

Kohlenhydrate

Intensive sportliche Leistungen benötigen Kohlenhydrate als Energiequelle. Im Sport sollte daher die Zufuhr an Kohlenhydraten dem jeweiligen Ausmass der Belastung angepasst sein. Bei geringer körperlicher Aktivität ist hingegen der Bedarf an Kohlenhydraten entsprechend tiefer.

Wenn nicht anders angegeben, stammen die Informationen aus dem wissenschaftlichen Bericht der EFSA über die Referenzwerte der Kohlenhydratzufuhr¹.

Was sind Kohlenhydrate?

Als Kohlenhydrate fasst man eine grosse Gruppe verschiedener Stoffe zusammen, die alle aus den drei Atomen Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff bestehen. Im Gegensatz zu den Fetten sind Kohlenhydrate wasserlöslich und enthalten mit 17 kJ pro Gramm (4 kcal/g) etwas weniger als die Hälfte an Energie im Vergleich zu den Fetten.

Vorkommen in der Nahrung

Kohlenhydrate kommen hauptsächlich in pflanzlichen Nahrungsmitteln vor (Tab. 1). Die wichtigsten Quellen sind Getreideprodukte sowie Früchte und Gemüse. Zucker ist eine Kohlenhydratform, die in vielen verarbeiteten Nahrungsmitteln vorkommt (z.B. Marmelade, Süssgetränke, Süssigkeiten). Auch viele Nahrungsfasern gehören zu den Kohlenhydraten.

Pro 100 g Lebensmittel	KH	Fett	Protein
Zucker	100	0	0
Cornflakes	83	<1	7
Party Brezel	77	5	12
Pasta, roh	75	1	13
Regenerationsgetränk	68	21	1
Feige, getrocknet	68	1	3
Milchschokolade	59	21	6
Ruchbrot	49	1	9
Banane	23	<1	1
Kartoffel	17	0	2
Joghurt, Frucht	16	3	4
Traubensaft	15	<1	<1
Apfelsaft	11	<1	<1
Orangensaft	11	<1	<1
Coca Cola	11	0	0
Rivella Rot	9	0	0
Sportgetränk	7	0	0
Eistee, Tee gesüsst	7	0	0
Vollmilch	5	4	4
Joghurt, nature	5	3	4
Ei	1	10	12
Butter	<1	82	<1
Poulet	0	1	24
Coca Cola Zero	0	0	0
Wasser	0	0	0
Tee, nicht gesüsst	0	0	0

Tab. 1. Ausgewählte Lebensmittel nach ihrem Kohlenhydratgehalt sortiert. Die Angaben stammen aus verschiedenen Quellen und dienen als Grössenordnung. Der Nährstoffgehalt eines Lebensmittels variiert immer etwas, unter anderem in Abhängigkeit der Herstellung, Zubereitung oder Marke.

Einteilung und Aufbau

Kohlenhydrate können anhand ihres chemischen Aufbaus eingeteilt werden (Tabelle 2). Diese Einteilung spielt aber für die

Beurteilung hinsichtlich ihrer Wirkung auf den Stoffwechsel nur eine untergeordnete Rolle. Die veraltete Beurteilung der Kohlenhydrate, dass einfache Kohlenhydrate schnell absorbiert und «komplexe» Kohlenhydrate langsam absorbiert werden, entspricht nicht den Fakten. Über die Verdauung und den anschliessenden Einfluss auf den Blutzucker kann nur eine entsprechende Messung Auskunft geben, was im Konzept des *→Hot Topic Glykämischer Index* integriert ist. Jedenfalls sollte die Einteilung in einfache und komplexe Kohlenhydrate nicht mehr genutzt werden.

In der Fachsprache versteht man unter «Zucker» die Monosaccharide (Einfachzucker) und Disaccharide (Zweifachzucker). Diese schmecken süss.

Polysaccharide (Mehrfachzucker) bestehen aus bis zu mehreren Tausend miteinander verknüpften Monosacchariden. Eine Zwischenstellung nehmen die Oligosaccharide («einige» Monosaccharide) ein, die meistens aus ca. 5 bis 20 Einzelzuckern bestehen. Oligo- und Polysaccharide schmecken nicht süss.

KOHLLENHYDRAT	VORKOMMEN
Monosaccharide (= aus 1 Zuckerbaustein bestehend)	
Glucose = Traubenzucker	Früchte, Honig, Spuren in den meisten Pflanzen
Fructose = Fruchtzucker	Früchte, Honig, Spuren in den meisten Pflanzen
Galactose = Schleimzucker	Komponente von Lactose, wird bei der Verdauung von Lactose freigesetzt
Disaccharide (= aus 2 Zuckerbausteinen bestehend)	
Saccharose = Rohr-/Haushaltszucker aus Glucose + Fructose	Zuckerrüben, Zuckerrohr, Früchte, Ahornzucker
Lactose = Milchzucker aus Glucose + Galactose	Milch, Milchprodukte
Maltose = Malzzucker aus Glucose + Glucose	Keime, entsteht bei der Stärkeverdauung
Polysaccharide (= aus vielen Zuckerbausteinen bestehend)	
Amylose + Amylopektin = Speicherform in Pflanzen beides aus Glucose	Getreide, Kartoffeln
Glykogen = Speicherform in Tieren aus Glucose	Leber, Muskel

Tab. 2 Einteilung und Vorkommen der Kohlenhydrate.

Empfohlene Zufuhr

Die Referenzwerte für die Zufuhr an Kohlenhydraten sind immer noch relativ hoch (Tabelle 3). Sie wurden nicht direkt hergeleitet, sondern stellen quasi den Rest an Energiezufuhr dar, welcher nicht durch die Fette und das Protein erfolgt (empfohlene Energiezufuhr durch Kohlenhydrate = gesamter Energiebedarf – Energiezufuhr durch Protein – Energiezufuhr durch Fett). Als indirekter Hinweis, dass die empfohlene Zufuhr für die Kohlenhydrate von «mehr als 50 %» bzw. 45-65 % der

Energie eher hoch ist, kann die mediterrane Diät zu Rate gezogen werden. Sie gilt als Ernährungsweise mit geringster Gefahr für Zivilisationskrankheiten ², weist aber einen Anteil an Kohlenhydraten von nur 40 bis 45 % der Energiezufuhr auf ³.

Makronährstoff	Empfohlene Zufuhr in Energieprozenten			
	DACH	EFSA	DRI	Alternative
Kohlenhydrate	> 50 %	45-60 %	45-65 %	ca. 40 %?
Fette	≤ 30 %	20-35 %	20-35 %	ca. 40 %?
Proteine	9-11 %	9-12 %	10-35 %	ca. 20 %?

Tab. 3. Aktuelle Empfehlung zur Verteilung der Makronährstoffe für gesunde Erwachsene mit geringer körperlicher Aktivität.

DACH: Referenzwerte der deutschsprachigen Länder ⁴

EFSA: Referenzwerte der European Food Safety Authority ⁵

DRI: Amerikanische Referenzwerte ⁶

Verdauung und Aufnahme

Kohlenhydrate können im Dünndarm nur in Form von Monosacchariden aufgenommen werden (als Glucose, Fructose und Galactose). Di-, Oligo- und Polysaccharide werden daher im Dünndarm immer in ihre Einzelzuckerbausteine gespalten.

Diese Aufspaltung erfolgt mit der aus Speichel und Bauchspeicheldrüse stammenden Enzymen (=körpereigene Stoffe, die eine biochemische Reaktion steuern). Galactose und Fructose werden nach ihrer Aufnahme grösstenteils in der Leber zu Glucose umgebaut, während Glucose direkt dem Stoffwechsel zur Verfügung steht. Ein Teil der Glucose wird direkt als Energielieferant verwendet, während der restliche Teil in Form von Glykogen in Muskeln und Leber gespeichert und dann zu einem späteren Zeitpunkt zur Energiegewinnung herangezogen wird.

Nahrungsfasern

Unser Verdauungssystem kann nicht alle pflanzlichen Polysaccharide verdauen. Diese unverdaulichen Kohlenhydrate nennt man heute Nahrungsfasern (früher auch Ballaststoffe). Sie erhöhen das Volumen des Nahrungsbreis, indem sie Wasser binden und aufquellen, und wirken so der Verstopfung entgegen. Derselbe Effekt verlängert auch die Verweildauer des Nahrungsbreis im Magen, was die Sättigung erhöht. Andererseits steigern Nahrungsfasern die Darmbewegung und senken somit die Durchgangszeit im Dickdarm. Zudem steigt die mikrobielle Tätigkeit im Verdauungstrakt. Eine genügende Zufuhr an Nahrungsfasern trägt viel zu einer gesunden Ernährung bei, wobei eine übermässige Zufuhr ebenfalls zu Verdauungsbeschwerden führen kann.

Die empfohlene Zufuhr für die Nahrungsfasern beträgt 25 bis 30 g pro Tag.

Maltodextrine

Maltodextrine entstehen beim industriellen Abbau von pflanzlicher Stärke. Während der vollständige Abbau der Stärke nur den Einfachzucker Glucose als Endprodukt liefert, entstehen bei einem partiellen Abbau Zuckerbausteine verschiedener Länge. Dieses Gemisch an Zuckerbausteine werden Maltodextrine genannt, sofern sie bestimmte Voraussetzungen erfüllen. Maltodextrine werden in der Lebensmittelindustrie in vielen Anwendungen eingesetzt, beispielsweise zur Anreicherung von Mahlzeiten, in Sportgetränken oder Säuglingsnahrung. Die Besonderheit von Maltodextrinen ist ihre sehr gute Löslichkeit in Wasser sowie sehr schnelle Verdauung. Sie schmecken zudem nicht süss und können daher gut zu Mahlzeiten oder Getränken hinzugefügt werden, ohne dass diese unangenehm

süss werden. Mit Maltodextrinen versetzte Getränke haben in der Regel eine tiefe Osmolalität, was allfälligen Verdauungsproblemen entgegenwirkt (→*Hot Topic Sportgetränke*). ⁷

Funktion im Körper

Im Gegensatz zu Eiweiss (Protein) mit den essenziellen Aminosäuren und Fett mit den essenziellen Fettsäuren hat der Mensch keinen wirklichen Bedarf an Kohlenhydraten. Die im Stoffwechsel genutzte Menge an Glucose kann der Mensch im Prinzip vollständig selbst herstellen. Dennoch wird in der Regel eine Mindestzufuhr von rund 130 g empfohlen, welche dem Glukosebedarf des Gehirns entspricht.

Kohlenhydrate aus der Nahrung dienen in erster Linie als Energielieferant. Rote Blutkörperchen, Nierenmark und Nervensystem beziehen ihre Energie sogar zwingend aus der Glucose. Zudem werden Kohlenhydrate in unserem Körper als Bausteine für viele im Stoffwechsel aktive Substanzen verwendet.

Glykogen, die Speicherform

Im Menschen können Kohlenhydrate nur begrenzt gespeichert werden. Dies geschieht im Muskel (etwa 300 bis 500 g) und in der Leber (etwa 100 bis 150 g) in Form des Mehrfachzuckers Glykogen.

Glykogen, Bedeutung im Sport

Gefüllte Glykogenspeicher sind für viele Sportarten, insbesondere Ausdauer- und Spisportarten, von tragender Bedeutung. Nur mit ausreichend Kohlenhydraten in Form von Glykogen sind intensive körperliche Aktivitäten von kurzer bis mittlerer Dauer möglich. Die Speicher halten je nach Intensität bis ein paar Stunden. Deshalb ist ein tägliches Wiederauffüllen der Glykogenspeicher eine wichtige Voraussetzung für das Erbringen regelmässiger intensiver sportlicher Leistungen.

Glykämischer Index

Der Glykämische Index (GI) ist ein Kriterium für die Einteilung und Beurteilung von kohlenhydrathaltigen Nahrungsmitteln. Zu diesem Thema ist ein eigenes Hot Topic verfasst.

Kohlenhydrate und Gesundheit

Essen und Trinken haben ohne Zweifel einen Einfluss auf unseren Stoffwechsel. Bei einer ausgewogenen Ernährungsweise, ausreichender körperlicher Aktivität und Abwesenheit von erblich bedingten Stoffwechselerkrankungen vermag aber unser Stoffwechsel mit einer ganzen Palette an Essensweisen gut über die Runden zu kommen. Hierfür ist ein Homöostase genannter Mechanismus verantwortlich.

Bei (zu) geringer körperlicher Aktivität wird die Gesunderhaltung aber schwierig. Die Gefahr für verschiedenen Zivilisationskrankheiten ist dann bei (zu) hoher Zufuhr an Kohlenhydraten erhöht ⁸. Während für den leistungsorientierten Sport die Kohlenhydrate sicher eine wichtige Energiequelle darstellen, spricht daher bei wenig körperlich Aktiven einiges für eine reduzierte bzw. gemässigte Zufuhr an Kohlenhydraten.

Verfasser: Dr. Paolo Colombani

Datum: Dezember 2018, Version 2.2

Gültigkeit: bis Dezember 2021

Literatur

1. EFSA. Scientific Opinion of the Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies on a request from the EC on population reference intakes for carbohydrates and dietary fibre. *EFSA J.* 2010; 8:1462.
2. Dinu M, Pagliai G, Casini A, Sofi F. Mediterranean diet and multiple health outcomes: an umbrella review of meta-analyses of observational studies and randomised trials. *Eur.J.Clin.Nutr.* 2018; 72:30–43.
3. Kafatos A, Verhagen H, Moschandreas J, Apostolaki I, van Westerop JJM. Mediterranean Diet of Crete: Foods and Nutrient Content. *J.Am.Diet.Assoc.* 2000; 100:1487–93.
4. DGE, ÖGE, SGE. D-A-CH-Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr, 2th edition. Neustadt an der Weinstraße: Neuer Umschau Buchverl. 2015.
5. EFSA. Dietary Reference Values for nutrients Summary report. EFSA Supporting Publications 2017; 14:1133.
6. Food and Nutrition Board, Institute of Medicine. Dietary reference intakes for energy, carbohydrate, fiber, fat, fatty acids, cholesterol, protein, and amino acids. Washington, DC: National Academy Press. 2002.
7. Hofman DLD, Van Buul, V J Vincent, Brouns FFJPH. Nutrition, health, and regulatory aspects of digestible maltodextrins. *Crit.Rev.Food Sci.Nutr.* 2016; 56.
8. Brand-Miller J, McMillan-Price J, Steinbeck K, Caterson I. Dietary glycaemic index: Health implications. *J.Am.Coll.Nutr.* 2009; 28:446S-449S.