



2

Kohlenhydrate

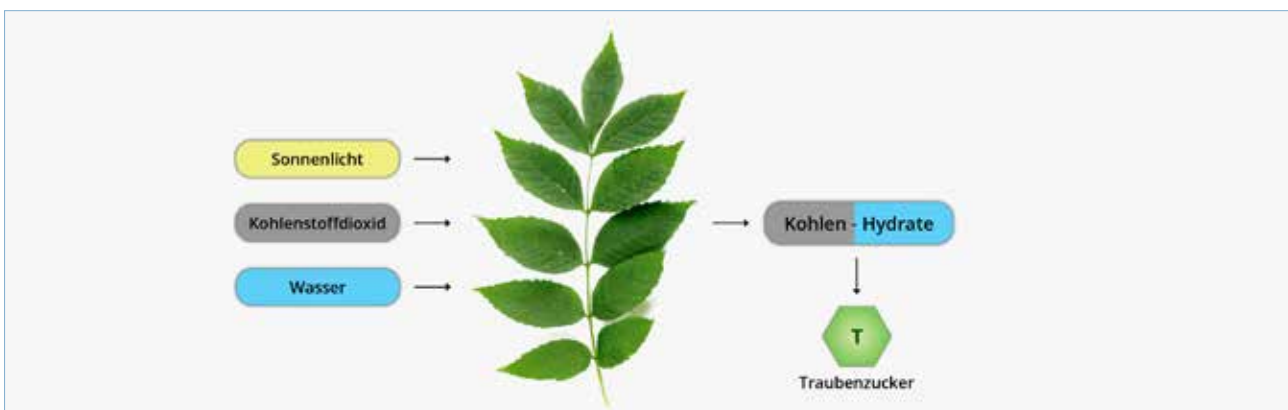
Die Grundlagen

Die Grundlagen der Kohlenhydrate auf einen Blick:

Was sind Kohlenhydrate überhaupt? Wir erarbeiten uns zuerst einige biologische Grundlagen und verschaffen uns einen Überblick. Anschließend gehen wir die wichtigsten kohlenhydratreichen Grundnahrungsmittel der Reihe nach durch. Zum Schluss beleuchten wir die Rolle des Zuckers in der Ernährung und klären den wichtigen Unterschied zwischen Traubenzucker und Fruchtzucker, der später noch sehr wichtig wird.

Wenn du in der Natur spazieren gehst, bist du umringt von **Kohlenhydraten**. Denn die Kohlenhydrate sind erst einmal nichts anderes als die Grundbausteine aller Pflanzen. Egal ob Gras, Blätter oder Holz: Alles ist zum größten Teil aus Kohlenhydraten aufgebaut.

Um so ein Kohlenhydrat herzustellen, braucht eine Pflanze nur drei Dinge: Luft, Wasser und Licht. Aus der Luft gewinnt sie das Kohlenstoffdioxid (CO_2). Das Wasser wird über die Wurzeln aufgenommen. Beide Stoffe werden jetzt zu einem Kohlenhydrat zusammengeschweißt. Das Sonnenlicht wird dabei als Energiequelle angezapft. Der ganze Vorgang nennt sich **Photosynthese**.



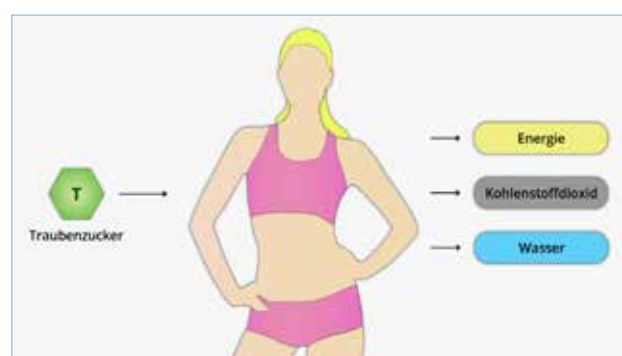
Das Endprodukt der Photosynthese ist der **Traubenzucker (Glucose)**. Traubenzucker ist das häufigste und wichtigste Kohlenhydrat, welches in der Natur vorkommt. Die Energie, welche für seine Herstellung eingesetzt wurde, bleibt im Traubenzucker gespeichert. Daher hat sich so ziemlich alles Leben am Anfang um den Traubenzucker herum als Energiequelle entwickelt.

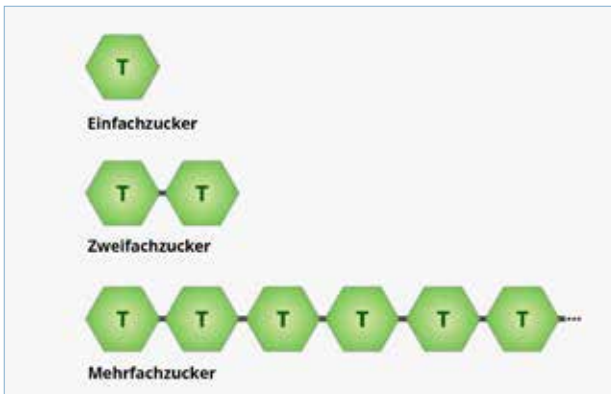
Auch im menschlichen Körper spielt der Traubenzucker eine zentrale Rolle. Jede Zelle unseres Körpers kann Traubenzucker zu **Energie** verbrennen. Manche Zellen sind sogar ausschließlich auf ihn als Energiequelle angewiesen. Daher darf uns der Traubenzucker im Blut (Blutzuckerspiegel) auch niemals ausgehen.

Wenn Traubenzucker in einer Zelle abgebaut wird, zerlegen wir ihn wieder in seine Bestandteile. Es entsteht Kohlenstoffdioxid, welches wir ausatmen, und Wasser, welches wir über die Nieren ausscheiden. Auch die gespeicherte Energie wird wieder freigesetzt, welche wir für unseren eigenen Energiebedarf nutzen können.

Der Traubenzucker hat eine weitere wichtige Eigenschaft, die man sich merken muss: Man kann ihn miteinander verbinden. Hat man es mit einem einzelnen Traubenzuckermolekül zu tun, spricht man von einem **Einfachzucker**.

Nimmt man zwei Einfachzucker und verbindet sie, erhält man einen **Zweifachzucker**. Eine längere Traubenzuckerkette nennt man dann einfach nur noch **Mehrfachzucker**.





Der meiste Traubenzucker, der in der Natur vorkommt, ist in solchen Mehrfachzuckern enthalten. So gut wie jede Pflanze stellt das Baumaterial für ihre Zellen und Fasern aus langen Traubenzuckerketten her. Dabei wird der Traubenzucker möglichst fest verknötet, damit er kaum wieder aufzuspalten ist. Daher ist das meiste Pflanzenmaterial, wie Gras oder Blätter, für den Menschen auch schwer bis gar nicht zu verdauen. Es gibt aber eine Ausnahme: Pflanzen können Traubenzucker auch als Energiereserve speichern.

Dazu wird der Traubenzucker wieder zu einer langen Kette aufgebaut. Doch diesmal wird eine Verbindungsart benutzt, die sich leicht wieder auftrennen lässt, um schnell wieder an den Traubenzucker heran zu kommen. Diese leicht spaltbaren Traubenzuckerketten nennen wir **Stärke**.

Es gibt aber nur wenige Pflanzen, die größere Mengen an Stärke aufbauen. Vor allem passiert das in den **Samen** der Pflanzen. Da aus einem Samen erst noch eine selbstversorgende Pflanze werden muss, bekommt er einen ordentlichen Vorschuss an energiereicher Stärke spendiert, aber auch an Eiweiß, Fetten, Vitaminen und Mineralien.



Daher haben sich im Laufe der Geschichte vor allem die stärkereichen Pflanzensamen zum Rückgrat unserer Ernährung entwickelt und stellen unsere wichtigste Quelle für Kohlenhydrate dar. Darüber hinaus gibt es auch noch einige Wurzeln und Knollen, in denen größere Mengen an Stärke gespeichert wird.

Gehen wir jetzt einmal kurz die wichtigsten stärkereichen **Grundnahrungsmittel** der Reihe nach durch.

Getreide

Die weltweit größte und wichtigste Quelle für Stärke sind die Getreidesamen. Dazu zählen vor allem die klassischen Brotgetreidesorten wie Weizen, Roggen und Gerste. Zur Getreidefamilie gehören aber auch der Hafer, der Mais und der Reis, sowie noch viele weitere Getreidesorten, wie zum Beispiel die Hirse, die aber hierzulande weniger üblich ist.

Übrigens ist die Stärke in roher Form für den Menschen kaum verdaulich. **Rohe Stärke** kann man sich wie kleine, harte Kügelchen vorstellen, die aus langen Traubenzuckerketten zusammengepresst sind. Unsere Verdauung ist kaum dazu in der Lage, an den Traubenzucker in dieser kompakten Form heranzukommen. Man muss die rohe Stärke erst einmal mit Hitze und Wasser zum Quellen bringen, damit die Traubenzuckerketten auseinander getrieben werden und sich locker verteilen. Genau aus diesem Grund hat sich der Mensch verschiedene **Zubereitungstechniken** für stärkereiche Lebensmittel einfallen lassen.

Beim **Brot** werden die stärkereichen Getreidesamen zu einem feinen Mehl vermahlen, das anschließend mit Wasser zu einem Teig verknötet wird. Die Klebereiweiße, die vor allem im Weizen reichlich enthalten sind, erlauben die Herstellung eines geschmeidigen Teiges, der sehr gut zusammenhält.



Außerdem kann er die Luftbläschen festhalten, die bei der Teiggärung entstehen, was dafür sorgt, dass der Teig aufgehen kann. Das ist die Voraussetzung, um gutes Brot zu backen. Außerdem kann man aus dem Mehl auch trockene Teigwaren, wie Nudeln, herstellen, die sich lange Zeit lagern lassen und erst hinterher im Wasser gegart werden. Übrigens können die **Klebereiweiße** in Weizen, Roggen und Gerste bei manchen Menschen zu Beschwerden führen. Daher besprechen wir dieses Thema noch ganz ausführlich in der Artikelreihe zu den Eiweißen. Jetzt interessieren uns aber erst einmal nur die Kohlenhydrate im Getreide. Weitere Getreidesorten, die bei uns eine große Rolle spielen, sind wie gesagt der Hafer, der Mais und der Reis.



Der Hafer ist eine besonders nahrhafte und reichhaltige Getreideart. Da er aber so gut wie keine Klebereiweiße besitzt, eignet er sich auch nicht für die Teigherstellung. Die Haferkörner werden stattdessen heiß gedämpft

und platt gewalzt, und dann anschließend als Haferflocken angeboten. Haferflocken kann man zum Beispiel einfach als Müsli essen oder einen Frühstücksbrei (Porridge) daraus kochen.

Den **Mais** kann man praktisch wie ein Gemüse zubereiten. Die getrockneten Körner werden aber auch zu Grieß und Mehl verarbeitet, aus denen man zum Beispiel einen schnittfesten Maisbrei (Polenta) kochen kann.

Auch der **Reis** ist sehr nährstoffreich. Er wird in Wasser gekocht, um die Stärke zu garen. Je nach Sorte bleibt das Reiskorn dabei eher fest (Langkornreis) oder wird weich und cremig (Rundkornreis).

BLICKPUNKT: Reis und Schwermetalle. Der Naturreis ist ein wunderbar nahrhaftes und uraltes Grundnahrungsmittel. Leider macht ihm aber die zunehmende Umweltverschmutzung zu schaffen. In vielen Teilen der Erde wird das Grundwasser verstärkt mit giftigen Schwermetallen wie dem Arsen belastet. Da die Reispflanze nun größtenteils im Wasser wächst, kann sie beträchtliche Mengen an Arsen aufnehmen und speichern. Das Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) schlägt mittlerweile Alarm und rät von dem häufigen Verzehr von Reisprodukten ab. In vielen Lebensmitteltests weisen Reisprodukte inzwischen sehr hohe Arsenwerte auf, vom Bio-Naturreis bis hin zur Reiswaffel. Auch in jüngsten Untersuchungen an Menschen, die sehr viel Reis essen, konnte man deutlich höhere Arsenwerte im Blut feststellen. Daher müssen wir den Reis nun wohl zu den Lebensmitteln zählen, die man nicht mehr uneingeschränkt empfehlen kann. Letzten Endes kommt es aber auf das Anbauggebiet und auch die Reissorte an. Ich empfehle dazu aktuelle Produkttests im Auge zu behalten (zum Beispiel Ökotest).

Hülsenfrüchte

Als Hülsenfrüchte werden die stärkereichen Samen der sogenannten Leguminosen bezeichnet. Dazu zählen die vielen Sorten der Bohnen, Linsen und Erbsen. Streng genommen gehört auch die Erdnuss in diese Pflanzenfamilie.

Hülsenfrüchte sind äußerst nährstoffreich und gelten als besonders gesund. In vielen Kulturen, in denen die Menschen ein besonders hohes Lebensalter erreichen, stehen Hülsenfrüchte regelmäßig auf dem Speiseplan. Man kann Hülsenfrüchte in vielen Sorten als getrocknete



Samen kaufen. Dann muss man sie aber meistens mehrere Stunden in Wasser einweichen lassen oder sehr lange kochen. Wer es etwas schneller mag, kann genauso gut auf Konserven zurückgreifen, in denen die Hülsenfrüchte schon vorgegart sind. Grüne Erbsen kann man darüber hinaus auch sehr praktisch als Tiefkühlware kaufen.

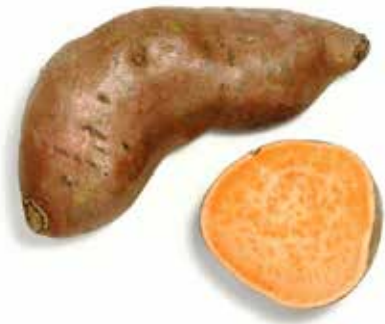
Wurzeln und Knollen



Neben den Pflanzensamen gibt es noch einige Wurzeln und Knollen, in denen größere Mengen an Stärke gespeichert wird. Bei uns sind vor allem die Kartoffel und die Süßkartoffel beliebt, die aber botanisch nicht viel miteinander zu tun haben.

Die **Kartoffel** hat sich in Europa schnell zu einem wichtigen Grundnahrungsmittel entwickelt. Sie hat ein für den Menschen sehr günstiges Nährstoffprofil. Darüber hinaus lässt sie sich in der Küche sehr vielseitig verwenden. Ihre Kocheigenschaften hängen vor allem vom Stärkegehalt der Sorte ab. Kartoffeln, die eher viel Stärke enthalten, zerfallen nach dem Kochen (mehlig kochend). Dagegen behalten Kartoffeln mit einem niedrigen Stärkegehalt eine feste Form (fest kochend).

Die **Süßkartoffel** ist etwas teurer. Dafür steht sie aber auch auf der Liste der nährstoffreichsten Lebensmittel ganz weit oben und gilt als besonders gesund. Sie hat einen herzhaft süßlichen Geschmack und lässt sich ebenfalls sehr vielseitig zubereiten.



Raffinierte Kohlenhydrate



Unter der **Raffination** von Lebensmitteln versteht man die starke Verarbeitung und Verfeinerung von Lebensmitteln. Ein gutes Beispiel für raffinierte Kohlenhydrate ist das feine Weißmehl. Hier nimmt man das volle Getreidekorn und entfernt dessen schützende Randschichten. Diese Randschichten bestehen aus groben Pflanzenfasern, die für den Menschen unverdaulich sind. Daher werden sie auch als sogenannte **Ballaststoffe** bezeichnet.

Allerdings spielen diese Ballaststoffe bei der **Verdauung der Stärke** eine wichtige Rolle! Sie verlangsamen den Abbau der Stärke zu freiem Traubenzucker. Dadurch kann der Traubenzucker gleichmäßig in das Blut gelangen, was den **Blutzuckerspiegel** nur mäßig belastet. Darüber hinaus befinden sich in den Randschichten auch der Großteil der Vitamine und Mineralien, die jetzt verstärkt verloren gehen. Durch das Entfernen der Ballaststoffe wird nun der Stärkekörper des Getreidekorns freigelegt. Dieser wird zu einem Pulver zermahlen und zu Weißmehl verarbeitet. Damit lässt sich anschließend sehr feines Weißbrot und Gebäck herstellen.

Wenn ich im Laufe dieses Kurses von **raffinierten Kohlenhydraten** spreche, dann sind damit also nicht die natürlichen kohlenhydratreichen Grundnahrungsmittel wie Vollkorngetreide, Hülsenfrüchte und Kartoffeln gemeint, sondern stark verarbeitete Lebensmittel und Fertigprodukte. Du kannst dabei zum Beispiel an Brötchen, Toastbrot, Kuchen und Kekse denken oder auch an Pizza, Pommes und Kartoffelchips sowie an Kristallzucker, Süßigkeiten und Softdrinks.

Fruchtzucker

Es gibt noch einen weiteren Einfachzucker, den wir neben dem Traubenzucker kennen müssen: Den **Fruchtzucker** (*Fructose*). Den Fruchtzucker erkennt man sofort an seinem süßen Geschmack, da er doppelt so süß schmeckt wie reiner Traubenzucker. In der Natur kommt er eher selten vor. Man findet ihn vor allem in reifen **Früchten**.



Der Fruchtzucker ist aber auch in vielen anderen süß schmeckenden Dingen enthalten, wie zum Beispiel im Bienenhonig oder im Agavensaft. Jedenfalls hat er mengenmäßig nie eine besonders große Rolle in der Ernährung des Menschen gespielt. Daher gibt es kaum eine Zelle im Körper, die etwas mit ihm anfangen könnte. Tatsächlich ist nur die **Leber** (unser zentrales Stoffwechselorgan) dazu in der Lage, den Fruchtzucker aus dem Blut aufzunehmen und ihn in etwas Brauchbares umzuwandeln.

Dennoch hat der Mensch eine große Vorliebe für den süßen Geschmack entwickelt. In der Natur gibt es so gut wie nichts, was süß schmeckt und für uns giftig wäre. Gleichzeitig wird uns schnell verfügbare Energie signalisiert, die wir zum Beispiel in der Steinzeit gut gebrauchen konnten. Im Laufe der Geschichte hat der Mensch nun damit begonnen, Fruchtzucker im großen Stil herzustellen. Um das besser zu erklären, geht es jetzt um den süßen Stoff, den wir eigentlich meinen, wenn wir von **“Zucker”** reden.

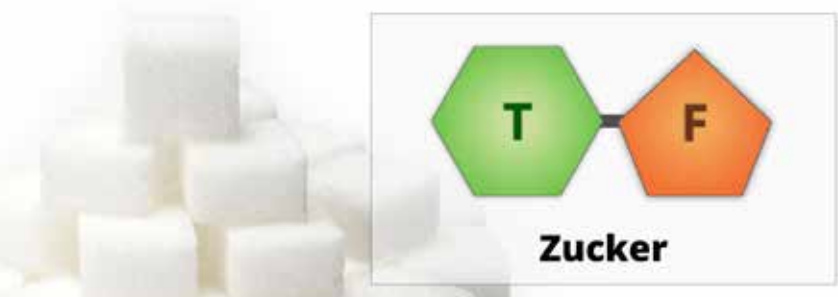
Eine kurze Geschichte des Zuckers

Wir alle kennen und lieben ihn: Den weißen, süßen **Kristallzucker**. Er hat viele Namen: Zum Beispiel Haushaltszucker, Zuckerraffinade, Industriezucker, Rübenzucker, Rohrzucker oder einfach nur Zucker. Sein chemischer Name ist *Saccharose*. Letzten Endes haben wir es beim Kristallzucker immer mit einem Zweifachzucker zu tun, der aus einem Teil Traubenzucker und einem Teil Fruchtzucker besteht.

Der erste Kristallzucker wurde im frühen Mittelalter aus dem **Zuckerrohr** hergestellt. Das Zuckerrohr ist eine Graspflanze, die größere Mengen Zucker aufbauen kann. Um an den Zucker heranzukommen, zerkleinert man die Pflanze und wäscht den Zucker mit Wasser heraus. Anschließend lässt man ihn wieder trocknen, wobei er Zuckerkristalle bildet.

Das Zuckerrohr gilt lange Zeit als äußerst rar und kostbar. Doch als man dann in der Kolonialzeit ideale Anbaubedingungen für das Zuckerrohr in Mittel- und Südamerika entdeckt, entstehen rasch erste Plantagen. Nun stellt man den braunen Rohrzucker im immer größeren Umfang her, der in Europa heiß begehrt wird.

Im späten 18. Jahrhundert entdeckt man dann die Bedeutung der heimischen **Zuckerrübe** für die Zuckergewinnung (Rübenzucker). Schon bald nimmt die erste Zuckerfabrik ihre Arbeit auf und los geht es mit der industriellen



Zuckerproduktion. Dadurch wird der Zucker nun auch für die ganze Bevölkerung langsam bezahlbar und gehört schon bald in jeden gutbürgerlichen Haushalt. Er gilt aber immer noch als eine Besonderheit, mit der sparsam umgegangen wird.

In der zweiten Hälfte des letzten Jahrhunderts erleben wir dann aber eine dramatische Veränderung unserer Lebensmittelwelt. Die **industrielle Massenfertigung** von billigen Lebensmitteln gewinnt an Bedeutung. Das wird vor allem durch den massiven Ausbau der Landwirtschaft hin zu Großbetrieben, sowie durch neue Konservierungstechniken vorangetrieben. Im gleichen Zuge schießen Supermärkte und Fast-Food-Ketten aus dem Boden. Der Zucker wird immer billiger und findet seinen Weg in immer mehr Fertigprodukte (vor allem in Getränke), wodurch der Zuckerkonsum enorm steigt.

In den 70er Jahren entwickeln japanische Wissenschaftler ein chemisches Verfahren, mit dem man Zucker sogar aus Mais(!) gewinnen kann, welcher in den USA inzwischen in gigantischen Ausmaßen angebaut wird. Das Endprodukt ist ein Zuckersirup, der unter dem Namen **High Fructose Corn Sirup** (*Hoch Fructose-haltiger Maissirup*) bekannt ist. Dieser HFCS ist (genauso wie gewöhnlicher Kristallzucker) nichts anderes als ein Gemisch aus Traubenzucker und Fruchtzucker. Allerdings ist er dreimal billiger in der Herstellung!

Vor allem in den USA beginnt man nun damit, den Kristallzucker in großen Umfang durch HFCS zu ersetzen. Und da er so günstig ist, werden auch viele herkömmliche Lebensmittel und Fertigprodukte damit angereichert, um den Geschmack zu steigern. Wenn man heute in den USA einkaufen geht, hat man eine Auswahl von über 600.000 Lebensmittelartikeln. In mehr als 80% davon ist zugesetzter Zucker, oft in Form von HFCS, enthalten.

Unser **Zuckerkonsum** ist also im Laufe der Geschichte stetig gestiegen. Um 1850 nahm ein Mensch hierzulande gerade mal 8 g Zucker am Tag auf. Heute sind es im Durchschnitt schon über 100 g am Tag! Am meisten haben dazu gezuckerte Getränke, Fertigprodukte und Fast Food beigetragen.

Und warum ist das jetzt eigentlich alles so wichtig? Zucker ist doch nichts anderes als leere Kalorien und im schlimmsten Fall schlecht für die Zähne, oder?

Das wurde jedenfalls lange Zeit behauptet. Heute stellt sich allerdings heraus, dass der Zucker eine wichtige Rolle bei vielen Zivilisationskrankheiten spielt, die uns heute plagen, wie **Übergewicht** und **Diabetes**. Daher werden wir später noch ganz ausführlich auf den Zucker zu sprechen kommen.

Behalte am besten erst einmal im Hinterkopf, dass Traubenzucker und Fruchtzucker zwei ganz unterschiedliche Kohlenhydrate sind.

Denn sie werden ganz anders im Körper verstoffwechselt:

Traubenzucker kann von jeder Zelle im Körper aufgenommen und zu Energie verbrannt werden.

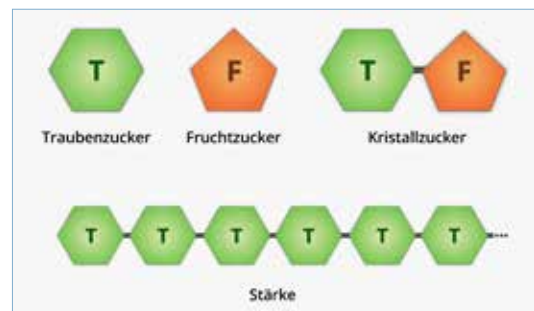
Dagegen landet der Fruchtzucker immer in der Leber und kann nur dort abgebaut werden.

Verdauung und Stoffwechsel auf einen Blick:

In diesem Artikel erwartet dich eine Reise durch die menschliche Verdauung und den Stoffwechsel. Wir verfolgen den Weg der Kohlenhydrate durch den Darm und machen einen kleinen Zwischenhalt bei der Darmflora. Anschließend geht es weiter in den Blutkreislauf. Wir besprechen den Blutzuckerspiegel, das Hormon Insulin und die Aufnahme der Kohlenhydrate in den Zellen, wo sie schließlich abgebaut werden können.

Wir wissen nun, was Kohlenhydrate sind und wo sie vorkommen. Jetzt schauen wir uns an, was mit den Kohlenhydraten im Körper genau passiert. Dazu gehen wir Schritt für Schritt die wichtigsten Stationen der Verdauung und des Stoffwechsels durch.

Bei den Kohlenhydraten haben wir es also im Wesentlichen mit **Traubenzucker** (Glucose) und Fruchtzucker (Fructose) zu tun.



Natürliche Grundnahrungsmittel wie Getreide, Hülsenfrüchte und Kartoffeln liefern uns **Stärke**.

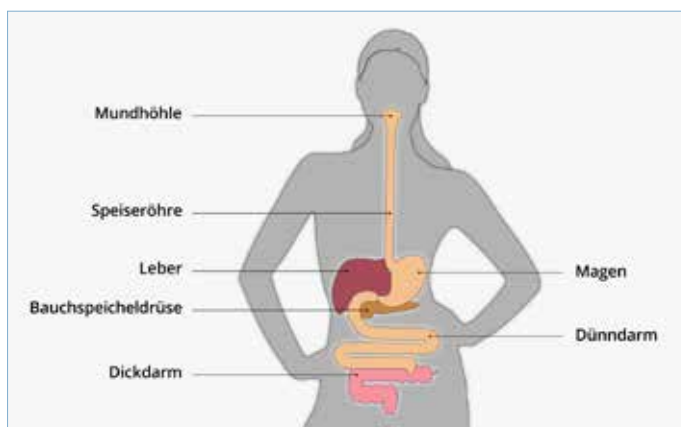
Und die Stärke war ja nichts anderes als lange Ketten, die aus reinem Traubenzucker bestehen.

Neben der Stärke spielt auch der **Zucker** (Saccharose)

eine immer größere Rolle in unserer Ernährung. Hierbei handelt es sich um einen Zweifachzucker, der aus einem Teil Traubenzucker und einem Teil Fruchtzucker aufgebaut ist.

Die Verdauung

Begleiten wir jetzt die Kohlenhydrate auf ihrer Reise durch die Verdauung und den Stoffwechsel. Werfen wir dazu erst einmal einen Blick auf den menschlichen Verdauungskanal.

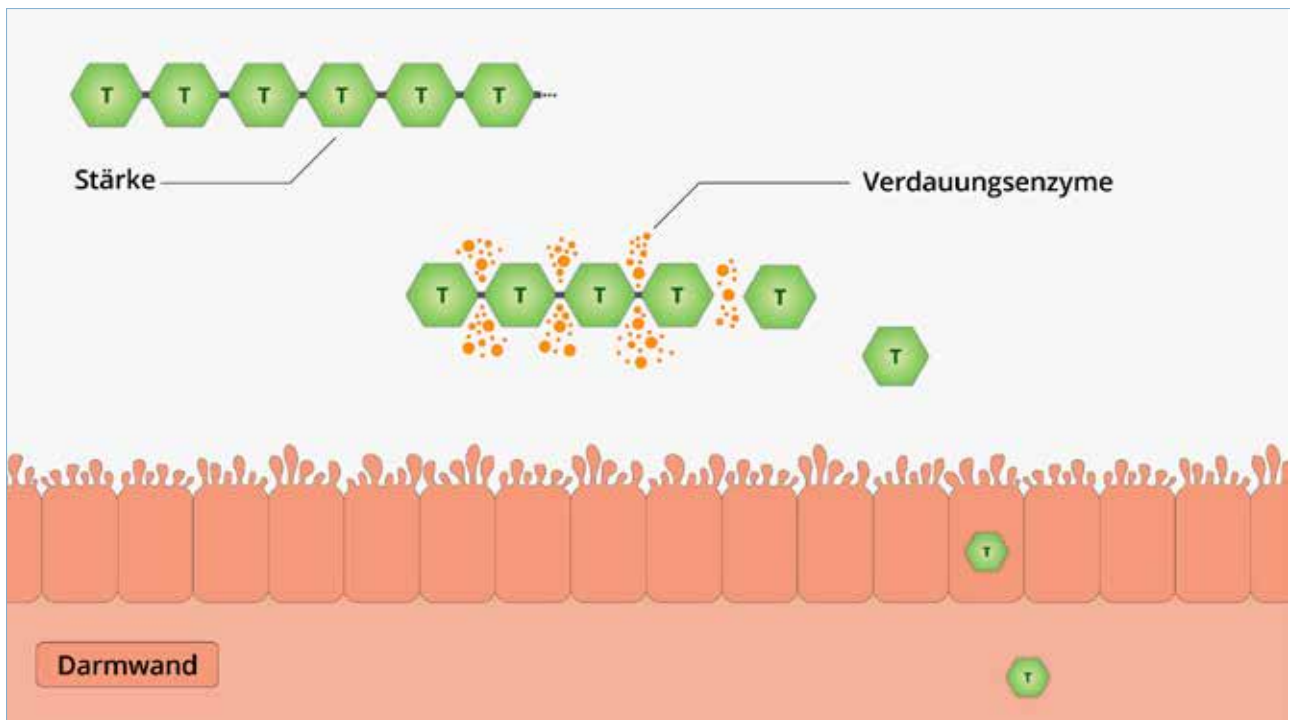


Die Nahrung wird im **Mund** zerkleinert und herunter geschluckt. Jetzt rutscht sie langsam die **Speiseröhre** hinunter und landet im **Magen**. Dort wird die Nahrung erst einmal gesammelt und für einige Zeit festgehalten. Dabei dehnt sich der Magen aus, was ein zunehmendes Sättigungsgefühl erzeugt.

Anschließend wird die Nahrung nach und nach in kleinen Portionen in den **Dünndarm** weitergelassen. Hier wird sie mit den

Verdauungssäften vermischt, die sogenannte Enzyme enthalten. Enzyme sind Stoffe, die chemische Reaktionen auslösen können und im ganzen Körper vorkommen. Die **Verdauungsenzyme** haben die Aufgabe, die Nährstoffe in ihre Grundbausteine zu zerlegen. Denn nur diese können anschließend von den Zellen der Darmwand überhaupt aufgenommen werden.

Die Stärke besteht wie gesagt aus langen Traubenzuckerketten. Diese Ketten werden nun von den Enzymen schrittweise aufgespalten, bis nur noch einfacher Traubenzucker übrig bleibt. Das gleiche passiert mit dem Zucker, der wieder in einfachen Traubenzucker und Fruchtzucker zerlegt wird.



Was passiert eigentlich, wenn Kohlenhydrate nicht vollständig verdaut werden?

Ein gutes Beispiel dafür ist die **Milchzuckerunverträglichkeit** (*Lactoseintoleranz*). Der Milchzucker (Lactose) ist ein besonderer Zweifachzucker, der ein ganz bestimmtes Enzym (Lactase) benötigt, um aufgespalten zu werden. Fehlt dieses Enzym (Lactasemangel), bleibt der Milchzucker intakt und kann somit auch nicht von den Darmzellen aufgenommen werden. Also wandert er unverdaut den ganzen Dünndarm hinunter und landet schließlich im Dickdarm.

Im Dickdarm lebt der Großteil unserer **Darmbakterien** (die Darmflora), die ihre eigenen Enzyme herstellen können und kein Problem damit haben, den Milchzucker abzubauen. Dabei werden jedoch eine Menge unangenehmer Nebenprodukte gebildet, was zu Blähungen, Bauchschmerzen und anderen Beschwerden führen kann.

Die Milchzuckerunverträglichkeit ist übrigens keine Krankheit, sondern für die meisten Menschen auf der Welt etwas ganz Normales. Ursprünglich nahm der Mensch ja nur im Säuglingsalter Milch zu sich. Danach spielte sie praktisch keine Rolle mehr in der Ernährung. Daher wird auch die Bildung der Lactase recht früh eingestellt, weil sie ganz einfach nicht mehr gebraucht wird.

Im europäischen Raum gewöhnte man sich jedoch im Laufe der Zeit an den Konsum von Rindermilch. Dabei kam es zu einer genetischen Anpassung, welche dem Körper erlaubt, bis in das Erwachsenenalter hinein weiter Lactase herzustellen. Mit zunehmendem Alter kann dies aber auch wieder nachlassen und dann stellt sich erst spät eine Milchzuckerunverträglichkeit ein. In diesem Fall bleibt einem nichts anderes übrig, als auf Frischmilch zu verzichten und stattdessen gereifte Milchprodukte, wie Joghurt und Käse, zu bevorzugen, in denen der Milchzucker zum allergrößten Teil schon abgebaut wurde.

Die Darmflora

Bleiben wir noch für einen kurzen Moment im Dickdarm und bei den Darmbakterien. Die Darmflora ist so ziemlich das spannendste Thema, das die Ernährungsforschung zur Zeit zu bieten hat. Wir begreifen erst seit wenigen Jahren, was für eine enorme Rolle die Darmflora für die Gesundheit und das Wohlbefinden des Menschen spielt.

Übrigens kommt die Darmflora auf ein Gesamtgewicht von rund 2 kg! Wir haben etwa zehnmal mehr Bakterien im Darm, als eigene Zellen im ganzen Körper.

Viele Wissenschaftler sind daher der Meinung, dass wir die Darmflora besser als ein eigenes Stoffwechselorgan betrachten sollten, das sogar lebenswichtige Aufgaben im Körper übernimmt.

Eine gesunde und starke Darmflora macht es zum Beispiel schädlichen Keimen sehr schwierig, sich im Körper auszubreiten.

Außerdem ist der Darm unser größtes Immunorgan. Im Darm treten ständig fremde Stoffe in den Körper ein und werden dabei vom **Immunsystem** streng überwacht. Die Darmbakterien helfen dabei, das Immunsystem zu trainieren und ihm beizubringen Freund von Feind zu unterscheiden.

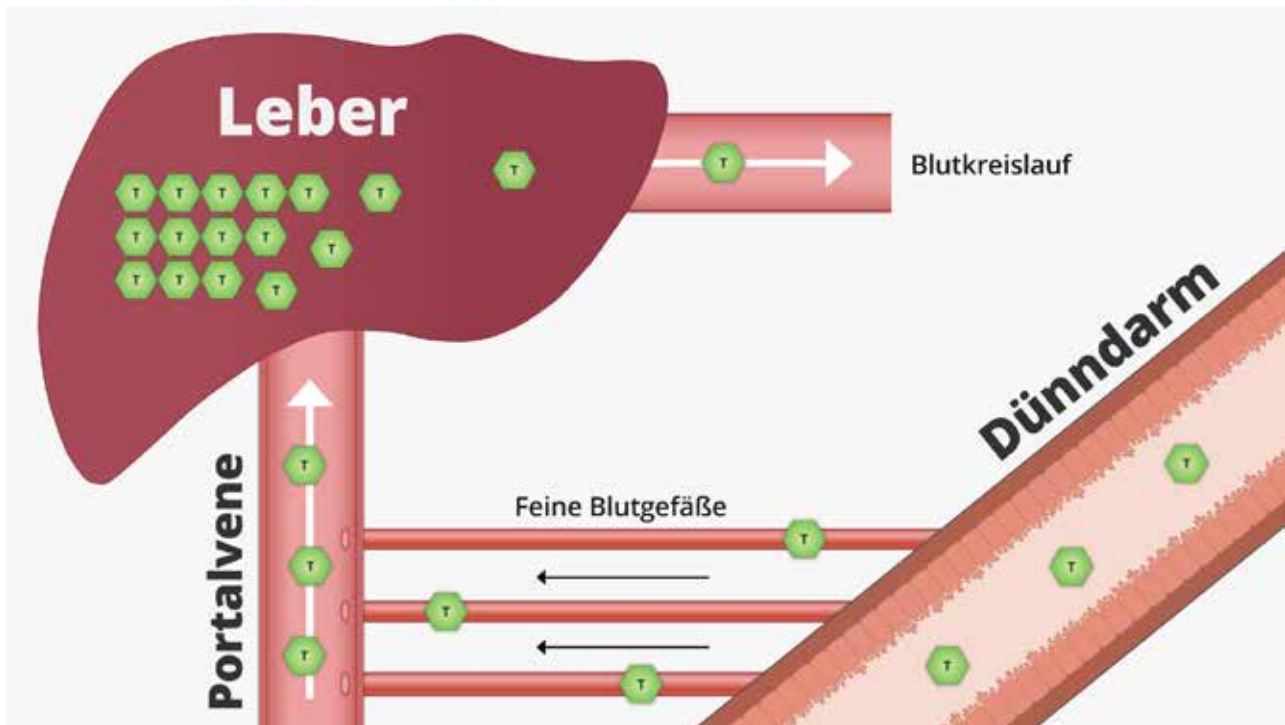
Mittlerweile ist auch klar, dass die Darmflora eine Vielzahl von **Botenstoffen** in das Blut abgibt und sich auf diese Weise mit dem ganzen Körper unterhalten kann. Diese Botenstoffe können beispielsweise das Gehirn, das Fettgewebe oder auch den ganzen Stoffwechsel beeinflussen. Über die genaue Wirkung kann man derzeit nur spekulieren.

In Tierversuchen ist es aber schon problemlos möglich, allein über die Manipulation der Darmflora das Körpergewicht, das soziale Verhalten oder die Intelligenz von Tieren zu verändern.

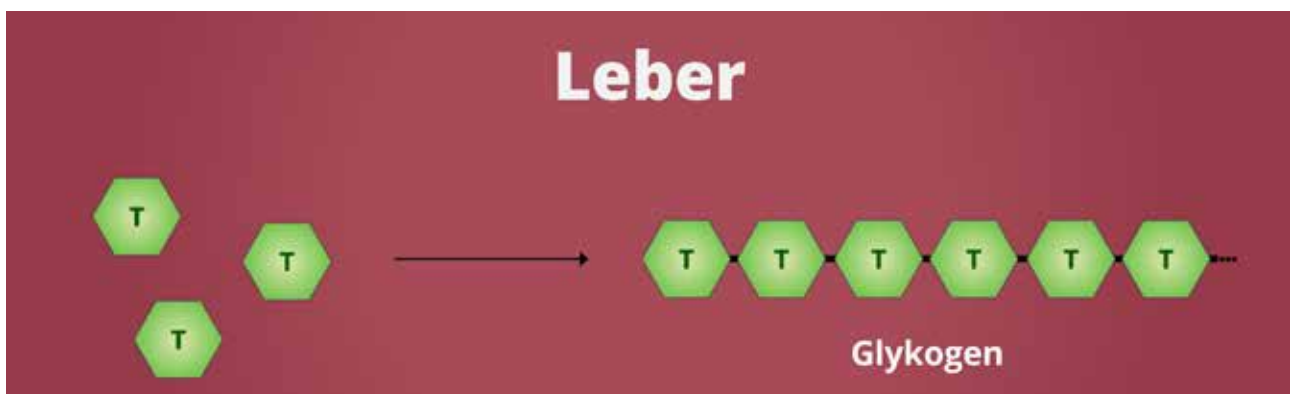
Kehren wir jetzt erst einmal wieder zu unseren Kohlenhydraten zurück. Diese wurden inzwischen erfolgreich in den oberen Etagen des Darmes in Einfachzucker zerlegt und können jetzt in den Zellen der Darmwand aufgenommen werden.

Der Blutzuckerspiegel

Nachdem die Einfachzucker die Darmwand passiert haben, werden sie an das Blut weiter gereicht. Der ganze Darm ist von feinen Blutgefäßen umgeben, welche die Nährstoffe aus der Verdauung aufnehmen und abtransportieren. Alle kleinen Blutgefäße, die nun vom Darm wegziehen, werden in der sogenannten **Portalvene** gesammelt. Die Portalvene führt anschließend erst einmal in die **Leber**.



Die **Leber** ist unser zentrales Stoffwechselorgan. Außerdem ist sie ein wichtiger Nährstoffspeicher. Sie versucht den größten Teil der Nährstoffe aus der Verdauung einzulagern, um sie später kontrolliert und wohl dosiert wieder an das Blut abzugeben. Daher zieht die Leber nun auch den größten Teil des Traubenzuckers aus dem Verkehr. Sie speichert ihn als sogenanntes **Glykogen**. Dazu wird der Traubenzucker wieder zu einer langen Kette aufgebaut (ähnlich wie die Stärke), welche später schnell wieder aufgespalten werden kann.



Der restliche Traubenzucker wird in den allgemeinen Blutkreislauf weiter gelassen und erhöht nun den **Blutzuckerspiegel**. Übrigens wird als Blutzucker nur der Traubenzucker (Glucose) im Blut bezeichnet. Er kann anschließend von jeder Zelle im Körper aufgenommen und als Energiequelle genutzt werden.

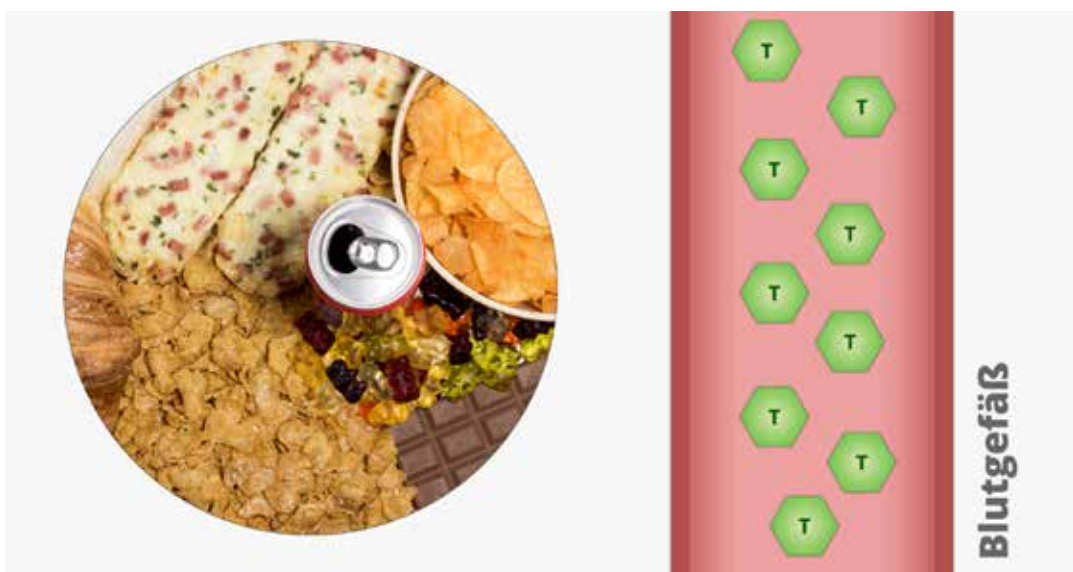
Der **Fruchtzucker** kann stattdessen nur in der Leber abgebaut werden. Denn nur die Leber besitzt überhaupt den entsprechenden Transporter (GLUT 5), welcher den Fruchtzucker aus dem Blut in

eine Zelle befördern kann. Hier kann der Fruchtzucker anschließend weiter zu Energie abgebaut oder in etwas Nützliches, wie Traubenzucker oder Fett, umgewandelt werden.

Schauen wir uns jetzt den **Blutzuckerspiegel** genauer an. Je schneller die Kohlenhydrate im Darm verdaut und aufgenommen werden können, desto stärker steigt danach der Blutzuckerspiegel an. Natürliche Grundnahrungsmittel wie Vollkorngetreide und Hülsenfrüchte sind in **Ballaststoffe** eingepackt, welche die Verdauung wesentlich verlangsamen. Hier haben die Verdauungsenzyme einiges zu knabbern und können den Traubenzucker erst nach und nach freisetzen. Dadurch steigt auch der Blutzuckerspiegel langsam und gleichmäßig an.



Anders sieht es bei **raffinierten Kohlenhydraten** wie Weißmehl und Zucker aus. Sie enthalten wenig bis gar keine Ballaststoffe mehr und können daher sehr schnell verdaut werden. Bei gesüßten Getränken sind die Kohlenhydrate sogar noch in Wasser gelöst. Dadurch rutschen sie praktisch ungebremst durch den Magen und überflutet den Darm auf einen Schlag mit schnell verdaulichen Kohlenhydraten. Dadurch kommt es dann auch zu einem besonders hohen Anstieg des Blutzuckerspiegels.



Übrigens spielt auch unsere **Darmflora** eine große Rolle bei der Verdauung der Kohlenhydrate. Der Großteil der Darmflora sitzt zwar im Dickdarm, doch auch der Dünndarm, wo die

Nährstoffaufnahme stattfindet, ist mit Darmbakterien besiedelt. Die Darmbakterien stellen eigene Enzyme her, die bei der Spaltung der Kohlenhydrate helfen.

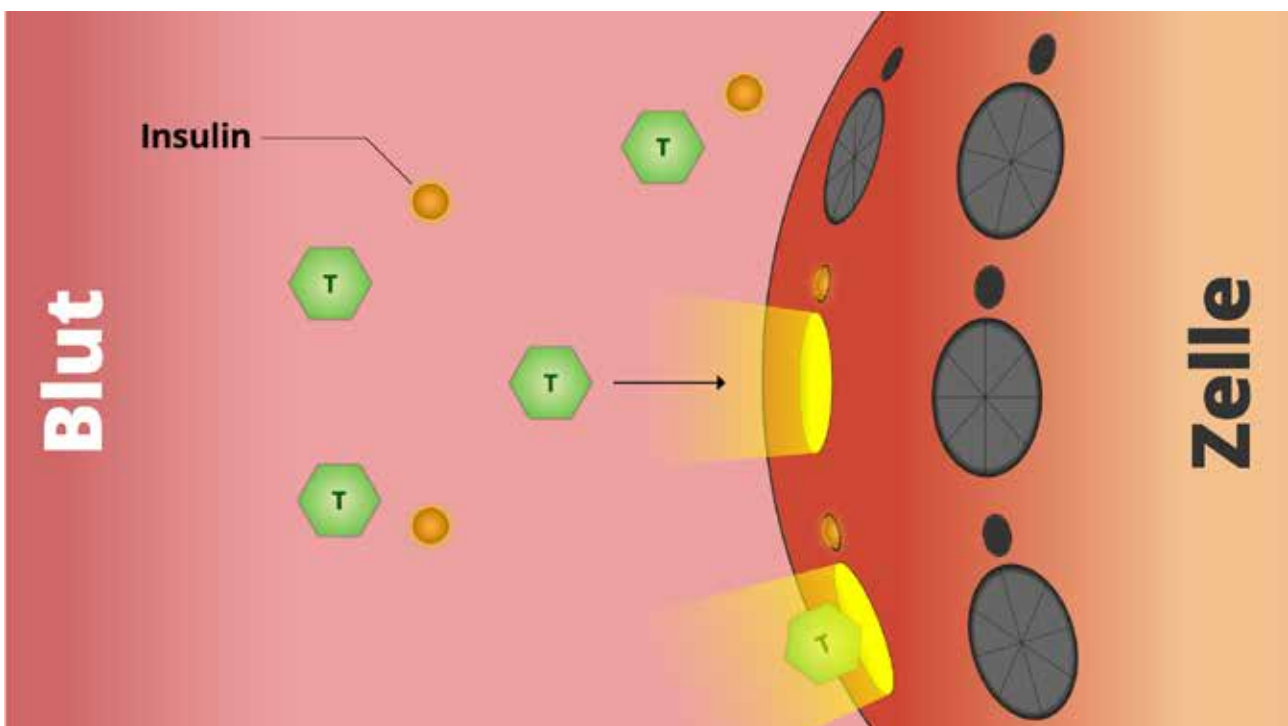
Nun hat jeder Mensch eine einzigartige und oft sehr unterschiedlich zusammengesetzte Darmflora. Das wirkt sich auch auf die Verdauung der Kohlenhydrate und den anschließenden Blutzuckeranstieg aus. So ist es möglich, dass zwei Menschen auf die gleiche Mahlzeit mit völlig unterschiedlichen Blutzuckerwerten reagieren. Die Fachzeitschrift CELL hat dazu 2015 eine spannende Studie vorgestellt, in der dieses Phänomen genauer untersucht wurde.

Die Menschen unterscheiden sich also stark in ihrem Lebensstil, in ihrer körperlichen Fitness, in ihrer Genetik und vor allem in ihrer Darmflora. Und das wirkt sich auch ganz erheblich darauf aus, wie gut oder schlecht Kohlenhydrate im Körper verstoffwechselt werden.

Kommen wir wieder zum Blutzucker zurück. Der Traubenzucker muss jetzt nur noch aus dem Blut in die Zellen gelangen, um dort als Energiequelle zur Verfügung zu stehen. Doch dazu wird ein ganz bestimmtes Hormon gebraucht: Das Insulin.

Insulin – Das Speicherhormon

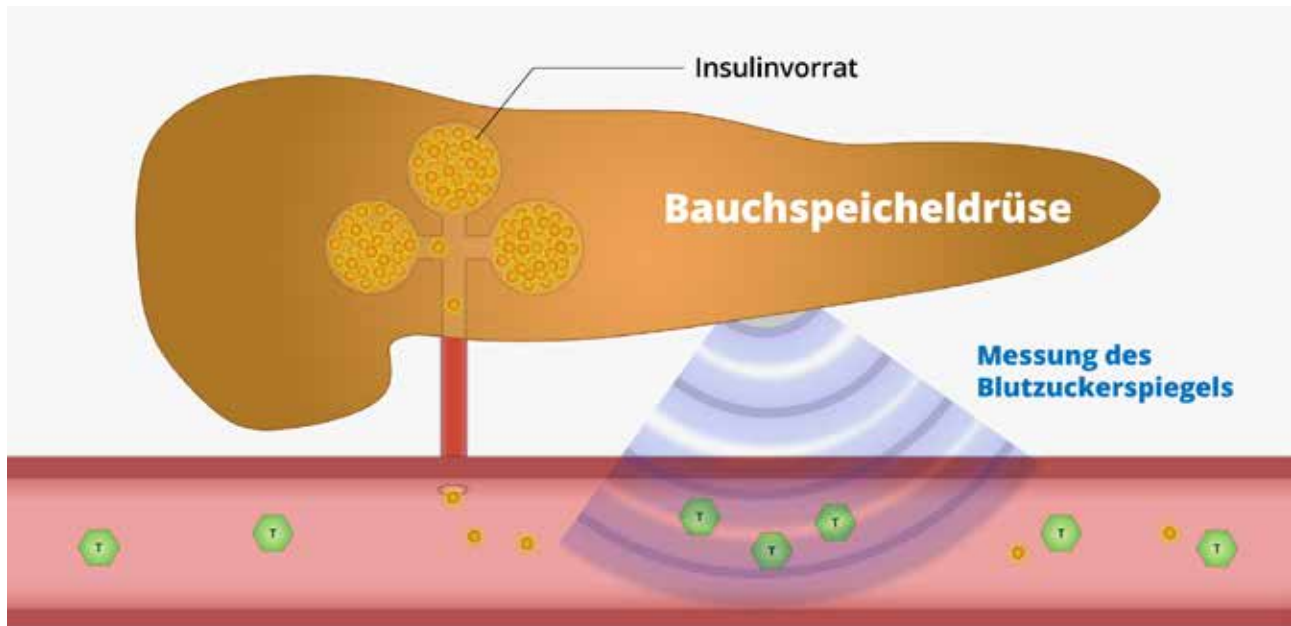
Hormone sind nichts anderes als **Botenstoffe**, die den Zellen sagen, was sie tun sollen. Dazu docken sie an den Zellen an, um ihre Botschaft zu übermitteln. Das Insulin wird nach dem Essen ausgeschüttet und teilt den Zellen mit, dass sie ihre "Tore" öffnen dürfen, um Nährstoffe aus dem Blut aufzunehmen. Ohne Insulin würde der Traubenzucker also vor geschlossenen Türen stehen und nicht in das Innere der Zelle gelangen.



Dieser Vorgang hört sich vielleicht umständlich an. Trotzdem ist er sehr wichtig, denn der Blutzuckerspiegel muss vom Körper gut reguliert werden. Es gibt Zellen, die ausschließlich auf Traubenzucker als Energiequelle angewiesen sind. Daher darf uns der Traubenzucker im Blut auch niemals ausgehen.

Sinkt der Blutzuckerspiegel zu stark ab, wird man müde, unruhig und hungrig. Bei ernsthafter Unterzuckerung kann man sogar das Bewusstsein verlieren und einen Schock erleiden (was bei gesunden Menschen eher selten vorkommt). Die Zellen dürfen sich daher nicht nach Belieben am Blutzucker bedienen und der ganze Vorgang muss gut kontrolliert werden. Das Insulin spielt dabei die entscheidende Rolle.

Die **Bauchspeicheldrüse** ist das Organ, welches das Insulin herstellt. Sie misst ständig den Blutzuckerspiegel und merkt schnell, wenn dieser nach einer kohlenhydratreichen Mahlzeit steigt. Anschließend schüttet sie die passende Menge Insulin aus, damit die Zellen damit beginnen können, den Traubenzucker aufzunehmen.



Je stärker und schneller der Blutzuckerspiegel nach einer Mahlzeit steigt, desto mehr Insulin wird benötigt, um den Blutzuckerspiegel wieder zu senken. Sobald sich der Blutzuckerspiegel dann wieder normalisiert hat, wird auch die Insulinausschüttung herunter gefahren.

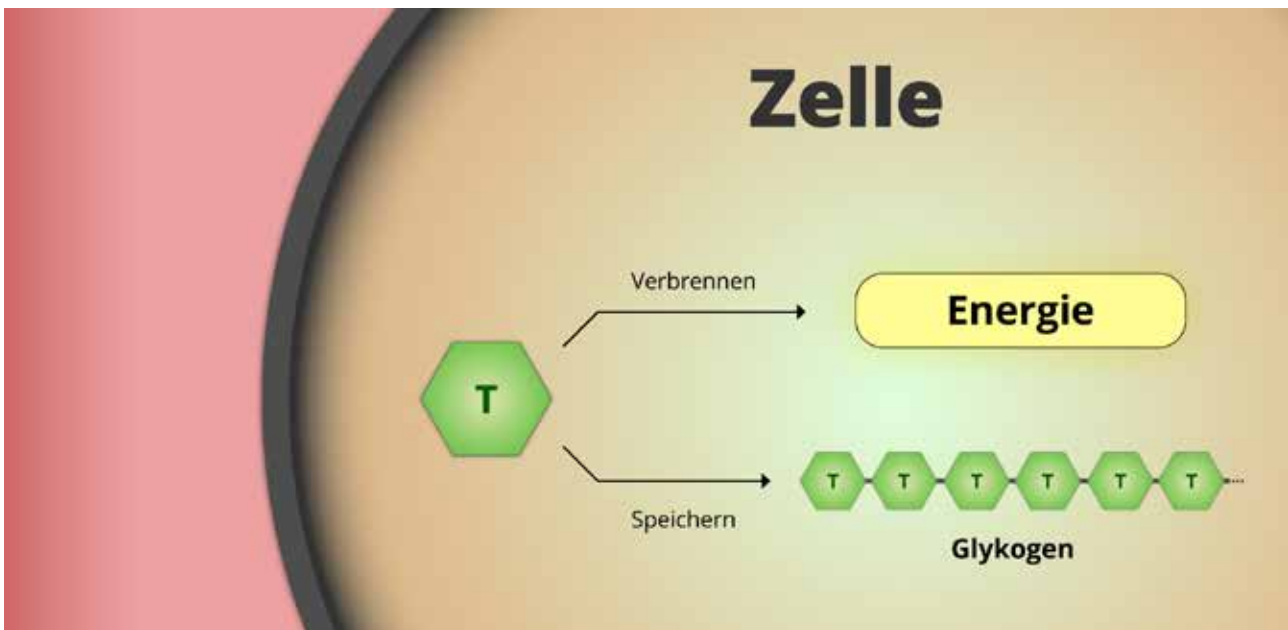
Das Insulin spielt übrigens nicht nur für den Stoffwechsel der Kohlenhydrate eine wichtige Rolle. Es stimuliert auch die Aufnahme und Speicherung von **Eiweißen** und **Fetten** in den Zellen. Daher wird die Ausschüttung von Insulin nicht nur durch Kohlenhydrate angeregt, sondern auch durch die allgemeine Nahrungsaufnahme. Am stärksten ist die Insulinausschüttung jedoch an den Blutzuckerspiegel gekoppelt, weil sie für dessen Regulation unentbehrlich ist.

Der Abbau der Kohlenhydrate

Der Traubenzucker hat es nun mit Hilfe des Insulins endlich aus dem Blut in die Zellen geschafft. Dort kann er jetzt weiter zu **Energie** verbrannt werden. Im Prinzip tun wir dabei nichts anderes, als die Photosynthese rückgängig zu machen.

Über die Atmung schaffen wir ständig frischen Sauerstoff heran. Dieser wird gebraucht, um den Traubenzucker zu verbrennen. Also genauso wie bei einem echten Feuer. Allerdings findet der ganze Verbrennungsprozess nur sehr viel langsamer statt. Dabei entsteht Kohlenstoffdioxid, welches wir wieder ausatmen, sowie Wasser, welches in unseren Wasserhaushalt übergeht und letztlich über die Nieren ausgeschieden wird. Die Energie, die dabei freigesetzt wird, können wir

schließlich dazu verwenden, um unseren eigenen Energiebedarf zu decken und unsere Körperwärme aufrecht zu erhalten.



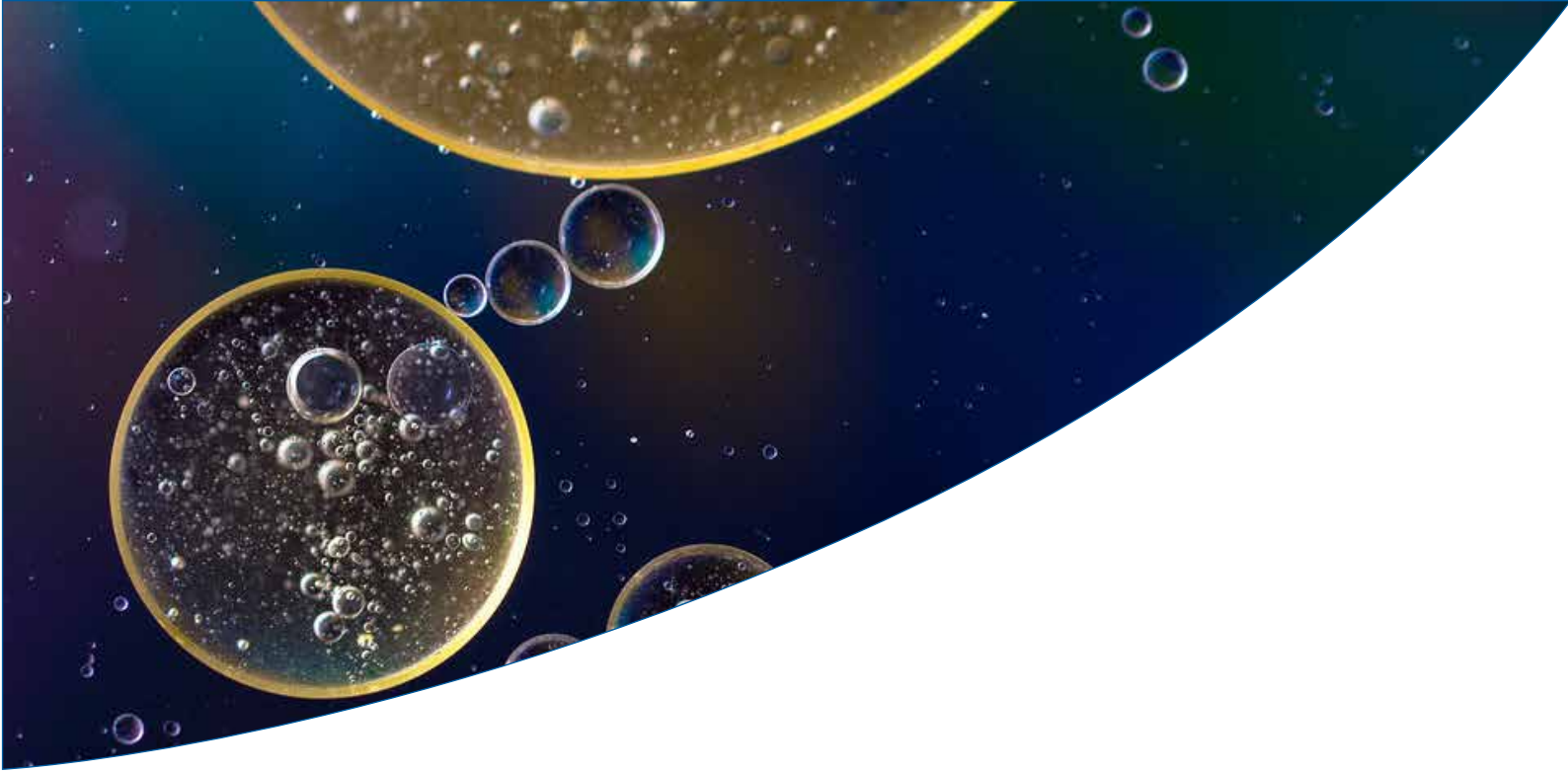
Die Leber und Muskeln sind übrigens die einzigen Organe, welche den Traubenzucker als **Glykogen** speichern können. Dabei wird er wie gesagt wieder zu langen Ketten aufgebaut, die sich schnell wieder aufspalten lassen. Auf diese Weise kann der Körper zwischen 300 und 500 g Traubenzucker als Vorrat anlegen. Umgerechnet sind das gerade mal 1200 bis 2000 kcal.

Zum Vergleich: Der durchschnittliche Kalorienverbrauch eines erwachsenen Menschen liegt bei 2000 bis 2400 kcal am Tag.

Wenn Traubenzucker als Glykogen gespeichert wird, muss aus chemischen Gründen auch immer die vierfache Menge an Wasser mit eingelagert werden. Daher besteht ein beliebter **Diättrick** darin, die Glykogenspeicher durch eine streng kohlenhydratarme Ernährungsweise zu leeren. Dabei wird auch das ganze Wasser wieder freigesetzt (rund 2 Liter) und man kann innerhalb weniger Tage gut 2 bis 3 kg Gewicht auf der Waage verlieren. Das hat natürlich nicht das geringste mit Fettabbau zu tun, gibt aber eine eindrucksvolle Schlagzeile her (Verlieren Sie 3 kg schon in der ersten Woche!). Ein Kilogramm Fettgewebe enthält dagegen ganze 7000 kcal. Da gibt es also einiges an Energie zu verbrennen. Daher geschieht echter Fettabbau auch eher langsam und stetig.

Aber zurück zum Glykogen: Die **Muskeln** legen ihre Glykogenreserven nur für den Eigenbedarf an. Stattdessen kann die **Leber** ihren Traubenzucker auch wieder an das Blut abgeben. Daher gehört es zu ihren Hauptaufgaben, den Blutzuckerspiegel zu regulieren. Einerseits bewahrt sie uns nach einer Mahlzeit vor einer Überzuckerung, indem sie sehr viel Traubenzucker aus dem Verkehr zieht und zwischenspeichert. Andererseits schützt sie uns in Nüchternphasen (zum Beispiel nachts wenn wir schlafen) vor einer Unterzuckerung, indem sie den Blutzuckerspiegel durch den Abbau ihrer eigenen Glykogenreserven aufrecht erhält. Daher reagiert die Leber auch sehr empfindlich auf den Insulinspiegel, der ihr verrät, was gerade im Körper los ist und was sie zu tun hat.

Damit hast du jetzt einen guten Überblick über den Stoffwechsel der Kohlenhydrate.



Fachhandel: