

Der Darm in der Forschung

Wissenschaftliche Erkenntnisse zur Darmgesundheit –
Ein aktualisierter Überblick | *Michael Petersen*

Dieser Artikel gibt Ihnen einen Überblick über aktuelle Studien, die alle das eine Thema haben: den Darm. Es geht um Regulationsmechanismen, die Interaktion mit dem Immunsystem, die Verbindung zwischen Gehirn und Darm und einiges mehr.

Es ist eine faszinierende Welt, die sich in unserem Darm abspielt – zu dessen Selbstregulation, aber auch zur Gesundheit im gesamten Organismus. In jüngerer Vergangenheit haben verschiedene wissenschaftliche Institutionen herausgefunden, wie der Darm das macht.

Neues zu den Regulationsmechanismen

Zuständig für die Regeneration des Darms sind die Stammzellen. Bei einer Gewebeschädigung erhöhen sie die Proliferationsrate und produzieren neue differenzierte Nachkommen von Zellen, damit die Organe in ihrer exakten Größe und Funktion verbleiben. Entscheidend ist der Erhalt der Gewebshomöostase. Kommt es hier zu Störungen oder auch nur zu altersbedingten Beeinträchtigungen, können Gewebe entarten und degenerieren. Wissenschaftler des Leibniz-Instituts für Altersforschung in Jena haben zusammen mit amerikanischen Kollegen beim Forschungsobjekt Fruchtfliege einen Transkriptionsfaktor entdeckt, der daran maßgeblich beteiligt ist. Dieser Transkriptionsfaktor mit dem Namen Klumpfuß (Klu) steuert präzise die Zelldifferenzierung in den unterschiedlichen Zelltypen des Darms [1].

Auf diese Weise kann sich der Darm ständig regenerieren und die Funktion seines Gewebes lebenslanglich absichern. Doch was ist, wenn diese Selbstregulation beeinträchtigt ist oder gar erschöpft?

Für diesen Fall gibt es einen Notfallplan, wie die Charité – Universitätsmedizin Berlin in einer Studie herausgefunden hat. Wenn Stammzellen in der Darmwand verloren gehen, springen die unterhalb der beschädigten Zellschicht liegenden Mus-



Abb. 1: Europäische Forscher haben den Darm im Fokus: Sie versuchen herauszufinden, was die Ursachen von Darmstörungen sind, welchen Einfluss die Bakterien im Darm auf ihn haben und vieles mehr.

Foto: sdecoret – stock.adobe.com

kelzellen ein. Sie geben den Botenstoff R-spondin 3 ab, der wiederum veranlasst, dass verbliebene Zellen die Funktion der Stammzellen übernehmen. Die produzierten Tochterzellen stellen das beschädigte Gewebe wieder her [2]. Ein Beispiel, das zeigt, wie genial die Natur sich auf alle Eventualitäten eingerichtet hat. Allerdings hat auch diese Genialität ihre Grenzen. Gelingt es in diesem doppelten Sicherheitsnetz nicht, dass die Prozesse sauber ablaufen, folgen daraus die chronischen oft schweren lebensbedrohlichen Verläufe von Darmerkrankungen, so die Experten.

Die Bedeutung der Stammzellen in dieser Hinsicht wird auch von der Technischen Universität München betont. Deren Erscheinungsbild sind ein frühes Anzeichen dafür, dass ein entzündlicher Prozess bevorsteht. Auf mikroskopischer Ebene können so mit hoher Wahrscheinlichkeit Entzündungsschübe vorhergesagt werden [3]. Bei der Regeneration des Darms spielt aber auch ein Enzym in den Darmzellen eine Rolle, das Eiweiß SETDB1. Fehlt es oder kommt es zu Störungen, geht die Stammzellpopulation im Darm, die seine

Funktionalität aufrechterhält, verloren. Außerdem vermehren sich endogene Retroviren innerhalb kurzer Zeit massiv. Das führt zu Schädigungen der DNA, zu Entzündungen und schließlich zum Absterben der Zellen [4].

So wird die Darmbewegung gesteuert

In der Selbstregulation für eine gesunde Verdauung helfen Darmbakterien bei der Darmbewegung. Dazu produzieren sie Stoffe, die auf die Nervenzellen einwirken, die für die Darmbewegung zuständig sind. Sie regulieren damit die Kontraktion und die Entspannung der Muskulatur im Dickdarm.

Im Mausmodell wurde erkannt, dass keimfreie Mäuse tatsächlich eine reduzierte Darmbewegung aufwiesen. Bei der Anwesenheit von Darmbakterien wird ein bestimmter Rezeptor (Arylkohlenwasserstoffrezeptor AhR) eingeschaltet. Das nutzen die Darmnervenzellen, um die Anwesenheit der Bakterien zu erkennen und die Darmbeweglichkeit zu regulieren [5].

Umfangreiche Interaktionen mit dem Immunsystem

Manchmal können dramatische Ereignisse zu einem veränderten Blickwinkel führen. Dazu trägt womöglich unsere jüngste Erfahrung mit dem Virus SARS-CoV-2 (Coronavirus) bei.

Die Universität Duisburg-Essen berichtete von verschiedenen Forschungsprojekten, die sich weniger auf den Erreger konzentrieren als vielmehr auf das Immunsystem beziehen: Die Immunantwort hat einen entscheidenden Einfluss auf den Infektionsverlauf. Die Forscher beziehen sich dabei auf Themen, die die Ganzheitsmedizin schon lange auf dem Schirm hat. So geht es um die T-Zell-Antwort während der Infektion, um die natürlichen Killerzellen, um die Typ-I-Interferone, die für die direkte antivirale Immunität wichtig sind und schließlich um das größte Immunorgan des Körpers, dem Darm, und hier die Darmflora [6].

Dazu leistet auch die Charité – Universitätsmedizin Berlin einen Beitrag. Zusammen mit Kollegen aus anderen Instituten konnten sie aufzeigen, wie das Mikrobiom zu einer schnellen Abwehrreaktion gegen Krankheitserreger beiträgt. Hierbei spielen konventionelle dendritische Zellen (cDC), die zum angeborenen Immunsystem gehören, eine maßgebliche Rolle. In Untersuchungen konnte nachgewiesen werden, „dass diese speziellen Immunzellen im Basiszustand ein permanentes Typ-I-Interferon-Signal (IFN-I) erhalten, das von der Mikrobiota reguliert wird“. Damit würde das Mikrobiom das Immunsystem in einem einsatzbereiten Zustand halten, um so schnell wie möglich auf Krankheitserreger reagieren zu können [7].

Auch wenn die Zielrichtung der klinischen Wissenschaft von der naturheilkundlichen Ganzheitsmedizin abweicht, so ist es ein Lichtblick, dass ein Teil der Wissenschaft sich nicht nur auf den Kampf gegen die Mikroorganismen richtet, sondern auf die körpereigenen Regulationssysteme. Das alles erinnert uns an Claude Bernard (1813–1878) und seine Erkenntnis „Der Keim ist nichts, das Milieu ist alles“. Es bleibt spannend, was dazu in der Zukunft noch kommt.

Wie Mikroorganismen den Weg finden

Spannend ist auch, wie Mikroorganismen unsere Schutzsysteme des Immunsystems

zu ihren Zwecken überlisten. Wobei „überlisten“ vielleicht der falsche Begriff ist.

Wie wir wissen, sind die natürlichen Prozesse eher ein Miteinander als ein Gegenüber. Die Mikroorganismen wollen uns nicht bewusst schädigen. Die Natur ist darauf angelegt, dass wir voneinander profitieren. Dass wir davon krank werden, beispielsweise wenn unsere regulatorischen Schutzsysteme das nicht ausgleichen können, ist quasi eine „unerwünschte Nebenwirkung“.

Die Ruhr-Universität Bochum zeigt am Beispiel des Durchfallerregers *Yersinia pseudotuberculosis*, wie das funktioniert. Diese Bakterien erkennen ihren Wirt an der Körpertemperatur. Dazu verhelfen ihnen „RNA-Thermometer“. Ein Toxin des Bakteriums (CnfY) führt dazu, dass bei einer Temperatur von rund 37°C die RNA-Strukturen aufgeschmolzen und in Proteine umgeschrieben werden, die eine schädliche Wirkung auf den Wirt entfalten. Die Forscher vermuten, dass ähnliche Mechanismen auch in anderen Bakterien gegeben sind [8].

Schon früher hat die Universität Zürich von einem Protein berichtet, das Viren einen Weg in den Zellkern eröffnet. Am Beispiel der Adenoviren entdeckten sie das Eiweiß Mib1. Dieses Eiweiß gibt dem Virus ein Signal, die DNA zu enthüllen. Zielgenau steuert es, dass das Virus sein Erbgut in den Zellkern einschleusen kann [9].

Der Weg zum Gehirn

Neue Erkenntnisse gibt es auch zur Darm-Hirn-Achse. Gemeint ist damit das Zusammenwirken von Darmmikrobiom, Darmzellen und zentralem Nervensystem. Dazu haben Wissenschaftler des Exzellenzclusters Präzisionsmedizin für chronische Entzündungserkrankungen festgestellt, dass es offenbar von Mikroorganismen abhängt, wie erfolgreich das Immunsystem die Nervenzellen im Magen-Darm-Trakt schützt. Dazu aktivieren Makrophagen in der Muskelschicht des Darms ein Schutzprogramm, in Form von Stoffen, die die Nervenzellen schützen. Dieses Schutzprogramm scheint vom Mikrobiom abzuhängen [10].

Diese Zusammenhänge zeigen den Forschern die Wichtigkeit der Darm-Hirn-Achse auf, worauf wir später bei den Folgen gestörter Darmverhältnisse nochmals zurückkommen.

Dysfunktionen sowie prä- und perinatale Traumata



auch als
E-Book

Das kostbarste Erbe dieser Erde sind unsere Kinder. Die Craniosacrale Trauma-Therapie bietet eine Möglichkeit, schon ganz am Anfang eines Lebens eine gesunde Grundlage für die Entwicklung zu schaffen. Als Voraussetzung zum Erlernen der Therapieform sind grundlegende Kenntnisse in der Osteopathie, der Craniosacral- und/oder Myofaszial-Therapie geboten. Dieses Buch zeigt eine Übersetzung der Techniken, die in der Regel am Erwachsenen praktiziert werden, auf die Bedürfnisse von Babys und Kindern. Es geht darum, Dysfunktionen, die perinatal erworben wurden oder adaptiv entstanden sind, zu erkennen und zu korrigieren. Genauso wichtig ist es, die psychische Entwicklung zu verstehen und traumatische Reaktionen richtig einzuschätzen.

Das klar strukturierte und aufwendig gestaltete Lehrbuch ist gleichzeitig ein praxisnahes Bilderbuch, in dem man gerne nach Lösungen für die kleinen Patienten sucht.

Anne Mohr-Bartsch · Caroline Widmann
Lehrbuch Craniosacrale Trauma-Therapie bei Säuglingen und Kindern

1. Auflage 2021, 192 Seiten, Hardcover
ISBN 978-3-96474-230-8

49,95 Euro

Leseprobe unter www.ml-buchverlag.de

Unser Bestellservice



09221 / 949-389



kundenservice@mgo-fachverlage.de



www.ml-buchverlag.de

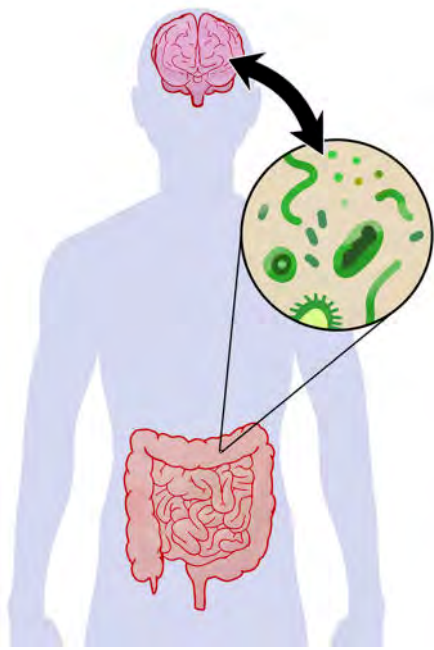


Abb. 2: Wie „kommunizieren“ der Darm und das Gehirn und in welchem Zusammenhang stehen sie? Foto: Steven – stock.adobe.com



Michael Petersen

Michael Petersen ist Heilpraktiker und war über viele Jahre in einer großen Praxis tätig. Dabei lernte er das gesamte Spektrum der ganzheitlichen Medizin kennen. Sein Schwerpunkt lag in der Bioresonanztherapie.

Heute gibt er sein Wissen aus über 20 Jahren als Autor und Online-Redakteur zu Themen der ganzheitlichen Medizin sowie zu seinem Schwerpunktthema Bioresonanz nach Paul Schmidt weiter. Er ist Autor mehrerer Bücher (z. B. „Vom Schmerz zur Heilung“) sowie zahlreicher eReports.

Kontakt:

Michael Petersen
Redaktion mediportal-online
Ried 1e
88161 Lindenberg
info@mediportal-online.eu
www.mediportal-online.eu
www.bioresonanz-zukunft.de

Ursachen von Darmstörungen

Auch in der Ursachenforschung zu Darmstörungen gibt es neue Erkenntnisse. Hierbei gilt als relativ gesichert, dass das Mikrobiom einen wesentlichen Einfluss hat. Bei Menschen mit Darmstörungen, wie bei Morbus Crohn und Colitis ulcerosa, ist dessen Zusammensetzung verändert. So ist einerseits die Vielfalt der Mikroorganismen verringert und andererseits die Zusammensetzung der Stoffwechselprodukte der Mikroben verändert [11]. Die Forscher des deutschen Krebsforschungszentrums kommen zu dem Schluss, dass das Darmmikrobiom eine Schlüsselrolle bei der epigenetischen Regulation spielt. Sie beobachteten im Tierversuch, dass es durch epigenetische Programmierung Gene aktiviert, die bei der Erneuerung der Darmschleimhaut mitwirken und damit für eine normale Darmentwicklung sorgen [12]. Was wiederum heißt, dass es bei Fehlregulationen zu entsprechenden Störungen bis hin zu Erkrankungen kommt.

Was das bedeutet, lässt sich am Bakterium *Clostridium difficile* nachvollziehen. Nach Erkenntnissen der Universität Wien kann das Vorkommen des Bakteriums auch nach einer Genesung von einer Lebensmittelvergiftung über Jahre hinweg im menschlichen Darm fortbestehen und zum Wiederaufleben von Durchfallerkrankungen führen [13].

Proteine sind entscheidend wichtig dafür, dass die Darmschleimhaut intakt bleibt. Beispiel: Das Protein MCL1 sorgt für ein Gleichgewicht zwischen absterbenden und neugebildeten Zellen der Darmschleimhaut. Geht die Funktion von MCL1 verloren, kam es im Mausversuch zu irreparablen Schäden im Darm und zur Tumorbildung. Ähnliches lässt sich auch bei chronisch-entzündlichen Darmerkrankungen bei Menschen beobachten [14].

Das Alter nimmt Einfluss auf die Proteine des Darms. Forscher des Leibniz-Instituts für Altersforschung – Fritz-Lipmann-Institut e. V. (FLI) stießen auf gravierende Veränderungen bei entzündungsbedingten Proteinen und bei Stammzellenmarkern, die auf Alterungsprozesse zurückzuführen waren. Das führte zu Entzündungen und gestörter Selbstregulation [15].

Die Universität Bern hat die charakteristischen Veränderungen der Darmbakterien mit einer Art Bakteriensignatur umschrieben. Wird das empfindliche Gleichgewicht der Darmflora gestört, verändern sich

auch die Funktionen der Darmbakterien. So finden sich bei einer gestörten Darmflora eine Zunahme von krankmachenden Bakterien und eine Reduktion jener Bakterien, die die Darmgesundheit erhalten. Von Bedeutung sind dabei jene Bakterien, die kurzkettige Fettsäuren produzieren, die notwendig sind, um die Zellen der Darmschleimhaut und der Darmbarriere zu stärken. Bei Menschen mit chronisch entzündlichen Darmerkrankungen sind diese Bakteriengruppen reduziert [16]. Mehrfach ungesättigte Fettsäuren, wie sie in Fleisch, Eiern und Ölen vorhanden sind, können Darmentzündungen ähnlich Morbus Crohn auslösen. Im Mausversuch hat eine entsprechende Ernährung mit diesen Fettsäuren Entzündungsreaktionen hervorgerufen [17]. Das unterstreicht den enormen Einfluss der Ernährung auf unsere Darmgesundheit.

Doch auch andere Einflussfaktoren spielen dabei eine Rolle, wie beispielsweise die Einnahme von Medikamenten [16]. Studien haben belegt, dass die Darmflora signifikant verändert ist bei Menschen, die mit Wirkstoffen behandelt wurden, die bei der Parkinson-Erkrankung eingesetzt werden. Allerdings ist dabei offen, ob die veränderte Darmflora eine Folge der Erkrankung ist oder ursächlich zu deren Entstehung beiträgt [18]. Das alles ist vor dem Hintergrund zu betrachten, dass die Darm-Hirn-Achse bei Erkrankungen des Nervensystems maßgeblich mitwirkt.

Folgen von gestörten Darmverhältnissen

Gleich mehrere Forschungseinrichtungen sind auf der Spur, wie Darmbakterien die Multiple Sklerose begünstigen.

Nach Erkenntnissen des Exzellenzclusters Präzisionsmedizin für chronische Entzündungserkrankungen spielt hierbei eine essenzielle Aminosäure eine Rolle: der Eiweißbaustein Tryptophan. Im Versuch mit Mäusen stellte sich heraus, dass sich bei einer Ernährung ohne Tryptophan die Zusammensetzung der Darmbakterien veränderte und die Mäuse keine Symptome einer Multiplen Sklerose entwickelten [19].

Die Forscher der Ruhr-Universität Bochum haben festgestellt, dass bei MS-Patienten die Zusammensetzung des Mikrobioms verändert ist. Außerdem fanden sie einen Mangel von Propionsäure im Stuhl und Serum von Patienten mit Multipler Sklerose. Die kurzkettige Fettsäure Propionsäure

beeinflusst die Darm-vermittelte Immunregulation bei den Betroffenen [20]. Die Wissenschaftler entdeckten aber noch einen weiteren Faktor, der bei der Entstehung von Multipler Sklerose beteiligt sein kann: Im Tiermodell fanden sie heraus, dass das Protein Smad7 Immunzellen im Darm mobilisiert, die zu Entzündungen im Nervensystem führen. Sie fanden vermehrt T-Zellen aktiviert. Auch das Verhältnis von krankmachenden autoreaktiven Zellen zu schützenden regulatorischen T-Zellen war verändert [21]. Störungen im Magen-Darm-System fallen ebenso bei Autismus-Spektrum-Störungen auf. Das Universitätsklinikum Heidelberg fand Gemeinsamkeiten in den Genen: „Die Mehrheit der Gene, die mit Autismus in Verbindung stehen, ist im Gehirn und im Verdauungstrakt aktiv“ [22]. Auch das emotionale Wohlbefinden wird durch das Mikrobiom beeinflusst. In Versuchen mit Ratten zeigten sich starke Unterschiede in der Zusammensetzung des Darmmikrobioms zwischen besonders ängstlichen und nicht ängstlichen Tieren. Auch hier spielten Bakterienfamilien, die kurzkettige Fettsäuren produzieren, eine Rolle [23]. Dass es zwischen der Stoffwechselerkrankung Diabetes mellitus und dem Verdau-

ungssystem einen Zusammenhang geben kann, darüber hatten wir schon in früheren Berichterstattungen diskutiert (s. CO.med 4/2019, S. 8ff.) und dürfte Ganzheitsmediziner nicht überraschen. Was womöglich mehr überrascht, ist, dass es einen Zusammenhang zwischen Darmmikrobiom, Bewegung und Blutzuckerwerten gibt. Therapeuten empfehlen Menschen mit Neigung zu Diabetes mehr Bewegung. Häufig lässt sich damit der Übergang von Prädiabetes zu Diabetes mellitus Typ 2 zumindest verzögern. Ob das gelingt, das hängt entscheidend vom Darmmikrobiom ab. Und auch hier liegt der Schlüssel in den kurzkettigen Fettsäuren [24].

Schlussfolgerung aus ganzheitlicher Sicht

Vor diesem Hintergrund wird klar, dass es entscheidend darauf ankommt, die Selbstregulationskräfte unseres Organismus zu unterstützen. Ganzheitsmediziner sehen darin den einzig effektiven Weg für eine nachhaltige Stabilität in der Gesundheit. Unsere heutigen naturheilkundlichen Hilfsmittel zielen darauf ab. Die Wirkstoffe der Phytotherapie genauso,

wie die biochemischen Salze, die Homöopathie und schließlich die Therapie mit Frequenzspektren der modernen Energiemedizin.

Es sei mir verziehen, die legendären Erkenntnisse von Claude Bernard auf unseren heutigen Wissensstand zu modifizieren, als dass es nicht auf das Milieu alleine ankommt, als vielmehr auf dessen Regulation. ■

Keywords: *Forschung, Gastroenterologie, chronische Darmerkrankung, Selbstregulation, Verdauung, Corona, SARS-CoV-2, Covid-19, Virologie, Infektionen, Darm-Hirn-Achse, Neurologie, Morbus Crohn, Colitis ulcerosa, Diarrhö, Ernährung, M. Parkinson, Multiple Sklerose, Autismus-Spektrum-Störungen, Diabetes mellitus, Stoffwechsel*

Literaturhinweis

- [1] *Wie sich Darmzellen erneuern – Klumpfuß spielt Rolle bei Zelldifferenzierung, Leibniz-Institut für Altersforschung – Fritz-Lipmann-Institut e.V. (FLI), Informationsdienst Wissenschaft (idw), <https://idw-online.de/de/news725582>*
- [2] *Wenn die Selbstheilungskräfte erschöpft erscheinen, Charité – Universitätsmedizin Berlin, Informationsdienst Wissenschaft (idw), <https://idw-online.de/de/news726661>*
- [3] *Morbus Crohn: Erhalt von entzündungsfreien Phasen, Technische Universität München, Informationsdienst Wissenschaft (idw), <https://idw-online.de/de/news744740>*
- [4] *Darm-Gesundheit: Dresdner Forscherteam identifiziert lebenserhaltendes Enzym in Stammzellen, Technische Universität Dresden, Informationsdienst Wissenschaft (idw), <https://idw-online.de/de/news749012>*
- [5] *Darmbakterien steuern die Darmbewegung, Universität Bern, Informationsdienst Wissenschaft (idw), <https://idw-online.de/de/news731049>*
- [6] *Wenn neue Viren kommen – Aktuelles UNIKATE-Heft, Universität Duisburg-Essen, Informationsdienst Wissenschaft (idw), <https://idw-online.de/de/news744698>*
- [7] *Das Mikrobiom reguliert die Fitness des Immunsystems, Charité – Universitätsmedizin Berlin, Informationsdienst Wissenschaft (idw), <https://idw-online.de/de/news747060>*
- [8] *Wie Durchfallerreger bei Körpertemperatur auf Angriff schalten, Ruhr-Universität Bochum, Informationsdienst Wissenschaft (idw), <https://idw-online.de/de/news730143>*
- [9] *Neu entdecktes Protein gibt Signal für Virusinfektion, Universität Zürich, Informationsdienst Wissenschaft (idw), <https://idw-online.de/de/news729134>*
- [10] *Darmentzündung: Immunzellen schützen Nervenzellen nach Infektion, Exzellenzcluster Präzisionsmedizin für chronische Entzündungserkrankungen, Informationsdienst Wissenschaft (idw), <https://idw-online.de/de/news730311>*
- [11] *Darmbakterien als Ansatz zur Behandlung chronischer Darmentzündungen, Exzellenzcluster Präzisionsmedizin für chronische Entzündungserkrankungen, Informationsdienst Wissenschaft (idw), <https://idw-online.de/de/news729102>*
- [12] *Darm-Mikroben programmieren Genaktivität um und kontrollieren so Darmentwicklung und Entzündungen, Deutsches Krebsforschungszentrum, Informationsdienst Wissenschaft (idw), <https://idw-online.de/de/news742833>*
- [13] *Krankheitserregendes Darmbakterium hartnäckiger als gedacht, Universität Wien, Informationsdienst Wissenschaft (idw), <https://idw-online.de/de/news731306>*
- [14] *Fehlendes Protein stört Darmschleimhaut und fördert Tumorbildung, Universität Zürich, Informationsdienst Wissenschaft (idw), <https://idw-online.de/de/news743338>*
- [15] *Altern und Diät haben Einfluss auf die Proteine im Darm, Leibniz-Institut für Altersforschung – Fritz-Lipmann-Institut e.V. (FLI), Informationsdienst Wissenschaft (idw), <https://idw-online.de/de/news746664>*
- [16] *„Bakterien-Signatur“ von Darmkrankheiten entdeckt, Universität Bern, Informationsdienst Wissenschaft (idw), <https://idw-online.de/de/news709192>*
- [17] *Mehrfach ungesättigte Fettsäuren lösen Morbus Crohn ähnliche Darmentzündung aus, Medizinische Universität Innsbruck, Informationsdienst Wissenschaft (idw), <https://idw-online.de/de/news744677>*
- [18] *Parkinson: Medikamente verändern Darmflora stärker als gedacht, Hochschule Furtwangen, Informationsdienst Wissenschaft (idw), <https://idw-online.de/de/news728744>*
- [19] *Darmbakterien könnten Entstehung von Multipler Sklerose beeinflussen, Exzellenzcluster Präzisionsmedizin für chronische Entzündungserkrankungen, Informationsdienst Wissenschaft (idw), <https://idw-online.de/de/news726910>*
- [20] *Ernährung beeinflusst den Verlauf von Multipler Sklerose, Ruhr-Universität Bochum, Informationsdienst Wissenschaft (idw), <https://idw-online.de/de/news743052>*
- [21] *Darm könnte an der Entstehung von Multipler Sklerose beteiligt sein, Ruhr-Universität Bochum, Informationsdienst Wissenschaft (idw), <https://idw-online.de/de/news728360>*
- [22] *Genveränderungen bei Autismus auch für Störungen des Magen-Darm-Traktes verantwortlich, Universitätsklinikum Heidelberg, Informationsdienst Wissenschaft (idw), <https://idw-online.de/de/news726747>*
- [23] *Mehr als nur ein Bauchgefühl – Gehen Depressionen durch den Magen? Universität Regensburg, Informationsdienst Wissenschaft (idw), <https://idw-online.de/de/news723754>*
- [24] *Bewegung schützt vor Diabetes – aber wie? Leibniz-Institut für Naturstoff-Forschung und Infektionsbiologie – Hans-Knöll-Institut (HKI), Informationsdienst Wissenschaft (idw), <https://idw-online.de/de/news728131>*