

10

Kohlenhydrate

Stärke mit Maß und Ziel

Kohlenhydrate sind nicht der Feind einer gesunden Ernährung.
Der Körper braucht Kohlenhydrate aus gesunden Quellen.

Kohlenhydrate sollten 20 bis 35 Prozent der Kalorien ausmachen, außer bei therapeutischen ketogenen Diäten (etwas weniger) und aktiven Sportlern (etwas mehr). Ungefähr 85 Prozent der Nahrungskohlenhydrate sollten zu Glukose verdaut werden, ungefähr 15 Prozent zu Fruktose; daher sollte Stärken der Vorzug vor Zuckern gegeben werden.

Stärken sollten zusammen mit Fett, Essig und Gemüse verzehrt werden, um ihre hyperglykämische Toxizität zu minimieren. Stärken sind Nahrungsmittel für Hauptmahlzeiten, nicht für Snacks zwischendurch! Meiden Sie Zuckerzusätze. Wenn Sie dennoch „sündigen“ wollen, halten Sie sich an die 85-Prozent-Glukose-Richtlinie, indem Sie Reissirup oder Traubenzucker statt Honig oder „normalem“ Zucker nehmen.

Nur wenige Nährstoffe werden so kontrovers diskutiert wie Kohlenhydrate.

Die meisten etablierten Ernährungsrichtlinien basieren auf dem, was allgemein üblich ist. In der ganzen Welt gibt es Kulturen, die 50 Prozent ihrer Energie aus Kohlenhydraten beziehen. Können sie alle unrecht haben?

Bei Jägern und Sammlern sagt der Anteil der Kohlenhydrate an der Nahrung mehr über die Verfügbarkeit von Nahrungsmitteln aus als darüber, wie viele Kohlenhydrate am gesündesten sind. Die Bewohner der Insel Kitava erfreuen sich bester Gesundheit bei einer Nahrung, die zu 69 Prozent aus Kohlenhydraten besteht,^[121] während bei den Inuit eine Ernährung mit weniger als 5 Prozent Kohlenhydraten dafür sorgte, dass ihnen Herz-Kreislauf-Krankheiten fast völlig unbekannt waren – bis die ersten Handelsstationen eröffnet wurden, die Getreidemehl verkauften.^[122]

Anscheinend kann die Höhe der Kohlenhydrataufnahme sehr stark variieren und dennoch mit einer guten Gesundheit kompatibel sein.

Die moderne Bewegung der kohlenhydratreduzierten Ernährung wurde durch zwei Entdeckungen angetrieben: Zum einen stellte Dr. Robert Atkins fest, dass eine kohlenhydratarme Ernährung das Abnehmen sehr viel einfacher macht, und zum anderen fanden Dr. Richard Bernstein und andere heraus, dass eine solche Ernährung gut für Menschen mit Diabetes ist. Kohlenhydratreduzierte ketogene Diäten sind mittlerweile eine Standardtherapie für Epilepsie. Ist eine Diät, die bei Adipositas, Diabetes und Epilepsie eine therapeutische Wirkung hat, für gesunde Menschen gleichermaßen geeignet?

Um diese Frage zu beantworten, müssen wir erneut die Biologie zurate ziehen.

Zwei Arten von Kohlenhydraten: Stärken und Zucker

Für Pflanzen gibt es zwei Möglichkeiten, Kohlenhydratkalorien zu speichern: als Stärken und als Zucker.

Stärken werden vollständig zu **Glukose** verdaut. Zucker tritt in verschiedenen Formen auf, aber die häufigste ist Saccharose (Kristall-/Haushaltszucker), die zu gleichen Teilen zu **Glukose und Fruktose** verdaut wird. Da es die Nährstoffe – **Glukose und Fruktose** – sind, die eine Wirkung auf den Körper haben, sollte uns die Biologie sagen können, wie viel Glukose und Fruktose wir zu uns nehmen sollten. Sobald wir das wissen, können wir Rückschlüsse auf die optimale

Aufnahme von stärke- und zuckerhaltigen Pflanzen ziehen. Beginnen wir mit der Fruktose.

Optimale Fruktoseaufnahme

Die Fruktoseaufnahme sollte weniger als 25 Gramm (100 Kalorien) pro Tag betragen. Fruktose hat als Kalorienquelle zwei große Nachteile:

- ▶ **Sie ist chemisch reaktiv.** Fruktose reagiert sehr schnell mit Proteinen, um sogenannte AGEs (advanced glycation endproducts = fortgeschrittene Verzuckerungs-Endprodukte) zu bilden, die normale Funktionen zum Erliegen bringen können. Die Wahrscheinlichkeit, dass Fruktose sich mit Proteinen vernetzt, ist siebenmal so hoch wie bei Glukose.^[123] AGEs vernetzen Kollagen (was zu Gelenksteifheit und Hautalterung führt), beschädigen die DNA, beschleunigen Alterungsprozesse,^[124] versteifen Blutgefäße (was zu Bluthochdruck führt) und können Nierenerkrankungen verursachen.^[125]
- ▶ **Sie ist ein unbrauchbarer Makronährstoff.** Im menschlichen Körper übernimmt Fruktose keinerlei strukturelle Aufgaben. Der Verdauungstrakt leitet sie über die Pfortader zur Leber, wo sie (in der Größenordnung der in natürlichen Nahrungsmitteln enthaltenen Fruktose) schon bei diesem ersten Durchgang zu fast 100 Prozent absorbiert wird – es gelangt praktisch überhaupt keine Fruktose in den allgemeinen Kreislauf. In der Leber wird Fruktose in Glukose, Glykogen, Laktat und Fett umgewandelt.^[126] Es ist bezeichnend, dass das Erste, was der Körper mit Fruktose macht, darin besteht, sie in etwas anderes umzuwandeln.

Angesichts dieser Sachlage drängen sich zwei Fragen auf: Falls die Evolution die menschliche Biologie so gestaltet hat, dass der Körper vor Fruktose geschützt wird, warum ist Fruktose dann gut für die Gewebe, die ihr ausgesetzt werden – der Darm, die Pfortader und die Leber? Und wenn Fruktose ohnehin sofort in

Glukose und Fett umgewandelt wird, wäre es dann nicht besser, gleich Glukose und Fett zu essen?

Nutzen der Fruktose

Auf den ersten Blick erscheint es ziemlich unwahrscheinlich, dass Fruktose überhaupt positive Eigenschaften hat, da sie im Körper nur kurze Zeit in ihrer ursprünglichen Form überlebt, bevor sie in andere Makronährstoffe umgewandelt wird, für gewöhnlich in Glukose.

Was die Aufnahme kleiner Mengen Fruktose angeht, sind uns jedoch zwei potenzielle positive Eigenschaften bekannt:

- ▶ **Sportliche Leistungsfähigkeit.** Ein niedriger Glykogenspiegel der Leber beeinträchtigt die sportliche Leistungsfähigkeit. Fruktose und Galaktose werden vollständig zur Leber weitergeleitet, wohingegen Glukose vom ganzen Körper aufgenommen wird; man könnte also erwarten, dass kleine Mengen Fruktose die Wiederauffüllung des Glykogenspiegels unterstützen. Und genauso verhält es sich auch: Die schnellste Wiederauffüllung findet bei einem Mix aus 70 Prozent Glukose und 30 Prozent Fruktose oder Galaktose statt.^[127] Ein solcher Mix aus Zuckern ist hilfreich für Sportler, die mehrere Wettkämpfe an einem Tag bestreiten müssen und daher auf eine rasche Erholung angewiesen sind, oder für Ausdauersportler, die ihren Glykogenspiegel schon während eines Wettkampfes wieder auffüllen wollen.
- ▶ **Katalyse der glykämischen Kontrolle.** Die Leber „managt“ den Blutglukosespiegel und vielleicht könnte Fruktose ihr diese Aufgabe in kleinen Mengen erleichtern. Kleine, „katalytische“ Mengen Fruktose – ungefähr 3 Gramm, aber auf jeden Fall weniger als 10 Gramm pro Mahlzeit; ungefähr die Menge, die in einer Frucht oder zwei Portionen Gemüse enthalten ist – verbessern die glykämische Reaktion auf Stärken. In einer klinischen Studie mit Diabetikern verbesserte sich die glykämische Kontrolle durch erhöhten Konsum von Früchten – die HbA_{1c}-Werte sanken um 0,5 Prozentpunkte.^[128]

Für einen Erwachsenen, der eine hauptsächlich sitzende Tätigkeiten ausübt, ist die Erleichterung der glykämischen Kontrolle das, was zählt. Die positiven Eigenschaften der Fruktose können sich voll entfalten, wenn ungefähr 15 bis 25 Gramm Fruktose pro Tag (bei angenommenen 3 bis 8 Gramm Fruktose pro Mahlzeit und zwei oder drei Mahlzeiten pro Tag plus einem Früchte-Snack oder einem Nachtsch) aufgenommen werden.

Nach unserer Einschätzung endet der Nutzen der Fruktose bei einem Konsum von maximal 25 Gramm (100 Kalorien) pro Tag.

Fruktosetoxizität

Eine hohe Fruktoseaufnahme kann ziemlich ungesund sein. Die möglichen Gesundheitsschädigungen durch Fruktose werden wir in Teil III detailliert besprechen, daher beschränken wir uns an dieser Stelle auf eine kurze Liste:

- ▶ Fruktose begünstigt Darmdurchlässigkeit und Vergiftung des Körpers durch Endotoxämie.
- ▶ Fruktose begünstigt Leberverfettung und metabolisches Syndrom.
- ▶ Bei der Entsorgung von Fruktose entsteht Harnsäure, die Gicht oder Nierensteine verursachen kann.
- ▶ Wenn die Leber Fruktose nicht schnell genug entsorgen kann und der Spiegel im Blut steigt, nimmt das Risiko einer Krebserkrankung zu.
- ▶ Klinische Untersuchungen und Tierstudien haben eindeutig gezeigt, dass große Mengen Fruktose Adipositas fördern.

Angesichts dieser bekannten Gefahren durch hohe Fruktoseaufnahme ist es ratsam, möglichst wenig Fruktose zu verzehren. Konsumieren Sie also maximal 100 Fruktosekalorien pro Tag.

Bestimmung der optimalen Kohlenhydrataufnahme

Glukose ist das „gute Kohlenhydrat“ – der Zucker, der im Blut zirkuliert und zur Herstellung von wichtigen Molekülen wie glykosylierten Proteinen und Phospholipiden verwendet wird.

Wie für alle Nährstoffe wollen wir auch für Glukose den Bereich des maximalen Nutzens für die Gesundheit bestimmen – die Aufnahmemengen, bei denen die positiven Eigenschaften eines Nährstoffs ihr Maximum erreichen, aber noch keine Toxizität auftritt. Glukose unterscheidet sich insofern von vielen anderen Nährstoffen, als der Körper Glukose aus Proteinen herstellen kann, um ein Defizit auszugleichen, und Glukose in Fett umwandeln kann, um einen Überschuss abzubauen. Das bedeutet, dass der Körper mit sehr unterschiedlich hohen Kohlenhydrataufnahmen zurechtkommt. Gleichzeitig macht dieser Unterschied es uns leicht, **die Glukosemenge zu bestimmen, die der Körper wirklich braucht.**

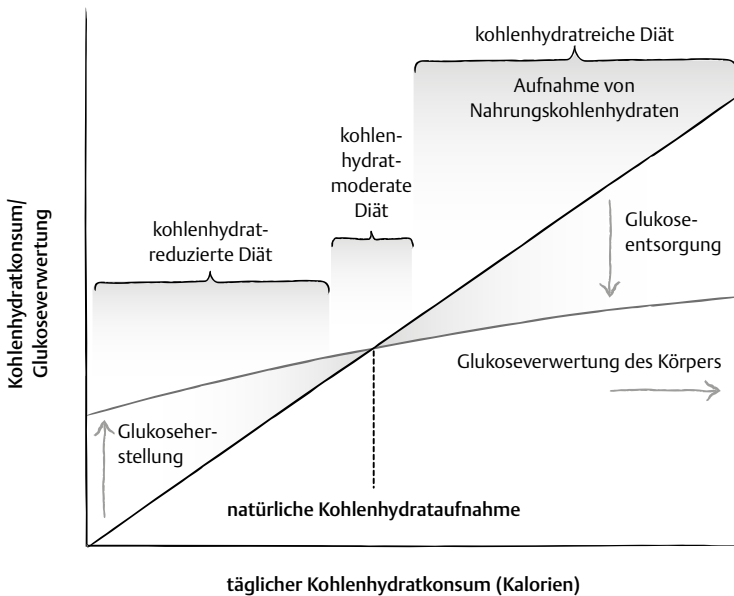
Sehen Sie sich die folgende Grafik an: Wenn wir die **aufgenommenen Kohlenhydrate der Glukoseverwertung des Körpers** gegenüberstellen, werden die beiden Kurven wie in **Abb. 10.1** aussehen.

Bei geringer Kohlenhydrataufnahme wird der Körper Glukose aus Proteinen herstellen; diesen Prozess bezeichnet man als Glukoneogenese. Der Glukoseverbrauch des Körpers wird höher sein als die Aufnahme über die Nahrung.

Bei hohen Kohlenhydrataufnahmen wird der Körper die überschüssige Glukose irgendwie entsorgen, z.B. indem er sie in Fett umwandelt. Der Glukoseverbrauch des Körpers wird niedriger sein als die Aufnahme über die Nahrung.

In der Mitte, an dem Punkt, wo sich die beiden Kurven überschneiden, liegt die **natürliche Kohlenhydrataufnahme**. An diesem Punkt **entsprechen die aufgenommenen Kohlenhydratkalorien exakt dem Glukoseverbrauch des Körpers**. Der Körper muss weder zusätzliche Glukose aus Protein herstellen noch überschüssige Kohlenhydrate durch Umwandlung in Fett entsorgen.

Eine Ernährung mit dieser natürlichen Kohlenhydratmenge wollen wir im Folgenden als „kohlenhydratmoderate Ernährung“ bezeichnen, eine Ernährung mit deutlich weniger Kohlenhydraten als „kohlenhydratreduzierte Ernährung“



▲ Abb. 10.1 Gegenüberstellung von Kohlenhydratkonsument und Glukoseverwertung

und eine Ernährung mit deutlich mehr Kohlenhydraten als „kohlenhydratreiche Ernährung“.

Es ist zweifellos gesund, Kohlenhydrate in der natürlichen Menge zu konsumieren. Wenn der gesündeste Wert für den Glukoseverbrauch über oder unter unserer natürlichen Kohlenhydrataufnahme läge, hätte die Evolution versucht, die Glukoseversorgung des Körpers entweder durch Glukoneogenese oder durch Zuckerentsorgung auf dieses Niveau zu verändern. In diesem Fall hätte sich der Schnittpunkt der Kurven verschoben, die natürliche Kohlenhydrataufnahme läge woanders. Vorausgesetzt, die Evolution arbeitet zugunsten der menschlichen Gesundheit, muss die natürliche Kohlenhydrataufnahme auch die gesündeste sein.

Ob die Aufnahme von Kohlenhydraten in anderen Mengen ebenfalls gesund ist, muss bezweifelt werden. Bei niedriger Kohlenhydrataufnahme besteht die

Gefahr, dass der Glukoseverbrauch reduziert wird und manche der positiven Eigenschaften von Kohlenhydraten verloren gehen. Bei hoher Kohlenhydrataufnahme besteht die Gefahr, dass überschüssige Glukose zu Toxizität führt, bevor sie entsorgt werden kann. Dieses Risiko ist am größten bei Stoffwechselkrankheiten, kann aber in abgeschwächter Form auch bei gesunden Menschen bestehen.

” Natürliche Kohlenhydrataufnahme zügelt den Appetit

Ich hatte eine Zeit lang Stärken ganz von meinem Speiseplan gestrichen, habe aber dann wieder angefangen, weißen Reis und Kartoffeln zu essen. Und siehe da: 400 Kalorien aus Reis und/oder Kartoffeln verringerten mein Verlangen nach etwas Süßem. Ich konnte sogar mit intermittierendem Fasten beginnen, was völlig undenkbar gewesen war, als ich mich noch stärkefrei ernährte.

– Sarah Atshan



Natürliche Kohlenhydrataufnahme des Körpers

Messungen haben ergeben, dass die tägliche Glukoseproduktion während des Fastens 8 Mikromol pro Kilogramm pro Minute beträgt, was bei einem durchschnittlichen Erwachsenen 120 bis 160 Gramm, oder 480 bis 640 Kalorien, pro Tag entspricht.^[129] Wenn der optimale Glukosebedarf des Körpers während des Fastens zum größten Teil gedeckt wird, können wir die natürliche Kohlenhydrataufnahme schätzungsweise mit ungefähr 160 Gramm, oder 640 Kalorien, pro Tag beziffern.

Auf ungefähr denselben Wert kommen wir, wenn wir alles addieren, wozu der Körper Glukose verwendet.

Glukose hat drei Hauptverwendungszwecke im Körper: Sie verbindet sich mit Proteinen, um strukturelle Moleküle zu bilden, die als Glykoproteine bezeichnet werden; sie ist ein alternativer Brennstoff, den die Zellen anstelle von Fett ver-

brennen können; und ist eine Vorstufe zu Mikroben abtötenden Verbindungen („reaktive Sauerstoffspezies“ oder RSS), die von Immunzellen hergestellt werden.

Glukose in strukturellen Molekülen

Nasszucker ist klebrig und äußerst reaktionsfreudig. Er verbindet sich gern mit Proteinen und kann dies auf viele verschiedene Weisen tun. Der menschliche Körper verfügt über 20 000 Gene und 200 000 Proteine, aber 2 000 000 Glykoproteine, oder Verbindungen, die durch die Verbindung von Proteinen mit Zuckern entstehen.

Glykoproteine haben eine vermittelnde Funktion bei der Interaktion von Zellen. Es sind diese klebrigen Glykoproteine, die multizelluläres Leben überhaupt erst möglich machen. Manche Zuckerverbindungen sind im Körper im Überfluss vorhanden:

- ▶ **Mucin** ist eine der Hauptkomponenten von Mucus (Schleim) und schützt den Darm und die Atemwege vor Pathogenen und Fremdkörpern. Außerdem ist es ein wichtiger Bestandteil von Tränen und Speichel.
- ▶ **Hyaluronsäure** „schmiert“ die Gelenke und trägt zur Bildung von Gerüsten bei, auf denen sich Zellen zu Geweben zusammenschließen können. **Glucosamin** und **Chondroitinsulfat** sind ähnliche zuckerreiche Verbindungen, die in Bindegeweben eine wichtige Rolle spielen.

Allein zur Herstellung von Hyaluronsäure werden täglich 5 Gramm Glukose (20 Kalorien) verbraucht;^[130] pro Tag wird mehr als 1 Liter Mucus produziert.^[131] Es ist nicht genau bekannt, wie viel Glukose für die Produktion der 2 Millionen Glykoproteine verbraucht wird; wir schätzen, dass es ungefähr 200 Kalorien pro Tag sind.

Glukose als Brennstoff für Nervenzellen

Es wird oft behauptet, Glukose sei der „primäre Brennstoff“ des Körpers. Das ist ein großer Irrtum.

Es stimmt zwar, dass alle menschlichen Zellen, falls erforderlich, Glukose verstoffwechseln können. Aber die Mitochondrien, die „Kraftwerke“ der meisten menschlichen Zellen, bevorzugen Fett als Brennstoff. Fett ist also der bevorzugte und primäre Brennstoff des Körpers; Ausnahmen sind spezialisierte Zellen, die keine Mitochondrien haben (rote Blutkörperchen), oder solche, die den Zugriff auf Fett vorbereiten (Nervenzellen), oder wenn nicht genug Sauerstoff zur Verfügung steht, wie in Muskelzellen bei intensiver körperlicher Anstrengung.

Glukose wird hauptsächlich von Nervenzellen als Brennstoff verwendet. Gehirn und Nervenzellen brauchen ungefähr 20 Kalorien pro Stunde, sowohl im Wachzustand als auch im Schlaf. Diese 480 Kalorien pro Tag stammen entweder ausschließlich aus Glukose oder aus einem Mix aus Glukose und Ketonkörpern (die aus Fetten oder Proteinen gewonnen werden). Der tägliche Glukoseverbrauch des Gehirns und der Nervenzellen wird also irgendwo zwischen 150 und 480 Kalorien liegen, abhängig von der Verfügbarkeit von Ketonen.

” Vorteile der natürlichen Kohlenhydrataufnahme

Ich nehme pro Tag etwa 100 Gramm Kohlenhydrate in Form harmloser Stärken zu mir (Gemüse nicht mitgerechnet). Seitdem geht es mir viel besser. Meine leichten Depressionen und Angstzustände sind vollkommen verschwunden. Außerdem ist diese Ernährung viel abwechslungsreicher als eine stark kohlenhydratreduzierte Diät. – Sarah Madden, Irland

“

Glukose für Muskelglykogen

Neben Nervenzellen und roten Blutkörperchen, die routinemäßig Glukose verbrauchen, verbrauchen auch Muskeln bei intensiver körperlicher Anstrengung