

# Newsletter 2023



Weitere Infos finden  
Sie auf unserer  
Homepage



# Inhalt

Liebe Eltern, liebe KollegInnen,

mit unserem jährlichen Newsletter möchten wir gerne alle Eltern und interessierte KollegInnen über die Ergebnisse kürzlich veröffentlichter Studien, neue theoretische Erkenntnisse sowie die aktuellen Entwicklungen im *Regensburger Labor für Kognitive Entwicklung* informieren und Sie so an unserer Forschung teilhaben lassen.

Sofern Sie uns bereits mit ihrem Nachwuchs im Entwicklungslabor besucht haben, werden Sie auf diesem Wege auch über die Ergebnisse der Studie informiert, an der Sie teilgenommen haben. Bitte haben Sie Verständnis, dass es einige Monate oder auch Jahre dauern kann, bis die Ergebnisse einer Studie es bis zur Veröffentlichung gebracht haben, da diese häufig mehrere Messzeitpunkte und Altersgruppen, aufwändige Analysen sowie einen teils langwierigen Publikationsprozess durchlaufen.

Wir hoffen Ihnen bis dahin mit den Ergebnissen weiterer Studien einige spannende Einblicke in unsere Arbeit zu geben und Sie vielleicht bald einmal (wieder) bei uns im Labor für eine Studie willkommen heißen zu dürfen.

Sofern Sie uns bereits besucht und sich bei uns im Labor wohl gefühlt haben, oder auch sonst gerne unsere Forschung unterstützen möchten, geben Sie gerne Bekannten und Freunden mit Kindern Bescheid, dass sie sich auf unserer Homepage für die Studienteilnahme anmelden können. Natürlich freuen wir uns auch jederzeit über Ihr kritisches Feedback, um uns, und Ihre Erfahrung bei uns im Labor, stetig verbessern zu können ([entwicklungsstudien@uni-regensburg.de](mailto:entwicklungsstudien@uni-regensburg.de)).

Sie können sich jederzeit mit einer kurzen Mail an [entwicklungsstudien@uni-regensburg.de](mailto:entwicklungsstudien@uni-regensburg.de) für den Newsletter an- oder abmelden.

## Inhalte des 1. Newsletters

1. Die Anfänge (Vorwort) .....	3
2. Kulturelles Lernen beim Abendessen .....	4
3. Der Welt einen Sinn geben – Predictive Processing .....	5
4. Die rhythmische Natur visueller Verarbeitung (Exkurs) .....	6
5. Visuelle Kategorisierung bei Säuglingen .....	7
6. Bildgebende Verfahren in der Säuglingsforschung (Info) .....	8
7. Literaturverzeichnis .....	9

## Die Anfänge (Vorwort)

Liebe Eltern, liebe KollegInnen,

„Entwicklung“ ist wohl ein Begriff, mit dem ein jeder und eine jede von uns gleich etwas in Verbindung bringen kann. Die eigene Lebensgeschichte, die Geburt der eigenen Kinder und die ersten Lebensjahre oder eben auch all diejenigen Veränderungen, die das Leben so mit sich bringt und die uns immer wieder vor neue Herausforderungen stellen und uns die Möglichkeit bieten, uns selbst weiterzuentwickeln.

Für mich persönlich gab es wenige Jahre, die mich in ähnlicher Weise herausgefordert haben wie das vergangene. Als ich im Frühjahr 2022 hier in Regensburg die Professur für Entwicklungs- und Kognitionspsychologie angetreten habe, gab es eine ganze Reihe neuer Herausforderungen und Aufgaben, denen ich mich mit viel Vorfreude angenommen habe, ohne zu wissen, wohin mich die Reise genau führen wird.

Damals war das *Regensburger Labor für Kognitive Entwicklung* noch eine vage Idee und der Weg dorthin mit vielen Ungewissheiten verknüpft. Würde es wohl gelingen, hier in Regensburg ein Labor für Familien einzurichten, in dem wir in netter und angenehmer Atmosphäre spannenden Fragen der Entwicklungsforschung nachgehen können? Würden wir hierbei seitens der Universität, der Stadtverwaltung und der KollegInnen die Unterstützung bekommen, die es für ein solches Vorhaben benötigt? Würden wir das Vertrauen der Eltern gewinnen können, uns zu besuchen? Und würde es gelingen, ein Team aufzubauen, welches diese Vision mit mir gemeinsam teilt und möglich macht?

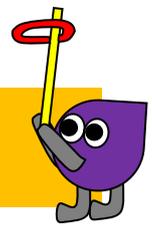
Ich freue mich daher außerordentlich, dass wir nun vor einigen Wochen unser neues Labor eröffnen konnten und dies, ohne an dieser Stelle übertreiben zu wollen, sicherlich eine der schönsten und modernsten Einrichtungen ihrer Art geworden ist.

Ich möchte mich an dieser Stelle von ganzem Herzen bei all denjenigen bedanken, die die Einrichtung des Labors möglich gemacht haben und insbesondere den Familien, die uns bereits ihr Vertrauen geschenkt, und sich bei uns angemeldet oder uns sogar schon im Labor besucht haben, meinen persönlichen Dank aussprechen.



Moritz Köster  
(Professor für Entwicklungs- und Kognitionspsychologie)





Wie bringen Eltern ihren Kindern bei, was „richtig“ und was „falsch“ ist? Wie erklären sie, wie man richtig mit Gabel oder Stäbchen isst? Gemeinsam mit einem internationalen Team von Wissenschaftler/innen aus Brasilien, Großbritannien, Japan und Mexiko sind wir dieser Frage nachgegangen und haben untersucht, wie Eltern aus unterschiedlichen kulturellen Kontexten ihren zweijährigen Kindern beim Essen Wissen vermitteln (1, siehe Literaturverzeichnis).

Für unsere Studie baten wir insgesamt 106 Eltern in ländlichen Regionen Brasiliens (Apeú) und Ecuadors (Cotacachi) sowie im städtischen Argentinien (Buenos Aires), Deutschland (Münster) und Japan (Kyoto) Videoaufnahmen von gemeinsamen Abendessen zu machen. Auf der Grundlage von über 8000 beobachteten Lehrhandlungen haben wir im Detail analysiert, in wieweit Eltern in ihrer Art und Weise, Wissen zu vermitteln, sich ähnlich sind oder sich zwischen den Kulturen unterscheiden.

Dabei haben wir herausgefunden, dass Eltern in allen untersuchten kulturellen Kontexten einige Arten der Wissensvermittlung regelmäßig verwendeten: Dazu gehörten etwa Aufforderungen, etwas zu tun oder zu lassen, dass Eltern ihren Kindern etwas zeigten oder vormachten (Demonstration), ihnen Wahlmöglichkeiten anboten oder auch abstraktes Wissen vermittelten.

Gleichzeitig gab es kulturelle Unterschiede darin, welche der sechs Lehrhandlungen häufig gezeigt wurden (Abbildung 1). Ein zentraler Unterschied zwischen den untersuchten Kulturen war, dass Eltern in ländlichen Kontexten mehr Aufforderungen nutzen, während die Eltern in städtischen Kontexten mehr abstraktes Wissen vermittelten, ihren Kindern Wahlmöglichkeiten anboten und Dinge vormachten (Function 1). Ein weiterer Unterschied innerhalb der städtischen Kontexte bestand darin, dass Eltern in Deutschland besonders viele Wahlmöglichkeiten aufzeigten, während Eltern in Japan häufiger Wissen durch Demonstration vermittelten (Function 2). Die Studie passt gut zu bisherigen Befunden zur Vermittlung von Verantwortungsbewusstsein in ländlichen Kontexten und der Betonung individueller Wahlmöglichkeiten im städtischen Deutschland.

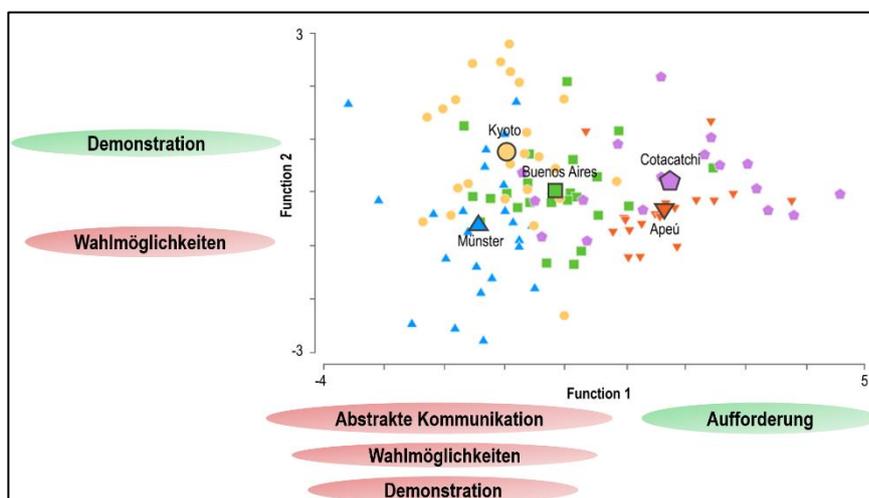
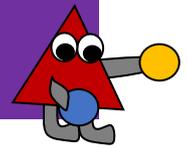


Abbildung 1. Wie sich Eltern aus unterschiedlichen kulturellen Kontexten in ihrer Wissensvermittlung unterscheiden.



Die ersten Jahre nach der Geburt eines Menschen sind eine Zeit intensiven Erkundens. Kinder müssen verstehen, was sie mit ihren eigenen Fähigkeiten bewirken können, und lernen, mit ihrer komplexen sozialen und physikalischen Umwelt zu interagieren. In einer aktuellen Veröffentlichung (2) haben wir uns mit der Frage befasst, ob es allgemeine Lernmechanismen gibt, die es uns Menschen erlauben, im Laufe der Entwicklung über unsere Umwelt zu lernen und uns an diese anzupassen.

In der Neurowissenschaft wurde das Konzept des *Predictive Processing* (engl. für *prädiktive Verarbeitung*) als genereller Lernmechanismus des menschlichen Gehirns vorgeschlagen. Nach dem Ansatz des Predictive Processing besteht die Grundfunktion des Gehirns darin, Vorhersagen über die Umwelt zu optimieren, um dadurch Unsicherheiten in der Interaktion mit der Umwelt zu reduzieren. Hierzu werden die Vorhersagen mit den tatsächlichen Erfahrungen verglichen. Sollte es zu Unterschieden zwischen Vorhersage und Erfahrung kommen, werden diese Vorhersagen angepasst, um so über die Umwelt zu lernen.

Das Konzept des Predictive Processing haben wir in dem Artikel auf das frühkindliche Lernen angewendet und erläutert, inwiefern dieser Ansatz unterschiedliche Perspektiven auf das frühkindliche Lernen vereint. Beispielsweise erklärt der Ansatz gut das statistische Lernen von Säuglingen (das Erkennen von Regelmäßigkeiten in der Umwelt), aber auch die motorische Entwicklung (die Korrespondenzen zwischen Bewegungen und Effekten in der Umwelt).

In einer empirischen Studie zum Predictive Processing (3) haben wir die neuronalen Lernprozesse erforscht, die es Säuglingen ermöglichen, unerwartete Informationen zu verarbeiten und zu integrieren. Hierzu haben wir Situationen gezeigt, in denen die Vorhersagen von Säuglingen (im Alter von 9 Monaten) verletzt wurden, zum Beispiel eine Person, die sich eine Breze an ihr Ohr hält, oder auch einen Ball, der durch eine Wand hindurch rollt (*Abbildung 2*). Mit dem Elektroenzephalogramm (EEG) haben wir die neuronale Antwort auf erwartete (*expected*) und unerwartete (*unexpected*) Bilder angesehen. Interessanterweise war die neuronale 4Hz (Theta) Aktivität für unerwartete Ereignisse erhöht, eine neuronale Frequenz, die auch im EEG von Erwachsenen mit Lernprozessen in Verbindung gebracht wird (im nachfolgenden Artikel weiter erläutert).

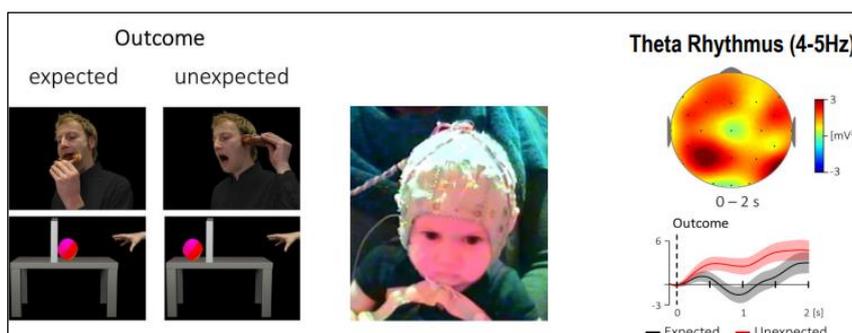


Abbildung 2. Die neuronale Verarbeitung unerwarteter Ereignisse.



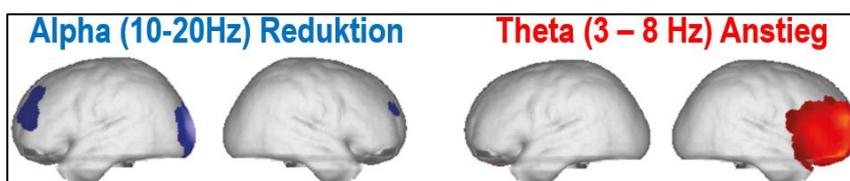
**W**ie sich in den Studien zum Predictive Processing (Seite 5) und zur frühen Objektwahrnehmung (Seite 7) zeigt, liegt ein besonderer Fokus unserer wissenschaftlichen Arbeit auf der Erforschung neuronaler Rhythmen, d.h. Frequenzen, mit denen das Gehirn Informationen verarbeitet.

Die Verarbeitung von visuellen (aber auch anderen) Sinneseindrücken im menschlichen Gehirn verläuft rhythmisch. Das heißt, dass wir unsere Umwelt nicht kontinuierlich wahrnehmen, sondern diese mit bestimmten (schnellen) Frequenzen abtasten und die neuen Informationen rhythmisch einspeichern. Dieses Phänomen wird z.B. dadurch deutlich, dass Zeichentrick-Filme, die aus wenigen Bildern pro Sekunde zusammengesetzt sind, als flüssig wahrgenommen werden, oder dass wir Sprache am besten verarbeiten, wenn diese bestimmten Rhythmen folgt. Es wird angenommen, dass die rhythmische Arbeitsweise des Gehirns dazu dient, Informationen aus verschiedenen Regionen des Gehirns zu organisieren und miteinander in Verbindung zu bringen.

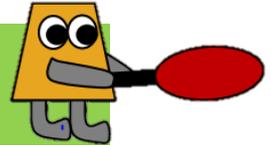
Wie können diese Rhythmen uns dabei helfen, die Funktionsweise des menschlichen Gehirns und dessen Entwicklung besser zu verstehen? In einer Überblicksarbeit (4) haben wir hierzu den aktuellen Stand der Forschung zusammengefasst. Insbesondere lassen sich rhythmische neuronale Prozesse mit dem Elektroenzephalogramm (EEG) messen. Bei dieser Methode werden Elektroden über eine Kappe mit der Kopfhaut verbunden, über welche sich neuronale Signale global messen lassen. Es handelt sich hierbei um eine gängige Methode der neurowissenschaftlichen Forschung, sodass mittlerweile eine ganze Reihe neuronaler Frequenzen gefunden und in ihrer Funktion näher beschrieben wurden.

Ein prominenter Rhythmus im menschlichen Gehirn ist der 4-6Hz (Theta) Rhythmus (*Abbildung 3*). Dieser Rhythmus findet sich in unseren Augenbewegungen wieder, aber auch bei der Aufrechterhaltung und Einspeicherung von visuellen Informationen. Daher wurde der Theta-Rhythmus als ein allgemeiner Verarbeitungs- und Lernmechanismus beschrieben, der visuelle Informationen „Eindruck für Eindruck“ verarbeitet und in neuronalen Netzwerken die Einspeicherung neuer Informationen begünstigt.

Ein weiterer wichtiger Verarbeitungsmechanismus ist der 10-20Hz (Alpha) Rhythmus. Interessanterweise nimmt dieser bei der Verarbeitung visueller Informationen ab, sodass er mit dem „gating“ (engl., meint hier *Regulieren*) von automatisierten Informationsverarbeitungsprozessen in Verbindung gebracht wird. Sofern sie also gerade diese Zeilen lesen, sollte ihr Alpha-Rhythmus vergleichsweise niedrig sein und der Theta-Rhythmus ist dann besonders erhöht, wenn Sie neue Informationen abspeichern und sich diese merken.



*Abbildung 3.* Neuronale Rhythmen beim Lernen neuer Informationen



Immer wenn wir unsere Umgebung betrachten, ordnen wir die Objekte in unserer Umwelt in Kategorien ein. Dies gelingt es uns beispielsweise problemlos bei Betrachtung des eigenen Schreibtisches oder einer Kaffeetasse, die darauf steht. Doch wie entwickelt sich diese Fähigkeit bei Säuglingen, welche im Vergleich erst sehr wenige Erfahrungen mit Objekten in ihrer Umwelt gemacht haben?

In einer aktuellen Studie (5) haben wir die neuronale Repräsentation von Objektkategorien mittels Elektroenzephalographie untersucht (d.h. wie visuelle Informationen neuronal kategorisiert werden). Insbesondere haben wir uns angeschaut, wie sich diese zwischen Erwachsenen und Säuglingen mit 7 bis 9 Monaten unterscheiden, einem Alter, in dem sich ein frühes Kategorienverständnis entwickelt. Wie erwartet zeigten erwachsene Proband/innen (Studierende) eine deutlichere und schnellere Kategorisierung von Objekten nach wenigen Millisekunden, während Säuglinge Kategorien weniger deutlich und später verarbeiteten (Abbildung 4).

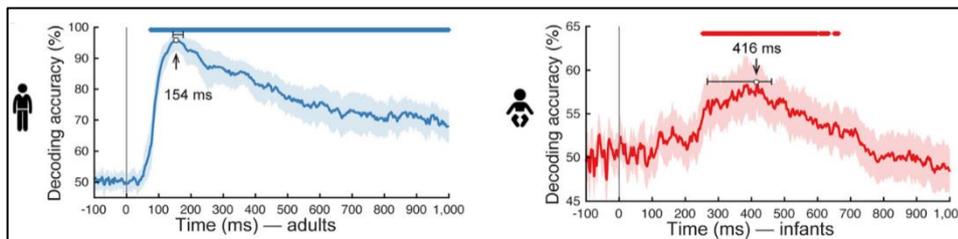


Abbildung 4. Objektverarbeitung bei Erwachsenen und Säuglingen.

Zudem haben wir uns angeschaut, ob sich die frühen Kategorisierungsprozesse bei Erwachsenen und die späten Kategorisierungsprozesse bei Säuglingen ähnlich sind. Hierzu haben wir die Frequenzbereiche analysiert, in denen Kategorien repräsentiert werden. Während wir Kategorieinformationen bei Säuglingen im 4-6Hz (Theta) Rhythmus finden konnten, wurden diese Informationen bei Erwachsenen im schnelleren 10-20Hz (Alpha) Rhythmus repräsentiert (Abbildung 5). Wir interpretieren die Ergebnisse so, dass bei Säuglingen primär Lernprozesse über neue Objekte stattfinden, während Erwachsene bereits über effiziente neuronale Netzwerke verfügen, in denen Objektinformationen schnell und automatisch aktiviert werden. Dies passt gut zu unseren theoretischen Überlegungen zu neuronalen Rhythmen (im vorherigen Artikel weiter erläutert).

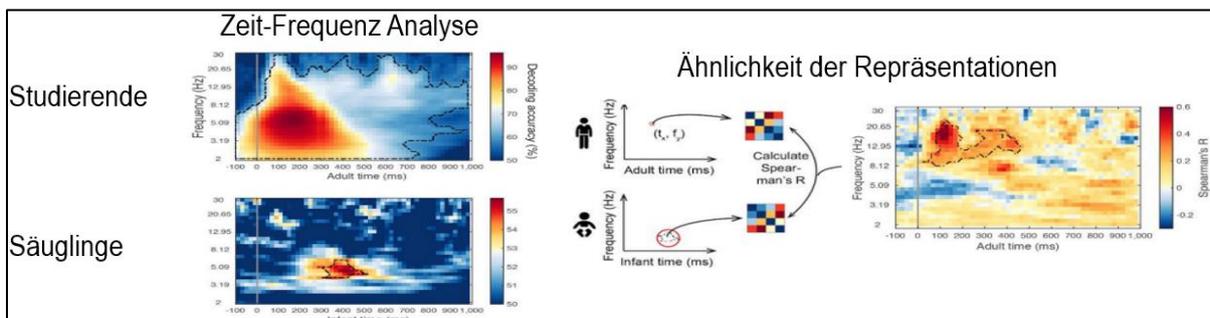
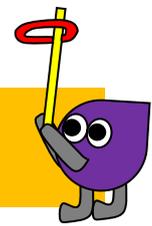


Abbildung 5. Ähnlichkeit der Objektverarbeitung bei Erwachsenen und Säuglingen im Frequenzbereich.



In der Erwachsenenforschung ist es bereits zum Alltag geworden, dass wir mit bildgebenden Verfahren wie der Magnetresonanztomographie (mittels MRT-Scanner, *Abbildung 5*) Einblicke in die neuronale Struktur und Verbindungsbahnen im Gehirn gewinnen. Erst in den letzten zehn Jahren hat sich dieses Verfahren in der Säuglingsforschung etabliert (6, 7). Dies erlaubt es uns heute, Erkenntnisse darüber zu gewinnen, wie sich die neuronalen Netzwerke des Gehirns entwickeln. Da wir aktuell auch mit fMRT-Untersuchungen in Regensburg starten, nehmen wir dies zum Anlass, Sie über die Methode und deren Anwendung bei Säuglingen zu informieren.

Die Magnetresonanztomographie (MRT) ermöglicht es, anatomische Bilder des Gehirns zu erstellen. Unterschiedliche Strukturen im Gehirn haben unterschiedliche magnetische Eigenschaften. Diese Eigenschaften werden bei MRT-Messungen genutzt, um am Computer Bilder des Gehirns zu entwickeln (*Abbildung 6*, Bild 1). Zudem verbrauchen die Nervenzellen des Gehirns bei ihrer „Arbeit“ Sauerstoff. Wenn bestimmte Hirnregionen besonders aktiv sind, benötigen sie mehr Sauerstoff. Die funktionelle Magnetresonanztomografie (fMRT) macht sich diese Veränderungen des Sauerstoffgehalts im Blut zu Nutze, um Bilder des aktiven Gehirns zu erzeugen (*Abbildung 6*, Bild 2). So lassen sich z.B. Gehirnregionen identifizieren, die gleichzeitig aktiv und daher vermutlich miteinander vernetzt sind.

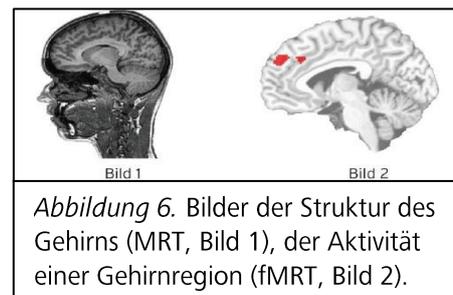
Wichtig ist hierbei, dass das MRT mit einem Magnetfeld arbeitet und ein sogenanntes nicht-invasives Verfahren darstellt. Es werden also keinerlei Röntgenstrahlen und kein Kontrastmittel genutzt. **Dies macht MRT-Messungen besonders risikoarm und es gibt keine Hinweise auf negative Effekte auf den menschlichen Körper.**

Dennoch hat es einige Jahrzehnte gedauert, bevor WissenschaftlerInnen begonnen haben, die neuronale Struktur bei Säuglingen zu untersuchen. Einerseits gab es erst einmal enorm viele Fragen, die es im Gehirn von Erwachsenen zu beantworten gab (welches wir dank intensiver MRT-Forschung heute schon deutlich besser verstehen), andererseits ist die MRT-Erhebung mit Säuglingen recht aufwändig, da die Kleinen sehr aktiv sind und der MRT-Scanner im Betrieb geräuschintensiv ist. Um hiermit umzugehen, werden die Erhebungen mit Säuglingen meist während des natürlichen Schlafes (mittags oder abends) durchgeführt und es wird ein 4-facher Gehörschutz verwendet.

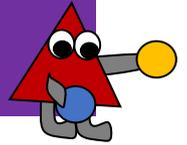
Wir freuen uns nun darauf, die ersten Säuglings-fMRT-Studien hier in Regensburg durchzuführen und würden uns ebenfalls sehr freuen, Sie einmal für eine fMRT-Studie empfangen zu dürfen.



*Abbildung 5.* MRT-Scanner.



*Abbildung 6.* Bilder der Struktur des Gehirns (MRT, Bild 1), der Aktivität einer Gehirnregion (fMRT, Bild 2).



- (1) **Köster, M.**, Giner Torrens, M., Kärtner, J., Itakura, S., Cavalcante L., & Kanngiesser, P. (2022). Parental teaching behavior in diverse cultural contexts. *Evolution and Human Behavior*. [doi.org/10.1016/j.evolhumbehav.2022.07.002](https://doi.org/10.1016/j.evolhumbehav.2022.07.002)
- (2) **Köster, M.**, Kayhan, E., Langeloh, M., & Höhl, S. (2020) Making Sense of the World – Infant Learning from a Predictive Processing Perspective. *Perspectives on Psychological Science*. [doi.org/10.1177/1745691619895071](https://doi.org/10.1177/1745691619895071)
- (3) **Köster, M.**, Langeloh, M., Michel, C., & Höhl, S. (2021). Young infants process prediction errors at the theta rhythm. *Neuroimage*. [doi.org/10.1016/j.neuroimage.2021.118074](https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2021.118074)
- (4) **Köster, M.**, & Gruber, T. (2022). Rhythms of human attention and memory: An embedded process perspective. *Frontiers in Human Neuroscience*. [doi.org/10.3389/fnhum.2022.905837](https://doi.org/10.3389/fnhum.2022.905837)
- (5) Xie, S., Hoehl, S., Moeskops, M., Kayhan, E., Kliesch, C., Turtleton, B., **Köster, M.\*** & Cichy, R. M.\* (2022) Visual category representations in the infant brain. *Current Biology*. [doi.org/10.1016/j.cub.2022.11.016](https://doi.org/10.1016/j.cub.2022.11.016) (\* geteilte Seniorautorenschaft)
- (6) Raschle, N., Zuk, J., Ortiz-Mantilla, S., Sliva, D. D., Franceschi, A., Grant, P. E., Benasich, A. A., & Gaab, N. (2012). Pediatric neuroimaging in early childhood and infancy: Challenges and practical guidelines: Raschle et al. *Annals of the New York Academy of Sciences*. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2012.06457.x>
- (7) Ellis, C. T., Skalaban, L. J., Yates, T. S., Bejjanki, V. R., Córdova, N. I., & Turk-Browne, N. B. (2020). Re-imagining fMRI for awake behaving infants. *Nature Communications*. <https://doi.org/10.1038/s41467-020-18286-y>

**Anmerkung:** Sofern Sie gerne eine der Originalarbeiten lesen würden, die nicht online verfügbar ist, können Sie diese gerne von uns per Mail ([sekretariat.koester@uni-regensburg.de](mailto:sekretariat.koester@uni-regensburg.de)) erhalten.