



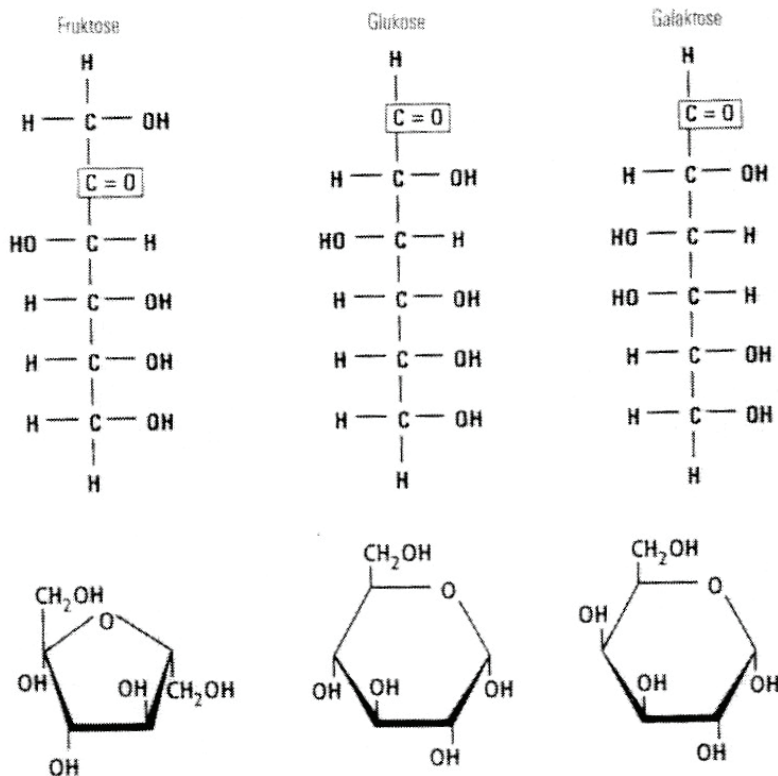
Die folgenden Lektionen der Sportmedizin knüpfen in vielen Fällen deutlich auf Sachverhalte aus Sportmedizin 1 an. Die Graphiken und Tabellen stammen in der Regel aus den empfohlenen Lehrbüchern von Rost bzw. Marrres, damit Sie nachlesen können. Einige stammen von Dickhuth in seinem Lehrbuch für Ärzte, welches gut ist, das in mancher Hinsicht aber zuviel voraussetzt und sehr viele Schwerpunkte der Klinik enthält.

Sportmedizin 2 SS 09

Lektion 1 Ernährung

Das Thema baut auf Lektionen zu Sportmedizin 1 auf (Stoffwechsel, Transporte).

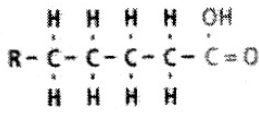
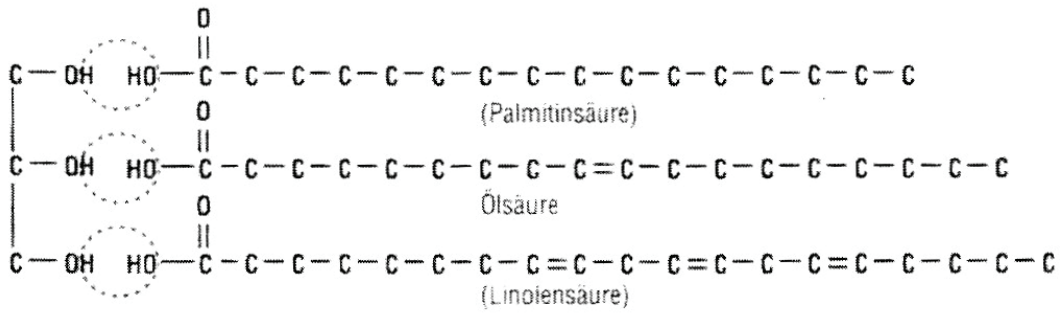
Eingangs einige Graphiken zur Orientierung: Zunächst der Aufbau der Nährstoffe Kohlenhydrat, Fett und Eiweiß.



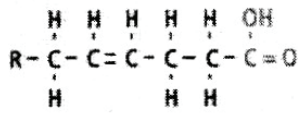
Triglyzeride

Glyzerin

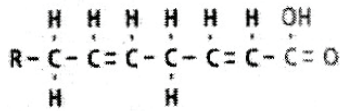
Freie Fettsäuren



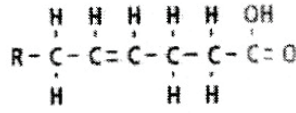
gesättigte Fettsäure



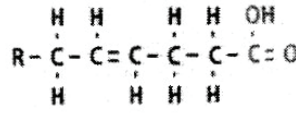
einfach ungesättigte Fettsäure



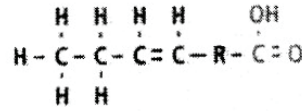
mehrfach ungesättigte Fettsäure



ungesättigte Fettsäure (cis)



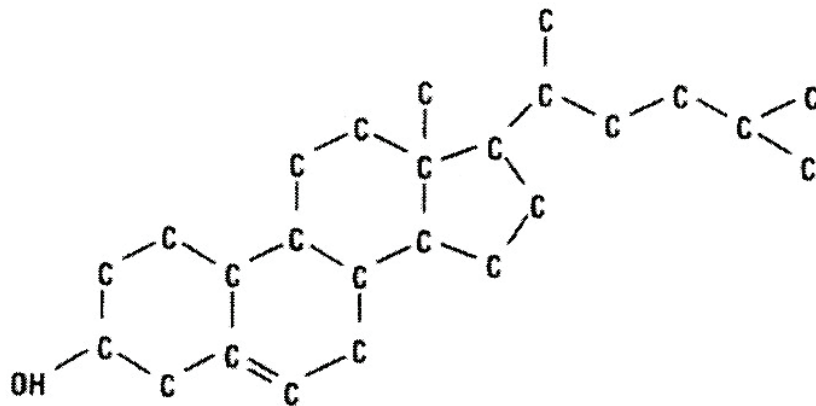
ungesättigte Fettsäure (trans)



Omega-3-Fettsäure

Abb. 1-27: Die Struktur der gesättigten, ungesättigten und mehrfach ungesättigten Fettsäuren unter Einschluss der Cis- und Transformen sowie der Omega-3-Fettsäuren. Der Säurerest ist rot gekennzeichnet.

Cholesterin



Tab. 1-7: Essentielle und nichtessentielle Aminosäuren, die für den Menschen wichtig sind

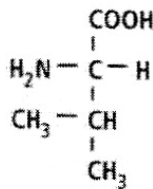
Essentielle Aminosäuren

Histidin
Isoleuzin*
Leuzin
Lysin
Methionin
Phenylalanin
Threonin
Tryptophan
Valin*

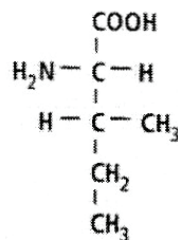
Nichtessentielle Aminosäuren

Alanin
Arginin
Asparagin
Asparaginsäure
Cystein
Glutaminsäure
Glutamin
Glycin
Prolin
Serin
Tyrosin

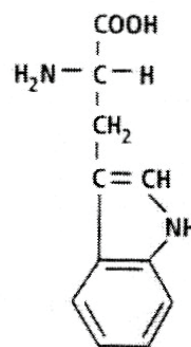
* verzweigtkettige Aminosäure



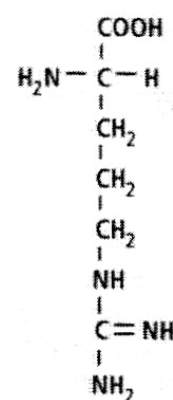
Valin



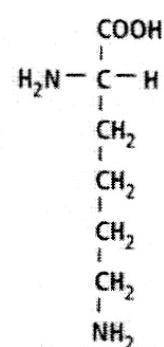
Isoleuzin



Tryptophan



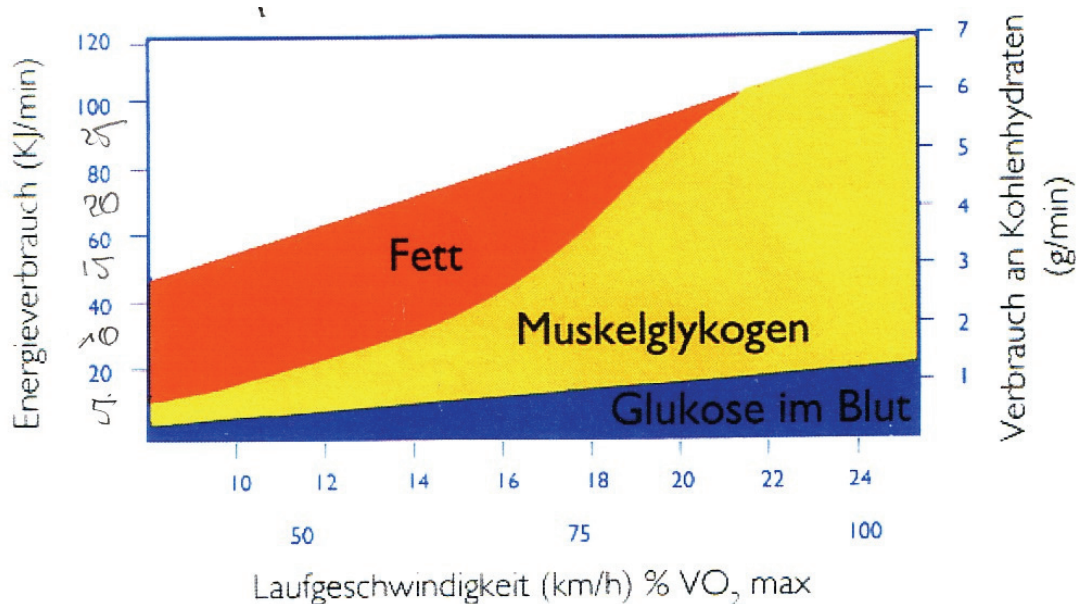
Arginin



Lysin

Es kommt auf deren kleinste Baueinheit an, die Monozucker, die Fettsäuren und die Aminosäuren. Nur sie sind im Stoffwechsel (z. B. Glykolyse, Mitochondrien, β -Oxydation) zu nutzen. Die komplexe Form dieser Nährstoffe, wie sie im Wesentlichen in der Ernährung aufgenommen werden, müssen im Verdauungstrakt erst zu den kleinen Baueinheiten abgebaut werden, um resorbiert werden zu können. Im Körper aber entstehen zum Zwecke ihrer Bevorratung/Lagerung wieder die großen Komplexe (bei Zucker das Glykogen aus tausenden Zuckern, das Fett aus Fettsäure im Verbund mit Glycerin und die Eiweiße aus den Aminosäuren).

Eine weitere Graphik zeigt eindrucksvoll, dass bei den aeroben Verbrennungsprozessen immer Kohlenhydrat und Fett gleichzeitig, und beide im beträchtlichen Umfang verstoffwechselt werden.



Aber je intensiver die Belastung wird (zum Beispiel schnellerer Lauf), desto größer wird der Anteil von Kohlenhydrat. Bei sehr schneller Aktion spielt dann Aerobes nur noch in geringem Maße eine Rolle, es dominiert Kohlenhydrat. (Man denke hier an Energieflussraten)

Grundsätzliches zum Kohlenhydrat nebst Zucker

Die im Darm resorbierte Glukose lässt den Blutzuckerspiegel ansteigen, der Körper ist um den Erhalt von 100 mg% bemüht und setzt dazu das Insulin ein.

Im Blut sind damit in den 5 Litern etwa 5 g Glukose, auf die der Muskel zurückgreift, dessen Glykogenvorrat bei der Belastung abgenommen hat.

Das Blut aber braucht wieder sein 100 mg Niveau, was durch den Gegenspieler Glukagon geschieht. Zucker wird aus dem Glykogenvorrat der Leber entnommen. Wir haben im Muskel einen Glykogenvorrat von im Mittel um 400 g (bei Trainierten etwas höher), der bei einem Brennwert von 4,1 kcal/g einer Energiekapazität von 1600 kcal entspricht. In der

Leber finden sich vielleicht 150 g Glykogen, was einer Energiekapazität von 600 kcal entspricht.

Zum Vergleich: Unser Musterathlet mit nur 13% Fettanteil verfügt dort über 80.000 kcal. Es resultiert: Es liegt also nie am Fett, wenn ich beim Rennen aufgebe.

Zucker aber stößt an Grenzen. Nach mehr als 1 Stunde des Laufs bei 65-75% O₂Max etabliert sich der Zuckermangel.

Geht man von den Brennwerten unserer Nährstoffe aus (Kohlenhydrat grob 4 kcal/g, Fett 9, Eiweiß 4 und Alkohol 7), dann sieht es bei Fett und Kohlenhydrat eindeutig nach Vorteilen vom Fett aus. Aber sehen Sie sich die Formeln (oben) an, KH bringt mehr Sauerstoff mit, Fett weniger. Also O₂-Mehrbedarf nebst entsprechendem Atemaufwand.

Dazu das „kalorische Äquivalent“: Aus einem g vom KH kann man 5,05 kcal an Energie mit 1 Liter Sauerstoff gewinnen, beim Fett nur 4,65 (Eiweiß 4,48).

In der täglichen Ernährung sollen Sportler die allgemein geltenden Empfehlungen beachten: 60-65% des Energiebedarfs durch KH. Aber selbst Sportler halten das nicht ein. Bei den KH verdienen die „großen Moleküle“ - Glykogen der Tiere, Stärke der Pflanzen - den Vorzug. (Zum Beispiel mehr Ballaststoffe und Vitamine, Mineralien und auch Spurenelemente, längere Resorptionszeit mit weniger steilem Insulinspiegel). Die Zivilisation verführt über die Werbung zu inhaltsarmen (nackten) Einfach- und Doppelzuckern!

Vor Wettkampf (und auch Training?) gilt es, den KH-Vorrat in den Speichern durch ausgiebige KH-Kost aufzufüllen.

Es gibt Methoden, diesen etwas über das zustehende Maß anzuheben (10% durch die richtige Nudelpartie z. B.).

Während der langen/schweren Belastung, wenn der Zucker knapp wird, empfehlen sich Säfte. Für die Nutzung der großen Moleküle reicht die Zeit kaum aus. Kleinere Moleküle oberhalb des Einfach und Doppelzuckers sind geeignet – die hier zu nennende Banane, obendrein mit ihrem Kaliumgehalt!

Direkte Zuckergaben können bewirken, dass diese über den sofortigen Blutzuckeranstieg der in Not befindlichen Muskelzelle sofort helfen, (oder dort Glykogen aufbauen), aber Leberglykogen fürs Weitere noch schonen.

Andererseits, die schnellen Zucker provozieren über den Blutzuckerspiegel stürmisch Insulin, was dann verzögert Glukagon zum Gegensteuern zum Einsatz bringt. Der Büroschlaf nach dem Marmeladenfrühstück.

Soll nach der Belastung das Glykogenlager wieder „aufgefüttert“ werden, ist die Mahlzeit unmittelbar im Anschluss wirksamer als die verspätete.

Sehr geleerte Lager sind nicht wie die der Phosphate in wenigen bis 20 Minuten aufzuladen, sondern das braucht Tage!

Die anschließende Betrachtung des Fettes und von Eiweiß ergibt sich zum Teil aus dieser Betrachtung der KH.

Die Zusammenhänge um Diabetes an anderen Stellen der Lektionen zu Sportmedizin 1 und 2, aber auch mit Hinweis auf das Lehrangebot des städtischen Klinikums.

Ergänzungen zum Fett

Fette = Lipide, fettlöslich, vor allem für Transportzwecke stört die fehlende Wasserlöslichkeit der Fette, daher werden sie an Eiweiß gebunden und bilden Lipoproteine (so die Triglyceride oder Cholesterin).

Kohlehydratmast bringt leider keine Stärkung der Glykogenlager, sondern Umbau in Fett (das Nudeln der Gänse!).

Bau (s. die erste Abbildung)

Wir nehmen mit der Nahrung tierische und pflanzliche Fette auf. Es dominieren die Triglyceride (also Bindung von 3 Fettsäuren an Glycerin). Tierische sind ohne Doppelbindung in der Kette (=gesättigt). Pflanzliche weisen einfache und mehrfache Doppelbindungen auf, sie sind in der Ölform bekannt.

Der Körper (Leber) kann begrenzt aus gesättigten ungesättigte Fettsäuren bauen, aber zwei mehrfach ungesättigte (Linol- und Linolinsäure) kann er nicht herstellen, hier ist er auf pflanzliche Ölzufuhr angewiesen = essentielle Fettsäuren! (Sie spielen eine große Rolle bei der Thrombozytenaktivität, bei Entzündungsprozessen und bei der Fettsäureproduktion in der Leber (s.o.)).

Gesättigte Fettsäuren spielen eine Rolle bei der Entstehung von degenerativen Gefäßschäden, bei Diabetes 2 und bei Malignomen. Fett insgesamt mit der führenden Rolle bei Übergewicht und Adipositas.

Nach der Resorption aus dem Darm ins Blut (unter Spaltung in Glycerin und Fettsäure) wird letztere danach wieder zu Triglyceriden synthetisiert, die sich dann als Vorrat im Blut, Muskel und im Fettgewebe finden. Im Übrigen: Das Glycerin aus der Fettspaltung wird von der Leber zu neuer Glukose umgebaut = Glukoneogenese, um drohendem Zuckermangel zu begegnen.

Bei der Nahrungsaufnahme sollen nicht mehr als 20-25% der jeweils gebrauchten Energie auf dem Fettkonto gebucht werden (davon jeweils 7-10% gesättigt und mehrfach ungesättigt, und 10-15% einfach ungesättigt. Ist der Energiebedarf sehr hoch – Schwerbelastung – dann werden höhere Fettanteile in der Nahrung geduldet).

Bei Läufen unterhalb der anaeroben Schwelle/ bzw. bis 50% O₂Max werden 70% der Fettverbrennung aus dem Muskeltriglyceriden bezogen, und 30% aus den Fettsäuren im Blut.

Hier das bekannte Regulieren: Die muskuläre Not aktiviert Adrenalin/Noradrenalin, und die bewirken Lipolyse = Fettsäure aus Triglycerin abspalten und zur Verfügung stellen. Unter Belastung mehr Lipolyse, höheres Fettsäureangebot durchs Blut und weniger Triglyceride im Blut.

Schließlich einige Worte an dieser Stelle zum Cholesterin (Näheres später dazu unter Prävention). Die Struktur (s. Abb. zu Beginn dieser Lektion): Man erkennt eine recht andere Struktur als die der Fettsäuren (Rost: „zum Verbrennen zu schade“). Beteiligt an Zellmembranen, an Galle, an Steroidhormonen (Anabolikadoping). Von der Dichte her mehrere Fraktionen, High Density (HDL) gut für die Gesundheit und Funktion der Gefäße, Low Density (LDL) bei höherer Konzentration mitwirkend bei arteriosklerotischer Gefäßschädigung, Risikofaktor bei Hochdruck, Diabetes 2 und Infarkten.

Die Hälfte vom Körper selbst produziert, ansonsten Nahrungsaufnahme (tierische Produkte, auch Eiweiß, nämlich im Dotter). Dazu noch einiges in Lektion 2 bei Adipositas.

Die Eiweiße und Aminosäuren: (s. Abb. am Anfang dieser Lektion)

Eiweiß -- ein Bestandteil der Gewebsstruktur von ganz besonderer Bedeutung - sein Stoffwechsel ist im Gegensatz zu Fett und KH vorwiegend Struktur- und nicht Betriebsstoffwechsel.

Aber: Immerhin trägt das Eiweiß in Ruhe gut 1%, bei ordentlicher Belastung bis zu 10% zum Energiegewinn bei, dies dadurch, dass die Aminosäure ihren Stickstoff abgibt und mit den verbleibenden C, H und O Glukose (und auch Fett) neu gebildet wird (Glukoneogenese).

20 Aminosäuren sind am Eiweiß beteiligt, davon 8 „essentielle“, die unbedingt mit der Nahrung aufzunehmen sind.

Eiweiß ist in folgenden Positionen zu finden: In der Zelle mit Albuminen und Globulinen (bei Letzteren auch beim Hämoglobin und bei den Immunglobulinen). Es gibt Hormone auf Eiweißbasis (z. B. Insulin), Enzyme für die vielen Stoffwechselschritte in Eiweißstruktur, die Muskeln vor allem mit Aktin und Myosin.

Eiweiße unterscheiden sich in ihrer Wertigkeit. Die besten sind diejenigen, deren aufgenommene Menge nachher im Wiederaufbau von neuem Eiweiß erscheint. Als Spitzenreiter (mit 100 gekennzeichnet) steht das Eiweiß im Ei, danach Milch und Fleisch (mageres) und Fisch, die Hülsenfrüchte mit Abstand (aber von vitaler Bedeutung in Hungerländern).

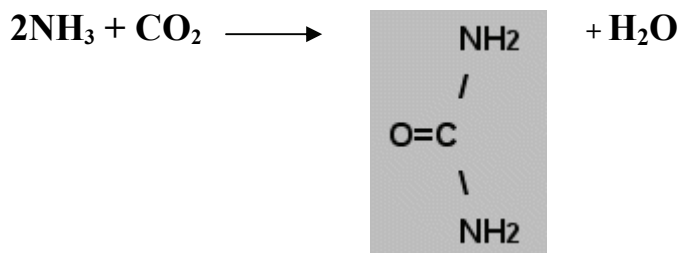
Der Bedarf: Es gilt, dass man 0,7-0,8 g Eiweiß pro kg Körpergewicht am Tage zu sich nehmen soll/muss! Das Eiweißminimum! Hier ist eine ausgewogene Mischkost zu Grunde gelegt. Nähme man nur hochwertiges zu sich, käme man gar mit 0,5 g aus. Kindern und auch Schwangeren empfiehlt man 1,2 –1,5 g. Und stark trainierenden Ausdauerathleten rät man 2,5 g.

Es gilt nicht nur für Eiweiß, sondern für alles: Auch der normale Sportler kommt mit den allgemeinen Empfehlungen zur Ernährung zu Rande.

Eine Eiweiß-Mast mit speziellen Aminosäure- und Eiweißpräparaten ist nicht nötig, sogar riskant. In der Annahme riesigen Bedarfs für extremen Körperbau werden bis zu 6 g/kg/Tag verzehrt. Probleme für die Niere!

Eiweißbilanz: Dem Körper werden tgl. etwa 150 g Eiweiß zur Verfügung gestellt, 100 g aus dem Eiweißminimum, das andere wird aus der Produktion des Darms mit ins Blut resorbiert. Der Gesamtumsatz Eiweiß aber beträgt mehr, vielleicht 500 g. Das würde bedeuten, dass die Zufuhr nicht reicht und ein den Ausgleich verhinderndes Defizit entstünde. Des Rätsels Lösung: Die beim Eiweißzerfall freiwerdenden Aminosäuren (Aminosäurepool im Blut) werden zugleich zum neuen Aufbau verwertet. Freiwerdender Stickstoff (N) wird als Harnstoff ausgeschieden. Eine hohe Quote entsteht, wenn bei höherer Belastung viel Glukoneogenese aus Aminosäuren betrieben wird und der Aminosäurespiegel im Blut logischerweise sinkt, dazu der freiwerdende Stickstoff weggeschafft werden muss. Harnstoffbildung und Ausscheidung über Urin. Erhöhte Ammoniakspiegel können als Ausweis hoher Belastungsstufen genutzt werden.

Harnstoff CH₄N₂O – das ist



Über den Ablauf: Nach der Eiweißspaltung im Darm gelangen die Aminosäuren resorptiv ins Blut, der Spiegel der aufgenommenen Aminosäuren steigt an und wird hormonell wieder zum Standard rückgesteuert (Parallele zum Blutzucker).

Ständig gehen im Körper Zellen und damit Zelleiweiß kaputt (Apoptose, Darmschleimhaut verliert täglich rasant Zellen, Muskelzellen werden durch die Belastung abgebaut). Das alles braucht Ersatz und damit wieder Aminosäuren. So gelangt aufgenommene Aminosäure aus dem Blut in die Aufbauprozesse.

Einige Hinweise zum Wasserhaushalt in Stichworten

Wassergehalt deutlich über 50%, bei Kindern 2/3 des Körpergewichts, das extrazelluläre Wasser 15-20% (Gefäße und Zwischenzellraum /Interstitium). Der große Rest also in den Zellen, in scheinbar trockenen Gewebe und Organen.

Der Wasserumsatz (Bedarf und Verbrauch): 1 ml Wasser bei 1 kcal

Der Mann tgl. 2,5 –2,8 l, die Frau um 2,0 bis 2,3 l.

Pro Stunde sportlicher Aktivität 0,8 - 1 l Mehrbedarf, am besten in z. B. 5 - 6 Portionen verteilt. Marathon etwa 5 l und mehr Verlust und Bedarf.

Durst als Signal für Defizite ab 2 - 3%, dabei aber schon Leistungsabfall - also so trinken, dass Durst vermieden wird.

Bei höheren Defiziten dann Müdigkeit, Körpererwärmung, Pulsbeschleunigung und deutlicher Einbruch der Leistung, dann Abbruch und später auch Tod. Totales Wasserdefizit hält man nur wenige Tage durch.

Bei Leistungen bis zu einer Stunde ist noch kein Mineralersatz nötig, Mineralien – z. B. NaCl mit Verlust beim Schwitzen. Aber wenn solche Leistungen anstehen, dann nicht erst auf den Durst warten, sondern schon vorher intervenieren.

Bei noch längeren Leistungen mit der Gefahr der eintretenden KH-Knappheit/Blutzuckersenkung mit Sportgetränken auch KH einnehmen. (hier an das Zuckerkapitel erinnern) Einfachzucker werden zu stark vom Insulin weggenommen, Stärke und Glykogen brauchen zu lange. Es ist die Stunde der Oligosaccharide - unser Hinweis auf die Banane.

Zum Ablauf:

Wasser nach der Resorption im Darm wird vom Blut ins Interstitium transportiert, von dort in die Zelle. Aber auch rückwärtige Veränderungen!

Die entsprechenden Wasserbewegungen über die Membranen werden u. a. durch die Osmose entscheidend vorgenommen. Ich erinnere an die Lektion 8 der Sportmedizin 1, wo ja auch der Blutdruck mit seiner Presskraft Wasser ins Interstitium brachte.

Entscheidend für diese Osmose sind die Konzentrationen von kleinen Molekülen (Zahl der Elektrolyte oder von Albuminen) Hohe Konzentration zieht Wasser in den Raum geringerer Konzentration gibt Wasser ab. Ziel: Wiederherstellung der Isotonie.

Im Zwischenhirn werden die osmotischen Signale (Osmorezeptoren) im Hypothalamus - das ist eine hohe vegetative Zentrale - s. die Hirnlektionen -aufgenommen. Von dort wird auch Durstgefühl gesteuert. Und dann wird der Hinterlappen der Hypophyse ein Hormon (antidiuretisches) losschicken, und je nach osmotischer Lage wird zur Bereinigung mehr oder weniger Urin durch die Niere ausgeschieden.

Vitamine, Mineralien und Spurenelemente werden an passenden Textstellen der Lektionen eingebracht (z. B. Ca bei Muskel und Knochen) Zusammengefasst können sie in jedem Lehrbuch im Ernährungskapitel nachgelesen werden.