theta-Konnektivität darstellt“. Theta-Wellen sind Signale im Frequenzbereich zwischen 4 und 8 Hertz. Bei Erwachsenen treten Theta-Wellen ebenfalls im Zusammenhang mit der Erkennung bestimmter Emotionen auf. Eine Studie von LEONG et al. (2017) wies ebenfalls eine Synchronisierung von Theta- aber auch Alpha-Wellen bei Erwachsenen und Säuglingen nach, die insbesondere bei Blickkontakt signifikant war.

¹ Beschreibung des $wPLI$ (weighted Phase Lag Index) nach SANHDYA (2011): „Der gewichtete Phasenverschiebungsindex $wPLI$ ist eine Methode zur Ermittlung statistischer Abhängigkeiten zwischen EEG-Zeitreihen von Elektroenzephalographie-Paaren, die nicht Null sind.“

² D. h. den Hinterhauptslappen und den Frontallappen des Großhirns betreffend. Die Autoren spezifizieren: „Der rechte okzipitotemporale Cortex umfasst mehrere Hirnregionen, darunter den fusiformen Gyrus [...] und den superioren temporalen Sulcus [...], einen Schlüsselknoten des sozialen Gehirns, der an Simulation, Mentalisierung und Handlungsbeobachtung beteiligt ist“ (ebd.).

Für die Überprüfung von Hypothese 2 wurden 47 Paare von Säuglingen mit einer fremden Frau bzw. der eigenen Mutter untersucht. Bei der fremden Frau handelte es sich ebenfalls um eine Mutter, die ungefähr im selben Alter wie die Mutter des Säuglings war. Hypothese 2 bestätigte sich mit einem „signifikanten“ Effekt ($P = 0.026$), nämlich, dass sich die Gehirne („insbesondere“ in den oben genannten Hirnarealen) der Mutter und des Kindes deutlich stärker synchronisierten (wPLI-Wert $0,115 \pm 0,06$) als das Gehirn von einer Fremden mit dem Gehirn des Kindes ($0,08 \pm 0,04$). Eine Studie von REINDL et al. (2018) ergab darüber hinaus, dass auch bei älteren Kindern eine neuronale Synchronisation mit ihren Eltern (in der Studie meist die Mutter) bei kooperativen Spielen auftritt, die sich aber weder bei fremden Personen noch bei kompetitiven Spielen mit den Eltern zeigt.

Die weiteren Hypothesen (3–4) wurden getestet, indem die Mutter zwei Nächte lang ein T-Shirt trug, welches so ihren Geruch aufnahm. Anschließend wurde in Versuchsaufbau a) ein geruchsfreies T-Shirt zum Säugling gelegt, und in Versuchsaufbau b) das T-Shirt mit dem Geruch der Mutter. Nun wurde untersucht, wie die Säuglinge mit einer fremden Frau mit und ohne mütterlichen Geruch im Vergleich mit ihrer eigenen Mutter interagierten.

Nach Hypothese 3 müsste die Anwesenheit des mütterlichen Geruchs, welcher durch das getragene T-Shirt verströmt wird, die Gehirn-Synchronisation des Säuglings mit einer fremden Frau verbessern. Hierzu wurden 51 Säuglinge untersucht. Die Autoren fanden einen „signifikanten“ (mittels ANOVA, $P = 0.005$) positiven Einflusses des mütterlichen Geruchs (wPLI-Wert $0,11 \pm 0,06$) auf die Synchronisierung des Gehirns einer fremden Frau mit dem Gehirn des Säuglings im Vergleich dazu, wenn kein T-Shirt mit mütterlichem Geruch anwesend war ($0,08 \pm 0,04$). Die Synchronisation des Gehirns des Säuglings mit einer fremden Frau war dabei zwar geringfügig, aber „nicht signifikant“ ($P > 0.39$) geringer als mit der eigenen Mutter, sofern der mütterliche Geruch anwesend war ($P = 0,94$). Dies könnte man so deuten, dass der Geruch der Mutter dem Säugling signalisiert, dass es gerade in der sicheren Nähe der Mutter ist und er sich somit offen auf andere Personen im „familiären“ Umfeld einlassen kann.

Auch die Hypothese 4 über die Erhöhung von a) der visuellen Aufmerksamkeit, b) positiver Gefühle und c) Interaktion des Säuglings in Anwesenheit einer fremden Frau durch den mütterlichen Geruch wurde getestet.³ Es zeigte sich a) eine erhöhte

visuelle Aufmerksamkeit (welche sich durch Blicknachverfolgung registrieren lässt) in Anwesenheit des mütterlichen Geruchs (wPLI-Wert $0,86 \pm 0,13$) im Gegensatz zu dessen Abwesenheit ($0,81 \pm 0,17$; $P = 0,035$). Auch waren b) positive Gefühlsäußerungen wie Lachen und Lautäußerungen häufiger in Gegenwart des mütterlichen Geruchs (wPLI-Wert $0,20 \pm 0,20$) als in dessen Abwesenheit ($0,13 \pm 0,15$; $P = 0,009$). Für c) Sicherheitsgefühl, Annäherung und soziales Engagement gab es in Anwesenheit des mütterlichen Geruchs (wPLI-Wert $3,5 \pm 0,75$) ebenfalls eine Zunahme im Vergleich zu den Bedingungen ohne mütterlichen Geruch ($3,24 \pm 0,73$; $P = 0,0053$). Allerdings kam es nur bei a) der visuellen Aufmerksamkeit zu einem direkten Anstieg der „Theta-Kopplung“ zwischen der fremden Frau und dem Säugling, was die Bedeutung von Blickkontakt für die Gehirnaktivität eines Säuglings untermauert.

Schlussfolgerungen der Autoren

ENDEVELT-SHAPIRA et al. (2021) ziehen unter anderem folgende Schlüsse aus den Experimenten: „Die Sozialisierung von Säuglingen in das Leben in sozialen Gemeinschaften erfordert die Integration von multisensorischen Signalen der Mutter und des Lebensraums – darunter Geruchssignale, die Sicherheit vermitteln, die eigene Gruppe markieren und Annäherung ermöglichen“. Die neuronale Synchronisation des Gehirns eines Säuglings mit seinem Gegenüber wird also von der geruchlichen Wahrnehmung der Mutter im Prozess der Gehirnreifung beeinflusst und sorgt so dafür, dass sich Säuglinge auf ihre soziale Umwelt einlassen. ENDEVELT-SHAPIRA et al. (2021) vermuten, dass die Anwesenheit der Mutter als eine Art „Sicherheits-signal“ fungiert, so dass der Säugling seine kognitiven Ressourcen offen für seine soziale Umwelt einsetzen kann. Dadurch kann es zu einer neuronalen Synchronisation und damit einhergehend auch einer Synchronisierung des Verhaltens zwischen bisher fremden Personen und Säuglingen kommen. Außerdem wurde deutlich, dass die direkte Interaktion von Angesicht zu Angesicht von Mutter und Säugling eine größere Gehirnkonnektivität verursachte als lediglich die Anwesenheit der Mutter im selben Raum. Für diese direkte Interaktion sind insbesondere Nachahmungsspiele von Bedeutung, damit sich soziale Kognition, eine differenzierte Wahrnehmung des eigenen Selbst und des Gegenübers sowie eine Theory of Mind bei einem Säugling entwickeln können (vgl. ENDEVELT-SHAPIRA et al. 2021).

Die Autoren schlussfolgern: „Es scheint, dass Säuglinge bereits bei ihren ersten sozialen Kontakten dem direkten Austausch mit Sichtkontakt und

³ Es wurden zwei verschiedene Kodierungsschemata für das Verhalten der Probanden verwendet: Ein Mikrolevel Sekunde-für-Sekunde Kodierungsschema sowie das vielfach genutzte Schema „Coding Interactive Behavior“.



Abb. 3: Beim Guck-guck-Spiel lernen Kinder von 6 bis 18 Monaten Alter, dass auch verborgene Gegenstände noch existieren (Objektpermanenz). Nachahmungsspiele der Mutter mit ihrem kleinen Kind fördern dabei aber auch dessen soziales Verständnis für seine Mitmenschen.

Stimme Bedeutung und Wichtigkeit beimessen.“ Die Gehirne von Säuglingen sind also – bildlich gesprochen – wie Schwämme, die alle mimischen und akustischen Signale ihrer Mutter und dann auch anderer Mitmenschen aufsaugen und verarbeiten. Weiter schreiben die Autoren, dass „Momente der direkten Interaktion zwischen Mutter und Kind dauerhafte Auswirkungen auf das sich entwickelnde Gehirn haben und die Konsolidierung komplexer sozialer Verhaltensweisen wie fokussierte Aufmerksamkeit, Emotionsregulation, soziale Zusammenarbeit und Empathie fördern“. Die Autoren bezeichnen diese Interaktionen und Nachahmungsspiele zwischen Mutter und Kind sogar als möglicherweise essenzielle Umwelteinflüsse („critical environmental inputs“) für die Entwicklung des posterior-temporalen Areals – also des hinteren Schläfenlappens. ENDEVELT-SHAPIRA et al. (2021) weisen auch darauf hin, dass das Säuglingsalter eine sensible Phase („sensitive period“) für die Entwicklung dieser Gehirnregion und dem damit verbundenen Erlernen sozialer Fähigkeiten ist, was somit später nicht mehr nachgeholt werden kann. Sie schreiben weiter: „Wir vermuten, dass diese spezifische Konnektivität [der Theta-Synchronität] eine Schlüsselrolle bei der Reifung des menschlichen sozialen Gehirns in einer sensiblen Phase seiner Entwicklung spielt.“

Fazit

Auf den Punkt gebracht zeigen diese Forschungsergebnisse, wie wichtig nicht nur die spürbare Anwesenheit der Mutter inklusive ihres Geruchs, sondern auch ihre ganz konkrete Aufmerksamkeit und direkte Interaktion mit ihrem Säugling für dessen neuronale Entwicklung in vielen sozialen und emotionalen Bereichen ist. ENDEVELT-SHAPIRA et al. (2021) drücken es so aus: „Säuglinge benötigen die Anwesenheit ihrer Mutter für ihr Wachstum, ihre Beruhigung und ihr Überleben, aber beide [Mutter und Kind] müssen am selben Ort und zur selben Zeit anwesend sein“. Inwiefern die multisensorische Wahrnehmung der Mutter und

auch des Vaters bei älteren Kleinkindern eine Rolle für die Entwicklung des Gehirns und des sozialen Lernens spielt, können hoffentlich weitere Studien erhellen.

Schon die Bibel, die aus christlicher Perspektive seit der frühen Kirche als das inspirierte Wort Gottes gilt, spricht deutlich von der unglaublich wichtigen Rolle der Mütter (und natürlich auch der Väter) für die Entwicklung ihrer Kinder. So wird aus Psalm 22,10-11 ersichtlich, dass das menschliche (Ur-)Vertrauen etwas ist, was Säuglinge schon an der Mutterbrust erlernen. Bei der Mutter findet ein Kind Ruhe (vgl. Psalm 131,2). Im Buch der Sprüche wiederum wird betont, wie wichtig die Erziehung einer Mutter für ihre Kinder ist, um sie auf das Leben vorzubereiten (Sprüche 1,8 und 31,1). Die Mütter werden im Neuen Testament sogar aktiv aufgerufen, es zu lernen, ihre Kinder zu lieben (Tit 2,4) – was sicher im Trubel des Alltags nicht immer eine leichte Aufgabe ist. Schließlich ist auch der Trost einer Mutter für ihr Kind in der Bibel ein wichtiges Motiv, das Gott selbst in Jesaja 66,13 aufgreift, und es auf seine Beziehung zu den Gläubigen anwendet: „Ich will euch trösten, wie einen seine Mutter tröstet ...“

Literatur

- ENDEVELT-SHAPIRA Y, DJALOVSKI A, DUMAS G & FELDMAN R (2021) Maternal chemosignals enhance infant-adult brain-to-brain synchrony. *Science Advances* 7, 50, doi: 10.1126/sciadv.abg6867.
- LEONG V et al. (2017) Speaker gaze increases information coupling between infant and adult brains. *PNAS* 114, 13290–13295, doi: 10.1073/pnas.1702493114.
- REINDL V, GERLOFF C, SCHARKE W & KONRAD K (2018) Brain-to-brain synchrony in parent-child dyads and the relationship with emotion regulation revealed by fNIRS-based hyperscanning. *NeuroImage* 178, doi: 10.1016/j.neuroimage.2018.05.060.
- SANDHYA R (2011) Weighted Phase Lag Index (WPLI) as a Method for Identifying Task-Related Functional Networks in Electroencephalography (EEG) Recordings during a Shooting Task. U.S. Army Research Laborator. Summer Research Technical Report, <https://apps.dtic.mil/sti/pdfs/ADA558399.pdf>.
- SCHOLL B (2018) Affe = Mensch? Ein Überblick über verhaltensbiologische Unterschiede zwischen Affen und Menschen. *W+W Special Paper B-18-1*, https://www.wort-und-wissen.org/wp-content/uploads/b-18-1_affe-mensch.pdf.