

Foliensatz 1 – ERNÄHRUNGSPHYSIOLOGIE

GESUNDE ERNÄHRUNG

Mag.^a Gerit Fischer

AKADEMIE FÜR GESUNDHEITSBERUFE WIEN
AUSTRIA | MANAGEMENT | CAREER



ÜBER MICH



Mag.^a Gerit Fischer

- seit 2007 Wildkräuter- und Heilpilzwanderungen
- seit 2008 selbstständige Ernährungswissenschaftlerin (Kursleiterin, Journalistin, Fachlektorin)
- seit 2016 Mykotherapeutin (nach schweizerischem Recht)
- seit 2017 mykomolekulare Fachberaterin (nach österreichischem Recht)
- Fach- und Lehrbuchautorin:
Heimische Heil- und Vitalpilze (Mankau Verlag)
Ernährung und Lebensmitteltechnologie (ikon Verlag)
- Gründungsmitglied der Food Coop Wienerwald
- Hunde- und Katzenernährungsberaterin





INHALT

1. Physiologische Grundlagen

Funktionssysteme unserer Verdauung

2. Verdauungstrakt & Verdauung

Komponenten des Verdauungstrakts



1. PHYSIOLOGISCHE GRUNDLAGEN

Körperzusammensetzung
Wasserhaushalt
Energiebedarf
Säuren-Basen-Haushalt
Zuckerhaushalt & Glykämischer Index
Enzyme
Kleine Zell-Kunde

KÖRPERFETT – ARTEN

SPEICHERFETT = DEPOTFETT

- dient als Energiespeicher
- liegt im Unterhautbindegewebe von Bauch, Hüften und Oberschenkel
- bietet einen gewissen Schutz vor Wärmeverlust

BAUFETT

- liegt im Körperinneren (umhüllt die Organe)
- dient als Lückenfüller und Stoßdämpfer
- zB Nierenkapsel, Augapfel, Wange



KÖRPERFETTANTEIL – BODY-MASS-INDEX

Der Körperfettanteil kann leicht durch Berechnungen abgeschätzt werden. Zur Berechnung werden einfach zu bestimmende Faktoren herangezogen, die eng mit dem Körperfettanteil zusammenhängen.

Der gängigste ist der **BMI**. Er setzt **Körpergröße und Körpergewicht** in Relation, hat aber einen **Nachteil**: Muskelmasse und Fettanteil werden nicht berücksichtigt. Daher kommt es leicht zu Fehleinschätzungen.

Als normalgewichtig gelten Erwachsene mit einem **BMI zwischen 18,5 und 25**. Darunter beginnt das Untergewicht, darüber das Übergewicht. Innerhalb dieser Bandbreite sind die wünschenswerten BMIs von Alter und Geschlecht abhängig.

$$\begin{aligned}\text{BMI} &= \text{Körpergewicht in kg} / \text{Körpergröße in m zum Quadrat} \\ &= \text{kg} / \text{m}^2\end{aligned}$$

Mithilfe einer BMI-Tabelle kann man den BMI auch grafisch ermitteln.

Vollständige Tabellen siehe oege.at >> BMI.

KÖRPERFETT – VERTEILUNG: DER WHR

Ein einfaches und gutes Maß ist der **Waist-To-Hip-Ratio (WHR)**. Er ergibt sich aus dem Bauchumfang und dem Hüftumfang. Besser als der BMI gibt er Auskunft über den Körperfettanteil und die Risiken einer Person im Zusammenhang mit Übergewicht.

Der **Bauchumfang** gibt Körperfettanteil und Übergewicht besser wieder als der BMI. Bauchfett (viszerales Fett) belastet den Organismus: Es ist stoffwechselaktiv, produziert Hormone und Entzündungsvermittler. Es korreliert also direkt mit div. Gesundheitsrisiken (Schlaganfall, Bluthochdruck, Diabetes u.a.)

Je nach WHR unterscheidet man **Apfeltyp** (viel Bauchfett, häufig bei Männern) und **Birnentyp** (viel Hüftfett, häufig bei Frauen).

Erhöhtes Gesundheitsrisiko:

bei Frauen über WHR 0,85

bei Männern über WHR 1

$$\text{WHR} = \frac{\text{Bauchumfang}}{\text{Hüftumfang}}$$

KÖRPERWASSER – FUNKTION, MENGE, VERTEILUNG

Wasser ist in all unseren Geweben enthalten, vom Augapfel bis zum Zahn. Auch Blut gilt als (flüssiges) Gewebe, es besteht zum Großteil aus Wasser. Knochen und Zähne enthalten am wenigsten Wasser.

Wasser ist Leben, es ist Lösungsmittel und Transportmittel für alle Nähr- und Baustoffe, Enzyme und Botenstoffe. In ihm spielen sich sämtliche Stoffwechselfvorgänge ab. Weiters dient es der Temperaturregulation.

Das Gesamtkörperwasser (total body fluid oder total body water, TBF bzw. TBW) sollte rund 60 % unserer Körpermasse ausmachen.
(Geburt > 70 %, im Alter < 50 %)



Knapp 2/3 des Körperwassers befinden sich im IZR (Intrazellulärraum, Raum in den Zellen), 1/3 im EZR (Extrazellulärraum, Raum außerhalb der Zellen / zwischen den Zellen). Abweichungen sind Hinweis auf Krankheit.

ZUSAMMENSETZUNG DES ENERGIEBEDARFS



GU (Grundumsatz = BMR = basal metabolic rate) = jene Energiemenge, die bei völliger Ruhe und nüchtern erforderlich ist, um die Lebensfunktionen aufrecht zu erhalten = Energieverbrauch von Organen.

DER LEISTUNGSUMSATZ wird bei körperlicher Aktivität zusätzlich zum GU verbraucht (PAL s. nächste Folie)

DIE VERDAUUNGSWÄRME (= zusätzlicher Energieverbrauch durch Wärmeentwicklung nach dem Essen) beträgt mind. 6 %.

GESAMTENERGIEBEDARF = $GU \times PAL \times 1,06$

Die meisten Erwachsenen benötigen durchschnittlich 2.000 kcal pro Tag, Frauen 100–200 kcal weniger, Männer 100–200 kcal mehr.

Verdauungswärme 6 – 10 %

Leistungsumsatz (LU) □ je
nach PAL 15 – 30 %

Grundumsatz (GU)
60 – 75 %

LEISTUNGSUMSATZ (LU)

DER LEISTUNGSUMSATZ

variiert je nach den **Bewegungsgewohnheiten** der Person.

INTENSITÄT DER KÖRPERLICHEN AKTIVITÄT (PAL = physical activity level)

Der PAL dient zur Berechnung des Gesamtenergiebedarfs. Er liegt heutzutage meist bei ca. 1,4.

PAL	Art der körperlichen Aktivität
1,2	ausschließlich sitzende und liegende Lebensweise, zB bei alten, gebrechlichen Menschen
1,4 – 1,5	ausschließlich sitzende Tätigkeit, zB Büro oder Feinmechanik; wenig anstrengende Freizeitaktivitäten
1,6 – 1,7	v.a. sitzende, teils stehende od. gehende Tätigkeiten (Labortätigkeit, Fließbandarbeit)
1,8 – 1,9	überwiegend stehende und gehende Tätigkeiten (Hausarbeit, Verkauf, Handwerk)
2,0 – 2,4	anstrengende Arbeiten (Arbeit am Bau, Land-/Forstwirtschaft, Leistungssport)

Quelle: D-A-CH-Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr

Energiebedarf: Richtwerte in Abhängigkeit von Alter und Geschlecht

Alter	Grundumsatz (kcal/Tag)	PAL von 1,4 (kcal/Tag)	PAL von 1,6 (kcal/Tag)	PAL von 1,8 (kcal/Tag)	PAL von 2,0 (kcal/Tag)
weiblich					
15 bis <19 Jahre	1.460	2.000	2.300	2.600	2.900
19 bis <25 Jahre	1.390	1.900	2.200	2.500	2.800
25 bis <51 Jahre	1.340	1.900	2.100	2.400	2.700
51 bis <65 Jahre	1.270	1.800	2.000	2.300	2.500
ab 65 Jahre	1.170	1.800	1.800	2.100	2.300
männlich					
15 bis <19 Jahre	1.820	2.500	2.900	3.300	3.600
19 bis <25 Jahre	1.820	2.500	2.900	3.300	3.600
25 bis <51 Jahre	1.740	2.400	2.800	3.100	3.500
51 bis <65 Jahre	1.580	2.200	2.500	2.800	3.200
ab 65 Jahre	1.410	2.000	2.300	2.500	2.800

NAHRUNGSENERGIE – EINHEITEN

Laut medizinischer Lehrmeinung erhält der Körper seine benötigte Energie ausschließlich aus der Nahrung, konkret aus den drei Makronährstoffen (FS2-1 >> Nahrungsenergie).

In der Europäischen Union ist die offizielle Maßeinheit für die Energie seit 2010 das **Kilojoule (kJ)** bzw. das **Megajoule (MJ)**. Die Kilokalorie (kcal) ist in der Praxis aber immer noch gebräuchlich und darf daher im Handel zusätzlich zur Angabe in Kilojoule angeführt werden.

$$\begin{aligned} 1 \text{ kJ} &= 0,239 \text{ kcal} \\ 1 \text{ MJ} &= 239 \text{ kcal} \\ 1 \text{ kcal} &= 4,184 \text{ kJ} \end{aligned}$$

Für eine grobe Einschätzung kann man die kcal x 4 rechnen, um zum kJ zu kommen. Umgekehrt macht 1 kcal knapp $\frac{1}{4}$ kJ aus.

kilo = von Altgriechisch für tausend
calor = lat. Wärme

DER SÄUREN-BASEN-HAUSHALT

SAUER UND BASISCH

beschreiben das „pH-Milieu“ einer Flüssigkeit. Der pH-Wert (*potentia Hydrogenii*) gibt an, wie viel Wasserstoff enthalten ist bzw. gibt das Potential einer Substanz an, Wasserstoff abzugeben. Freie Wasserstoff-Ionen (H^+) sorgen für die Säure-Wirkung.

Säuren geben in wässriger Lösung H^+ ab, Basen nehmen H^+ auf.

DIE pH-SKALA

reicht von 0 bis 14. Je geringer die Zahl, desto saurer das Milieu, pH 7 = neutral. (s. nächste Folie)

In verschiedenen Körperbereichen liegen unterschiedliche pH-Milieus vor. Der pH-Wert des Blutes schwankt zwischen 7,34 – 7,45. Werte unter 7,0 bzw. über 7,8 sind tödlich.

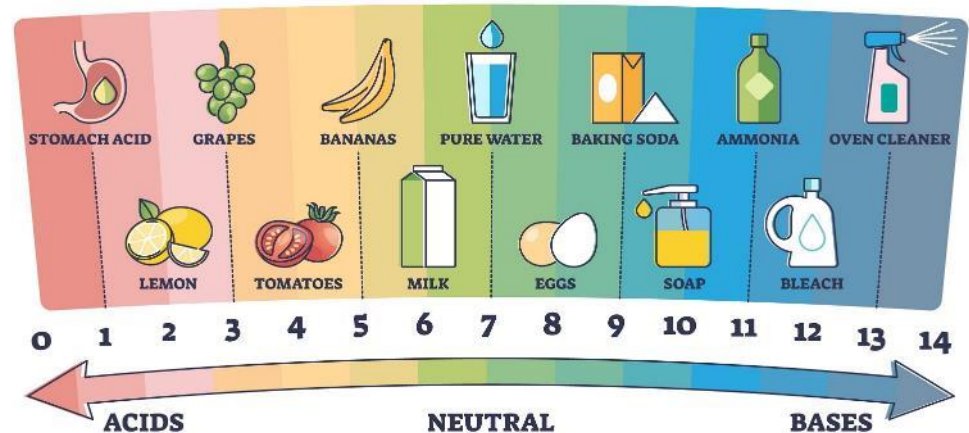
ENZYME & pH-WERT

Viele organische Moleküle verändern sich je nach pH-Milieu. Enzyme werden je nach pH-Wert aktiviert oder inaktiviert, sie sind „pH-spezifisch“. Der pH-Wert der verschiedenen Körperflüssigkeiten muss daher durch Puffersysteme konstant gehalten werden, weil es sonst rasch zu Stoffwechselstörungen käme.

SÄUREN-BASEN-HAUSHALT - REGULATIONSMECHANISMEN

Bestimmte Substanzen können Wasserstoff-Ionen (H^+) aufnehmen oder abgeben und so eine Säure- oder Basen-Wirkung verringern. Man bezeichnet sie als **PUFFER**. Neben solchen biochemischen Mechanismen tragen auch einige **ORGANE** auf unterschiedliche Weise zur **Stabilisierung des pH-Werts** bei.

- Fett, Eiweiß, Ballaststoffe
- biochemische Regulation durch Puffersubstanzen
- Niere: Ausscheidung von H^+
- Lunge: Abatmung von CO_2 (Kohlendioxid)
- Leber: Abbau von Milchsäure
- Skelettmuskulatur: Abbau von Milchsäure
- Knochen: Freisetzung von Calcium ins Blut (Mineralstoffe wirken basisch)



GLYKÄMISCHER INDEX (GI) – DEFINITION



Plötzlich ins Blut schießender Zucker führt zu einem Hochschnellen des Blutzucker- und des Insulinspiegels. Der GI beschreibt, ob der in einem Lebensmittel enthaltene Zucker schnell oder langsam ins Blut strömt. Er sagt nichts darüber aus, wie viel Zucker bzw. Stärke enthalten ist.

ERMITTLUNG DES GI

Vom zu messenden Lebensmittel wird jene Menge verzehrt, die 50 g verdauliche Kohlenhydrate enthält. Danach wird der Blutzuckeranstieg ermittelt. Nun wird mit jenem Blutzuckeranstieg verglichen, der durch 50 g reinen Traubenzucker verursacht wird. Bei gleich hohem Anstieg beträgt der GI 100 (%), bei halb so großem Anstieg ist der GI 50, u.s.w. Nach der Höhe des GI werden Lebensmittel in drei Kategorien eingeteilt:

< 50 = niedriger GI (die meisten Obst- und Gemüsesorten, Hülsenfrüchte, 100 %-iges Vollkornbrot)

50–70 = mittlerer GI (Hausbrot, Naturreis, heurige/“neue“ Kartoffeln, Kartoffelsalat)

> 70 = hoher GI (weißer Rundkornreis, Kartoffelpüree, Weißbrot, Wassermelone)

glykämisch = den Blutzucker betreffend



FOLGENDE FAKTOREN SENKEN DEN GI:

- Fett, Eiweiß, Ballaststoffe (Food Matrix! >> Bioverfügbarkeit, FS2-1)
- Enzymhemmer (zB in Hülsenfrüchten oder Getreide)
- abkühlen nach dem Kochen (durch resistente Stärke*, zB in Brot & Gebäck, Kartoffelsalat, Nudelsalat)

FOLGENDE FAKTOREN ERHÖHEN DEN GI:

- kochen: Karotten haben roh einen GI von 16, gekocht GI 47
- hoher Reifegrad bei stärkehaltigem Obst und Gemüse
- Alkohol
- Verarbeitungsgrad: verarbeitete Lebensmittel enthalten meist „schnellen“ Zucker
- intensives Kauen

GLYKÄMISCHE LAST

Der GI sagt nichts über den **KOHLHYDRATGEHALT** eines Lebensmittels aus, er hat für sich allein betrachtet kaum Aussagekraft. Er beschreibt nur das Verhalten des Zuckers (wie leicht er ins Blut gelangt). Um zB den GI gekochter Karotten zu ermitteln, muss ca. ein $\frac{3}{4}$ kg Karotten verzehrt werden, nur so kommt man auf die erforderlichen 50 g Kohlenhydrate. Die Werte sind oft sehr ungenau und schwanken bei Wiederholung.

Da gekochte Karotten und Baguette denselben GI haben (= 70), entsteht der Eindruck, sie seien gleich kohlenhydratreich. In der Praxis müsste man aber fast die siebenfache Menge Karotten essen, um denselben Anstieg im Blutzuckerspiegel zu bewirken. Daher wurde die glykämische Last (GL) entwickelt. Sie beschreibt die Menge des Zuckers, die ins Blut strömt.

IN DER GL WIRD DER KOHLHYDRATGEHALT BERÜCKSICHTIGT.

Ein Beispiel: Bananen haben einen **GI von 52** und enthalten **19,3 g verdauliche Kohlenhydrate pro 100 g**.

$$GL = GI \times KH / 100 \text{ g}$$

$$GL = 52 \times 19,3 \text{ g} / 100 \text{ g}$$

$$GL = 10$$

ENZYME SIND ...

... KATALYSATOREN

Sie ermöglichen bzw. beschleunigen (= katalysieren) biochemische Reaktionen.

... EIWEIßKÖRPER (PROTEINE)

Sie bestehen aus Aminosäuren, sind sehr komplex aufgebaut

... STARK SPEZIALISIERT, sie ...

- bewirken an ganz bestimmten Stoffen (**substratspezifisch**, Schlüssel-Schloss-Prinzip)
- ganz bestimmte Veränderungen (**wirkungsspezifisch**).
- Dafür benötigen sie ein ganz bestimmtes pH-Milieu (**pH-spezifisch**)
- und eine ganz bestimmte Temperatur (**temperaturspezifisch**).

Enzyme wurden früher als Fermente bezeichnet. Fermentation = Bearbeitung durch Mikroorganismen bzw. deren Verdauungsenzyme, bzw. das Ankeimen von Samen.* Manche Enzyme brauchen Coenzyme, um ihre Aufgaben erfüllen zu können. Viele B-Vitamine sind Coenzyme. Enzym-Namen enden meist auf „-ase“.



* Ankeimen von Gerste bei der Malz-Herstellung (Bier-Produktion); Ankeimen von Mandeln zwecks Phytinsäure-Abbau; Ankeimen von Sojabohnen zur Sojamilch-Herstellung u.a. 18

KLEINE ZELLKUNDE – BIOMEMBRANEN

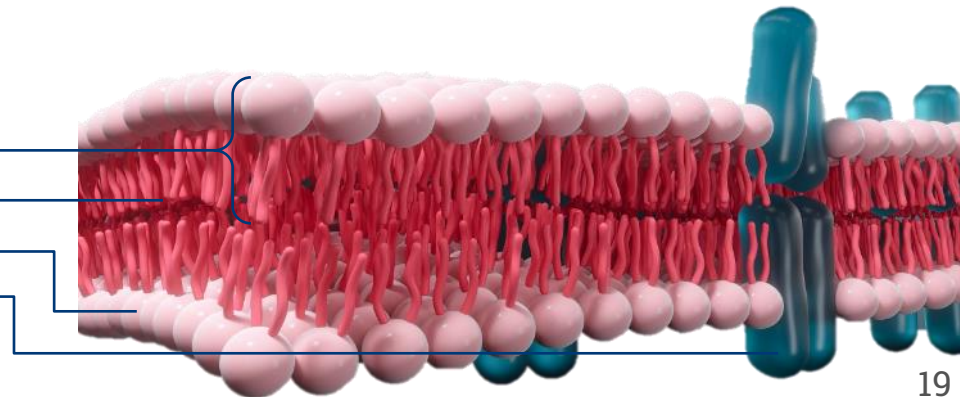


EINE BIOMEMBRAN IST EINE DOPPELSCHICHT aus Fettmolekülen. Die Köpfchen der Fettmoleküle (= Glycerin, s. FS2) sind lipophob (fettabweisend) und liegen außen. Die „Schwänzchen“ der Fettmoleküle (= 2 Fettsäuren) weisen nach innen. Das Innere der Biomembranen ist daher lipophil (fettlöslich = wasserabweisend). Biomembranen sind zB die Zellmembran (= äußere Begrenzung der Zelle) und die Hüll-Membranen der Zellorganellen.

BIOMEMBRANEN SIND TRENNSCHICHTEN, sie grenzen die Zelle nach außen hin ab und grenzen auch in der Zelle die verschiedenen Zell-Bereiche gegeneinander ab. Die Fettphase in ihrem Inneren bildet für viele Substanzen eine Barriere, die mithilfe verschiedenster Transportmechanismen (Carrierproteine, Tunnelproteine u.a.) überwunden wird. So kann der Stoffaustausch weitgehend kontrolliert werden.

BIOMEMBRANEN SIND GLEICHZEITIG KONTAKTZONEN: Sie sind semipermeabel (= selektiv durchlässig), d.h. sie können nur von bestimmten Substanzen durchdrungen werden.

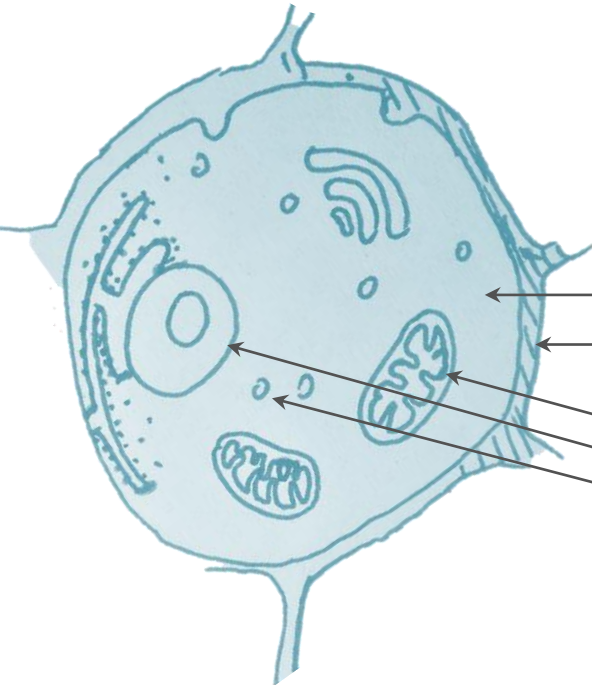
Fettmolekül
lipophile Schwänzchen
hydrophile Köpfchen
Membranprotein



KLEINE ZELLKUNDE – ZELLKOMPARTIMENTE

ZELLKOMPARTIMENTE SIND VERSCHIEDENE BEREICHE INNERHALB DER ZELLE. Sie alle sind von wässrigen Lösungen erfüllt und durch Biomembranen voneinander abgegrenzt und gleichzeitig durch sie miteinander verbunden. Auch die Zellorganellen sind eigene Kompartimente.

DIE NÄHRSTOFFE AUS DEM DARM MÜSSEN VIELE BIOMEMBRANEN DURCHDRINGEN, um in die Zelle und dort an den Zielort zu gelangen. Zielort sind zB Mitochondrien, wo Fette und Zucker im Zellinnenraum verbrannt werden, und Ribosomen bilden aus Aminosäuren körpereigene Proteine.



IZR = Intrazellularraum, der Raum innerhalb der Zellen

EZR = Extrazellularraum, der Raum außerhalb = zwischen den Zellen.
Hier findet ggf. Übersäuerung statt.

Zellorganellen, zB:

Mitochondrien („Energiekraftwerke“ der Zelle)

Zellkern (Erbgut, Zellteilung)

div. Vesikel (zB Lysosomen = der „Magen“ der Zelle) und
Ribosomen

ZUSAMMENFASSUNG KAPITEL 1 – PHYSIOLOGISCHE GRUNDLAGEN 1

Körperfett = Speicherfett (Energiespeicher im Unterhautgewebe) und Baufett (Schutz der inneren Organe)

BMI = $\text{kg} \cdot \text{KG} / \text{m}^2$ Der BMI dient der Abschätzung von Übergewicht. Er differenziert jedoch nicht Fett- und Muskelmasse. Normalgewichtige Erwachsene haben einen BMI zwischen 18,5 und 25.

WHR = Waist-To-Hip-Ratio = ein Faktor zur Einschätzung der Körperfettverteilung, Stichwort Apfelform/Birnenform.

Das Körperwasser sollte bei Erwachsenen ca. 2/3 ausmachen (~60 %). Lösungs- u. Transportmittel; Temperaturregulation

Der Energiebedarf eines Menschen setzt sich aus Grundumsatz (GU) und Leistungsumsatz (LU) zusammen. Der LU ergibt sich aus Multiplikation des GU mit dem PAL (Physical Activity Level), der den Zusatzaufwand für körperliche Aktivität hinzufügt. Um genau zu sein, müssen noch weitere Energieaufwände berücksichtigt werden. Die meisten erwachsenen Menschen benötigen ca. **2.000 kcal/Tag**, Frauen etwas weniger, Männer etwas mehr.

Der pH-Wert beschreibt das pH-Milieu = wie sauer bzw. basisch ein Medium ist. Die Skala reicht von 1 bis 14, wobei pH 7 neutral ist. Der pH-Wert des Blutes schwankt zwischen 7,34 – 7,45. Darunter und darüber verlieren zB Enzyme ihre Funktion, der Stoffwechsel beginnt zu entgleisen (mögliche Symptome: Übelkeit, Erbrechen, Verwirrtheit und Müdigkeit).

ZUSAMMENFASSUNG KAPITEL 1 – PHYSIOLOGISCHE GRUNDLAGEN 2

Der glykämische Index (GI) beschreibt, ob der Kohlenhydrat-Anteil eines Lebensmittels (LM) schnell oder langsam ins Blut geht. Häufige Blutzuckerschwankungen sind auf Dauer nicht wünschenswert, daher werden LM mit niedrigem GI bevorzugt. Einen hohen GI haben gekochte und stark verarbeitete LM mit geringem Fett-, Eiweiß- und Ballaststoffgehalt. Er ist Basis der Glyx-Diät.

Die glykämische Last beschreibt, wie viel Zucker nach Genuss eines LM tatsächlich ins Blut strömt, bezogen auf eine beliebige Menge. Sie ist Basis für das Ernährungskonzept "Logi-Methode".

Enzyme = Proteine, die chemische Reaktionen katalysieren. Sie sind substrat-, pH-, temperatur- und wirkungsspezifisch.

Biomembranen = Lipiddoppelschichten. Sie sind semipermeabel, d.h. nur für ausgewählte Substanzen durchlässig. Daher dienen sie gleichermaßen als Trennschicht und als Kontaktzone.

Zellkompartimente = Teilbereiche im Zell-Inneren, die durch Biomembranen voneinander abgegrenzt werden. Auch Nährstoffe werden in der Zelle in verschiedenen Kompartimenten gebraucht: zB geschieht die Energiegewinnung aus Fett in den Mitochondrien, die Energiegewinnung aus Zucker und der Aufbau von Aminosäuren zu körpereigenen Proteinen im IZR.



2. VERDAUUNGSTRAKT & VERDAUUNG

Allgemeines
Mund – Magen – Darm
Mikrobiom & Bauch-Hirn-Achse
Anhangdrüsen des Verdauungstrakts

VERDAUUNG – ABLAUF UND FACHBEGRIFFE

GIT = Gastro-Intestinal-Trakt (Magen-Darm-Trakt)

SEKRETION = Ausschütten (= sezernieren) der Verdauungssäfte in den GIT

BOLUS/CHYMUS Der Bissen bzw. Schluck, der in den Mund genommen wird, wird **Bolus** genannt. Von da an heißt der Speisebrei **Chymus**.

DIGESTION = Verdauung = mechanische und enzymatische Spaltung der Nahrung. Beginnt im Mund und endet im Dünndarm.

RESORPTION = Absorption = Aufnahme in die Schleimhautzellen des Dünndarms und weiter ins Blut. Beginnt im Magen und endet im Dünndarm. (90 % Dünndarm, 10 % Magen und Dickdarm; Resorption im Mund verschwindend gering)

PERISTALTIK = ringförmige, nach unten wandernde Kontraktionen der Ringmuskeln von Speiseröhre, Magen und Darm. Durch die wandernden Einschnürungen wird der Nahrungsbrei portionsweise weiter geschoben.

VERDAUUNGSTRAKT – ANATOMIE



1. **Mund**
2. **Speiseröhre**
3. **Magen**
4. **Dünndarm**
 - a) **Zwölffingerdarm**
 - b) **Leerdarm**
 - c) **Krummdarm**
5. **Dickdarm**
 - a) **Blinddarm** (lCaecum) mit
 - b) **Wurmfortsatz** (Appendix vermiformis)
 - c) **aufsteigender Grimmdarm**
 - d) **querliegender Grimmdarm**
 - e) **absteigender Grimmdarm**
 - f) **Sigma** (Colon sigmoideum)
 - g) **Mastdarm** (Rectum)
6. **After** (Anus)

} **Colon**

Darm-Länge: Der Mensch ist biologisch ein Omnivore (Allesfresser). Man geht davon aus, dass der Darm sechsmal so lang ist wie der Körper (6:1), das sind ca. 9 m. Bei Katzen, die ausgeprägte Fleischfresser sind, beträgt das Verhältnis nur 3:1 bis 5:1. Schafe ernähren sich ausschließlich pflanzlich: Ihr Darm-Körperlängen-Verhältnis liegt bei 25:1.

Darm-Fläche: Durch die starke Strukturierung erreicht der Darm eine Gesamtfläche von 200–300 m².

MUND & SPEISERÖHRE – WAS PASSIERT IM MUND?

MECHANISCHE ZERKLEINERUNG, ERWÄRMUNG

durch Zähne, Zunge und Gaumen

ERSTE NÄHRSTOFFE WERDEN ABSORBIERT

Die Mundschleimhaut ist für bestimmte, niedermolekulare Stoffe durchlässig. Dazu zählt zB Vitamin C. Im Mund beginnt die Kohlenhydrat-Verdauung: Enzyme im Speichel spalten Stärke in kleinere Zuckereinheiten.

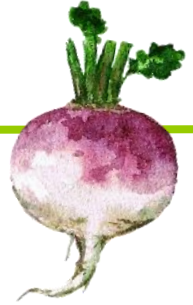
DURCHMISCHUNG MIT SPEICHEL

damit der Bolus gut schluckbar und für die Verdauungssäfte angreifbar wird.

DIE SPEISERÖHRE (OESOPHAGUS)

hat schlicht eine Überleitungsfunktion vom Mund in den Magen. Sie ist muskulös, Knorpel-verstärkt und gerade, damit der Bolus rasch passieren kann.

DER GESCHMACKSSINN



DAS GESCHMACKSERLEBNIS erfolgt im Mund. Als „Geschmacksrichtung“ werden fachlich nur Geschmackswahrnehmungen bezeichnet, für die es im Mund eigene Rezeptoren gibt. Bislang wurden Rezeptoren für fünf Geschmacksrichtungen identifiziert: süß, salzig, sauer, bitter, umami.

„**UMAMI**“ ist Japanisch für „herzhaft“ oder „köstlicher Wohlgeschmack“. Umami wird durch die Salze der Glutaminsäure hervorgerufen (zB Glutamat), die in Muttermilch natürlich vorkommt. Umami schmeckende Lebensmittel sind v.a. proteinhaltige Lebensmittel wie Fleisch, Fisch und Pilze, vor allem Hefe(-Extrakt). Besonders intensiv ist die Wahrnehmung bei gereiften oder fermentierten Lebensmitteln wie Käse, lang gekochten Fleischsuppen, Sardellenpasta, Miso, fermentiertem Gemüse, Pilzen, Tomatenmark und Sojasauce.

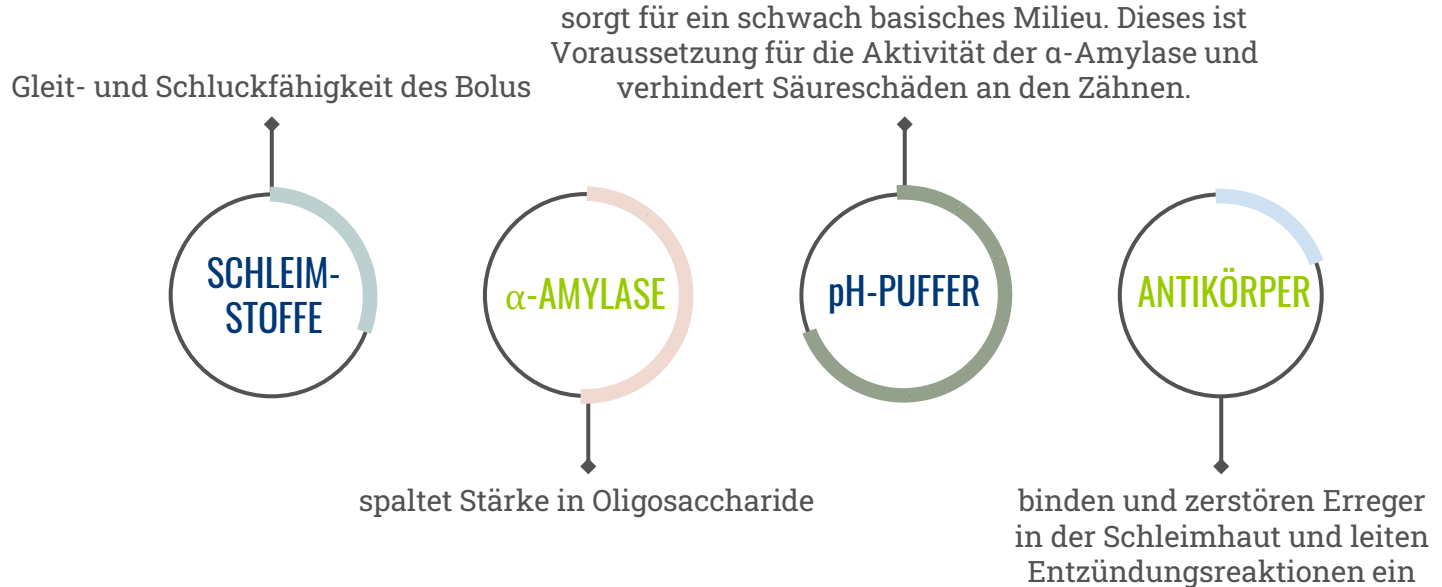
SCHARF ist keine echte Geschmacksrichtung: Es wird – ähnlich wie der kühle Geschmack von Minze – mittels Temperatur-, aber auch mittels Schmerzrezeptoren wahrgenommen.

FETT – EINE GESCHMACKSRICHTUNG? Anwärter für eine weitere Geschmacksrichtung ist Fett: Es wurde bereits ein Fett-Rezeptor identifiziert. Fachleute plädieren daher schon seit Jahren für die Einführung von Fett als sechste Geschmacksrichtung.

DER SPEICHEL



- macht durch seine Schleimstoffe den Bolus transportierbar (gleitfähig und weich)
- leitet mit den Speichelenzymen die chemische Zerkleinerung ein, v.a. die Stärkespaltung
- reguliert durch seine Puffersubstanzen den pH-Wert im Mund
- hat durch seine Immunglobuline (= Antikörper) Immunfunktion



DER MAGENSAFT



Die Magenschleimhaut bildet täglich 2–3 Liter stark sauren **Magensaft**. Sie produziert außerdem **Schleim**, der die Magenwand vor der Magensäure und vor der Selbstverdauung schützt. Magensaft enthält u.a.:

„Belegzellen“ geben Chlor und Wasserstoff i.d. Magen ab, die sich dort zu Salzsäure verbinden. Sie tötet Keime ab und aktiviert Verdauungsenzyme.



Vorstufe des proteinspaltenden Enzyms Pepsin, wird durch Säure aktiviert.



Ein Gewebshormon. Regt die Bildung der Magensäure, von Pepsinogen und Bauchspeicheldrüsen-Hormonen an.



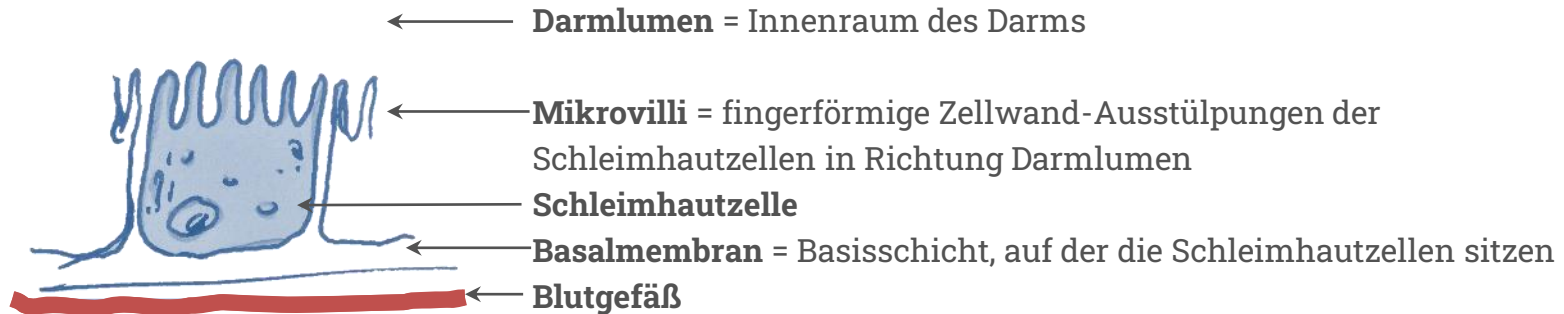
Ein Protein, das sich mit Vitamin B₁₂ verbindet. Nur in dieser Verbindung übersteht das Vitamin die Magensäure und kann im Darm absorbiert werden.



DER DÜNNDARM

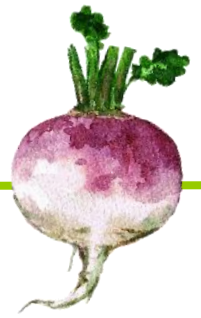
Im Darm geht es mit der **ABSORPTION DER NÄHRSTOFFE** erst richtig los. Die Nahrung wurde in Mund und Magen bereits zerkleinert und wird im Darm durch intensive Enzymtätigkeit in kleinste Teilchen zerlegt, die in die Darmschleimhaut eindringen bzw. aufgenommen werden können. Von dort gelangen sie ins Blut.

Um die Nahrung möglichst gut ausnützen zu können, ist die Innenfläche des Darms durch verschiedenste Ein- und Ausstülpungen **MAXIMAL VERGRÖßERT**.



Darmzotten (Villi) = fingerförmige Schleimhaut-Ausstülpungen in Richtung Darmlumen

DER DÜNNDARM UND SEINE ABSCHNITTE



ZWÖLFFINGERDARM (DUODENUM)

In diesem ersten Darmabschnitt wechselt der pH-Wert von sauer auf leicht basisch. Dafür sorgen die Sekrete von Leber (= Galle) und Bauchspeicheldrüse (Bauchspeichel). Der Bauchspeichel enthält auch Verdauungsenzyme (Eiweiß-, Fett- und Stärkespaltung).

☒ *Grafik Duodenum mit Mündung des Bauchspeicheldrüsen- und des Gallenganges*

LEERDARM

Gekennzeichnet durch eine extrem starke Strukturierung der inneren Schleimhaut mit Falten, Zotten, Krypten und Mikrovilli (lecturio.de, siehe Besonderheiten des Dünndarms). Der Leerdarm geht fließend über in den ...

KRUMMDARM

Weniger stark strukturiert, aber sehr lang: Der Krummdarm macht 3/5 des Dünndarms aus. Hier werden noch viele Nährstoffe resorbiert, zB Vitamin B₁₂. Auch die Gallensäuren aus der Leber werden hier zur Wiederverwendung rückresorbiert (FS1 >> Der enterohepatische Kreislauf).

NÄHRSTOFFRESORPTION IM DÜNNDARM

NÄHRSTOFFE GELANGEN IN DIE DARMZELLEN

Die Nährstoffe, die im Zuge der Verdauung freigesetzt wurden, werden zunächst in die Darmschleimhautzellen aufgenommen. Sie müssen dazu die Zellmembran durchdringen und dann die Schleimhautzelle durchwandern, wobei sie häufig weiter verändert werden.

FAST ALLE NÄHRSTOFFE STRÖMEN VON DEN DARMZELLEN INS BLUT UND GERADEWEGS ZUR LEBER

Auf der anderen Seite verlassen sie die Darmschleimhautzelle, wiederum durch eine Zellmembran hindurch. Sie landen erst im Zwischenzellraum, wo sie von feinsten Blutgefäßen aufgenommen werden. Diese fließen zur Pfortader zusammen, die zur Leber führt. Dort werden alle Nähr- und Schadstoffe verarbeitet und ggf. entgiftet, bevor sie in den großen Blutkreislauf gelangen, oder direkt in der Leber gespeichert.

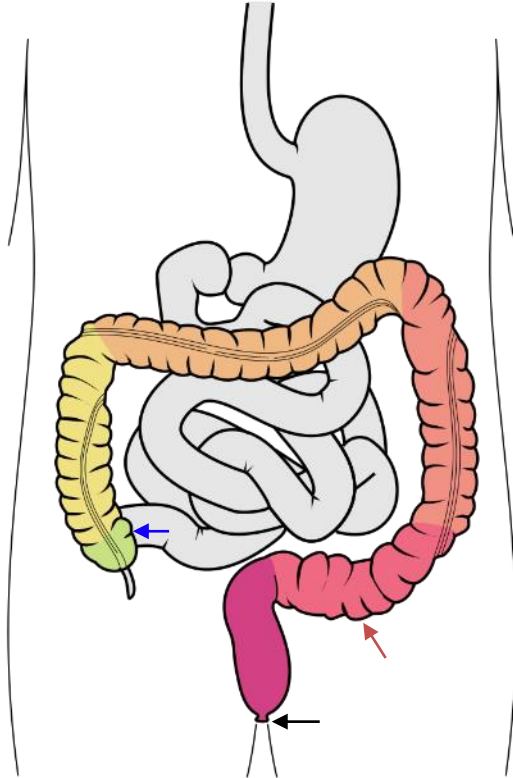
NUR FETTE STRÖMEN IN DIE LYPHGEFÄßE

Fette gelangen aus dem Zwischenzellraum nicht in Blut-, sondern in Lymphgefäße. Im Lymphstrom reifen sie zu Partikeln heran (Lipoproteine, FS₂), die schließlich ins Blut strömen.

Ausnahme:
mittelkettige
Fettsäuren!



DER DICKDARM UND SEINE ABSCHNITTE



Der Dickdarm ist ca. 1,5 m lang. Seine Innenfläche hat keine Darmzotten, sondern tiefe **KRYPTEN** und viele schleimproduzierende **BECHERZELLEN**. Seine Aufgabe ist das **EINDICKEN** des Chymus durch Wasserentzug (☒ Stuhl) und das **SPEICHERN** des Stuhls bis zur Ausscheidung. Was im Dünndarm nicht enzymatisch verdaut wurde, wird jetzt teils von Darmbakterien gefressen (FS2 >> Ballaststoffe). Mitunter können dabei Blähungen entstehen.

1. Blinddarm (grün)
 2. Wurmfortsatz (Appendix, grün und dünn)
 3. Dünndarm-Mündung (blauer Pfeil)
 4. aufsteigender Dickdarm (gelb)
 5. querliegender Dickdarm (orange)
 6. absteigender Dickdarm (hellrot)
 7. Sigma (rot, roter Pfeil)
 8. Mastdarm (Rectum, dunkelrot)
 9. After (Anus, schwarzer Pfeil)
- } 4. – 7. = Colon

DICKDARM UND IMMUNSYSTEM

Ernährung und Immunsystem stehen in sehr engem Zusammenhang. Durch die **GROBE OBERFLÄCHE** kommt es im Darm zu einem intensiven Kontakt mit der Außenwelt (in Form der Nahrung).

VIER FÜNFTTEL UNSERER IMMUNZELLEN befinden sich daher im Darm. Der Dickdarm ist besonders dicht besiedelt. Immunzellen können fremde Zellen vergiften, ihre Außenmembran beschädigen oder sie zu speziellen Abwehrzellen transportieren.

Der Darm hat auch eine Funktion als „**TRAININGSLAGER**“ für die Immunzellen. Sie können hier neue Arten von Krankheitserregern kennen lernen.

Auch der **SCHLEIM**, der im gesamten Verdauungstrakt von der Schleimhaut sezerniert wird, ist immunologisch wirksam: Er dient als mechanische Barriere für Eindringlinge.



DAS MIKROBIOM

= wörtlich „Kleinlebewesen“ (griech. mikros = klein; griech. bios = Leben): die Gesamtheit aller Mikroorganismen (MO) in einem definierten Bereich (Mundhöhle, Hautoberfläche, gesamter Mensch, ein Gemüesfeld, ein Gewässer, die ganze Welt ...)

ENTSTEHUNG

Das Mikrobiom entsteht während der Geburt durch Kontakt mit dem mütterlichen Mikrobiom. Bei Kaiserschnittgeburten findet diese Übertragung nur eingeschränkt statt. Der Einfluss von Kaiserschnittgeburten auf das Mikrobiom wird derzeit noch untersucht. Eine abwechslungsreiche und vollwertige Pflanzenkost kann ein gesundes Mikrobiom in jedem Lebensalter fördern.

DAS DARMMIKROBIOM

= die Gesamtheit aller Mikroorganismen im Darm, auch „das intestinale Mikrobiom“ genannt.

DYSBIOSE

= ein Ungleichgewicht unter den MO, d.h. ein Zuviel oder Zuwenig bestimmter Arten.



DAS DARMMIKROBIOM

Das Mikrobiom des Darms erfüllt so viele wichtige Funktionen, dass ihm schon fast der Stellenwert eines Organs zugesprochen wird. Es ist nicht nur für eine funktionierende Verdauung notwendig, sondern auch für die Immunabwehr und für die Kontrolle von Entzündungsprozessen.

AUSMAß: mind. 30–40 Billionen Bakterien werden in einem gesunden Darm vermutet = 2–3 kg

FUNKTIONEN: verhindert, dass sich falsche Bakterien einnisten; Verwertung der Nahrung; Produktion von Vitaminen (B₁, B₂, B₆, B₁₂ und K) und kurzkettigen Fettsäuren zur Versorgung der Darmschleimhautzellen; Reifung & Aufrechterhaltung des Immunsystems (zB Antikörperbildung)

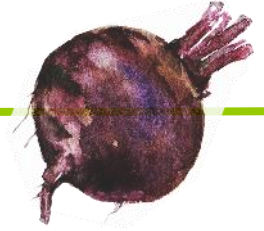
ZUSAMMENSETZUNG: bei abwechslungsreicher und ballaststoffreicher Ernährung sehr vielfältig. Mit jeder oralen Antibiotikatherapie gehen Arten verloren; das Mikrobiom verarmt von Mal zu Mal mehr. Probiotische Präparate aus dem Handel enthalten jedoch nur die zahlenmäßig wichtigsten Arten.



EINFLUSSFAKTOREN: Ernährungsgewohnheiten, Psyche, körperliche Aktivität, Lebensstil allgemein, Medikamente, Umweltbedingungen



DAS DARM-HIRN & DIE BAUCH-HIRN-ACHSE



DARM-HIRN

Der Darm ist der Ort des innigsten und intensivsten Kontakts mit der Außenwelt. Hier verweilt die Nahrung über viele Stunden, und die Berührungsfläche mit unserem Körpergewebe ist durch mehrdimensionale Verfältelungen bis aufs Äußerste maximiert. So erhält der Darm Auskunft über die Gegebenheiten in der Außenwelt, zu deren Verarbeitung ein hochkomplexes Nervensystem nötig ist: das Darm-Hirn.

BAUCH-HIRN-ACHSE

Unser Gehirn ist im Gegensatz zum Darm-Hirn maximal geschützt und von der Außenwelt abgeschottet. Es erhält Informationen einerseits durch die Sinneseindrücke, andererseits vom Darm-Hirn. Der Nervenstrang, der vom Darm-Hirn zum Kopf-Hirn zieht, heißt Bauch-Hirn-Achse.

EINBAHNSTRABE

Das Darm-Hirn ist ein komplexes Nervengeflecht in der Darmwand, es ist jedoch wesentlich kleiner und einfacher als das Kopf-Hirn. Dennoch ist es sehr aktiv: 9 von 10 Signalen laufen vom Darm ans Gehirn, nur hier und da schickt das Gehirn Information an den Darm.

DIE BAUCHSPEICHELDRÜSE

Die Bauchspeicheldrüse gibt ihr Sekret einerseits nach außen (hier: in den Dünndarm*) und andererseits nach innen (= ins Blut) ab:

□ HORMONE INS BLUT

vor allem **Insulin** (s. nächste Folie) und **Glucagon** (Erhöhung des Blutzuckerspiegels durch Anregung der Leber zur Glucose-Neubildung aus Glycogen)

□ VERDAUUNGSENZYME IN DEN DARM

zur Spaltung der **Makronährstoffe** (Eiweiß, Fett, Kohlenhydrate)

Nur die Kohlenhydratspaltung beginnt schon im Mund. Sie wird jedoch im Magen ausgesetzt, weil die entsprechenden Enzyme im sauren Milieu des Magens ihre Aktivität verlieren. Sie wird von den Enzymen der Bauchspeicheldrüse fortgesetzt, sie haben ein pH-Optimum von 5 – 7.

* Der Darm gilt als Kontaktfläche nach außen, s. vorige Folie.

DAS INSULIN

Insulin (auch „Inselhormon“, weil in den Inselzellen des Pankreas produziert) hat mehrere **FUNKTIONEN**, unter anderem:

- ermöglicht die Aufnahme von Glucose in die Zellen (am meisten Glucose nehmen Muskel-, Gehirn- und Leberzellen auf)
- regt die Fettsynthese in den Zellen an
- hemmt den Abbau von Speicherfett zu Blutzucker
- reguliert Zellwachstum und Zellteilung
- dient im Gehirn als Sättigungssignal

Bei **ZUCKERKRANKHEIT** (Diabetes mellitus) bildet die Bauchspeicheldrüse zu wenig Insulin, oder die Körperzellen sprechen nicht bzw. nicht ausreichend auf das Insulin an (Insulinresistenz). In beiden Fällen ist die Folge, dass die Zellen zu wenig Zucker erhalten, während er sich im Blut anreichert. Zucker im Urin ist nur eines der Symptome.

Nervenzellen, Leberzellen und rote Blutkörperchen nehmen Zucker auch ohne Insulin auf. Sie können daher auf Dauer „verzuckern“ und funktionieren dann nicht mehr richtig.



DIE LEBER ALS VERDAUUNGSDRÜSE

DIE LEBER PRODUZIERT GALLE. 1 Liter/Tag!

= eine Flüssigkeit, die in der Gallenblase zwischengespeichert und bei Bedarf in den Darm abgegeben wird. Dort zersetzt sie die **Fette** aus dem Nahrungsbrei in kleinste Tröpfchen (Emulsion), die für die Lipasen (fettspaltende Enzyme) gut angreifbar sind. Gebildet wird die Galle u.a. aus **Cholesterin**.

DIE LEBER SCHEIDET SCHADSTOFFE AUS.

Mit der Gallenflüssigkeit werden **Schadstoffe** ausgeschieden, die nicht wasserlöslich sind und daher mit dem Harn nicht ausscheidbar sind.

DIE LEBER „WECHSELT STOFF“.

Fast alle im Darm resorbierten **Nährstoffe** gelangen früher oder später in die Leber. Dort werden sie zu anderen Stoffen umgebaut, in den großen Blutkreislauf abgegeben oder aber in der Leber gespeichert.

DIE LEBER BILDET BLUTZUCKER, CHOLESTERIN UND IMMUNFAKTOREN.

Wenn zwischen den Mahlzeiten der Blutzuckerspiegel sinkt, kann die Leber aus Eiweiß und Fett **körpereigene Glucose** aufbauen (= Glucose-Neubildung, Gluconeogenese). Sie bildet bei Bedarf außerdem **Cholesterin** und daraus wiederum die Gallensäuren zur Fettverdauung.

DIE LEBER REGULIERT DAS HORMONSYSTEM.

Sie aktiviert Hormone (zB Vit. D) und baut sie ab (zB Insulin und Glucagon).

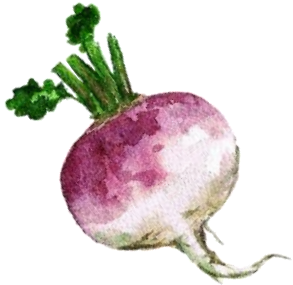
DER ENTEROHEPATISCHE KREISLAUF

DER GALLENSAFT ZIRKULIERT ZWISCHEN DARM UND LEBER.

Im Zwölffingerdarm wird er aus der Gallenblase in den Verdauungstrakt abgegeben. Weiter unten im Darm, wenn der Gallensaft seine Aufgabe erfüllt hat, wird er mit den Nährstoffen wieder von der Darmschleimhaut resorbiert. Wie fast alle anderen Nahrungsbestandteile gelangt er durch die Pfortader auf direktem Weg zurück zur Leber, wird neu aufbereitet und wieder in der Gallenblase zwischengespeichert. Das ist der enterohepatische Kreislauf.

SEINE FUNKTION IST U.A. DIE SCHONUNG DER CHOLESTERIN-RESERVEN

im Blut, denn die Leber produziert den Gallensaft aus Cholesterin. Auch wenn es heute schwer vorstellbar ist: Cholesterin war während des größten Teils der Menschheitsgeschichte Mangelware. Die Leber musste damit streng haushalten. Dieser Schutzmechanismus fällt uns heute in unserer Überflussgesellschaft auf den Kopf. Er kann jedoch durchbrochen werden: mithilfe von Ballaststoffen (FS2, Teil 1 >> Ballaststoffe).



entero = Darm
hepar = Leber

ZUSAMMENFASSUNG KAPITEL 2 – VERDAUUNGSTRAKT & VERDAUUNG 1

GIT = Gastro-Intestinal-Trakt = Magen-Darm-Trakt. **Verdauung** = Zerkleinerung der Nahrung (Mund bis oberer Dünndarm); **Resorption** = Aufnahme der Partikel ins Blut (Dünndarm); **Peristaltik** = nach unten wandernde Kontraktionen des GIT zwecks Weitertransport des Speisebreis.

Der **GIT** besteht aus Mund, Speiseröhre, Magen, Darm und Anus. Der Darm ist beim erwachsenen Menschen insgesamt ca. 9 m lang (= 6-fache Körperlänge). Er gliedert sich in Dün- und Dickdarm.

Im **Mund** wird die Nahrung mechanisch zerkleinert, erwärmt und durch den Speichel gleitfähig gemacht. Bestimmte Nährstoffe können durch die Mundschleimhaut resorbiert werden, manche werden hier auch bereits enzymatisch zerkleinert. Die Speiseröhre führt geradewegs in den Magen.

Der **Geschmackssinn** erfasst 5 Geschmacksrichtungen: süß, salzig, sauer, bitter, umami (=herzhaft). Scharf ist keine echte Geschmacksrichtung. Bald könnte auch „fett“ als Geschmacksrichtung anerkannt werden.

2–3 Liter Magensaft werden täglich von der Magenschleimhaut gebildet. Er enthält Salzsäure (HCl), Gastrin (☒ Bildung von Magensäure, Pepsinogen und Bauchspeicheldrüsen-Hormonen), Pepsinogen (Vorstufe des proteinspaltenden Enzyms Pepsin) und Intrinsic Factor.

Im Dünndarm werden die allermeisten Nährstoffe resorbiert. Die starke Strukturierung der Oberfläche erlaubt einen innigen Schleimhautkontakt und somit einen effizienten Übergang der Nährstoffe ins Blut, bzw. im Fall der Fette in die Lymphe.

Der Hauptteil des Dickdarms gliedert sich in einen aufsteigenden, querliegenden und absteigenden Teil und das Sigmoid. Dort wird der Chymus (von oben nach unten) von Bakterien verwertet, eingedickt und bis zur Ausscheidung gespeichert.

ZUSAMMENFASSUNG KAPITEL 2 – VERDAUUNGSTRAKT & VERDAUUNG 2

Darm & Immunsystem (IS): Mit der Nahrung gelangen Stoffe aus der Außenwelt in den GIT. Die Immunabwehr ist hier besonders wichtig. Schleim aus den Schleimhautzellen dient als mechanische Barriere, zudem befinden sich 4/5 aller Immunzellen im Darm. Er dient daher auch als „Trainingslager“ des IS.

Das Darmmikrobiom (= intestinales Mikrobiom) ist die Gesamtheit aller Mikroorganismen (MO) im Darm. Seine Masse wird auf 2–3 kg geschätzt. Funktionen: Verdauung, Verdrängung von Fehlbesiedelung, Nährstoffversorgung der Darmschleimhautzellen, Entzündungskontrolle, Antikörperbildung u.a.

Darm-Hirn = komplexes Nervengeflecht in der Darmwand zur Verarbeitung von Informationen aus dem Chymus
Bauch-Hirn-Achse = Nervenstrang vom Darm-Hirn zum Kopf-Hirn

Die Bauchspeicheldrüse sezerniert Hormone ins Blut (Insulin, Glucagon) und Verdauungsenzyme in den Darm. Sie bildet Enzyme zur Verdauung aller drei Hauptnährstoffe.

Insulin ermöglicht die Aufnahme von Glucose in die Zellen, reguliert den Auf- und Abbau von Fett und dient dem Gehirn als Sättigungssignal. Bei Diabetes bildet sie zu wenig Insulin, oder die Zellen sind insulinresistent. Die Zellen verhungern, obwohl der Blutzucker steigt.

Die Leber bildet aus Cholesterin Galle für die Verdauung; baut viele Nährstoffe ab und um; reguliert Blutzucker- und Cholesterinspiegel; scheidet mit der Galle Schadstoffe in den Darm aus.

Der enterohepatische Kreislauf ist das Zirkulieren von Stoffen zwischen Leber und Darm. Sie werden mit der Galle in den Darm ausgeschieden und im Darm wieder rückresorbiert und recycelt. Betroffen ist zB Cholesterin.

LITERATURVERZEICHNIS

Alle Literaturquellen, welche für die Erstellung dieses Foliensatzes verwendet wurden sowie weiterführende Literaturempfehlungen befinden sich in einem eigenen Foliensatz „Literaturquellen“.

BILDQUELLEN

- ◀ Folie 2: Manfred Herrmann
- ◀ Folie 5: Photo by [Susan Wilkinson](#) on [Unsplash](#)
- ◀ Folie 14: Adobe Stock-Lizenz
- ◀ Folie 19: Adobe Stock-Lizenz
- ◀ Folie 20: Gerit Fischer
- ◀ Folie 30: Gerit Fischer
- ◀ Folie 33: [Wikimedia, Orem](#)

Watercolor Food Clipart - Beetroot and Turnip, nataliahubbert on stock.adobe.com

Rechtliche Hinweise

Download und Verwendung von Bildern

CC0 Alle zum Download bereitgestellten Bilder auf Pixabay sind gemeinfrei (Public Domain) entsprechend der Verzichtserklärung Creative Commons CC0. Soweit gesetzlich möglich, wurden von den Bildautoren sämtliche Urheber- und verwandten Rechte an den Bildern abgetreten. Die Bilder unterliegen damit keinem Kopierrecht und können - verändert oder unverändert - kostenlos für kommerzielle und nicht kommerzielle Anwendungen in digitaler oder gedruckter Form ohne Bildnachweis verwendet werden. Dennoch wissen wir einen freiwilligen Link auf die Quelle Pixabay sehr zu schätzen.

http://pixabay.com/de/service/terms/#download_terms

Disclaimer

Der vorliegende Foliensatz wurde mit bestem Wissen und Gewissen erstellt. Der Autor übernimmt keinerlei Gewähr für die Aktualität, Korrektheit, Vollständigkeit oder Qualität der bereitgestellten Informationen.