

Margarete Bolten
Corinne Légeret

Funktionelle Magen- Darm-Störungen im Kindes- und Jugendalter

Ein Praxismanual

EBOOK INSIDE

 Springer

Funktionelle Magen-Darm-Störungen im Kindes- und Jugendalter

Margarete Bolten • Corinne Légeret

Funktionelle Magen-Darm- Störungen im Kindes- und Jugendalter

Ein Praxismanual

 Springer

Margarete Bolten
Münchenstein, Schweiz

Corinne Légeret
Basel, Schweiz

ISBN 978-3-662-64252-8 ISBN 978-3-662-64253-5 (eBook)
<https://doi.org/10.1007/978-3-662-64253-5>

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

© Der/die Herausgeber bzw. der/die Autor(en), exklusiv lizenziert an Springer-Verlag GmbH, DE, ein Teil von Springer Nature 2022

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlags. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von allgemein beschreibenden Bezeichnungen, Marken, Unternehmensnamen etc. in diesem Werk bedeutet nicht, dass diese frei durch jedermann benutzt werden dürfen. Die Berechtigung zur Benutzung unterliegt, auch ohne gesonderten Hinweis hierzu, den Regeln des Markenrechts. Die Rechte des jeweiligen Zeicheninhabers sind zu beachten.

Der Verlag, die Autoren und die Herausgeber gehen davon aus, dass die Angaben und Informationen in diesem Werk zum Zeitpunkt der Veröffentlichung vollständig und korrekt sind. Weder der Verlag, noch die Autoren oder die Herausgeber übernehmen, ausdrücklich oder implizit, Gewähr für den Inhalt des Werkes, etwaige Fehler oder Äußerungen. Der Verlag bleibt im Hinblick auf geografische Zuordnungen und Gebietsbezeichnungen in veröffentlichten Karten und Institutionsadressen neutral.

Planung/Lektorat: Christine Lerche

Springer ist ein Imprint der eingetragenen Gesellschaft Springer-Verlag GmbH, DE und ist ein Teil von Springer Nature.

Die Anschrift der Gesellschaft ist: Heidelberger Platz 3, 14197 Berlin, Germany

Vorwort

[...] der gesunde Mensch wäre zu definieren als jener, der Spannungen aushält, der den Stress meistert, [...] Gesundheit ist also kein Zustand, [...] sondern der Gang auf einem Wege – ein Weg, der sich erst bildet, indem man ihn geht.
(Schipperges 2013)

Funktionelle Störungen bzw. körperliche Symptome ohne organische Ursache bewegen sich an der Schnittstelle zwischen Körper und Psyche. Die Patienten befinden sich somit im Spannungsfeld zwischen somatischer und psychischer Medizin, die in der westlichen Medizin immer noch als Pole verstanden werden und zum Teil nur schlecht integriert werden. In den modernen Naturwissenschaften und so auch in der Medizin ist der Blick auf den Körper als möglichst reibungslos funktionierendes Organsystem verbreitet. Daneben wird häufig, mit dem Körper unverbunden, die vermeintlich körperlose Psyche einer Person mit ihrem Denken, Fühlen und Wollen gesehen. Die Sicht auf den Körper als Maschine geht auf René Descartes, den Begründer des neuzeitlichen Wissenschaftsdenkens, zurück. Er sah den Menschen klar in Körper und Geist unterteilt, wobei von ihm alles Körperliche als bloße Materie und der Geist oder das Bewusstsein als immaterielles Vermögen des Menschen betrachtet wurde.

Jedoch erfolgte in den letzten Jahren zunehmend eine Neubewertung des Zusammenwirkens zwischen Körperfunktionen und psychischen Prozessen. Das Zusammenspiel zwischen Psyche und Gastrointestinaltrakt spiegelt sich in einer Vielzahl von Redewendungen unserer Alltagssprache wider: „Sorgen, die auf den Magen schlagen“, „Wut, die wir im Bauch haben“ oder etwas, das uns „die Kehle zuschnürt“ (vgl. Kap. 2). Aus diesen Formulierungen wird deutlich, wie sehr das gastrointestinale System auf unsere Lebensbedingungen reagiert. Weil funktionelle Beschwerden nicht in gleicher Weise wie Erkrankungen mit definierter Organpathologie objektiviert werden können, sind der individuelle Beschwerdekontext, das subjektive Beschwerdeerleben und die Bewältigungsstrategien von hoher Relevanz.

Die Evidenzbasis zu den funktionellen Magen-Darm-Störungen ist bei Kindern und Jugendlichen deutlich kleiner als bei Erwachsenen. Grundsätzlich können Erkenntnisse aus Studien mit Erwachsenen nicht einfach auf Kinder und Jugendliche übertragen werden. Glücklicherweise liegen aber einzelne aktuelle Metaanalysen auch für Kinder und Jugendliche auf der Basis der Rom-Kriterien vor (vgl. Kap. 4 und 6).

Die Symptombreite der funktionellen Störungen des Magen-Darm-Systems im Kindes- und Jugendalter ist vielfältig, und eine erhebliche Anzahl von Kindern ist betroffen. Entsprechend sind die funktionellen Magen-Darm-Beschwerden in der kinderärztlichen Praxis ein häufiger Vorstellungsgrund. Aktuelle Prävalenzzahlen variieren für die gesamte Bandbreite dieses Symptomkomplexes zwischen 23 % und 39 %. Unter diesem Sammelbegriff versteht man Beeinträchtigungen bei der Aufnahme, Verdauung und Ausscheidung der Nahrung, welche nicht allein durch organische oder biochemische Ursachen erklärt werden können. Sie können den gesamten Gastrointestinaltrakt (vgl. Kap. 1) betreffen: Oropharynx, Ösophagus, Magen, Gallenwegssystem, Dünndarm, Dickdarm und Anorektum. Typische Beschwerden in diesem Spektrum sind die chronisch funktionelle Obstipation, Defäkationsschmerzen, großkalibrige Stühle, funktionelle Diarrhö, Bauchschmerzen, oder Blähungen. Des Weiteren kann es zu Appetitlosigkeit, zum Stuhlschmierer, Einkoten oder zum Einnässen kommen. Sekundär treten bei Kindern mit funktionellen gastrointestinalen Störungen häufig begleitende Verhaltensauffälligkeiten mit oppositionellem oder reaktiv aggressivem Verhalten, aber auch ängstlich-depressivem Rückzugsverhalten auf.

Die Begriffe funktionelle Syndrome, funktionelle Störungen, somatoforme Symptome und somatoforme Störungen werden in der Literatur oftmals synonym verwendet. Im Rahmen dieses Praxisleitfadens wird der weit gefasste Begriff der funktionellen gastrointestinalen Störungen (FGIS) bevorzugt, weil er neutral und deskriptiv ist und alle zuvor erwähnten Begriffe miteinschließt. Wir haben uns in diesem Leitfaden auf die zwei Störungsgruppen beschränkt, welche in der kinderärztlichen Allgemeinpraxis und auch in kindergastroenterologischen Spezialambulanzen am häufigsten vorgestellt werden: die funktionellen Defäkationsstörungen (FDS) und die funktionellen abdominellen Schmerzsyndrome (FAS).

FGIS können die kindliche Entwicklung, die Eltern-Kind-Beziehung, soziale Beziehungen und die allgemeine Entwicklung eines Kindes erheblich beeinträchtigen, was wiederum negative Auswirkungen auf die Lebensqualität der Kinder hat. Die FGIS im Kindes- und Jugendalter sind auch mit steigenden Kosten für das Gesundheitssystem verbunden, da die Patienten oftmals einen langen Diagnoseweg durchlaufen, bis eine gezielte Behandlung erfolgt und eine Besserung eintritt. Hier spielt vor allem das Fehlen klar umschriebener Biomarker eine Rolle, was eine schnelle Diagnose der funktionellen Erkrankung erschwert (vgl. auch Kap. 6).

Der vorliegende Praxisleitfaden betrachtet sowohl die körperliche, die psychische als auch die Ebene der sozialen Umwelt von Kindern als ineinandergreifende Entitäten und nimmt eine ganzheitliche Perspektive ein. In den Grundlagenkapiteln wie auch bei den Praxismaterialien wird daher ein interdisziplinärerer Ansatz, der sowohl körperliche, psychische als auch soziale Komponenten berücksichtigt, verfolgt. Es wird dabei primär eine biopsychosoziale Perspektive eingenommen.

Geschlechtsneutrale Formulierung Ausschließlich zum Zweck der besseren Lesbarkeit wird auf die geschlechtsspezifische Schreibweise verzichtet. Alle personenbezogenen Bezeichnungen in diesem Praxisleitfaden sind geschlechtsneutral zu verstehen.

Partizipative Entscheidungsfindung Alle Empfehlungen dieses Praxisleitfadens sind als Empfehlungen zu verstehen, die im Sinne einer partizipativen Entscheidungsfindung zwischen Arzt, Patient und seinen Eltern getroffen werden und umzusetzen sind.

Elektronisches Zusatzmaterial Die elektronischen Versionen der Kap. 8 und 9 enthalten Zusatzmaterial, auf das über folgenden Link zugegriffen werden kann: <https://link.springer.com/book/9783662642528>.

Margarete Bolten und Corinne Légeret

Inhaltsverzeichnis

Teil I Stand der Forschung

1 Die Physiologie der Verdauung	3
1.1 Bestandteile des Verdauungssystems.....	3
1.1.1 Mund	3
1.1.2 Speiseröhre.....	4
1.1.3 Magen	5
1.1.4 Dünndarm	5
1.1.5 Dickdarm	5
1.1.6 Anus.....	6
1.2 Physiologische Prozesse des Verdauungssystems.....	6
1.2.1 Stuhl.....	8
1.2.2 Darm-Hirn-Achse	9
1.2.3 Intestinales Mikrobiom	10
1.2.4 Motilität	10
1.2.5 Die normale Defäkation.....	11
1.3 Zusammenfassung	11
Literatur.....	12
2 Psychosoziale Aspekte der Nahrungsaufnahme, Verdauung und Ausscheidung	13
2.1 Die Hirn-Darm-Achse	13
2.2 Psychophysiologie der Verdauung.....	14
2.2.1 Motilität	15
2.2.2 Einfluss des Mikrobioms	17
2.2.3 Intestinale Sensibilität	19
2.2.4 Zusammenfassung	20
2.3 Chronische Stresserfahrungen in der Kindheit und Funktionen des Gastrointestinalen Systems	21
2.3.1 Harlows Äffchen	21
Literatur.....	23
3 Die Sauberkeitsentwicklung im Kindesalter	25
3.1 Physiologische und psychosoziale Voraussetzungen der Darm- und Blasenkontrolle	25
3.2 Entwicklungsverlauf der Blasen- und Darmkontrolle	26
3.3 Umwelt- und Lerneinflüsse auf dem Weg zur erfolgreichen Blasen- Darmkontrolle.....	27

3.3.1	Das Toilettenerweigerungssyndrom – ein häufiges Phänomen im Zusammenhang mit der Sauberkeitserziehung	30
	Literatur	31
4	Klinische Symptomatik und Klassifikation funktioneller gastrointestinaler Störungen im Kindes- und Jugendalter	33
4.1	Die Rom-Leitlinien zur Klassifikation funktioneller Magen-Darm-Störungen	34
4.2	Funktionelle Defäkationsstörungen: Funktionelle Obstipation und Enkopresis	36
4.2.1	Definition nach Rom-IV	36
4.2.2	Definitionen nach ICD-10 und DSM-5	39
4.3	Funktionelle abdominelle Schmerzsyndrome: Funktionelle Dyspepsie und Reizdarmsyndrom	40
4.3.1	Definitionen nach Rom-IV	41
4.3.2	Definitionen nach ICD-10 und DSM-5	45
4.4	Toilettenerweigerungssyndrom und Toilettentherapie	47
4.4.1	Toilettenerweigerungssyndrom	47
4.4.2	Toilettentherapie	48
	Literatur	49
5	Pathogenese funktioneller gastrointestinaler Störungen.	51
5.1	Funktionelle Defäkationsstörungen	51
5.1.1	Somatische Faktoren	51
5.1.2	Psychosoziale Faktoren	54
5.1.3	Zusammenfassung	58
5.2	Funktionelle abdominelle Schmerzsyndrome	59
5.2.1	Geschlecht	60
5.2.2	Darm-Hirn-Achse	60
5.2.3	Die Rolle der Ernährung	61
5.2.4	Infektionen	63
5.2.5	Viszerale Hypersensitivität	64
5.2.6	Genetische Faktoren	65
5.2.7	Störung des intestinalen Mikrobioms	66
5.2.8	Serotoninmetabolismus	68
5.2.9	Körperliche Aktivität	68
5.2.10	Psychosoziale Faktoren	69
5.3	Spezifische Ursachen für die funktionelle Dyspepsie	76
5.4	Zusammenfassung	78
	Literatur	80

Teil II Praxisteil

6	Diagnostik und Differenzialdiagnostik bei funktionellen Darmstörungen	87
6.1	Somatische Diagnostik	87
6.1.1	Somatische Diagnostik bei funktionellen Defäkationsstörungen	88

6.1.2	Somatische Diagnostik und Differenzialdiagnosen bei funktionellen abdominellen Schmerzsyndromen	97
6.2	Psychologische Diagnostik	114
6.2.1	Psychologische Anamnese	115
6.2.2	Ergänzende psychologische Diagnostik: Interviewverfahren, Checklisten und Fragebögen	119
6.2.3	Spezifische Diagnostik bei funktionellen Defäkationsstörungen	121
6.2.4	Spezifische Diagnostik bei funktionellen abdominellen Schmerzsyndromen	122
	Literatur	123
7	Therapieansätze bei funktionellen gastrointestinalen Störungen	127
7.1	Therapie bei funktionellen Defäkationsstörungen	128
7.1.1	Ziele der Therapie funktioneller Defäkationsstörungen (FDS)	128
7.1.2	Ablauf der Behandlung	130
7.1.3	Begleitende Interventionen	145
7.1.4	Behandlungsoptionen bei schwierigen Verläufen	150
7.1.5	Behandlung möglicher Komplikationen der funktionellen Obstipation	151
7.1.6	Psychotherapeutische Behandlung komorbider Störungen	152
7.1.7	Rückfallprophylaxe	152
7.2	Therapie bei funktionellen abdominellen Schmerzsyndromen	152
7.2.1	Ziele der Therapie funktioneller abdomineller Schmerzsyndrome	153
7.2.2	Therapieindikation	153
7.2.3	Behandler-Patient-Beziehung und Gesprächsführung	153
7.2.4	Probleme in der interdisziplinären Behandlung	154
7.2.5	Kinderärztliche Behandlungsmodule beim Reizdarmsyndrom (RDS)	154
7.2.6	Psychotherapeutische Behandlungsmodule bei funktionellen abdominellen Schmerzsyndromen	161
7.2.7	Veränderung von symptomauslösenden Belastungsfaktoren	168
7.2.8	Abbau von aufrechterhaltendem Elternverhalten und Schonverhalten des Kindes	169
7.2.9	Schulische und soziale Integration	172
7.2.10	Behandlung komorbider psychischer Störungen	172
7.2.11	Rückfallprophylaxe	173

7.3	Umgang mit dem Verdacht auf Kindeswohlgefährdung oder Münchhausen-by-Proxy.	173
7.3.1	Kennzeichen des Münchhausen-by- Proxy-Syndroms	174
7.3.2	Inanspruchnahme von Beratung und Meldung einer Kindeswohlgefährdung.	176
	Literatur.	176

Teil III Praxismaterialien

8	Materialien zur Diagnostik bei funktionellen Magen-Darm-Störungen	183
	Literatur.	191
9	Materialien zur interdisziplinären Behandlung bei funktionellen Magen-Darm-Störungen.	193
9.1	Materialien zur interdisziplinären Behandlung bei funktionellen Defäkationsstörungen	193
9.2	Stopfende und abführende Lebensmittel	200
9.3	Materialien zur interdisziplinären Behandlung bei funktionellen abdominellen Schmerzsyndromen.	201
	Literatur.	228
	Stichwortverzeichnis.	229

Teil I

Stand der Forschung



Inhaltsverzeichnis

1.1 Bestandteile des Verdauungssystems	3
1.1.1 Mund	3
1.1.2 Speiseröhre	4
1.1.3 Magen	5
1.1.4 Dünndarm	5
1.1.5 Dickdarm	5
1.1.6 Anus	6
1.2 Physiologische Prozesse des Verdauungssystems	6
1.2.1 Stuhl	8
1.2.2 Darm-Hirn-Achse	9
1.2.3 Intestinales Mikrobiom	10
1.2.4 Motilität	10
1.2.5 Die normale Defäkation	11
1.3 Zusammenfassung	11
Literatur	12

1.1 Bestandteile des Verdauungssystems

Das gastrointestinale System des Kindes erstreckt sich vom Mund bis zum Anus und kann in folgende anatomische Einheiten unterteilt werden (Abb. 1.1):

1.1.1 Mund

Im Mund erfolgt die mechanische Zerkleinerung der Nahrung. Mit Speichel vermischt, entsteht ein schluckfähiger Brei. Die Speichelproduktion ist

ein Reflex, der durch Geruch, Geschmack und Aussehen der Nahrung ausgelöst wird. Zudem werden die Speicheldrüsen durch Kaubewegungen und die mechanische Reizung der Mundschleimhaut zur zusätzlichen Produktion von Speichelflüssigkeit angeregt.

Eine Hauptfunktion des Speichels ist das Befeuhen der Mundhöhle, sodass das Sprechen und Schlucken erst ermöglicht werden. Aus diesem Grund besteht Speichel zu 99 % aus Wasser, enthält aber auch Stoffe mit antibakterieller Wirkung (Immunglobulin A, Laktoferrin, Lysozym), um eventuelle Pathogene direkt abtöten zu können. Zusätzlich sind im Speichel Enzyme

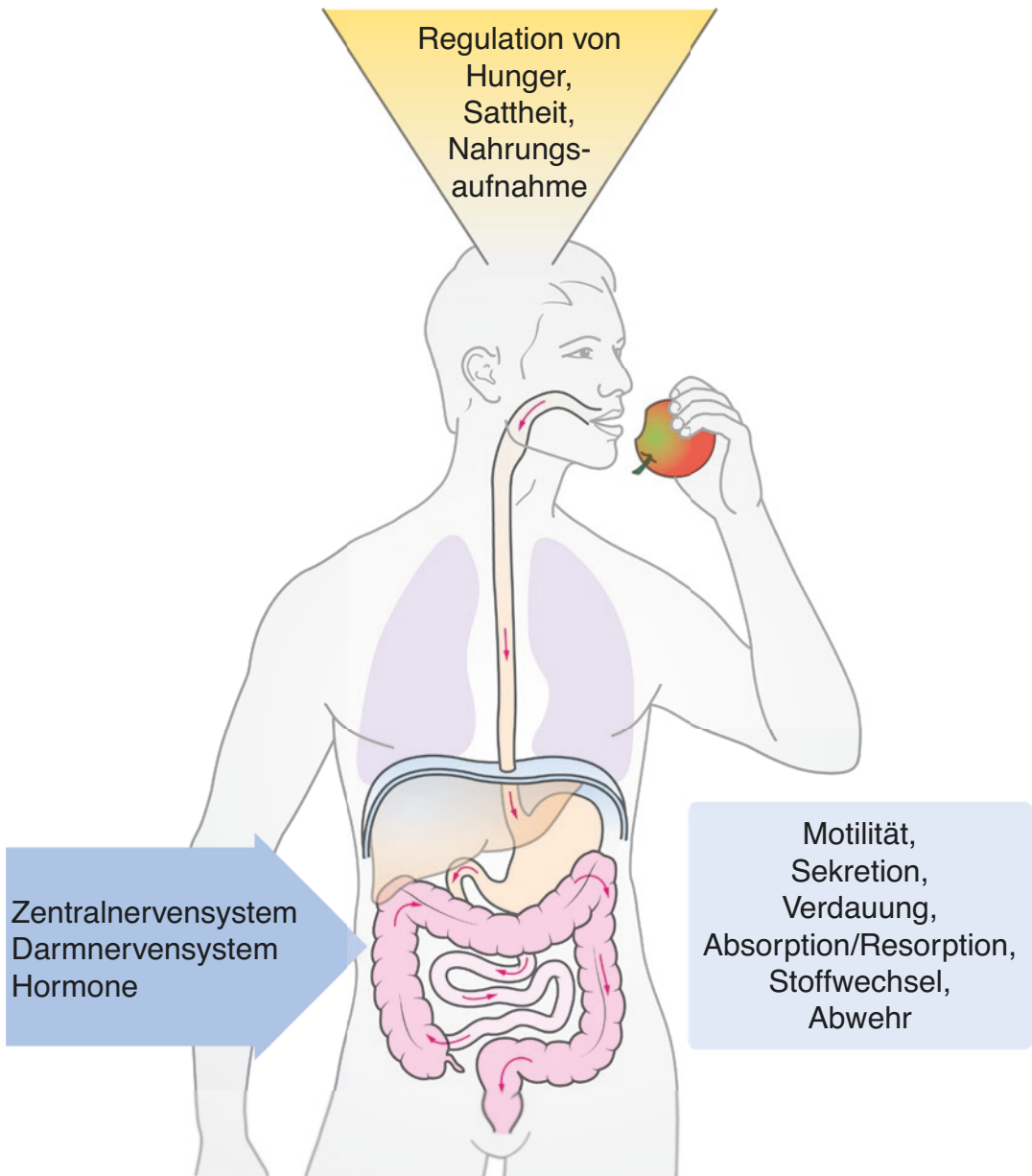


Abb. 1.1 Übersicht über die Anatomie des Magen-Darm-Trakts

(Amylase) vorhanden, die bereits beim Kauen beginnen, Kohlenhydrate zu verdauen. Eine normale Speichelproduktion ist auch für die Gesundheit der Zähne wichtig, denn der Speichelfluss reinigt die Zahnzwischenräume und kann somit Karies verhindern. Entsprechend leiden Menschen mit einer geringen Speichelproduktion häufiger an Karies.

1.1.2 Speiseröhre

Die Erhebungen auf der Zunge, die Papillen, helfen bei der Bewegung des Essens zwischen den Zahnreihen und befördern den Speisebrei „häppchenweise“ in Richtung Speiseröhre (Ösophagus). Gaumensegel und Kehlkopfdeckel dienen hier als „Wächter“: Sie sorgen dafür, dass das Essen nicht

in den Nasen-Rachen-Raum oder in die Luftröhre gelangt, sondern den richtigen Weg in die Speiseröhre findet. Der Prozess des Schluckens ist ein Mechanismus, der nicht bewusst überlistet werden sollte, beispielsweise durch Hinunterkippen eines Getränks ohne Schluckbewegung. Hierbei droht Erstickungsgefahr, da Essensbestandteile oder Flüssigkeit in die Luftröhre gelangen können.

Der wellenförmige Transport der Nahrung von der Speiseröhre in den Magen ist ebenfalls ein Reflex. Kommt der Brei unten an, öffnet sich das „Tor“ zum Magen. Dabei handelt es sich um glatte Muskulatur, die sich zwischen Speiseröhre und dem Mageneingang befindet und ringförmig angeordnet ist. Nachdem die Nahrung vollständig den Magen erreicht hat, verschließt dieser Muskel den Mageneingang wieder, damit die Magensäure die empfindliche Oberfläche der Speiseröhre nicht reizen kann.

1.1.3 Magen

Im Magen wird das Nahrungsgemisch durch peristaltische Bewegungen mit dem Magensaft vermischt. Der Magensaft wird von den Drüsen der Magenschleimhaut (Magenmukosa) gebildet. Jede Drüse enthält unterschiedliche Zelltypen, wobei jeder dieser Zelltypen verschiedene Aufgaben hat. Die Hauptzellen bilden Pepsinogen, eine Vorstufe des eiweißspaltenden Enzyms Pepsin, was benötigt wird, um Proteine aus der Nahrung zu verdauen. Die Nebenzellen stellen Muzin her, einen Schleim, der den Magen davor schützt, sich selbst zu verdauen. Zudem sind die Nebenzellen an der Zerlegung von Fetten beteiligt. Die Belegzellen erzeugen die Salzsäure, die den pH-Wert des Magensafts zwischen 2 und 4 stabilisiert. Dies hält unter anderem potenziell krankmachende Keime in Schach. Die Belegzellen haben auch eine wichtige Funktion bei der Aufnahme von Vitamin B₁₂. Die Magensaftbildung wird vom Hormon Gastrin gesteuert.

Der Speisebrei bleibt je nach Fettgehalt eine bis sechs Stunden im Magen. Ist die Nahrung ausreichend zersetzt, schnürt sich der Magen ringförmig zusammen und schiebt die Nahrung mit Wellenbewegungen (= Peristaltik) zum Pfört-

ner am unteren Magenende. Dieser lässt immer nur so viel an Essen durch, wie der Dünndarm verdauen kann.

1.1.4 Dünndarm

Der Dünndarm (bestehend aus Zwölffingerdarm, Leerdarm und Krummdarm) ist beim Neugeborenen 2,5 Meter und bei Erwachsenen bis zu 5 Meter lang. Im Dünndarm wird der Nahrungsbrei zuerst verdaut, und anschließend werden die Nährstoffe aufgenommen. Um den Kontakt zwischen der Nahrung und dem Dünndarm zu maximieren, befinden sich auf der gesamten Länge Dünndarmzotten (fingerförmige Fortsätze), welche in das Darmlumen reichen, um die Oberfläche zusätzlich zu vergrößern. Die Darmwand wird von einem feinen Netz aus Blutgefäßen durchzogen, über das alle durch die Zotten aufgenommenen Nährstoffe in die Blutbahn gelangen.

Kommt die Nahrung in den Dünndarm, treten auch das Pankreas (Bauchspeicheldrüse) und die Leber in Aktion. Die Bauchspeicheldrüse setzt Enzyme und alkalische Säfte frei, ein Erwachsener produziert hiervon ganze zwei Liter pro Tag. Die Leberzellen produzieren Galle, welche bei Bedarf in den Dünndarm abgegeben wird, überschüssige Galle wird in der Gallenblase gespeichert. Fettiges Essen regt die Gallenblase zu Kontraktionen an, wodurch die Galle in den Dünndarm ausgeschieden wird und beim Verdauungsprozess hilft.

1.1.5 Dickdarm

Der Dickdarm nimmt sich nun der Zersetzung von schwer verdaulichen Nahrungsresten an. Solche Pflanzenstoffe – z. B. Zellulose – werden von Bakterien zersetzt. Die Gesamtheit aller im Dickdarm beheimateten Mikroorganismen wird als Darm- oder Bakterienflora bezeichnet. Die ernährungsabhängige Bakterienflora wirkt außerdem bei der Synthese der Vitamine Biotin, Folsäure, Vitamin K und Niacin mit.

Die Darmwand des Dickdarms absorbiert Nahrungsreste und Wasser. Auf diese Weise erfolgt die Eindickung des Stuhls. Zudem wird dem Kot

Schleim beigemischt, damit er eine gewisse Gleitfähigkeit erreicht. Für die Schleimproduktion sind die sogenannten Becherzellen verantwortlich.

Die Oberfläche des Dickdarms ist nicht wie jene des Dünndarms durch Darmzotten vergrößert, da die Hauptfunktion des Dickdarms nicht die Nahrungsverdauung ist, sondern das Entziehen des Wassers aus dem Speisebrei, sodass ein geformter Stuhl entsteht.

1.1.6 Anus

Der After, auch Anus genannt, bildet einen gasdichten Verschluss des Enddarms. Ab einem Entwicklungsalter von 2 Jahren sind Kinder in der Lage, diese Muskulatur um den After bewusst durch das Gehirn zu steuern. Zusätzlich dichten polsterartige Venenknäuel den After ab. Dahinter liegt der 3–4 cm lange Analkanal, welcher von *M. puborectalis* und *M. sphincter ani externus* umgeben ist und durch deren Anspannung verlängert werden kann. Der Analkanal geht in das Rektum über, welches 12–15 cm lang ist. Der Beckenboden (*Diaphragma pelvis*) besteht aus einem Zusammenspiel von verschiedenen Muskeln (*M. levator ani*, *M. coccygeus*, *M. pubococcygeus*, *M. puborectalis*, *M. iliococcygeus*, *M. sphincter ani externus*) und sichert somit die Lage der Beckenorgane und unterstützt den Verschluss von Anus und Urethra.

1.2 Physiologische Prozesse des Verdauungssystems

Das gastrointestinale System ist für die Aufnahme von Nahrung, deren Aufspaltung in die einzelnen Nährstoffe, die Aufnahme dieser Nährstoffe in den Blutkreislauf und die Ausscheidung nicht verdaulicher Nahrungsbestandteile aus dem Körper verantwortlich. Dieser Prozess entspricht der Summe aller mechanischen und chemischen Prozesse, die notwendig sind, um die aufgenommene Nahrung in ihre Bausteine zu zerlegen, damit sie vom Körper aufgenommen werden können, um daraus Energie für das Überleben zu gewinnen. Diese Energie bezieht der Körper aus drei verschiedenen Makromolekülen: den Proteinen, den Kohlenhydraten und den Fetten.

Die Makromoleküle der Nahrung

Proteine

Die Grundbausteine der Proteine sind Aminosäuren, welche sich zu größeren Formationen (Peptiden) zusammenschließen. Die Zerlegung von Proteinen in die einzelnen Aminosäuren findet im Dünndarm statt. Hauptnahrungsquellen für Proteine sind Fleisch, Hülsenfrüchte, Eier, Nüsse und Vollkornprodukte.

Kohlenhydrate

Einfachzucker (Monosaccharide) sind die Bausteine aller Kohlenhydrate, können sich aber zu Disacchariden (Zweifachzucker), Oligosacchariden (Mehrfachzucker) oder Polysacchariden (Vielfachzucker) zusammenschließen. Zwei-, Mehr-, und Vielfachzucker müssen im Körper in Einfachzucker aufgespalten werden, welcher vom Dünndarm direkt aufgenommen werden kann.

Fette

Fett hat die höchste Energiedichte der drei Hauptnährstoffe und ist deswegen ein wichtiger Energielieferant. Fett ist zudem ein wichtiger Aroma- und Geschmacksträger. Außerdem binden Fette die Vitamine A, D, E und K. Sie kommen in Öl, Nüssen und in vielen Fertigprodukten vor.

Auf der Reise vom Mund bis zum Anus trifft die Nahrung auf verschiedene Sekrete, welche bei der Verdauung der Nahrung eine wichtige Rolle spielen. So ist im Speichel das Enzym Amylase enthalten, wodurch Kohlenhydrate vorverdaut werden. Der Magensaft enthält Salzsäure, welche Enzymvorstufen (Pepsinogene) aktiviert, die wiederum für die Aufspaltung der Proteine relevant ist. Die Leberzellen produzieren Galle, welche temporär in der Gallenblase gespeichert und in den Dünndarm ausgeschieden wird. Die Verdauungsfunktion der Galle besteht darin, die Fette im Dünndarm zu emulgieren, damit sie später durch den von der Bauchspeicheldrüse produzierten Saft abgebaut und vom Dünndarm aufgenommen werden können. Im Dünndarm wiederum findet hauptsächlich die Verdauung statt. Verdauung be-

deutet, dass die eingenommene und im Mund mechanisch zerkleinerte Nahrung im Dünndarm enzymatisch in ihre Grundbausteine gespalten wird, damit der Dünndarm diese aufnehmen und via Blutbahn im Körper verteilen kann. Der im Dünndarm verbleibende, unverdauliche Nahrungsbrei wird anschließend weiter in den Dickdarm trans-

portiert. Hier befinden sich deutlich mehr Bakterien als im Dünndarm. Diese Mikroorganismen vergären Nahrungsreste, welche noch nicht verdaut wurden, und sorgen dafür, dass der Stuhl seine Farbe und den Geruch erhält.

Die einzelnen Funktionen der Verdauungsorgane sind im Überblick in Tab. 1.1 dargestellt.

Tab. 1.1 Übersicht Funktion der Verdauungsorgane

Organ	Aufbau	Aufgaben	Gebildete Sekrete
Mund	Mit Schleimhaut ausgekleidet, 3 Paar Mundspeicheldrüsen, Zähne.	Mechanische Zerkleinerung der Zähne und Zunge. Nahrung wird gleitfähig gemacht. Beginn der Kohlenhydratverdauung.	Speichel (Immunglobulin A, Laktoferrin, Lysozym).
Speiseröhre (Ösophagus)	Beim Erwachsenen ca. 25–28 cm langer muskulärer Schlauch, mit Schleimhaut ausgekleidet.	Aktiver Transport des Nahrungsbreis durch wellenförmige Bewegung der Muskeln (Peristaltik) vom Rachen in den Magen	Schleim wird abgegeben, um die Speiseröhre zu befeuchten und sauber zu halten.
Magen	Sackförmige Ausbuchtung zwischen Ösophagus und Dünndarm. Ein- und Ausgang bestehen aus einem ringförmigen Muskel. Der Magen ist dehnfähig und von einer drüsenreichen Schleimhaut überzogen.	Durchmischen des Nahrungsbreis. Beginn der Proteinverdauung. Weitertransport des Nahrungsbreis.	Magensaft enthält Salzsäure (Abtöten von Erregern) und Enzyme (Beginn Proteinverdauung).
Leber, Gallenblase	Im Erwachsenenalter 1,4–1,8 kg schweres Organ im rechten Oberbauch, der Magen ist die größte Verdauungsdrüse. Der Leber anliegend befindet sich die Gallenblase, der Speicherort für die Galle.	Bildet den Gallensaft. Abbau/Entgiftung von Hormonen, Medikamente, Alkohol, Abbau von Blutzellen. Bildung von Eiweißen (Albumin, Gerinnungsfaktoren etc.). Speichert Vitamine (A, D, E, K, B ₁₂), Eisen, Fett und Glukose.	Galle wird in den Dünndarm abgegeben, stellt sicher, dass Fette emulgiert und aufgenommen werden. Zudem werden über die Galle Giftstoffe aus dem Körper entsorgt.
Dünndarm, Bauchspeicheldrüse (Pankreas)	Ausgewachsen ist der Dünndarm ein 4–5 Meter langer Muskelschlauch, welcher mikroskopisch zahlreiche Dünndarmzotten enthält. Das Pankreas liegt im linken Oberbauch und stößt das gebildete Sekret in den Dünndarm aus.	Im Dünndarm findet die eigentliche Verdauung statt: Kohlenhydrate werden zu Einfachzucker abgebaut. Eiweiß wird zu Aminosäuren gespalten. Fette werden zu Fettsäuren abgebaut. Obenstehende Nahrungsbausteine werden über die Dünndarmzotten aufgenommen.	Pankreassaft enthält Enzyme, welche Kohlenhydrate, Eiweiße und Fette spalten.
Dickdarm (Kolon)	Rund 90 cm lang, hat einen größeren Durchmesser als der Dünndarm und endet beim After.	Entzieht dem Nahrungsbrei das Wasser, Salze und Vitamine. Unverdaute Nahrungsreste werden durch Bakterien im Dickdarm vergärt.	Schleim wird gebildet, als Säuberungsmechanismus des Dickdarms.

1.2.1 Stuhl

Unverdauliche Nahrungsreste, Wasser, abgestoßene Schleimhautzellen, Galle, Sekrete des Verdauungstraktes und Darmbakterien werden als Stuhl aus dem Körper ausgeschieden.

Der Stuhlgeruch wird durch die Aktivität der Darmbakterien verursacht und hängt deswegen von der Geschwindigkeit der Magen-Darm-Passage ab: Je länger der Stuhl jedoch im Darm verbleibt, desto mehr Essensreste werden durch Darmbakterien verstoffwechselt und desto intensiver fällt der Geruch aus. Zudem zeigen Forschungsergebnisse, dass bestimmte Krankheitserreger einen ganz spezifischen Geruch hervorrufen können. So zeigte eine Studie von Johansen et al. [1], dass eine Infektion mit dem Bakterium *Clostridium difficile* den Stuhlgeruch so veränderte, dass das Pflegepersonal mit einer Sensitivität von 84 % und einer Spezifität von 77 % die Infektion anhand des Geruches diagnostizieren konnte. Auch chronisch entzündliche Darmerkrankungen wie Morbus Crohn und Colitis ulcerosa oder eine virale Infektion mit dem Rotavirus verursachen einen strengen Geruch [2]. Somit kann die Geruchsveränderung des Stuhls ein diagnostischer Hinweis auf eine Malabsorption von Kohlenhydraten (Laktose- oder Fruktoseintoleranz) sein.

Gestillte Neugeborene haben in der Regel einen leicht breiigen oder eher glatten Stuhl. Eine grobe Regel, die in der Praxis häufig angewendet wird, besagt, dass bei gestillten Neugeborenen eine Stuhlfrequenz von 10-mal täglich bis zu einmal alle 10 Tage normal ist. Bei Kindern, die mit Formula-Milch ernährt werden, ist die Varianz etwas kleiner. Im Alter von 3–5 Monaten, wenn Beikost eingeführt wird, beginnt sich der Stuhlgang zu ändern. Derjenige von flaschengefütterten Kindern wird eher dünner, während der Stuhl von gestillten Säuglingen in der Regel fester wird.

Die Definition von „normalem Stuhl“ ist also sehr schwierig, kann er doch in Farbe, Konsistenz und Geruch stark variieren. Eine englische Forschergruppe führte zur Erarbeitung von Darmgewohnheiten der Normalbevölkerung eine große Umfrage durch. Es zeigte sich, dass nur 40 % der Männer und 33 % der Frauen regelmä-

ßig einmal täglich Stuhl absetzen können [3]. Diese interindividuellen Unterschiede bezüglich der Stuhlfrequenz lassen sich unter anderem auch auf die Magen-Darm-Motilität zurückführen. Hierfür wurden gesunde Probanden szintigraphisch (mithilfe radioaktiv markierter Nahrung) untersucht [4]. Die Forscher konnten eine Transitzeiten durch den Dünndarm zwischen 72 und 392 Minuten messen. Es bestehen also für die Dünndarmtransitzeit Passagezeiten, welche sich bis zur 5-fachen Dauer unterscheiden.

Stuhlfarbe

Die Variabilität von Stühlen ist enorm groß. Die Stuhlfarbe wird durch die Abbauprodukte des Hämoglobins bestimmt und kann von hellgelb über grünlich bis dunkelbraun variieren. Die folgenden Faktoren haben dabei einen Einfluss:

- aufgenommene Nahrungsmittel
- Zusammensetzung der Magen-Darm-Flora
- Transitzeit
- Alter des Kindes
- mögliche Infektionen

Nur wenige Stuhlfarben sind medizinisch alarmierend und weisen auf eine Erkrankung hin:

Schwarzer Stuhl kann auf eine Blutung aus dem oberen Magen-Darm-Trakt hinweisen. Jedoch kann auch eine Einnahme von Eisenpräparaten diese Stuhlfarbe hervorgerufen.

Weißer/hellgrauer Stuhl weist auf eine Gallengangobstruktion (bzw. im Neugeborenenalter auf eine mögliche angeborene Gallengangatresie) hin.

Roter Stuhl kann auf eine Blutung im Dickdarm hinweisen, aber auch durch Lebensmittel (z. B. Rote Bete) verursacht werden.

Die Stuhlfrequenz, also wie häufig ein Kind Stuhl absetzt, hängt von vielen verschiedenen

Faktoren ab. So ist zum Beispiel ein wichtiger Einflussfaktor die Nahrungszusammensetzung, insbesondere die Menge an Nahrungsfasern. Nahrungsfasern oder Ballaststoffe sind Nahrungsbestandteile, die nicht durch die körpereigenen Enzyme des menschlichen Magen-Darm-Traktes abgebaut werden können. Sie sind nur in pflanzlichen Nahrungsmitteln (Linsen, Bohnen, Leinsamen, Weizenkleie etc.) enthalten, begünstigen das Wachstum von Darmbakterien und quellen mit Wasser auf, was den Stuhl natürlicherweise weicher gestaltet.

Ein eher weicher Stuhl kann vom Darm leichter weitertransportiert werden, sprich schneller ausgeschieden werden. Die Zusammensetzung der Magen-Darm-Flora, welche desgleichen von den aufgenommenen Nahrungsmitteln abhängt, spielt ebenfalls eine Rolle bezüglich der Färbung und der Stuhlkonsistenz.

Ein weiterer Faktor ist die zugrunde liegende Magen-Darm-Anatomie eines Kindes: Hat das Kind eine normale Anatomie oder wurden Voreroperationen durchgeführt, evtl. mussten sogar Darmanteile entfernt werden, sodass der Darm viel kürzer ist, oder das Kind hat einen künstlichen Darmausgang (Stoma). Diese Faktoren können zu einem eher weichen/flüssigen und hell gefärbten Stuhl führen.

Die Darmmotilität, oder -peristaltik, also die Geschwindigkeit, mit der sich die Magen-Darm-Muskulatur zusammenzieht und somit den Inhalt propulsiv weitertransportiert, ist von Mensch zu Mensch unterschiedlich und kann nicht aktiv beeinflusst werden. Was jedoch durchaus beeinflussbar ist, ist der Rhythmus der Darmentleerung, denn der Magen-Darm-Trakt besteht aus vielen Muskeln, und alle Muskeln sind trainierbar. So gibt es viele Menschen, die täglich um dieselbe Uhrzeit Stuhl absetzen, weil sich da ein fester Rhythmus etabliert hat. Andere haben einen unregelmäßigen Tagesablauf, z. B. durch Schichtarbeit bedingt, oder sie nehmen sich die Zeit nicht, um die Toilette aufzusuchen, wenn sie den Drang verspüren. Solche Unregelmäßigkeiten in der Toilettenroutine wiederum können zu unregelmäßigem Stuhlgang und damit einhergehend zu eher härterem Stuhl führen. Somit hängt die Stuhlfrequenz, -beschaffenheit, und -farbe

von vielen Faktoren ab. Es gibt eine enorm große Varianz an Stühlen, was einen interpersonellen Vergleich erschwert.

Fallbeispiel

Die Mutter von Anna (18 Monate) macht sich Sorgen bezüglich des Stuhlgangs ihrer Tochter. Sowohl die Frequenz als auch die Konsistenz des Stuhls habe sich verändert. Die Mutter habe schon „Essensstückchen“ im Stuhl gefunden und habe nun Angst, dass der „Darm nicht richtig funktioniere“.

Bei der körperlichen Untersuchung zeigt sich ein aktives, rosiges Mädchen mit unauffälligen Hautverhältnissen. Im Bauch lassen sich keine Stuhlwalzen oder sonstige Resistenzen palpieren. Der Anus ist unauffällig. Anhand der Perzentilkurven wurde aufgezeigt, dass Anna bisher eine sehr gute Gewichts- und Längenzunahme aufwies. Ihr Darm ist also in der Lage, die benötigte Energie für eine gesunde Entwicklung zur Verfügung zu stellen. Da Kinder bis ins Alter von ca. 3 Jahren oftmals das Essen nicht genügend gut kauen und die Motilität des Magen-Darm-Traktes höher ist, befinden sich teilweise halbverdaute Nahrungsstücke im Stuhl. Aufgrund des guten Gedeihens und der Abwesenheit von farblichen Warnzeichen des Stuhls (► Kasten s. oben) besteht kein Anhaltspunkt für ein pathologisches Geschehen. ◀

1.2.2 Darm-Hirn-Achse

Seit Langem kennen Menschen das Zusammenspiel zwischen Magen-Darm-Trakt und dem zentralen Nervensystem (ZNS). Die Wechselwirkungen zwischen körperlichen Prozessen und mentalem Zustand spiegeln sich in entsprechenden Sprichworten wie „Schmetterlinge im Bauch haben“ oder „Etwas hat mir auf den Magen geschlagen“ wider. Mittlerweile wissen wir, dass es enge Verbindungen zwischen dem Gastrointestinaltrakt (GIT) und dem Gehirn in Form von viszeralen afferenten (Nervenstränge, die Informationen von den inneren Organen weiterleiten)

Bahnen gibt [1]. Beim enterischen Nervensystem (ENS) handelt es sich um ein komplexes Geflecht von Nervenzellen, das fast den ganzen Magen-Darm-Trakt durchzieht und den Magen-Darm-Trakt innerviert. Das ENS regt den GIT zur Motilität an, steuert die Sekretion der Magen-Darm-Sekrete und kann vom Menschen nicht willentlich reguliert oder gesteuert werden. Auf den Aufbau der Darm-Hirn-Achse und der Zusammenhang zwischen psychischem Befinden und ENS wird in Kap. 2 ausführlich eingegangen, weshalb an dieser Stelle auf dieses Kapitel verwiesen wird.

1.2.3 Intestinales Mikrobiom

Der menschliche Darm beherbergt ein komplexes mikrobielles Ökosystem mit Bakterien, Pilzen und Viren, die in einer symbiotischen Beziehung mit ihrem Wirt unter homöostatischen Bedingungen existieren. Die mikrobiellen Bewohner werden als Darmmikrobiom bezeichnet und können als ein „dynamisches Organ“ angesehen werden, welches eine Vielzahl von biochemischen Transformationen vermittelt, die sich direkt auf die Physiologie des Wirts bei Gesundheit und Krankheit auswirken. Eine Störung dieses Gleichgewichts kann jedoch zu einer Veränderung der Wirtsphysiologie führen, was zu Krankheitszuständen wie funktionellen gastrointestinalen Störungen (FGIS) führen kann.

Die Zusammensetzung und Diversität des Darmmikrobioms hängen von der Genetik, Alter, Lebensgewohnheiten, Geschlecht sowie Umweltfaktoren einschließlich der Ernährung ab und sind komplett individuell. In einer Studie mit Mutter-Kind-Paaren wurde die Entwicklung des Säuglingsmikrobioms von der Geburt bis 4 Monate post partum untersucht (Keller et al. 2007). Es zeigte sich, dass das Mikrobiom des Neugeborenen vaginale, dermale, orale und fäkale Bakterienstämme der Mutter enthielt. Die Übertragung über die Haut und die Vagina schien vorübergehend zu sein, wobei das Darmmikrobiom des

Säuglings bis 4 Monate nach der Geburt die größte Ähnlichkeit mit dem mütterlichen Darmmikrobiom aufwies. Es zeigte sich zudem, dass die bakterielle Magen-Darm-Besiedlung bei Säuglingen, die per Kaiserschnitt entbunden wurden, langsamer geschieht und weniger divers ist als bei Säuglingen, die vaginal entbunden wurden. In den darauffolgenden Monaten bis Jahre verändern sich die mikrobiellen Gemeinschaften des Darms als Reaktion auf wichtige Lebensereignisse (z. B. Kontakt mit fester Nahrung, Krankheiten, Antibiotika) mit einer allmählichen Zunahme der Diversität und Konvergenz zu einem „erwachsenen“ Mikrobiom. Dieses bleibt im Laufe der Zeit relativ stabil und erstaunlich widerstandsfähig gegenüber vorübergehenden Störungen. Weitere modifizierende Faktoren sind psychischer Stress (vgl. hierzu auch Kap. 2), körperliche Aktivität, Tabakkonsum, Alkoholkonsum und Antibiotikaexposition [5].

1.2.4 Motilität

Rein schematisch gesehen, ist der Magen-Darm-Trakt ein langes Muskelrohr, welches Nahrungsbrei aktiv durch die gesamte Länge schieben muss, da die Nahrung nicht ohne Hilfe „durchrutscht“. Diese Bewegungsfähigkeit wird auch Motilität genannt. Der Magen-Darm-Trakt besteht fast durchgängig aus verschiedenen Schichten, nämlich von innen nach außen (vgl. Abb. 1.2): Tunica mucosa (= Schleimhaut), Tunica muscularis (= die Muskelschicht, wobei die innere Schicht aus Ringmuskulatur und die äußere aus Längsmuskeln besteht) und Tunica adventitia. Dazwischen liegt noch der Plexus myentericus und submucosus: Das ENS (vgl. Abschn. 1.4) innerviert den Magen-Darm-Trakt und regt diesen somit zur Motilität an. Durch rhythmisches Zusammenziehen der Längs- und Ringmuskeln wird der Essensbrei nicht nur durchmischt, sondern vom Mund bis zum Anus transportiert. Mit welcher Geschwindigkeit dies geschieht, ist von Person zu Person unterschiedlich [6].

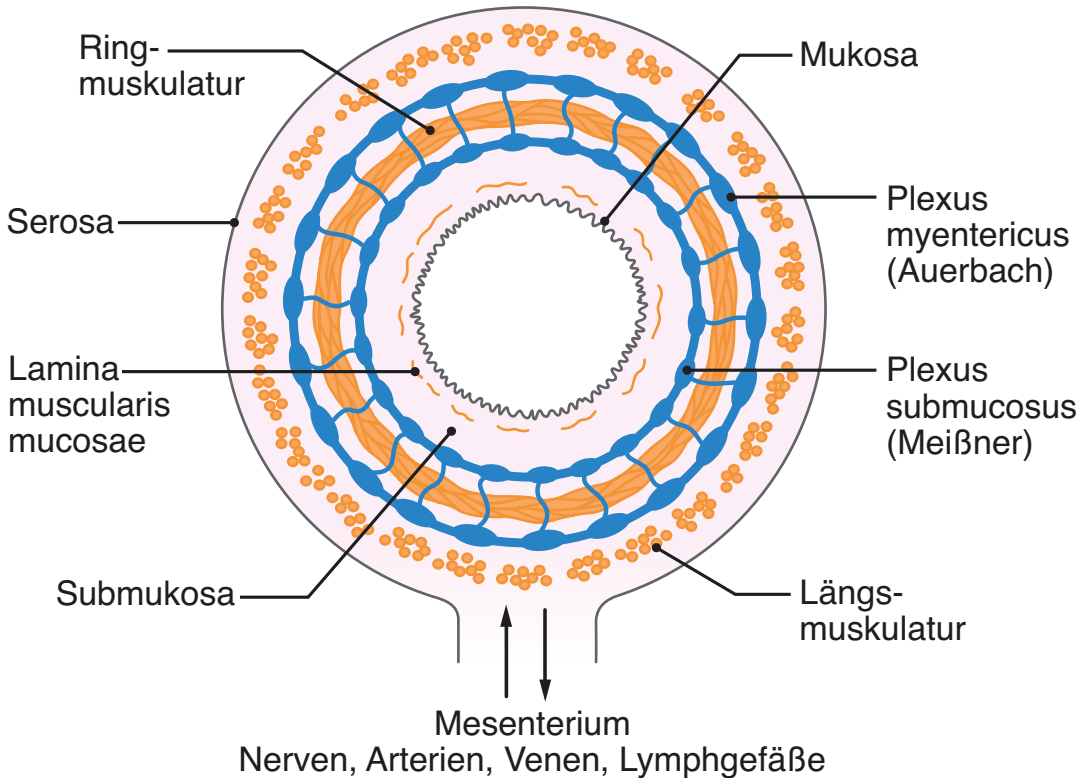


Abb. 1.2 Wandschichten des Dünndarms und Lage des Darmnervensystems

1.2.5 Die normale Defäkation

Die Defäkation ist ein komplexer physiologischer Prozess, bei dem der Stuhl aus dem Rektum über den Anus ausgeschieden wird. Dieser Prozess wird durch den Stuhldrang ausgelöst, der wiederum durch die Dehnung des Rektums verursacht wird. In der Regel sollte das Rektum leer sein. Wird jedoch vom Darm Stuhl vorgeschoben, bewirkt die rektale Füllung eine Dehnung der Darmwand, was via Darm-Hirn-Kommunikation wiederum das Gefühl des Stuhldrangs hervorbringt. Besteht die Möglichkeit, den Stuhl auszuscheiden, entspannt sich der Analsphinkter, der Druck im Bauchraum erhöht sich, und der Stuhl kann abgesetzt werden [7].

1.3 Zusammenfassung

Aus anatomischer Sicht ist der Magen-Darm-Trakt ein mehrere Meter langes Rohr, welches vom Mund bis zum Anus reicht und in verschiedene Abschnitte unterteilt werden kann. Jeder Abschnitt hat eine andere Funktion im Rahmen der Verdauung, sprich der Aufspaltung und Absorption der drei verschiedenen Energielieferanten Fett, Proteine und Kohlenhydrate. Nahrungsreste werden als Stuhl ausgeschieden. Dessen Farbe und Konsistenz hängen von der Geschwindigkeit der Magen-Darm-Passage, den eingenommenen Nahrungsmitteln, dem Alter des Kindes, möglichen Infektionen sowie der Zusammensetzung der Darmbakterien und der Galle ab. Des Weiteren besteht ein enges Zusammenwirken zwischen dem Magen-Darm-Trakt und Gehirn (vgl. Kap. 2).

Literatur

1. Johansen, A., et al., Clostridium difficile associated diarrhoea: how good are nurses at identifying the disease? *Age Ageing*, 2002. 31(6): p. 487–8.
2. Steinbach, S., et al., Smell and taste in inflammatory bowel disease. *PLoS One*, 2013. 8(9): p. e73454.
3. Heaton, K.W., et al., Defecation frequency and timing, and stool form in the general population: a prospective study. *Gut*, 1992. 33(6): p. 818–24.
4. Maurer, A.H., Gastrointestinal Motility, Part 2: Small-Bowel and Colon Transit. *J Nucl Med Technol*, 2016. 44(1): p. 12–8.
5. Shin, A., et al., The Gut Microbiome in Adult and Pediatric Functional Gastrointestinal Disorders. *Clin Gastroenterol Hepatol*, 2019. 17(2): p. 256–274.
6. Rao, M., An increasingly complex view of intestinal motility. *Nat Rev Gastroenterol Hepatol*, 2020. 17(2): p. 72–73.
7. Mayer, E.A. and S.M. Collins, Evolving pathophysiologic models of functional gastrointestinal disorders. *Gastroenterology*, 2002. 122(7): p. 2032–48.

Psychosoziale Aspekte der Nahrungsaufnahme, Verdauung und Ausscheidung

2

Inhaltsverzeichnis

2.1 Die Hirn-Darm-Achse	13
2.2 Psychophysiologie der Verdauung	14
2.2.1 Motilität	15
2.2.2 Einfluss des Mikrobioms	17
2.2.3 Intestinale Sensibilität	19
2.2.4 Zusammenfassung	20
2.3 Chronische Stresserfahrungen in der Kindheit und Funktionen des Gastrointestinalen Systems	21
2.3.1 Harlows Äffchen	21
Literatur	23

2.1 Die Hirn-Darm-Achse

Der Gastrointestinaltrakt (GIT) verfügt über ein eigenes Nervensystem, das Darmnervensystem (DNS), welches mit den übrigen Teilen des Körpers in Verbindung steht und aus ca. 500 Millionen Nervenzellen besteht (vgl. Kap. 1). Es hat als autonom arbeitendes Nervensystem hirnhähnliche Funktionen. Das DNS besteht aus

- afferenten oder sensorischen Neuronen, welche Signale aus dem Darm aufnehmen,
- efferenten oder Motoneuronen, die die Peristaltik beeinflussen, und
- Interneuronen, die zwischen die afferenten Neurone und efferenten Neuronen geschaltet sind.

Diese Neurone befinden sich im Plexus myentericus, also zwischen den Schichten der Ring- und Längsmuskulatur des Darms, und im Plexus submucosus, also zwischen der Ringmuskulatur und der Submukosa des Darms [1, 2] (vgl. Abb. 1.2 im Kap. 1).

Das DNS ist also ein komplettes Nervensystem, das im Darm lokale Vorgänge koordiniert. Es steuert den Ablauf der Motilität (z. B. den Transport von oral nach aboral), Sekretions- und Resorptionsvorgänge, endokrine Prozesse und die lokale Durchblutung. Diese Steuerung erfolgt in den meisten Aspekten autonom, und dennoch sind die Prozesse mit dem Zentralnervensystem (ZNS) und damit mit dem Gehirn eng verbunden. Dabei verläuft 90 % des gesamten Informationsflusses vom GIT zum Gehirn, nur 10 % der Informationen gehen den umgekehrten Weg.