

## Mikrobiota

### Beeinflusst unsere Darmmikrobiota unser Denken?

*Maryna Bogdanok und Jasmin Peschke*

Welche Bedeutung hat die Nahrung für den Menschen wirklich? Liefert sie dem Körper einfach nur den "Treibstoff", den er zum Leben braucht, wie das Benzin in einem Auto? Man muss kein Forscher und keine Forscherin sein, um zu erkennen, dass diese Aussage irgendwie unvollständig ist. Wir müssen nur neugierig genug sein, um zu beobachten, dass das, was wir zum Denken, Fühlen schöpferischen Tätigsein und Tun benötigen, nicht proportional zur Menge der Nahrung ist, die wir zu uns nehmen - ein voller Bauch geht häufiger mit Müdigkeit einher als mit dem Denken innovativer Gedanken!

Die von Rudolf Steiner zu Beginn des 20. Jahrhunderts entwickelte dynamische Sichtweise der Ernährung gab bereits Hinweise darauf, dass unsere Fähigkeit als Mensch, unser Denken und Handeln zu verbinden, von der Qualität der Nahrung, die wir zu uns nehmen, beeinflusst wird (Pfeiffer 1956). Bereits 1920 wies Rudolf Steiner in seinen Vorträgen für Ärzte auf die Darm-Hirn- Achse hin (Steiner 2020). Welche Hinweise finden wir in der aktuellen wissenschaftlichen Forschung?

Wir können damit beginnen, die Verschlechterung der kognitiven Fähigkeiten der Menschen zu betrachten, die seit der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts weltweit zunimmt (Carrillo et al. 2019). Im weitesten Sinne kann die Kognition durch kognitive Funktionen wie anhaltende Aufmerksamkeit (die Fähigkeit, die Aufmerksamkeit über einen längeren Zeitraum auf etwas zu richten), selektive Aufmerksamkeit (die Fähigkeit, den Geist auf eine bestimmte Sache zu fokussieren), unmittelbares Gedächtnis (die Fähigkeit, eine kleine Menge an Informationen über einen kurzen Zeitraum zu behalten) und Arbeitsgedächtnis (die Fähigkeit, Informationen zu speichern und zu verwalten, um komplexe kognitive Aufgaben wie Sprache, Lesen und Mathematik auszuführen) charakterisiert werden (Carrillo et al. 2019). Diese weltweite Zunahme der kognitiven Verschlechterung wird meist mit degenerativen Krankheiten wie Alzheimer oder Demenz in Verbindung gebracht, die laut Weltgesundheitsorganisation (WHO) alle vier Sekunden einen neuen Menschen betreffen. Kognitive Beeinträchtigungen sind daher zu einer zunehmenden gesellschaftlichen Belastung geworden, die es zu bewältigen gilt. Ein erster Schritt könnte darin bestehen, die Beziehung zwischen Kognition und der von uns konsumierten Nahrung besser zu verstehen.

Im Gegensatz zu 1920, als Rudolf Steiner die ersten Vorträge für Ärzte hielt, ist die Existenz einer Wechselbeziehung zwischen dem Gehirn und der Darmmikrobiota, der sogenannten "Mikrobiota-Darm-Hirn-Achse" (Borre et al. 2014; Evrensel et al. 2015; Carabotti et al. 2015), heute ziemlich gut belegt. Es hat sich herausgestellt, dass der menschliche Darmtrakt in der Tat ein riesiges Ökosystem ist, das etwa 38 Billionen mikrobielle Darmzellen enthält (Sender et al. 2016). Wie von Carabotti et al. (2015) beschrieben, beeinflusst das Gehirn die Darmfunktion über die Hypothalamus-Hypophysen-Nebennieren-Achse und das autonome Nervensystem. So stimuliert beispielsweise das vom Gehirn in Stresssituationen freigesetzte Noradrenalin die

Vermehrung von Darmpathogenen. Umgekehrt kann die Darmmikrobiota das zentrale Nervensystem beeinflussen, indem sie eine Vielzahl von Metaboliten und Substanzen produziert, zum Beispiel neuroaktive Substanzen und Hormone, die das enterische Nervensystem, den Vagusnerv, das Kreislaufsystem oder das Immunsystem passieren, um das Gehirn zu erreichen (Liu et al. 2022).

Somit spielt eine wirtsassoziierte Mikrobiota (die Mikroorganismen, die im Inneren und auf den Oberflächen des Wirts vorkommen) nicht nur auf physiologischer Ebene (Magen-Darm-Funktion, Immunität und Stoffwechsel) eine wichtige Rolle, sondern auch auf Verhaltensebene, etwa bei sozialen, kommunikativen und kognitiven Verhaltensweisen, wie Vuong et al. 2017 in ihrer Forschung mit Labortieren und Tieren in freier Wildbahn zeigten. Die an menschlichen Populationen durchgeführten Darmmikrobiota-Interventionsstudien, die auf eine Verbesserung der Kognition oder der Gehirnfunktion abzielten, führten zu Verbesserungen des visuell-räumlichen Gedächtnisses, des verbalen Lernens und des Gedächtnisses sowie zu Aspekten der aufmerksamen Wachheit. Darüber hinaus haben bestimmte Probiotika und Präbiotika, die einen oder mehrere Spezies enthielten, gezeigt, dass es eine Interaktion gibt zwischen Gehirn und Mikroorganismen, was eine positive Wirkung auf die Kognition hatte (Tooley 2020; Lew et al. 2018).

Wie in Bagga et al. 2017, 2018 berichtet, spielt die Darmmikrobiota außerdem eine Rolle bei der Regulierung von Stimmung, Angst, Schmerz und intuitiver Entscheidungsfindung. So wurde beispielsweise gezeigt, dass ein Probiotikum, das 4-5 Wochen lang eingenommen wurde, den emotionalen Entscheidungsprozess beeinflusst, was auch als intuitiver oder "Bauchentscheidungsprozess" bezeichnet wird. Lew et al. 2018 beobachteten, dass die Verabreichung von Probiotika mit einer Verbesserung des Gedächtnisses und kognitiver Eigenschaften wie sozial-emotionaler Kognition, verbalem Lernen und Gedächtnis einherging. Die kognitiven Ergebnisse einer anderen Studie (Roman et al. 2018) zeigten eine signifikante positive Wirkung einer 8-wöchigen Behandlung mit Probiotika auf Entscheidungsprozesse und insbesondere eine Verringerung des impulsiven Verhaltens in einer Population, bei der Fibromyalgie diagnostiziert wurde.

In einer weiteren Studie untersuchte das NU-AGE-Projekt (2020) die Auswirkungen einer 12-monatigen mediterranen Diät auf das Mikrobiom und die Gesundheit älterer Menschen im Alter von 65-79 Jahren. Die Mittelmeerdiät besteht aus einem erhöhten Verzehr von Gemüse, Hülsenfrüchten, Obst, Nüssen, Olivenöl und Fisch und einem geringen Verzehr von rotem Fleisch. Die Ergebnisse bestätigten, dass ein signifikanter Zusammenhang zwischen der Einhaltung der Diät und positiven Veränderungen in der Zusammensetzung des Darmmikrobioms und damit in den allgemeinen kognitiven Fähigkeiten, dem episodischen Gedächtnis und dem körperlichen Wohlbefinden besteht.

Viele Forscher sind sich also einig: Lebensstilfaktoren wie die Ernährung sind wichtige Faktoren bei der Vorbeugung des kognitiven Verfalls. Neben der Einnahme von Probiotika und anderen speziellen Produkten wurde beobachtet, dass ein hoher täglicher Verzehr von Obst und Gemüse aufgrund ihres hohen Polyphenolgehalts zu einer besseren kognitiven Leistung führt

(Haskell-Ramsay et al. 2022). Wie Carrillo et al. 2019 berichten, verbessern diese Verbindungen die neuronale Plastizität, den Stickstoffmonoxidspiegel im Blut und die Sauerstoffversorgung. Tatsächlich haben verschiedene Studien aus 23 Industrieländern gezeigt, dass der Verzehr von Polyphenolen die Quote an Demenz, Depression und Alzheimer-Erkrankung senkt.

Es ist daher erwähnenswert, dass sich landwirtschaftliche Bewirtschaftungsmethoden nachweislich auf den Phenolgehalt in Obst und Gemüse auswirken (Veberic 2016). Bio-Lebensmittel zeichnen sich häufig durch einen höheren Phenolgehalt aus, wie in einem zweijährigen Versuch mit den Blättern und Früchten von vier Apfelsorten nachgewiesen wurde (Petkovsek et al. 2010). Ebenso wiesen biodynamische und ökologische Mangos im Vergleich zu konventionell angebauten einen deutlich höheren Flavonoidgehalt auf (Maciel et al. 2011). Heimler et al. 2011 verglichen verschiedene Produktionssysteme (konventionell, ökologisch und biodynamisch) und stellten fest, dass der höchste Polyphenolgehalt in Batavia-Salat (*Lactuca sativa* var. *capitata*) aus biodynamischem Anbau zu finden war. Bavec et al. 2010 stellten ebenfalls fest, dass biologisch-dynamische Rote Bete (*Beta vulgaris*) den höchsten Phenolgehalt aufwies, gefolgt von ökologisch angebauten Roten Beten, wobei der niedrigste Gehalt in konventionell angebauten Roten Bete gefunden wurde.

Die Art der verzehrten Lebensmittel und ihre Qualität wirken sich also auf die Darmmikrobiota aus, die wiederum mit einem gesunden Geist und kognitiven Fähigkeiten zusammenhängt. Hier gibt es sicherlich noch mehr zu bedenken. Was ist zum Beispiel mit zusätzlichen Faktoren, die die Darmmikrobiota beeinflussen könnten, wie Bewegung, Meditation und Stressvermeidung? Und wir sollten uns davor hüten, vorschnell bestimmte Geisteszustände oder Krankheiten der Mikrobiota oder kognitive Leistungen bestimmten sekundären Pflanzenstoffen zuzuschreiben. Dennoch haben wir einen deutlichen Zusammenhang zwischen Landwirtschaft, Ernährung, Darmmikrobiota, Kognition und Gesundheit gefunden, der es wert ist, weiter erforscht zu werden. Dieser Zusammenhang deutet darauf hin, dass es nicht einzelne Faktoren oder Nährstoffe sind, die eine Wirkung erzeugen, sondern dass es sich immer um ein Zusammenspiel handelt, und wenn ein Teil des Ganzen nicht aktiv und lebendig ist, kann das Ganze nicht aktiv und lebendig sein.

## Literaturverzeichnis

- Bagga, D.; Koschutnig, K.; Mohan, B.; Aigner, C. S.; Reichert, J.; Holzer, P.; & Schöpf, V. When gut speaks, brain listens: Exploring the influence of gut microbiota on emotional decision making. Abstract from OHBM Annual Meeting, Vancouver, Canada, 2017.
- Bagga, D.; Reichert, J.L.; Koschutnig, K.; Aigner, C.S.; Holzer, P.; Koskinen, K.; Moissl-Eichinger, C.; Schöpf, V. Probiotics drive gut microbiome triggering emotional brain signatures. *Gut Microbes*. 2018, 9, 486–496.
- Bavec M.; Turinek M.; Grobelnik-Mlakar S.; Slatnar A.; Bavec F. Influence of industrial and alternative farming systems on contents of sugars, organic acids, total

phenolic content, and the antioxidant activity of Red Beet (*Beta Vulgaris* L. Ssp. *Vulgaris* Rote Kugel). *J. Agric. Food Chem.*, 2010, 58, 11825-11831.

- Borre, Y. E., Moloney, R. D., Clarke, G., Dinan, T. G.; Cryan, J. F. The impact of microbiota on brain and behavior: mechanisms & therapeutic potential. *Adv. Exp. Med. Biol.* 2014, 817, 373–403.
- Carabotti, M.; Scirocco, A.; Maselli, M.A.; Severi, C. The gut-brain axis: interactions between enteric microbiota, central and enteric nervous systems. *Annals of Gastroenterology.* 2015, 28, 203-209.
- Carrillo, J.A.; Zafrilla, M.P; Marhuenda, J. Cognitive Function and Consumption of Fruit and Vegetable Polyphenols in a Young Population: Is There a Relationship? *Foods.* 2019, 8, 507.
- Evrensel A.; Ceylan M.E. The gut-brain axis: the missing link in depression. *Clin Psychopharmacol Neurosci.* 2015, 13(3), 239.
- Ghosh TS.; Rampelli S.; Jeffery IB.; et al Mediterranean diet intervention alters the gut microbiome in older people reducing frailty and improving health status: the NU-AGE 1-year dietary intervention across five European countries. *Gut* 2020; 69:1218-1228.
- Haskell-Ramsay, C.F.; Dodd, F.L.; Smith, D.; Cuthbertson, L.; Nelson, A.; Lodge, J.K.; Jackson, P.A. Mixed tree nuts, cognition and gut microbiota: a 4-week, placebo-controlled randomized crossover trial in healthy non-elderly adults. *Journal of Nutrition*, 2022, 152 (12), 2778-2788.
- Heimler D.; Vignolini P.; Arfaioli P.; Isolani L.; Romani A. Conventional, organic and biodynamic farming: differences in polyphenol content and antioxidant activity of Batavia Lettuce, *J. Sci. Food Agric.*, 2011, 92, 551-556.
- Lew, L.C.; Hor, Y.Y.; Liong, M.T.; Yuso , N.A.A.; Yuso , M.S.B.; Roslan, N.S.; Ahmad, A.; Mohammad, J.A.M.; Zakaria, N.; Choi, S.B.; et al. Probiotic *Lactobacillus plantarum* P8 alleviated stress and anxiety while enhancing memory and cognition in stressed adults: A randomised, double-blind, placebo-controlled study. *Clin. Nutr.* 2018.
- Liu, L.; Huh, J.R.; Shah, K. Microbiota and the gut-brain-axis: Implications for new therapeutic design in the CNS. *eBioMedicine.* 2022, 77: 103908
- Maciel, L.F.; Oliveira, C.D.S.; Bispo, E.d.S.; Spinola Miranda, M.D.P. Antioxidant activity, total phenolic compounds and flavonoids of mangoes coming from biodynamic, organic and conventional cultivations in three maturation stages. *Br. Food J.* 2011, 113, 1103–1113.
- Petkovsek, M.; Slatnar, A.; Stampar, F.; Veberic, R. The influence of organic/integrated production on the content of phenolic compounds in apple leaves and fruits in four different varieties over a 2-year period. *J. Sci. Food Agric.* 2010, 90, 2366–2378
- Pfeiffer, E. 1956. In: *Wir erlebten Rudolf Steiner.* Verlag Freies Geistesleben, Stuttgart
- Roman, P.; Estévez, A.F.; Miras, A.; Sánchez-Labraca, N. A Pilot Randomized Controlled Trial to Explore Cognitive and Emotional Effects of Probiotics in Fibromyalgia. *Sci Rep.* 2018 ;8(1):10965.
- Sender, R.; Fuchs, S.; Milo, R. Revised estimates for the number of human and bacteria cells in the body. *PLoS Biol.* 2016, 14, e1002533.
- Steiner, R. *Geisteswissenschaft und Medizin*, Rudolf Steiner Verlag, 8. Aufl. 2020
- Tooley, K.L. Effects of the human gut microbiota on cognitive performance, brain structure and function: a narrative review. *Nutrients.* 2020, 12, 3009.
- Veberic, R. The impact of production technology on plant phenolics. *Horticulturae* 2016, 2, 8.
- Vuong, H.E.; Yano, J.M.; Fung, T.C.; Hsiao, E.Y. The Microbiome and Host Behavior. *Annu. Rev. Neurosci.* 2017, 40, 21–49.