

# DER DARM – EIN WUNDERWERK IN UNSEREM KÖRPER

---

*„Der gesunde Darm ist die Wurzel aller Gesundheit.“*

Hippokrates, griechischer Arzt, 300 v. Chr.

Unser Darm ist ein faszinierendes Organ, das ganz entscheidend unsere körperliche, aber auch psychische Gesundheit beeinflusst. Der Darm erfüllt eine Vielzahl von Aufgaben, die für unseren Körper und unsere Gesundheit von großer Bedeutung sind: Im Verdauungssystem wird die Nahrung abgebaut und über den Darm in den Organismus aufgenommen. Die meisten lebenswichtigen Nährstoffe müssen dem Körper über die Nahrung zugeführt werden, nur in Einzelfällen können diese auch aus bereits im Körper vorhandenen Stoffen – wie beispielsweise aus Fetten – hergestellt werden. Im Darm werden von den Zellen der Darmschleimhaut wichtige Verdauungsenzyme gebildet, die den Abbau der Nährstoffe übernehmen. Zusätzlich bilden die Zellen verschiedene Transporter-Moleküle, die mit verschiedenen Mineralstoffen im Austausch stehen und die Aufnahme der Nahrungsbestandteile in den Körper aktiv durchführen. Um eine möglichst große Aufnahmeoberfläche zu bilden, ist die Darmschleimhaut in unzählige Falten gelegt, die aus Zellen gebildet werden, die an der Oberfläche kleine Borsten zur weiteren Vergrößerung der Aufnahmeoberfläche besitzen.



## VERDAUUNGS-, AUFNAHME-, PRODUKTIONS-, IMMUN- UND AUSSCHIEDUNGSORGAN

Neben der Verdauung und der Nährstoffaufnahme übernimmt der Darm als wichtiges Ausscheidungsorgan die Aufgabe, den Körper von schädlichen Stoffen zu befreien. Zu diesem Zweck erfolgt eine enge Zusammenarbeit mit der Leber, die für den Körper schädliche Stoffe aus dem Blut filtert, um diese über die Galle in den Darminnenraum abzugeben. Erst dieses Zusammenwirken ermöglicht die Ausscheidung von Schadstoffen über den Stuhl.

Zusätzlich werden im Darm essenzielle Botenstoffe gebildet, die für eine gesunde Funktion des Körpers entscheidend sind und die gesamte Verdauungsfunktion regeln.

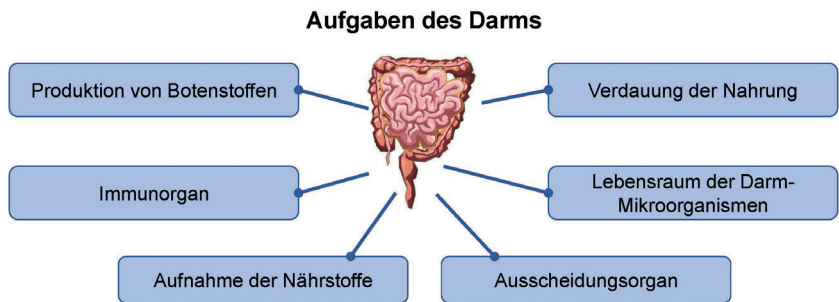
Durch die große Darmoberfläche, die gegen Krankheitserreger geschützt werden muss, ist der Darm außerdem eines der wichtigsten Immunorgane. Rund 80 % der körpereigenen Immunzellen sind im Darm einzeln unter den Darmoberflächenzellen oder in organisierten Immunstrukturen zu finden.

Und was auch nicht vergessen werden darf: Unser Darm ist Heimat der mit Abstand größten Anzahl von Kleinstlebewesen in unserem Körper, den sogenannten Mikroorganismen. Zu diesen Mikroorganismen, die in und an unserem Körper leben, gehören nicht nur die Bakterien, sondern auch Pilze, Viren sowie einzellige Lebewesen, die Protozoen (früher auch Urtierchen genannt) und auch die Archaeen, die früher auch Urbakterien genannt wurden. Sie alle übernehmen eine wichtige Rolle in dieser Gemeinschaft der Mikroorganismen und sind damit wichtige Bestandteile unserer Mikrobiota, wie die Gemeinschaft dieser Mikroorganismen auch genannt wird.

### **Die vielfältigen Aufgaben des Darms:**

- Verdauung und Aufnahme von Nährstoffen
- Produktion von Botenstoffen, welche die Verdauung beeinflussen

- eines der wichtigsten Immunorgane unseres Körpers
- Lebensraum für unsere Darmmitbewohner, die Mikroorganismen, auch Mikrobiota des Darms genannt
- Ausscheidung der Abfallprodukte, die im Rahmen der Verdauung anfallen



**Abb. 1:** Funktionen des Darms schematisch dargestellt

Doch wie kann ein einziges Organ all diese Aufgaben erfüllen? Welche Rolle spielt dabei der Organaufbau und wie wird dadurch die Organfunktion beeinflusst? Nur durch ein besseres Verständnis des gesunden Darms und seiner einzelnen Teile lässt sich erklären, welche Faktoren unseren Darm gesund halten und wie es zu Krankheiten kommen kann.

## AUFBAU UND FUNKTIONEN DES DÜNNDARMS

Der Dünndarm schließt direkt an den Magen an. Er besteht aus drei Hauptabschnitten:

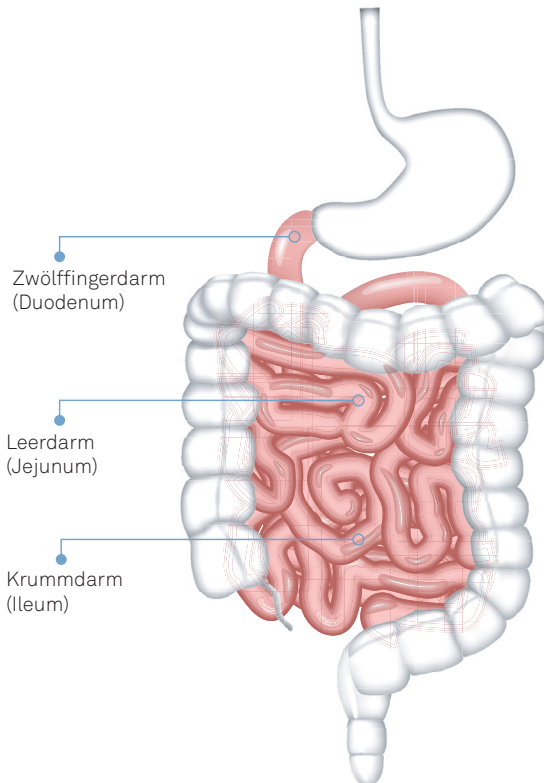
- dem Zwölffingerdarm (Duodenum),
- dem Leerdarm (Jejunum) und
- dem Krummdarm (Ileum).

Die Hauptfunktionen des Dünndarms sind die abschließende Verdauung und die Aufnahme von Nährstoffen. Aus diesem Grund ist für die Organfunktion die große Oberfläche des Dünndarms entscheidend. Da diese große Oberfläche geschützt werden muss und viele verschiedene Bestandteile im Darminnenraum zu finden sind, sind Immunzellen ein wichtiger Bestandteil des Dünndarms. Unser Immunsystem hat im Darm die Aufgabe, gefährliche Substanzen zu erkennen, Krankheitserreger abzuwehren und Nahrungsbestandteile als ungefährlich zu akzeptieren.

### **Die Funktionen der verschiedenen Zellen des Dünndarms:**

- Verdauung und Aufnahme von Nährstoffen
- Produktion von Botenstoffen, welche die Verdauung beeinflussen
- Produktion einer Schleimschicht, welche die Darmoberfläche schützt und für die geregelte Immunantwort wichtig ist
- Produktion von Substanzen, welche die Darmmikroorganismen unter Kontrolle halten
- Aufnahme von „Proben“ aus dem Darminnenraum, um diese den Immunzellen zur Verfügung zu stellen

Der Dünndarm trägt seinen Namen aufgrund seines verglichen mit dem Dickdarm (rund 6 cm) geringeren Durchmessers (rund 2,5 cm). Er ist mit rund sechs Metern der längste Teil des Verdauungstraktes. Sein erster Abschnitt, der Zwölffingerdarm, erhält am Pylorus – dem Übergang zum Magen – in kleinen Portionen den vorverdauten Speisebrei aus dem Magen. Nach Verdauung und Aufnahme der Nahrungsbestandteile im Leerdarm und Krummdarm gelangen die auszuscheidenden Reste über die Bauhin-Klappe (auch Ileozäkalklappe genannt) vom letzten Teil des Krummdarms (dem terminalen Ileum) in den Dickdarm.



**Abb. 2:** Der Dünndarm besteht aus drei Abschnitten.

Im Dünndarm besteht die Oberfläche zum Darminnenraum, dem Darm-lumen, aus einer einzelnen Zellschicht. Wäre es möglich, die gesamte Oberfläche auszubreiten, dann nähme diese eine Gesamtfläche von 200 bis 400 m<sup>2</sup> – also bis zu zwei Tennisfelder! – ein, wobei die exakte Fläche vom Alter und Geschlecht abhängt. Damit diese große Oberfläche in unserem Dünndarm Platz finden kann, ist sie mehrfach gefaltet und bildet außerdem fingerförmige Ausstülpungen – sogenannte Villi – und Einstülpungen, die Krypten genannt werden. Zusätzlich haben die Zellen an ihrer Oberfläche kleine Bürsten, um die Aufnahmeoberfläche weiter zu vergrößern. Die verschiedenen Zelltypen dieser Oberfläche übernehmen unterschiedliche Funktionen des Dünndarms:

Die Dünndarmepithelzellen sind für die letzten Schritte der Verdauung der Nährstoffe und für deren Aufnahme verantwortlich.

Die Becherzellen (auch Gobletzellen genannt) bilden eine Schleimschicht, die sich schützend über die Darmepithelzellen legt. Bildlich kann man sich diese Schleimschicht wie einen Filter vorstellen, der verhindert, dass Krankheitserreger, aber auch die natürlichen Mitbewohner unseres Darms an der Epithelzellschicht anhaften können. Zusätzlich verhindert die Schicht, dass große, unverdaute Bestandteile des Darminhalts mit den Epithelzellen interagieren können. Wenn das passiert, kann eine Immunreaktion in Gang gesetzt werden und können Entzündungen entstehen.

Weiters besteht die Zellschicht aus spezialisierten Zellen, den endokrinen Zellen, die Botenstoffe für den geregelten Ablauf der Körperfunktionen bilden. Zu ihnen zählen die Serotonin-produzierenden Zellen (die sogenannten enterochromaffinen Zellen). Man weiß heute, dass 95 % des gesamten Serotonins des Körpers im Darm gebildet wird. Man kennt Serotonin als „Glückshormon“; umgekehrt spielt sein Mangel eine ganz entscheidende Rolle bei Depressionen. Serotonin wirkt aber auch auf die Muskelzellen im Darm und ist bedeutsam für die geregelten Bewegungen dieses Verdauungsorgans. Dies spielt eine entscheidende Rolle für den Weitertransport der Stoffwechselreste. Andere endokrine Zellen (im Dünndarm sind die D-, S-, L- und K-Zellen zu finden, siehe Tabelle 1, Seite 29) produzieren Botenstoffe, welche die Funktion des gesamten Verdauungstraktes koordinieren, die Darmbewegungen aktivieren oder reduzieren und die Produktion und Freisetzung von

Verdauungssäften regeln. Ohne die Freisetzung dieser Botenstoffe würde die Verdauung der Nahrung nicht funktionieren, die Stoffwechselreste würden nicht weitertransportiert und letztendlich nicht als Stuhl ausgeschieden.

Es gibt aber noch weitere spezialisierte Zellen, die für die Kommunikation mit dem Abwehrsystem und die Kontrolle der Darmmikroorganismen wichtig sind:

Die birnenförmigen sogenannten Tuft-Zellen beispielsweise sind im gesunden Darm nur sehr selten zu finden und wurden erst vor rund zehn Jahren entdeckt und zum ersten Mal beschrieben. Diese Zellen verfügen über büschelförmige Bürsten (Mikrovilli), die als Sensor für Bestandteile im Darminnenraum dienen. Wenn die Zellen gefährliche Bestandteile aufspüren, beispielsweise bei einer Wurminfektion, dann produzieren sie Botenstoffe, die das Immunsystem in Gang setzen und dadurch die Abwehrreaktion einleiten.

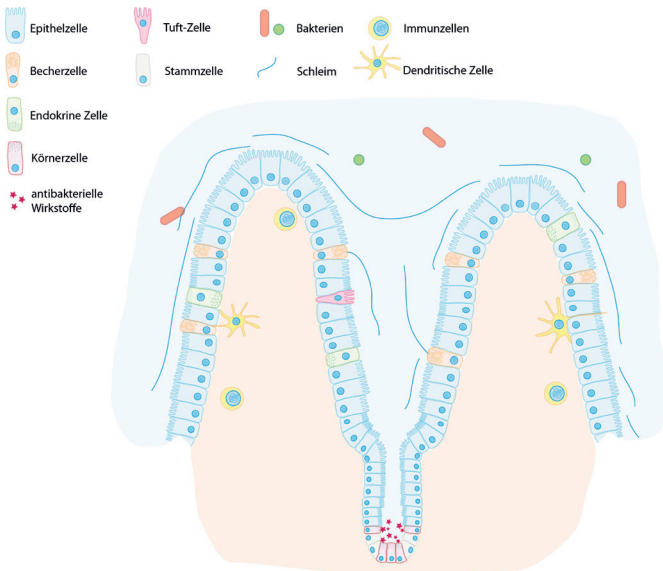


Abb. 3: Schematische Darstellung der Dünndarm-Schleimhautzellen

Am Boden der Dünndarmkrypten wiederum sind die Körnerzellen, die sogenannten Panethzellen, zu finden. Panethzellen produzieren wichtige Substanzen, die die Mikroorganismen im Darmlumen unter Kontrolle halten. Der Grund, warum die Körnerzellen dort zu finden sind und warum hier keine Mikroorganismen erwünscht sind, sind die neben den Panethzellen liegenden Stammzellen, aus denen alle anderen Zellformen gebildet werden. Diese Stammzellen sind für die Darmgesundheit so entscheidend, dass sie mit den Panethzellen über eigene „Bodyguards“ – also Wächterzellen – verfügen, die sie vor Infektionen durch Mikroorganismen schützen. Die durch die Panethzellen freigesetzten antimikrobiellen Bestandteile hemmen die Mikroorganismen nicht nur in der Nähe der Stammzellen, sondern auch im Darmlumen und sind daher besonders wichtig für die individuelle Zusammensetzung unserer Darmmikroorganismen. Wie wichtig dies für die Darmgesundheit ist, lesen Sie im Kapitel „Die Gemeinschaft der Mikroorganismen im Darm“.

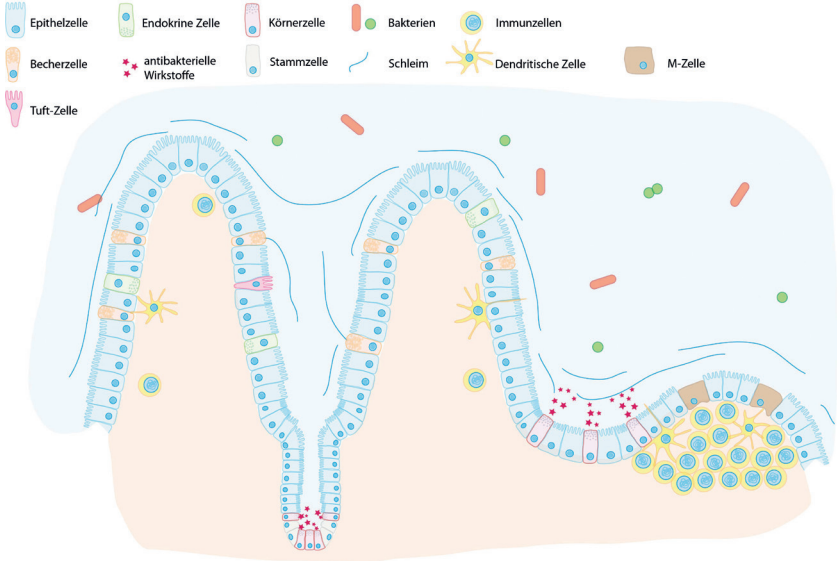


Abb. 4: Schematische Darstellung von M-Zellen innerhalb der Dünndarmschleimhaut mit darunterliegendem Lymphfollikel



Im Krummdarm befinden sich außerdem spezialisierte Epithelzellen, die M-Zellen. Sie lassen die Proben aus dem Darminnenraum zu den darunterliegenden Immunzellen durch. Man kann sich diese Zellen wie eine Station für die Qualitätskontrolle des Darminhaltes vorstellen. Diese Probenentnahme ermöglicht dem Immunsystem, die Bestandteile im Darminnenraum kontinuierlich zu überprüfen. So kann eine Abwehrreaktion in Gang gesetzt werden, sollten für den Körper gefährliche Bestandteile oder Krankheitserreger gefunden werden. Außerdem kommt dieser Probenentnahme eine wichtige Rolle bei der Entwicklung und Funktion des Immunsystems zu.

## AUFBAU UND FUNKTIONEN DES DICKDARMS

Durch langsame, koordinierte, wellenartige Muskelbewegungen werden Verdauungsreste als Stuhl im Darm weitertransportiert. Man nennt diese Bewegung in der Fachsprache auch Darmperistaltik. Durch diese Darmbewegungen gelangen Stoffwechselreste und -abfall in den Mastdarm, wo sie zunächst gesammelt und danach in größerer Menge beim Stuhlgang ausgeschieden werden. Im Dickdarm werden Wasser – bis zu sechs Liter – und Elektrolyte aus den Verdauungsresten in den Körper aufgenommen, wodurch der Stuhl eindickt. Um gleichzeitig die in den Speiseresten enthaltenen Ballaststoffe ausreichend aufquellen zu lassen, ist für den Darm eine ausreichende Flüssigkeitszufuhr entscheidend.

Eine weitere Besonderheit des Dickdarms ist die große Anzahl und Vielfalt an Darmmikroorganismen. Diese bauen unverdauliche Nahrungsbestandteile ab und produzieren für den Körper wichtige Nährstoffe (wie z. B. Vitamin K und kurzkettige Fettsäuren; Details zu den für die Darmgesundheit wichtigen Nährstoffen finden Sie im Kapitel „Der Einfluss der Ernährung auf die Darmgesundheit“).

### **Die Funktionen der verschiedenen Zellen des Dickdarms:**

- Aufnahme von Wasser und Elektrolyten
- Produktion von Botenstoffen, welche die Verdauung beeinflussen
- Produktion einer dicken Schleimschicht, welche die Darmoberfläche schützt und den Darmbakterien auch als Nahrung dient
- Ausscheidung der unverdaulichen Nahrungsreste

Der Dickdarm ist ungefähr 1,5 m lang und hat einen Durchmesser von rund 5–8 cm. Im Bauchraum legt er sich wie ein Rahmen um den Dünndarm. Am Dickdarm sind Kontraktionsfalten oder Wandausbuchtungen zu sehen. Auch der Dickdarm besteht aus verschiedenen Abschnitten: