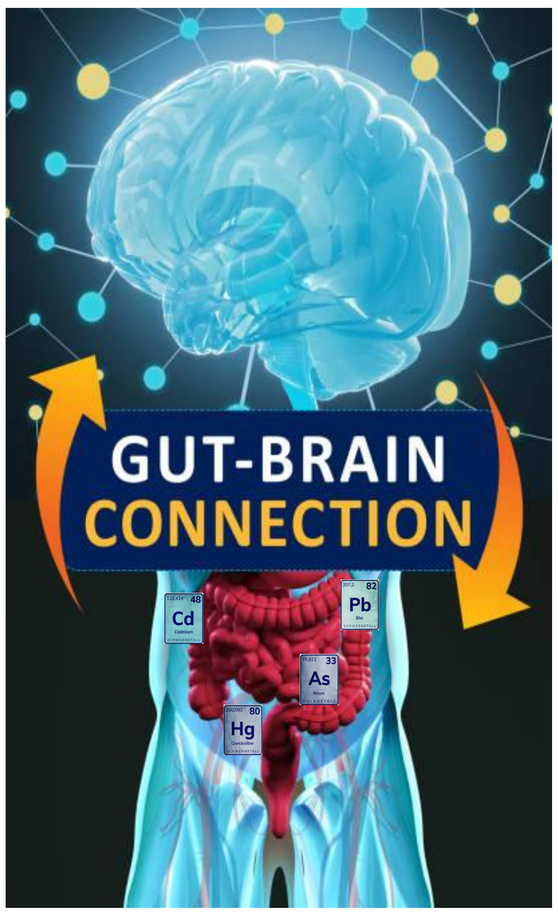
Wie Darmstoffwechsel und Umweltschadstoffe kindliches Verhalten beeinflussen

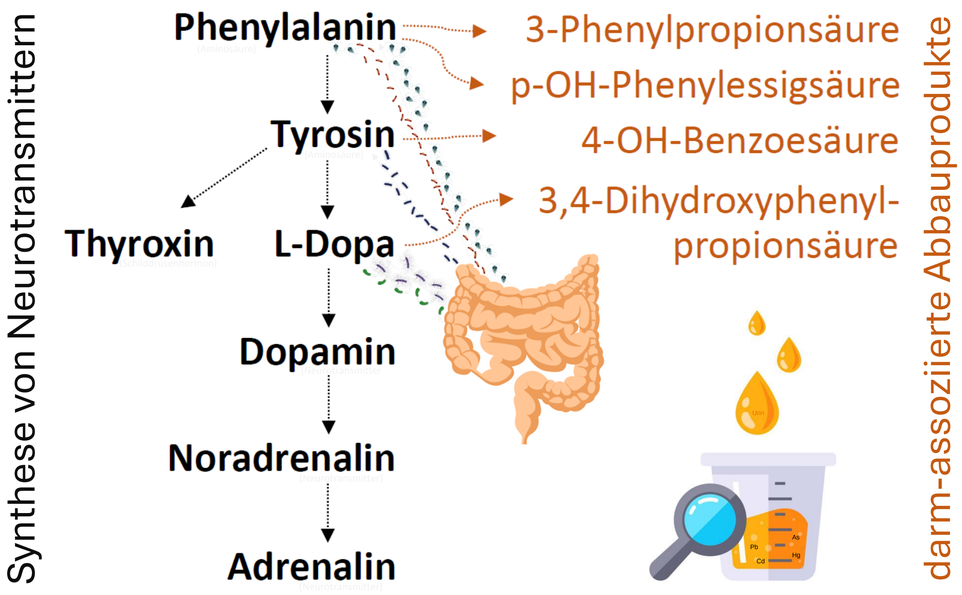
Pädagogische Hochschule Ludwigsburg University of Education

Kristin Krajewski, Institut für Psychologie, PH Ludwigsburg

Federal Ministry of Education and Research

Darm-Hirn-Achse





Unter gegebenen Umständen bauen bestimmte Mikroben des Darmmikrobioms (Gesamtheit aller Gene und Genome von ca. 100 Billionen Mikroorganismen im Darm, z.B. Bakterien, Protozoen; Tsai & Coyle, 2009) einen Teil der Neurotransmittervorstufen Phenylalanin, Tyrosin und L-Dopa ab und vermindern so deren weitere Verstoffwechslung zu Dopamin, Noradrenalin und Adrenalin oder auch zum Schilddrüsenhormon Thyroxin. Durch diesen Abbau entstehen Stoffwechselprodukte (Metaboliten), die mit dem Urin ausgeschieden werden und dort gemessen werden können.

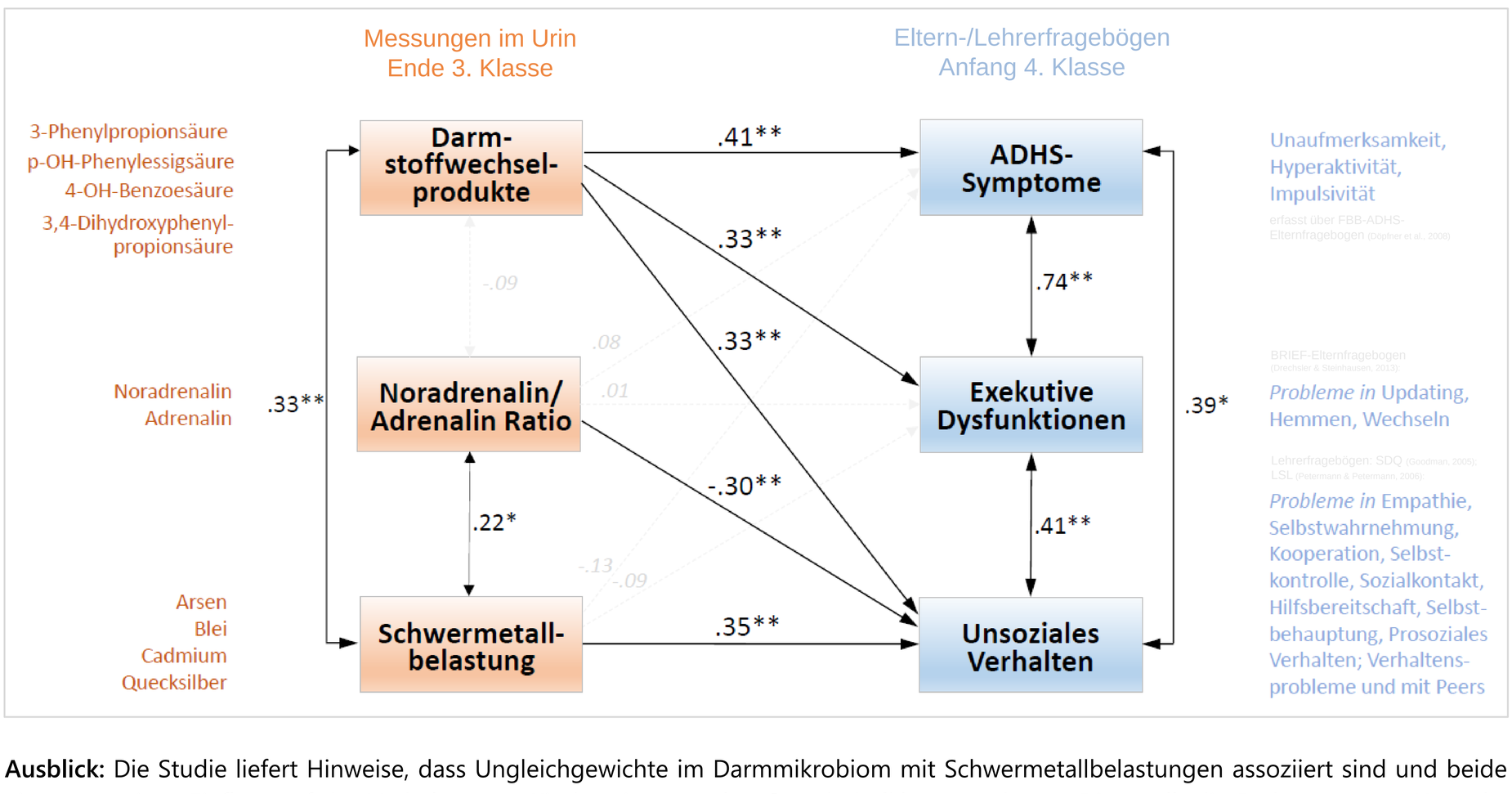
Forschungsstand: Nervensignale werden nicht nur von der „Steuerungszentrale" Gehirn an den Darm gesendet, sondern umgekehrt auch vom Darm ans Gehirn (Darm-Hirn-Achse; Gershon, 2001). Ungleichgewichte im Darmmikrobiom gehen mit körperlichen, psychischen und neurologischen Erkrankungen einher (z.B. Allergien, Asthma, Autismus, Depressionen, Schizophrenie; Kang et. al, 2017; Góralczyk-Bińkowska et. al, 2022). Zudem beeinflussen in den Körper aufgenommene Schwermetalle den Neurotransmitterstoffwechsel und gehen erhöhte Schwermetallbelastungen mit neurobehavioralen Entwicklungsstörungen einher (WHO, Vracko et al., 2007). **Grundannahme der Studie:** Verhaltensstörungen werden als „Spektrumspole", also als besonders starke bzw. besonders schwache quantitative Ausprägungen des normalen Verhaltensspektrums betrachtet. **Hypothese**: Auch für das Verhalten von Kindern im „normalen Spektrum" (nicht nur bei klinischen Auffälligkeiten) spielen Darmstoffwechsel und Schwermetallbelastungen eine bedeutsame Rolle.

Ziel der Studie: Es sollte untersucht werden, inwieweit Unterschiede im Verhalten von unausgelesenen Grundschulkindern durch Unterschiede in ihren Neurotransmittern, in der Aktivität ihrer Darmmikrobiota sowie in ihrer Schwermetallbelastung erklärt werden können. Hierfür wurde durch die Analyse von Stoffwechselprodukten im Urin erstmals die Interaktion der Darmmikrobiota mit Neurotransmittervorstufen in den Fokus genommen.

Stichprobe, Design: 87 Drittklässler*innen (M = 9;4 Jahre). T1 (3. Klasse) Urintest: Noradrenalin/Adrenalin-Ratio, Schwermetalle (Arsen, Blei, Cadmium, Quecksilber), darmassoziierte Stoffwechselprodukte von Phenylalanin, Tyrosin und L-Dopa (Vorstufen von Dopamin, Noradrenalin, Adrenalin, Thyroxin). T2 (4. Klasse): Verhaltenseinschätzungen durch Eltern/Lehrer (ADHS-Symptome, Exekutivfunktionen, Sozialverhalten).

Korrelationen

	Darmassoziierte Metaboliten	Noradrenalin/ Adrenalin-Ratio	Schwermetall-belastung	ADHS-Symptome	Exekutive Dysfunktionen
Darmassoziierte Metaboliten	--				
Noradrenalin/Adrenalin-Ratio	-.09	--			
Schwermetallbelastung	.33**	.23*	--		
ADHS-Symptome	.37**	.01	.04	--	
Exekutive Dysfunktionen	.31**	-.05	.04	.77**	--
Sozialverhalten	-.43**	.17	-.49**	-.39**	-.45**



Ergebnisse: Unsoziales Verhalten wurde durch die körpereigene Anhäufung von toxischen Schwermetallen (12% Varianzaufklärung) und Stoffwechselprodukten des darm-assoziierten Abbaus von Neurotransmittervorstufen (11%) sowie durch das Verhältnis Noradrenalin/ Adrenalin (9%) vorhergesagt. Je größer die Menge der spezifischen Darmmetaboliten war, desto stärker zeigten sich ADHS-Symptome (17% Varianzaufklärung) und waren Exekutivfunktionen beeinträchtigt (11%). Eine höhere Menge an Darmmetaboliten ging auch mit einer höheren Schwermetallbelastung einher. Insgesamt betrachtet konnten mit den hier untersuchten biologischen Markern 32% der Unterschiede im kindlichen Sozialverhalten, 17% der Unterschiede in der Ausprägung von ADHS-Symptomen und 11% der Unterschiede in den Exekutivfunktionen erklärt werden.

Ausblick: Die Studie liefert Hinweise, dass Ungleichgewichte im Darmmikrobiom mit Schwermetallbelastungen assoziiert sind und beide einen negativen Einfluss auf das Verhalten von Kindern in normalen Grundschulklassen nehmen. Dies stellt die Bedeutung von Umweltfaktoren für Verhaltensunterschiede heraus. Weitere Studien müssen klären, inwieweit Maßnahmen, die auf die Unterstützung bzw. Wiederherstellung des Darmmikrobiom-Gleichgewichts, z. B. durch Ernährungsmaßnahmen, und die körperliche Entlastung von Schwermetallen abzielen, möglich sind und das kindliche Verhalten positiv beeinflussen können. Erwartet wird, dass nicht nur durch pädagogische, sondern auch durch entsprechende gesundheitliche Maßnahmen das Verhalten von Schüler*innen positiv beeinflusst werden kann.

Zusammenfassung von Krajewski K. (2025). Heavy metals, noradrenaline/adrenaline ratio, and microbiome-associated hormone precursor metabolites: biomarkers for social behaviour, ADHD symptoms, and executive function in children. Scientific reports, 15(1), 19006.

LITERATUR: Döpfner, M., Görtz-Dorten, A. & Lehmkuhl, G. (2008). Diagnostik-System für psychische Störungen nach ICD-10 und DSM-IV für Kinder und Jugendliche II: Fremdbeurteilungsbogen für Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitätsstörungen (FBB-ADHS). Bern: Huber. --- Drechsler, R. & Steinhausen, H.-C. (2013). Verhaltensinventar zur Beurteilung von Selbstregulation. Deutschsprachige Adaptation des Behavior Rating Inventory of Executive Function (BRIEF) von G.A. Gioia, P. Isquith, S.C. Guy & L. Kenworthy. Bern: Huber. --- Gershon, M. (1998, deutsch 2001). Der kluge Bauch: Die Entdeckung des zweiten Gehirns (original: The second brain). Pößneck: Goldmann. --- Goodman, R. (2005). Strengths and Difficulties Questionnaire. Information for researchers and professionals about the Strengths & Difficulties Questionnaires. Available online: http://www.sdqinfo.org/py/sdqinfo/b3.py?language=German. --- Góralczyk-Bińkowska, A., Szmajda-Krygier, D. & Kozłowska, E. (2022). The Microbiota–Gut–Brain Axis in Psychiatric Disorders. International Journal of Molecular Sciences, 23(19), 11245. https://doi.org/10.3390/ijms231911245. --- Kang, Y.B., Cai, Y. & Zhang, H. (2017). Gut microbiota and allergy/asthma: From pathogenesis to new therapeutic strategies. Allergologia et immunopathologia, 45(3), 305–309. https://doi.org/10.1016/j.aller.2016.08.004 --- Petermann, U., & Petermann, F. (2006). Lehrereinschätzliste für Sozial- und Lernverhalten (LSL). Göttingen: Hogrefe. --- Tsai, F., & Coyle, W. J. (2009). The microbiome and obesity: is obesity linked to our gut flora? Current Gastroenterology Reports, 11, 307–313. --- Vracko, P., Tuomisto, J., Grad, J. & Kunseler, E. (2007). Exposure of children to chemical hazards in food. Fact Sheet of World Health Organization. https://iris.who.int/server/api/core/bitstreams/9d31aa72-2db0-4474-b655-989a57ed37ee/content. --- **BILDQUELLEN**: https://knowledgevoyager.com/bacteroides-fragilis-a-leading-anaerobic-pathogen/, https://focusedcollection.com/225648946/stock-photo-giardia-lamblia-flagellated-protozoan-parasite.html, https://www.istockphoto.com/de/foto/e-coli-bakterien-gm1325173791-410275724?searchscope=image%2Cfilm, https://www.istockphoto.com/de/foto/clostridium-difficile-bakterien-illustration-gm2174130539-593830615?searchscope=image%2Cfilm, https://www.istockphoto.com/de/foto/pseudomonas-aeruginosa-gm1397811217-452129904?searchscope=image%2Cfilm, https://www.praxis-breitenberger.de/ratgeber/gesundheit/schwermetallausleitungtipps-bei-schwermetallbelastung/, https://www.istockphoto.com/de/foto/darm-gehirn-verbindung-oder-darm-gehirn-achse-concept-art-zeigt-eine-verbindung-gm686292154-126059017?searchscope=image%2Cfilm, https://www.istockphoto.com/de/vektor/urin-f%C3%BCr-tests-im-krankenhaus-zu-bestehen-in-einem-plastikglas-pinkeln-gm1284435819-381573397?searchscope=image%2Cfilm, https://www.darmdetox.nl/, https://img.freepik.com/premium-vector/escherichia-coli-bacteria-e-coli-illustration-isolated-white-background_931262-696.jpg?w=900, https://healthjade.com/clostridium-difficile/, https://ena.our-dogs.info/spring-2023.html, https://favpng.com/png_view/pseudomonas-aeruginosa-0-wikimedia-commons-pseudomonas-aeruginosa-png/x1067yfN, https://cartoondealer.com/image/110852464/bacteria-bacteroides-fragilis-major-component-normal-microbiome-human-intestine.html