



TOP-THEMA

MUTTERMILCHFORSCHUNG UND KI: SINNVOLL ZUR ANALYSE KOMPLEXER DATENSÄTZE



Künstliche Intelligenz eröffnet neue Möglichkeiten in der Muttermilchforschung, insbesondere bei der Analyse komplexer Datensätze. Erste Arbeiten fokussieren sich auf die Vorhersage von Makronährstoffen sowie die Modellierung von Medikamenten- und Schadstoffexpositionen. Diese Ansätze können das grundlegende Verständnis der biologischen Funktion der Muttermilch erhöhen und sogar ethisch und ökologisch von hoher Relevanz sein.

Während der Einsatz Künstlicher Intelligenz (KI) in der Stillberatung eher kritisch zu sehen ist – wir berichteten davon in der letzten Ausgabe – ermöglicht KI, komplexe biologische Systeme zu analysieren, darunter auch in der Muttermilchforschung.

Vorhersage von Makronährstoffen

Maschinelles Lernen (ML) ist ein Teilgebiet der Künstlichen Intelligenz, das die Analyse großer Datenmengen ermöglicht, um Muster zu erkennen und Vorhersagen abzuleiten. In der Ernährungsforschung wird ML bereits zur

> SEITE 2

Liebe Leserinnen und Leser
von Forum Kompakt,

während der Einsatz Künstlicher Intelligenz (KI) in der Stillberatung kritisch zu betrachten ist (siehe letzte Ausgabe), eröffnet sie in der Muttermilchforschung neue Möglichkeiten, insbesondere bei der Analyse sehr großer Datensätze. Auf diese Weise lassen sich bislang unbekannt Zusammenhänge erkennen, die wertvolle Impulse für die tägliche Stillpraxis liefern können. Mehr dazu erfahren Sie in unserem Top-Thema.

Unabhängig vom Einsatz von KI ist die Muttermilchforschung ein breit gefächertes Feld, das zahlreiche wissenschaftliche Disziplinen vereint. So werden beispielsweise immer präzisere Methoden entwickelt, um die Vielfalt und Komplexität der Muttermilch besser zu erfassen. Einen Einblick in diese Arbeit, u. a. aus unserer Forschung, geben wir Ihnen in dieser und kommenden Ausgaben.

Darüber hinaus hat Muttermilch und Stillen auch eine kulturelle und kreative Dimension. Die Hebamme und Künstlerin Birgit Heimbach, Trägerin des aktuellen Nutricia Praxispreises zur Förderung des Stillens, verbindet Wissenschaft mit Kunst und Philosophie, um Stillwissen auf ganz neue Weise Hebammen zugänglich zu machen.

Viel Spaß beim Lesen!

Ihr Nutricia Forum
für Muttermilchforschung

Vorhersage des Makronährstoffgehalts von Muttermilch eingesetzt.^[1] Dies ist insbesondere für die Versorgung von Frühgeborenen relevant, da die Zusammensetzung gespendeter Muttermilch erheblichen Schwankungen unterliegt. Eine präzisere Abschätzung des Nährstoffgehalts erlaubt eine gezielte Anreicherung der Spendermilch und kann somit das Wachstum und die Entwicklung dieser Säuglinge fördern.

Die Zusammensetzung der Muttermilch wird durch eine Vielzahl von Einflussfaktoren bestimmt, die auch in Vorhersagemodellen berücksichtigt werden können. Dazu zählen mütterliche Faktoren wie Ernährungsstatus, Gesundheitszustand und Laktationsstadium. Darüber hinaus beeinflussen zeitliche Aspekte der Milchgewinnung, etwa die Anzahl der Tage postpartum oder der Zeitpunkt des Abpumpens (Tag versus Nacht), die Nährstoffzusammensetzung. Weitere relevante Variablen sind der Gestationsstatus des Säuglings (Früh- oder Reifgeburt) sowie das abgepumpte Milchvolumen.^[2]

In einer Studie zeigten sich der Body-Mass-Index der Spenderinnen, der Gestationsstatus des Säuglings und die Tageszeit des Abpumpens als geeignete Prädiktoren für den Fettgehalt der Mut-

und Protein. Auch die Vorhersagen für Laktose und Energie waren vielversprechend, wenngleich die Konsistenz zwischen den Methoden variierte.^[1]

Erforschung von Schadstoffbelastungen

KI-basierte Modelle ermöglichen ebenfalls die Vorhersage der Belastung von Muttermilch mit Schadstoffen. Diese Ergebnisse dienen – zum Schutz der Stillenden – der Erforschung der Risikoeinschätzung ökologischer Faktoren, beispielsweise von regionalen Umwelteinflüssen, die, wie vom Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland e. V. (BUND) gefordert,^[4] zu neuen Chemikaliengesetzen führen könnten. Sie dient nicht der Entscheidung zum Stillen, denn trotz möglicher Belastung überwiegen die Vorteile des Stillens seine potenziellen Risiken.^[5]

In einer Studie wurden Muttermilchproben von 193 Müttern aus verschiedenen Regionen Brasiliens analysiert, um Muster zu identifizieren, die das Vorkommen der Umweltschadstoffklasse polychlorierte Biphenyle (PCBs) vorhersagen können.^[6] Neben der Bestimmung des PCB-Gehalts wurden auch soziale, ökologische, klinische und stillbezogene Faktoren der Mütter erfasst. Mithilfe spezieller KI-Methoden konnten Schlüssel-

Aktuelle Anwendungsbereiche von KI in der Muttermilchforschung

- **Makronährstoffe:** Vorhersage von Fett, Protein, Laktose und Energiegehalt in Muttermilch
- **Schadstoffforschung:** Vorhersage von PCBs, PCDDs und PCDFs anhand sozialer, ökologischer und klinischer Faktoren
- **Medikamentenexposition:** Bewertung des Risikos neu zugelassener Medikamente für gestillte Säuglinge



termilch. Für die Vorhersage des Proteingehalts waren hingegen das Alter des Säuglings, das abgepumpte Milchvolumen sowie der Gestationsstatus besonders relevant.^[3]

Ein systematisches Review, das fünf Studien mit Stichprobengrößen von sechs bis über 1.000 Muttermilchproben einschloss, untersuchte den Einsatz verschiedener ML-Algorithmen zur Analyse der Muttermilchzusammensetzung. Die Ergebnisse zeigten eine hohe Vorhersagegenauigkeit für Makronährstoffe, insbesondere für Fett

variablen identifiziert werden, die das Vorkommen von PCBs beeinflussen, darunter die Wohnregion, die Nähe zu Industriegebieten oder belasteten Gewässern, die Stillphase (Kolostrum, frühe oder späte Laktation) sowie die Anzahl vorheriger Schwangerschaften.

Eine weitere Studie untersuchte den Zusammenhang zwischen den Konzentrationen von weiteren Umweltschadstoffen (polychlorierte Dibenzop-dioxine; PCDDs, und polychlorierte Dibenzofurane; PCDFs) in der Muttermilch und den Ernährungs-

WUSSTEN SIE SCHON, DASS

eine frühzeitige enterale LCP-Supplementierung mit sowohl Docosahexaensäure als auch Arachidonsäure die Inzidenz schwerer Frühgeborenen-Retinopathie um 50 Prozent reduzierte?

Hellström A *et al.* Nutritional interventions to prevent retinopathy of prematurity. *Pediatr Res* 2024; 96: 905-911. PMID 38684884

Vollständige Publikation unter: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11502481/>



gewohnheiten in verschiedenen Ländern.^[7] Die mithilfe von KI-Techniken gewonnenen Ergebnisse zeigten, dass höhere Konzentrationen dieser Schadstoffe in Ländern mit hohem Fischkonsum zu beobachten waren.

Vorhersage der Medikamentenexposition

Die Bewertung der Risiken neu zugelassener Medikamente, die von stillenden Müttern eingenommen werden, ist für das gestillte Kind von entscheidender Bedeutung. Direkte klinische Studien an stillenden Frauen sind aus ethischen Gründen kaum möglich, weshalb KI-gestützte Vorhersagemodelle eine wertvolle Alternative darstellen. Diese Ansätze ermöglichen eine ethisch unbedenkliche, kostengünstige und schnelle Einschätzung der Übertragung von Medikamenten in die Muttermilch und liefern eine Grundlage für weitere klinische Studien.^[8]

In einer Studie wurde ein komplexes KI-basiertes Modell entwickelt, das auf umfangreichen pharmakokinetischen Daten und chemisch-strukturellen Eigenschaften von Medikamenten trainiert wurde. Unter 135 neu zugelassenen Arzneimitteln identifizierte das Modell 15 Medikamente mit einem erhöhten Risiko für die Übertragung in die Muttermilch, mit Vorhersagewahrscheinlichkeiten zwischen 51 und 77 Prozent.^[8]

Resümee

KI-gestützte Verfahren in der Muttermilchforschung erscheinen vielversprechend, nicht nur in der Grundlagenforschung. Sie sind teilweise sogar herkömmlichen Analyseverfahren gegenüber ethisch überlegen, wie bei der Vorhersage der Medikamentenexposition. Vorhersagemodelle von Schadstoffen in Muttermilch können auch als Grundlage für neue Umweltregeln dienen und damit indirekt dem Schutz der Stillenden. Durch ihre Fähigkeit, komplexe Zusammenhänge zwischen Muttermilchzusammensetzung und sozialen, ökologischen, klinischen sowie stillbezogenen Faktoren der Mütter zu erklären, können sie in Zukunft möglicherweise sogar ganz neue Aspekte in die Beratung von Stillenden bringen. 💧

Literatur: [1] Arzheh A *et al.* *The Journal of Nutrition* 2025;155:3211-9. [2] Mills L *et al.* *British Journal of Nutrition* 2019;122:1155-67. [3] Wong RK *et al.* *The Journal of Nutrition* 2021;151:2075-83. [4] Cameron P, Smolka S. (2005). Über 300 Schadstoffe in der Muttermilch: Zeit für eine neue Chemikalienpolitik: Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland e.V. (BUND). [5] Pajewska-Szmyt M *et al.* *Environ Sci Pollut Res Int* 2019;26:7405-27. [6] Kowalski CH *et al.* *Talanta* 2013;116:315-21. [7] Nadal M *et al.* *Chemosphere* 2004;54:1375-82. [8] Huang X *et al.* *Ecotoxicology and Environmental Safety* 2025;289.

 AUS UNSERER FORSCHUNG


HMOs: NEUE METHODEN ZUR ERFORSCHUNG DER VIELFALT IN MUTTERMILCH

Muttermilch-Oligosaccharide (HMOs) übernehmen zahlreiche wichtige Funktionen für die Gesundheit und Entwicklung von Säuglingen und stellen nach Laktose und Lipiden die drittgrößte Stoffklasse in der Muttermilch dar. Die besonderen gesundheitsfördernden Effekte von HMOs beruhen auf ihrer hohen strukturellen Komplexität und Vielfalt, die zugleich eine erhebliche analytische Herausforderung darstellen.

Viele moderne Analysemethoden, die eine detaillierte Charakterisierung von HMOs in einzelnen Muttermilchproben ermöglichen, weisen bislang nicht die notwendige Robustheit auf, um große Probenzahlen zuverlässig zu untersuchen. Um diese Limitation zu überwinden, entwickelten Forschende der Danone Nutricia-Muttermilchforschung in Zusammenarbeit mit dem Utrecht Institute for Pharmaceutical Sciences eine neuartige vierdimensionale Analyseverfahren. Diese erlaubt eine effiziente Auftrennung verschiedener HMO-Strukturen auch bei hoher Probenanzahl. Auf diese Weise konnten bis zu 200 HMO-Verbindungen mit einem maximalen Polymerisations-

grad von 13 identifiziert und relativ quantifiziert werden.

In einer weiteren Studie* wurde eine innovative Methode vorgestellt, die es ermöglicht, HMOs anhand einzelner Molekülfragmente zu identifizieren, um sie im Anschluss daran erstmals in eine selbstlernende Referenzdatenbank zu integrieren, welche wiederum die Grundlage für die Entdeckung weiterer, bislang unbekannter HMOs bildet.

Die Etablierung solcher Methoden trägt dazu bei, das Verständnis strukturabhängiger Funktionen von HMOs weiter zu vertiefen und deren Bedeutung für eine gesunde Säuglingsentwicklung genauer zu erfassen. 




Gonsalves J et al. Robust and High-Resolution All-Ion Fragmentation LC-ESI-IM-MS Analysis for In-Depth Characterization or Profiling of Up to 200 Human Milk Oligosaccharides. Anal Chem 2025; 97: 5563-5574. PMID 40047520 Vollständige Publikation unter <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11923967/>

*Sastre Torano J et al. Nature Communications 2025;17:382. PMID 41390773

STUDIE MIT ÜBER 1.000 SÄUGLINGEN: STILLEN BEWIRKT HÄUFIGERE STÜHLE

Verstopfung zählt neben Koliken und häufigem Spucken zu den häufigsten Gründen für Arztbesuche in den ersten Lebensmonaten. Forscher der Universität Helsinki untersuchten daher die Stuhlbeschaffenheit von 1.052 gesunden Säuglingen bis zum Alter von 17 Wochen und verglichen gestillte mit formelernährten Kindern.

Gestillte Säuglinge zeigten zu allen Messzeitpunkten eine signifikant höhere, bis zu doppelte Stuhlfrequenz im Vergleich zu nicht gestillten. Die höchste Stuhlfrequenz, unabhängig vom Stillen, wurde im Alter von drei Wochen mit durchschnittlich etwa vier Stuhlgängen pro Tag beobachtet. Die Stuhlfarbe war im Durchschnitt überwiegend gelb bis

hellbraun; nahezu schwarzer Stuhl trat in der ersten Lebenswoche bei 3,4 Prozent der Säuglinge auf. Bei 47,4 Prozent dominierte mindestens eine Woche lang grüner Stuhl, der mit einer erhöhten Stuhlfrequenz assoziiert war. Harter Stuhlgang war insgesamt selten und trat bei höchstens einem Prozent der Säuglinge auf. 



Solasaari T et al. Bowel function in a prospective cohort of 1052 healthy term infants up to 4 months of age. Eur J Pediatr 2024; 183: 3557-3565. PMID 38819500 Vollständige Publikation unter <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11263225/>

STILLEN AUS KÜNSTLERISCHER UND PHILOSOPHISCHER SICHT

Birgit Heimbach veröffentlicht seit über zehn Jahren Artikel und Bücher zu Schwangerschaft und Geburt sowie Stillen und Muttermilch. Das Besondere dabei ist ihre kreative Herangehensweise: Neben philosophischen Gedanken versieht sie ihre Publikationen mit eigenen Bildern, darunter Collagen und Radierungen, die sie auch in Ausstellungen präsentiert und zu Animationsfilmen verarbeitet.



Aktuelle Trägerin des Nutricia Praxispreises zur Förderung des Stillens

Birgit Heimbach,

Hebamme, seit 25 Jahren Redakteurin der Deutschen Hebammen Zeitschrift, Illustratorin (M.A.) und Kunsthistorikerin (M.A.) aus Hamburg

Frau Heimbach, was ist das Hauptanliegen Ihrer Arbeit?

Mir als Hebamme liegt besonders am Herzen, andere Hebammen dabei zu unterstützen, sich bestmöglich um Mütter, Säuglinge und Familien zu kümmern.

Welchen Schwerpunkt haben Sie dabei aktuell?

Ein wesentliches Augenmerk habe ich in den letzten Jahren auf die Vermittlung von Wissen rund um Muttermilch und das Stillen gelegt, denn die Forschung bringt hier immer mehr Wissen hervor. Ich habe beispielsweise einige Artikel zur Anatomie der Brust, Physiologie der Laktation und zu Inhaltsstoffen der Muttermilch geschrieben.

Was erwartet die Leser Ihres neuesten Buches „Muttermilch – ozeanisch grenzenlos“?

Hier geht es um kurze, fachlich fundierte Texte über Inhaltsstoffe der Muttermilch. Es enthält meine Bilder, die mit einer Mischung aus Fachwissen, Poesie und Witz helfen sollen, sich die vielen Ergebnisse der Muttermilchforschung besser einprägen zu können.



In anderen Büchern haben Sie auch philosophische Gedanken entwickelt.

Ja, beispielsweise in meiner mehrteiligen Buchreihe über die philosophische und metaphysische Betrachtung von Schwangerschaft und Geburt. Hier habe ich, zusammen mit anderen Autorinnen, grundlegende Gedanken über Schwangerschaft und Geburt dargestellt und entsprechend bebildert. Schwerpunkte im Buch sind zeitgenössische philosophische Impulse über dieses Thema, beispielsweise von Hannah Arendt, Simone de Beauvoir und Peter Sloterdijk.

Können Sie Beispiele geben?

Gerne. Platon als Schüler des Sokrates beschreibt das Denken in seinen philosophischen Gesprächen als „Gebären von Gedanken“, innere Zweifel als „Geburtsschmerzen“. Die Philosophin Isabelle Azoulay thematisierte Ende des letzten Jahrhunderts den Geburtsschmerz als eine „Zumutung, die es gilt, den Frauen zu ersparen“, auch wenn wirkungsvolle Präventionsmaßnahmen wie Entspannungs- und Hypnosetechniken vorliegen. Peter Sloterdijk zog Analogien vom Thema Schwangerschaft und Geburt zum Ei als Symbol des Umhülltseins und des geburtlichen Sprengens. Sabine Hartmann-Dörpinghaus, Professorin für Hebammenkunde in Köln, sieht hier eine leibliche Dynamik zwischen den Polen Enge und Weite, die unser ganzes Lebens durchzieht. Stella Villarrea, Professorin für Philosophie an der Universität Madrid und Oxford, wiederum untersucht die emanzipatorischen Aspekte von

Schwangerschaft und Geburt im Spannungsfeld von weiblicher Autonomie und maximaler Verletzlichkeit. Beispielsweise thematisiert sie den Schrei während der Geburt als eine Möglichkeit, den Atemrhythmus aufrechtzuerhalten und den Schmerz zu verarbeiten – eine absichtliche Handlung zur Öffnung eines „Organs“ zum Eintritt in einen einzigartigen Existenzraum.

Gibt es ähnliche Gedanken auch zum Stillen?

Ja, aus philosophischer Sicht ist Muttermilch kein bloß biologisches Nahrungsmittel, sondern ein hoch aufgeladener Ort, an dem sich Fragen von Natur, Moral, Körperlichkeit, Geschlecht, Macht und Beziehung verdichten. Zentrale philosophische Leitfragen sind beispielsweise „Ist Stillen eine natürliche Pflicht oder eine freie Praxis?“, „Wem ‚gehört‘ Muttermilch – dem Körper, der Person, dem Kind?“, „Welche moralische Bedeutung haben Abhängigkeit und leibliche Nähe?“ oder „Wo verläuft die Grenze zwischen Fürsorge und sozialem Zwang?“.

Könnte das die Basis für ein neues Buchprojekt von Ihnen sein?

(lacht) Das könnte gut sein, wenn ich die Zeit dazu habe.

**Kontakt: big.heimbach@gmail.com
(www.bigheimbach.jimdofree.com)**

Impressum

Ihr Draht zur Redaktion: info@nutricia-forum-muttermilchforschung.org

Verantwortlich und Herausgeber: Danone Deutschland GmbH,
Am Hauptbahnhof 18, 60329 Frankfurt am Main

Redaktion: Dr. oec. troph. Rainer C. Siewert, Scientific Communication

Wissenschaftliche Beratung: Assoc. Prof. Dr. rer. nat. Bernd Stahl, Danone Nutricia Research: Human Milk Research & Analytical Science, Utrecht (NL)

Design: stilbezirk GmbH & Co. KG **Druck:** T-Produktion

Bilder: AdobeStock: demphoto, ABCDESIGN (S. 1, 2); id-foto.de, AUFORT Jérôme (S. 3); privat (S. 4)

Weitere Informationen über aktuelle Muttermilchforschung unter:

www.nutricia-forum-muttermilchforschung.org



Dieser Newsletter wurde auf FSC®-zertifiziertem Papier gedruckt.