
Kohlenhydrate

in Ernährung und Diätetik

Inhalt

Kohlenhydrate – wichtige natürliche Energiequelle	2
Kohlenhydrate – Aufbau und ernährungsphysiologische Bedeutung	4
Glukose – Einfluss auf die Hirnleistung	7
Glukose – Einfluss auf die körperliche Leistungsfähigkeit	9
Kohlenhydrate – Stellenwert in der Prävention und Ernährungstherapie · Hochkalorische Ernährung · Kohlenhydratintoleranzen · Kohlenhydrate und Übergewicht u. a.	10
Diabetes mellitus und Kohlenhydrate	14
Literaturverzeichnis	16

Kohlenhydrate – wichtige natürliche Energiequelle

Kohlenhydrate sind die Stoffklasse organischer Verbindungen mit der größten Verbreitung. Sie erfüllen im menschlichen Organismus zahlreiche Funktionen (Abb. 1) [1]. Eine wesentliche Aufgabe besteht in der Lieferung von Energie. Für die Muskelzellen sind Kohlenhydrate das bevorzugte Substrat, um rasch wechselnden, hohen Ansprüchen gerecht zu werden. Einige Gewebe sind in hohem Maße auf Glukose angewiesen, wie z. B. Erythrozyten oder Hirn- und Nervenzellen. Glukose ist daher für die geistige und körperliche Leistungsfähigkeit essentiell.

Bei Glukosemangel kommt es rasch zu einer erheblichen Einschränkung der Funktion des Zentralnervensystems und des Muskelapparats. Körperliche Belastungen von überdurchschnittlich hoher Intensität und Dauer erfordern einen entsprechend großen Glykogengehalt der arbeitenden Muskulatur. In der Regel kann das mit herkömmlicher Mischkost nicht erreicht werden. Um die Leistungsfähigkeit aufrechtzuerhalten und die Glykogenspeicher nach intensiver Ausdauerbelastung aufzufüllen, ist eine gezielte Kohlenhydratzufuhr notwendig. Die Folgen einer Unterversorgung, die sich in

Zentrale Funktionen der Kohlenhydrate im Stoffwechsel

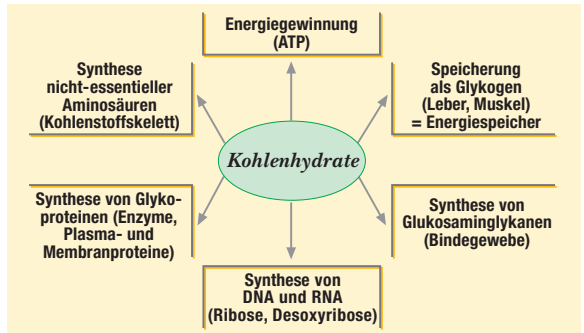


Abb. 1

Herausgegeben von:
Ernährungs Forum
Serviceab. der Unilever Bestfoods Deutschland
Postfach 2650
D-74016 Heilbronn

Verantwortlich für den Inhalt:
Dr. Robert Wüthner
Druck: Paul Schildbach GmbH, Bietigheim-Bissingen
1. Auflage, März 2001
Artikel-Nr. 101176
Vervielfältigung mit Quellennachweis gestattet.

: Ratgeber Ernährung : Kohlenhydrate

Konzentrations- und Leistungsschwäche äußern, können durch die Aufnahme leicht resorbierbarer Kohlenhydrate einfach wieder ausgeglichen werden.

Die angeborene Präferenz für süße Nahrungsmittel und damit für Kohlenhydrate als konzentrierte Energiequellen war vermutlich Millionen Jahre ein Evolutionsvorteil [2]. Auch Bevölkerungsgruppen, die ohne Zuckerkonsum aufwachsen, verzehren spontan süße Speisen. Die Bevorzugung süßer statt bitterer Nahrungsmittel stellt darüber hinaus einen gewissen Schutzmechanismus dar. Denn süß schmeckende Früchte sind selten giftig.

Die Industrialisierung hat das Lebensmittelangebot dramatisch verändert und zu einem steigenden Verzehr von Fett geführt. Bis in die 50er Jahre wurden in einigen Industrienationen weniger als 10% der Nahrungsenergie als Fett verzehrt. Heute liegen die meisten Länder bei 40%. Parallel dazu ist der Anteil an kohlenhydratreichen Lebensmitteln von mehr als 70% auf etwa 40% der Nahrungsenergie zurückgegangen [3].

Der Anstieg des Fettverzehr und die sinkende Zufuhr an kohlenhydrat- und ballaststoffreichen Lebensmitteln sind für eine Reihe von Zivilisationskrankheiten verantwortlich, nicht dagegen ein moderater Zuckerkonsum. So hat die Häufigkeit bestimmter Krebserkrankungen, wie des Kolonkarzinoms, sowie die Rate Übergewichtassoziierter Zivilisationskrankheiten, wie Diabetes mellitus, infolge der fettreicheren und kohlenhydratärmeren Kost erheblich zugenommen.

Photosynthese – Glukosegewinnung mit Solarenergie

Glukose ist das Substrat für viele bio-organische Verbindungen. Aber nur pflanzliche Zellen und einige Mikroorganismen sind zur Glukose-Biosynthese befähigt.

Kohlendioxid (CO_2) und Wasser (H_2O) bilden die Substrate, aus denen unter Abgabe von Sauerstoff (O_2) Glukose synthetisiert wird (Abb. 2).

Die als Photosynthese bezeichnete Reaktionskette stellt den elementaren Weg zur Bildung organischer Verbindungen aus anorganischen Molekülen dar. Die energieärmeren anorganischen Moleküle gewinnen aus dem Sonnenlicht die notwendige Energie, so dass Glukose als energiereiche organische Verbindung aufgebaut werden kann. Die Photosynthese findet in speziellen Organellen der Pflanzen, den Chloroplasten, statt. Sie geben den Pflanzen ihre charakteristische grüne Farbe.

Schematische Darstellung der Licht- und Dunkelreaktion

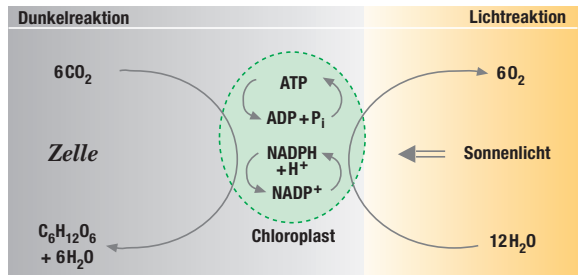


Abb. 2 Die Photosynthese weist zwei Teilreaktionen auf, die funktionell und räumlich getrennt sind: Während in der Lichtreaktion die notwendige Energie (ATP) und die Reduktionsäquivalente ($\text{NADPH} + \text{H}^+$) bereitgestellt werden, erfolgt in der Dunkelreaktion die eigentliche Substanzumwandlung von CO_2 in Glukose.

Kohlenhydrate – Aufbau und ernährungsphysiologische Bedeutung

Kohlenhydrate bestehen grundsätzlich aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff. Das Grundgerüst bilden die Kohlenstoffatome, an die Wasserstoff und Sauerstoff gebunden sind (Abb. 3).

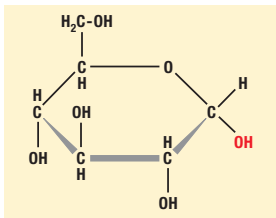


Abb. 3 α -D-Glukose [4]

Pflanzliche Nahrungsmittel bilden die Hauptquelle für verschiedene Kohlenhydrate, auf deren Aufnahme der Mensch angewiesen ist, da die Biosynthese nur Pflanzen und einigen Mikroorganismen möglich ist (Abb. 4).

Monosaccharide sind Einfachzucker mit 3-7 Kohlenstoffatomen: Triosen, Tetrosen, Pentosen (z. B. Arabinose), Hexosen und Heptosen. Glukose (= Dextrose, Traubenzucker), der wichtigste Zucker im menschlichen Stoffwechsel, zählt wie Fruktose, Galaktose und Mannose zu den Hexosen.

Disaccharide bestehen aus zwei Molekülen gleicher (z. B. Maltose) oder verschiedener Monosaccharide (z. B. Saccharose, Laktose).

Oligosaccharide sind Verbindungen überwiegend pflanzlicher Herkunft, die 3 bis 9 glykosidisch verknüpfte Monosaccharide enthalten.

Polysaccharide sind komplexe Kohlenhydrate, die aus Ketten gleicher (Homoglykane) oder verschiedener (Heteroglykane) Monosaccharide aufgebaut sind. Ein wesentliches Merkmal liegt in der Verdaubarkeit. Die zur Energiegewinnung nutzbaren Polysaccharide (Stärke, Glykogen, Maltodextrin (= teilabgebaute, industriell hergestellte Stärken)) müssen von den nicht verwertbaren Verbindungen, den konventionellen **Ballaststoffen** (Zellulose, Hemizellulose, Pektin) und der resistenten Stärke unterschieden werden. Sie entsteht durch Hitze- einwirkung während der Nahrungsmittelverarbeitung. Unverdauliche Polysaccharide sind Hauptbestandteile pflanzlicher Zellwände, strukturbildender Gerüstgewebe oder Schalen. Ballaststoffe sind nicht ausschließlich unverdauliche Kohlenhydrate, sondern können auch eine andere Struktur wie Lignin als Polyphenol aufweisen.

Monosaccharide

Glukose (Dextrose, Traubenzucker) wichtigster Energielieferant, Baustein vieler Kohlenhydrate

Fruktose (Lävulose, Fruchtzucker) vor allem Früchte, Gemüse

Galaktose (Schleimzucker) in Laktose (Milchzucker) und vielen pflanzlichen Polysacchariden

Mannose in Mannosanen wie Manna und einigen Leguminosen

L-Arabinose und D-Xylose in Früchten und Wurzelgemüse

D-Ribose bzw. 2-Desoxy-D-Ribose Bestandteil der Nukleinsäuren

Disaccharide

Saccharose (Rohr- oder Rübenzucker, Haushaltszucker) aus Fruktose und Glukose

Maltose (Malzucker) aus 2 Molekülen Glukose, durch enzymatischen Abbau von Stärke

Laktose (Milchzucker) aus Galaktose und Glukose

Oligosaccharide

Raffinose
Stachyose
Verbascose } in verschiedenen Hülsenfrüchten (Leguminosen)

Polysaccharide

Stärke

wichtigstes pflanzliches Kohlenhydrat, aus Amylose (250-300 Glukosylreste) und dem ähnlich aufgebauten Amylopektin mit zusätzlichen Verzweigungsstellen

Glykogen

Reservekohlenhydrat von Mensch und Tier, in Leber und Muskel gespeichert, ähnlich Amylopektin, aber stärker verzweigt

Zellulose

Kettenmolekül aus 8.000-12.000 β -glykosidisch verknüpften Glukosemolekülen, vom Menschen enzymatisch nicht abbaubar

Hemizellulose und Pektin

Gemisch verschiedener Polysaccharide, vom Menschen enzymatisch nicht abbaubar

Abb. 4

Glukose – Substrat zahlreicher Stoffwechsel- wege

Im Verdauungskanal werden Poly- und Disaccharide durch Enzyme - die Amylase und verschiedene Disaccharidasen - in Monosaccharide gespalten. Glukose kann direkt in die Blutbahn übertreten und peripheren Geweben wie Muskeln und dem Gehirn zugeführt werden, Galaktose und Fruktose müssen dagegen zum Energiegewinn zunächst in der Leber in Glukose umgewandelt werden. Postprandial kommt es zum Anstieg des Blutglukosespiegels und dadurch zur Freisetzung von Insulin. Das stimuliert die Aufnahme von Glukose in die Zellen. Dort kann sie zum Energiegewinn abgebaut, gespeichert oder als Substrat neuer Verbindungen genutzt werden.

Glykogen und Glykolyse – Energiespeicherung und -gewinnung

Unter optimalen aeroben Stoffwechselbedingungen wird Glukose im Zitratzyklus und der Atmungskette zu CO_2 und H_2O abgebaut. Dieser Reaktionsweg ist mit einer hohen ATP-Ausbeute verknüpft. Auch unter anaeroben Bedingungen, d. h. wenn in der Zelle nicht genügend Sauerstoff zur Verfügung steht, kann Glukose zur Energiegewinnung herangezogen werden: Über Triosephosphat erfolgt ein unvollständiger Abbau zu Pyruvat und Laktat.

Ein Anstieg der Glukosekonzentration führt zur Aktivierung der

Glykogensynthetase, dem Schlüsselenzym der Glykogensynthese. Etwa 400 g Glukose können als Glykogen in Leber und Muskulatur gespeichert werden. Bei einer Aufnahme über 400 g kann Glukose in Triglyzeride umgewandelt und als Depotfett gespeichert werden. Allerdings ist dieser Stoffwechselweg unter physiologischen Ernährungsbedingungen quantitativ unbedeutend.

Bei Energiebedarf kann Glykogen durch Glykogenolyse wieder zu Glukose abgebaut werden. Der Glykogenvorrat der Leber gelangt als Glukose ins Blut, während das Muskelglykogen nur unmittelbar dem Kontraktionsvorgang zur Verfügung steht [4]. Nach 12-18-stündigem Fasten - bei körperlicher Belastung schon früher - ist die Leber praktisch glykogenfrei.

Glukoneogenese – Fähigkeit zur Eigensynthese von Glukose

Bei längerer Nahrungskarenz oder bei Kohlenhydratmangel ist der Organismus darauf angewiesen, aus anderen Stoffwechselprodukten Glukose aufzubauen. Nur so kann die Versorgung glukoseabhängiger Gewebe sichergestellt werden. Dieser als Glukoneogenese bezeichnete Vorgang findet in Leber und Nieren statt.

Als Substrate dienen Produkte des Kohlenhydratstoffwechsels (Pyruvat, Laktat), Spaltprodukte des Körperfetts (Glycerin) und körpereigene Proteine (glukogene Aminosäuren). Die Verwertung

der strukturell und funktionell bedeutenden Proteine ist allerdings unerwünscht und energetisch ineffizient. Wegen des Protein sparenden Effektes sollte prinzipiell auf eine ausreichende Kohlenhydratzufuhr geachtet werden - besonders bei erwünschter Gewichtsabnahme.

Kohlenhydrate – Bausteine für die Nucleotidbiosynthese

Glukose spielt eine wichtige Rolle in der Biosynthese von DNA und RNA bei der Bildung von Pentosephosphaten aus Glukose. Weitere wichtige Wege des Intermediärstoffwechsels der Glukose stellen Verbindungen zu den Lipiden und Proteinen dar, wie die Synthese von Glykolipiden und Glykoproteinen (Abb. 5).

Homöostase des Blutzuckers – ein komplexes Regelwerk

Während Fettgewebe, Muskulatur und Leber auch auf andere Substrate wie Fettsäuren zur Energiegewinnung zurückgreifen können, sind Nierenmark, Erythrozyten und Nervenzellen obligat auf die Zufuhr von Glukose angewiesen. Auch das Gehirn kann erst nach einer länger als 4-6 Tage anhaltenden Nahrungskarenz auf die Verwertung von Ketonkörpern wie β -Hydroxybutyrat und Acetacetat umschalten.

Die Homöostase des Glukosespiegels ist daher innerhalb enger Grenzen kontrolliert. Insulin ist das wesentliche Hormon, das den Blutzucker senkt. Der Zucker

: Ratgeber Ernährung :
Kohlenhydrate

wird, vermittelt durch das Insulin, vermehrt von den Zellen aufgenommen und so aus dem Blutkreislauf entfernt. Es sorgt dafür, dass selbst bei exzessiver Kohlenhydrataufnahme oder geringer körperlicher Aktivität der Blutzuckerspiegel innerhalb des Normbereiches bleibt. Glukagon, Glukokortikoide, Adrenalin, Wachstumshormon und Thyroxin sind die „Gegenspieler des Insulins“. Sie können den Blutzucker bedarfsabhängig bei langer Nahrungskarenz oder körperlicher Anstrengung erhöhen. Dennoch kann es unter bestimmten Umständen sowohl zu Über-

wie auch Unterzuckerungen kommen. Diabetes mellitus ist das bekannte Beispiel für zu hohe Zuckerwerte im Blut. Aufgrund eines Insulinmangels oder zu geringer Wirkung kann der Blutzucker nicht in die Zellen transportiert werden. Unbehandelt ist die Symptomatik deshalb letztlich durch einen intrazellulären Zuckermangel bestimmt - Ketoazidose bis zum diabetischen Koma. Im Alltag des Diabetikers ist allerdings die Hypoglykämie ein akuteres Problem. Bei raschem Abfall des Blutzuckers kann es aufgrund der Abhängigkeit von einer kontinuierlichen Glukosezufuhr

zur Einschränkung der körperlichen und geistigen Leistungsfähigkeit mit plötzlichem Versagen der Hirnfunktion, Bewusstlosigkeit, Krämpfen und möglicherweise irreversiblen Schäden kommen. Auslöser ist in der Regel eine zu hohe injizierte Insulin- oder Antidiabetikadosis im Verhältnis zur Kohlenhydratzufuhr und zur körperlichen Aktivität. Aber auch bei Nicht-Diabetikern kann eine extreme körperliche Anstrengung, z. B. beim Sport, die Glykogenreserven erschöpfen und einen akuten Bedarf an Glukose hervorrufen.

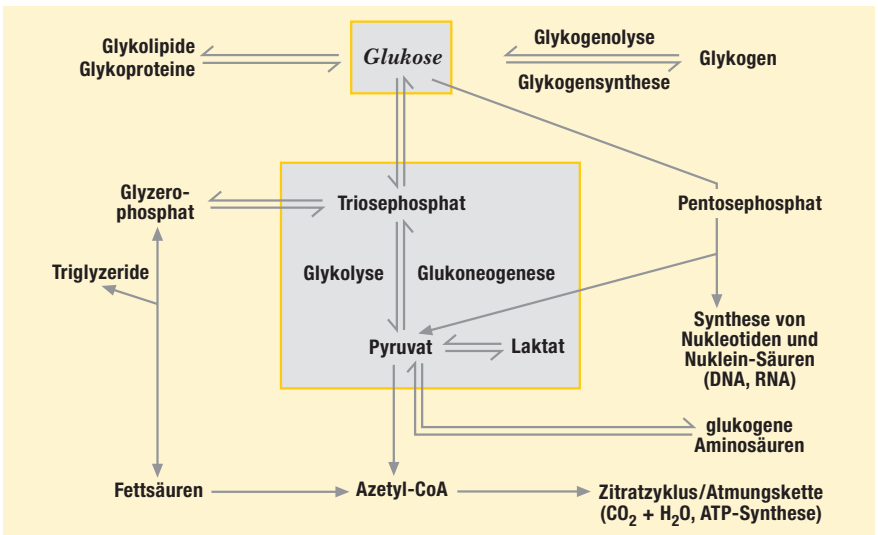


Abb. 5 Hauptstoffwechselwege der Glukose [1]

Glukose – Einfluss auf die Hirnleistung

Der Stoffwechsel des Zentralnervensystems ist ungefähr zehnmal so hoch wie der des übrigen Körpers: 20-25% des Gesamtenergieumsatzes, obwohl das Gehirn nur 2-3% des Körpergewichts ausmacht [5]. 120-140 g Glukose werden pro Tag verbraucht. Mehr als 90% davon werden unter Gewinnung von ATP vollständig zu CO₂ und Wasser oxidiert. Nur im Notfall, nach längerer Nahrungskarenz, schaltet das Gehirn auf die Verwertung von Ketonkörpern um.

Schlüsselfunktion der Glukose im Stoffwechsel des Gehirns

Die Glykogenspeicher des Gehirns können nur für wenige Minuten eine ausreichende Glukoseversorgung sicherstellen. Ein vollständiger Glukosemangel kann nur ca. 8-10 Minuten überlebt werden. Wegen der begrenzten endogenen Glykogenspeicher ist das Gehirn auf den kontinuierlichen Glukosenachschub über die Blutbahn angewiesen. Die Aufnahme der Glukose durch die Blut-Hirn-Schranke ins Gehirn erfolgt mit Hilfe eines Transporters. Anders als im Skelettmuskel spielt Insulin dabei keine entscheidende Rolle. Daher ist die Versorgung des Gehirns mit Glukose auch bei sinkendem Blutzucker und damit niedrigem Insulinspiegel noch vergleichsweise lange sichergestellt.

Bereits leichte Glukosemangelzustände allerdings können Konzentrations- und Gedächtnisstörungen hervorrufen und zum generellen Leistungsabfall führen. Die beim Abbau der Glukose gewonnene Energie dient in erster Linie der ständigen Aufrechterhaltung der Reaktionsbereitschaft der Nervenzellen. Das erklärt die vor allem zerebralen Symptome des akuten Glukosemangels. Wesentliche Maßnahme ist daher ein Konstanthalten des Blutzuckerspiegels in engen Grenzen.

Dextrose – wirkungsvolles Stimulans für mentale Leistungen

Umgekehrt führt die Aufnahme rasch verfügbarer Glukose zu einer signifikanten Verbesserung des Erinnerungs- und Konzentrationsvermögens [6]. Das beruht einerseits auf dem direkten Effekt auf den Blutzuckerspiegel, darüber hinaus bewirkt Glukose eine vermehrte Bildung des Neurotransmitters Serotonin, das indirekt die Hirnleistung steigert.

In Untersuchungen an Schulkindern ließ sich zeigen, dass durch orale Verabreichung von Dextrose (DEXTRO-ENERGEN) - jeweils 10 g in Abständen von 45 Minuten - eine deutliche Leistungsverbesserung erzielt wird [7]. Im Rahmen des Projektes „Jugend forscht“ konnte die Steigerung der allgemeinen Konzentrations-

fähigkeit unter anderem durch bessere Ergebnisse in Rechen-tests belegt werden. In einer placebokontrollierten Studie wurde nach initialer Dextrosegabe und mehrmaliger Nachdosierung bei jeder zweiten Versuchsperson eine signifikante Verkürzung der Reaktionszeit beobachtet [8]. Zur Messung der Leistungssteigerung wurde ein Kurzzeitgedächtnistest mit integrierten einfachen Rechenaufgaben gewählt. Je komplexer die Aufgabenstellungen, desto deutlicher war die Leistungssteigerung. Während des Zeitraumes der Nachdosierungen blieb die Leistungssteigerung gegenüber der Basismessung auf einem konstant höheren Niveau. Etwa 30-40 Minuten nach der letzten Dextrosegabe sank die Leistung erwartungsgemäß wieder ab.

Stabiler Blutzuckerspiegel – weniger Verkehrsunfälle

Die Abhängigkeit des Konzentrationsvermögens vom Blutzuckerspiegel macht verständlich, dass schon geringer Glukosemangel Verkehrs- und Arbeitsunfällen Vorschub leistet [5]. Entsprechend fühlten sich Kraftfahrzeugführer bei Langstreckenfahrten mit höherem Blutzuckerspiegel wohler, waren konzentrierter und weniger rasch ermüdbar. Ähnlich positive Befunde ergab eine Fahr-simulator-Studie [9]: Eine kurven-

: Ratgeber Ernährung : Kohlenhydrate

reiche Fahrstrecke von 110 km musste möglichst rasch und fehlerfrei durchfahren werden. Die Interventionsgruppe erhielt vor Fahrbeginn, nach einem Drittel und nach zwei Dritteln der Fahrstrecke jeweils 20 g einer Dextroselösung, die Kontrollgruppe Placebo. Das Konzentrationsvermögen der Placebogruppe ließ im letzten Abschnitt der Fahrstrecke erheblich nach, so dass sich Fahrfehler häuften, während durch die Gabe von Dextrose das Fahr- und Reaktionsvermögen voll erhalten blieb (Abb. 6).

Einfluss von Dextrose auf das Fahrverhalten [9]

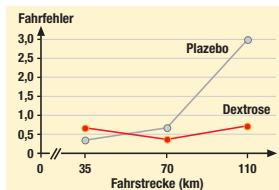


Abb. 6

Direkt im Anschluss durchgeführte Reaktionstests (Rechen- und Erkennungsaufgaben) unterstützten diesen Befund. Für Autofahrer ist es offenbar günstig, bei Langstreckenfahrten rasch verfügbare Dextrose in kleinen Portionen griffbereit zu haben. DEXTRO-ENERGEN minis oder DEXTRO-ENERGEN Stangen lassen sich bequem dosieren (z. B. 3 Minis oder 1 Tablette alle 15 min) und während der Fahrt verzehren.

Unter Normalbedingungen stellt Glukose das einzige Substrat im Energiestoffwechsel des Gehirns dar, deshalb können über die Bestimmung des Glukoseumsatzes Aussagen zur Hirnleistung und den Effekten von Dextrosegaben gemacht werden. Mit dem so genannten "Brain-Mapping", einer computergestützten Auswertung des EEGs, können unterschiedliche Intensitäten der Gehirnaktivität registriert werden. Bereits 5 Minuten nach Dextrosegabe kommt es zum messbaren Anstieg der alpha-Aktivität, die die Konzentrationsfähigkeit reflektiert. Die Maximalleistung wird nach 20-40 Minuten gemessen und das Ausgangsniveau nach 2 Stunden wieder erreicht (Abb. 7) [10,11].

Elektroenzephalographische Aktivität nach 25 g Dextrose [10,11]

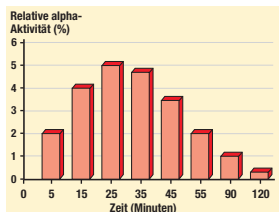


Abb. 7

Durch wiederholte Gaben kleinerer Mengen Dextrose lässt sich der Blutzuckerspiegel und ein hohes Konzentrationsvermögen über mehrere Stunden auf einem gleichmäßig hohen Niveau halten. Die Zufuhr von 50 g Dextrose fraktioniert in Dosen von 3,5 g im 15-Minuten-Takt führt über einen

Zeitraum von 4 Stunden im Gegensatz zu einer einmaligen Aufnahme zu einem stabilen Blutzuckerprofil (Abb. 8) [12].

Verlauf des Blutzuckerspiegels unter Dextrosezufuhr als einmaliger Bolus oder wiederholt kleine Dosen [12]

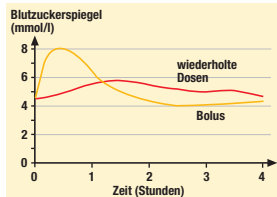


Abb. 8

Dextrose gegen Entzugserscheinungen bei Raucherentwöhnung

In der Raucherentwöhnung führen die akuten Entzugserscheinungen oft zum Rückfall. Verfügbarkeit von Dextrose kann die Symptome deutlich lindern und das Verlangen nach Zigaretten um fast die Hälfte reduzieren. Zu diesem Ergebnis kommt eine placebo-kontrollierte Studie, in der die Probanden vier Tabletten zu je 3 g Dextrose zu sich nehmen durften [13]. Die Entzugssymptome unter dem sinkenden Nikotinspiegel wie Herzrasen, Zittern und Kopfschmerzen lassen sich durch Traubenzucker erfolgreich lindern. Eine Erklärung mag auch in der Stillung des zunehmenden Appetits liegen. Dafür ist rasch resorbierbare Glukose besser geeignet als kalorienreichere Süßigkeiten wie Schokolade. Deshalb steht mit DEXTRO-ENERGEN ein einfaches, effektives Mittel zur Verfügung, das Verlangen bei Nikotinabhängigkeit zu beherrschen und so den Langzeiterfolg des Entzugs zu sichern.

Glukose – Einfluss auf die körperliche Leistungsfähigkeit

Kohlenhydrate spielen nicht nur für die Aufrechterhaltung der mentalen, sondern auch der körperlichen Leistungsfähigkeit eine herausragende Rolle. Vor allem für Ausdauersportler sind ausreichende Glykogenspeicher in der Muskulatur essentiell [14]. Lang anhaltende oder wiederholte Belastungsintensitäten erfordern deshalb einen deutlich erhöhten Glykogengehalt der Muskulatur (2,5-4,0 g/kg vs. normalerweise 0,8-1,5 g/kg). Das ist mit einer üblichen Mischkost nicht erreichbar [15]. Bei Ausdauersportarten werden Tagesumsätze von zusätzlich 500 bis 2000 kcal benötigt [16, 17]. Marathonläufer verbrauchen sogar 3000 kcal zusätzlich (Abb. 9).

Energiebedarf bei unterschiedlichen Laufstrecken [17]

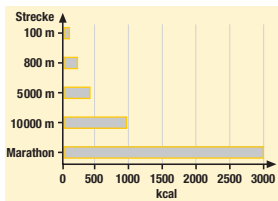


Abb. 9

Hohe Kohlenhydratzufuhr ist für Sportler essentiell

Wegen des hohen Glykogenbedarfs wird regelmäßig Sporttreibenden ein Kohlenhydratanteil von 60-65 % an der Gesamtenergiezufuhr empfohlen [18,19]. Das lässt sich mit einer kohlen-

hydratreichen Ernährung und/oder mit Dextrose-Supplementierungen erzielen, wie Studien zeigen [20].

Rasch verfügbare Kohlenhydrate können sowohl unter ernährungsphysiologischen als auch sportmedizinischen Gesichtspunkten vor, während oder unmittelbar nach der körperlichen Belastung zusätzlich sinnvoll sein [18, 21, 22]. Die gezielte Kohlenhydratzufuhr - insbesondere durch Mono- und Disaccharide - erhöht die Ausdauer und ermöglicht eine Überbrückung der Energielücke bei intensiver körperlicher Belastung.

Akut verbessert die Aufnahme von Dextrose die maximale Leistungsfähigkeit gemessen mit einem Ergometer um etwa 4 % und die Dauerleistungsfähigkeit sogar bis zu 15 % [23]. Solche

- schnelle Resorption und unmittelbare Bereitstellung von Energie für den Muskel
- Aufrechterhalten des Blutzuckerspiegels für konzentrativ-koordinative Leistungen
- Glykogen sparender Effekt, Stimulation der Glykogensynthese
- Umschalten von Fettverbrennung auf die effektivere Glukoseoxidation

Abb. 10 Effekte von Dextrosegaben auf die körperliche Leistungsfähigkeit

Änderungen sind im Sport u. U. siegentscheidend. Dextrosegaben vor und während der Belastung sind über verschiedene direkte und indirekte Mechanismen wirksam (Abb. 10).

Der größte Nutzen einer Gabe von Kohlenhydraten konnte bei körperlicher Aktivität mit hoher Belastungsintensität beobachtet werden. Idealerweise sollten kleinere Mengen (3 g bzw. 1/2-1 Täfelchen) Dextrose in Zeitabständen von 15-20 Minuten gegeben werden, die den Blutzuckerspiegel auf Werte von 100-120 mg/dl anheben. Bei diesem moderaten Verabreichungsmodus wird keine wesentliche Insulingegenregulation hervorgerufen. Darüber hinaus konnte in Studien gezeigt werden, dass sich durch die Kombination von Dextrose mit Magnesiumsalzen die Leistungsfähigkeit um ca. 16 % steigern lässt [24, 25]. Dextrose-Täfelchen wie DEXTRO-ENERGEN Magnesium, DEXTRO-ENERGEN activ Calcium + Magnesium oder DEXTRO-ENERGEN activ 10 Vitamine bieten, kombiniert mit ausreichender Flüssigkeitsaufnahme, zusätzlich einen Ausgleich von Mineralstoffen, Spurenelementen und wichtigen Vitaminen. Viele Studien konzentrieren sich auf die Effekte der Dextrose-Supplementierung bei Leistungssportlern. Dennoch lassen sich die Ergebnisse auch auf den Breitensport und auf untrainierte Personen übertragen. Tatsächlich ist der Bedarf an Glukose und Glykogen zur Aufrechterhaltung der Funktionen umso höher, je mehr sich die Belastung der persönlichen Leistungsgrenze nähert. Sie ist bei Untrainierten entsprechend schneller erreicht.

Kohlenhydrate – Stellenwert in der Prävention und Ernährungstherapie

Richtlinien verschiedener Fachgesellschaften beinhalteten noch 1990 die Empfehlung, die Aufnahme von Zucker als Mono- und Disaccharide auf 10 % der täglichen Energiezufuhr zu beschränken. Die aktuellen Leitlinien der WHO und der Deutschen Gesellschaft für Ernährung verzichten auf diesen Grenzwert und enthalten die Empfehlung, Zucker moderat einzusetzen. Hinsichtlich des Zuckerkonsums bestehen in Europa große regionale Unterschiede. In der Bundesrepublik lag 1994 der durchschnittliche Pro-Kopf-Verbrauch an Zucker bei 33,6 kg und damit im mittleren Bereich. Zuckerzusätze in herkömmlichen Lebensmitteln und den heute üblichen Snacks sind in dieser Kalkulation eingeschlossen.

Monosaccharide wie Dextrose sind rasch resorbierbar und stehen insbesondere Hirn und Muskulatur akut bei erhöhten Anforderungen zur Verfügung (vgl. S. 7 ff). Sie eignen sich deshalb zur Überbrückung von Leistungstiefs im Sport und bei anderen körperlichen Anstrengungen. Die Effektivität der Muskelarbeit wird erhöht und bleibt länger erhalten. Anschließend regeneriert sich der Muskel durch Auffüllen der Glykogenspeicher schneller. Rasch resorbierbare Monosaccharide können die geistige Leistungsfähigkeit optimieren, indem sie Konzentrationsvermögen und Gedächtnis verbessern.

Bei bestimmten Symptomen, wie Hypoglykämie oder Malabsorption, sowie in der Rekonvaleszenz und parenteralen Ernährung finden Monosaccharide eine indikationsbezogene Anwendung. Hypoglykämie (Unterzuckerung) ist als Absinken des Blutzuckers unter 50 mg/dl mit zentralnervösen Symptomen definiert. Die möglichen Ursachen sind vielschichtig, z. B.:

- Erschöpfte Glykogenreserven bei geistigen und körperlichen Anstrengungen
- Nahrungskarenz bzw. unregelmäßige Verteilung der Nahrungsaufnahme
- Zu hoch dosierte Antidiabetika wie Sulfonylharnstoffe und Insulin
- Beeinträchtigung der Glukosefreisetzung aus den Speichern durch Alkoholabusus
- Gestörte Homöostase bei Prädiabetes, Fruktoseintoleranz, Lebererkrankungen oder chronischer Pankreatitis

In jedem dieser Fälle kann Glukose als rasch resorbierbares Monosaccharid den Blutzuckerspiegel wieder normalisieren und ihn auf ausreichendem Niveau stabilisieren.

Dextrose – Stellenwert in der hochkalorischen Ernährung

Die direkte Einschleusung in den Stoffwechsel macht Monosaccharide ideal für die Ernährung bei Mangelzuständen. Das betrifft sowohl die parenterale, also intravenöse Ernährung als auch die Zusatzernährung, z. B. in der Rekonvaleszenz. Da es anders als beispielsweise bei Fruktose keine Intoleranzen gegenüber Glukose gibt, ist sie ubiquitär einsetzbar. Glukose kann ohne Intermediärstoffwechsel gespeichert oder zur Energiegewinnung genutzt werden, so dass sie gut verträglich ist. Selbst bei Diabetikern ist die Verstoffwechslung leicht zu steuern. Auch die Absorption ist unproblematisch und wird nur durch die sehr seltenen Erkrankungen des oberen Dünndarms negativ beeinflusst. Glukose ist nicht nur fester Bestandteil der parenteralen, sondern auch der enteralen Ernährung. Ob als „darmschonende“, leicht resorbierbare Energiequelle oder als Zusatzkost bei Mangel im Alter und in der Rekonvaleszenz ist Dextrose ein leicht bekömmlicher Kalorienlieferant.

Dextrose – Einsatz bei Kohlenhydrat-Intoleranzen

Zu den wichtigsten klinisch relevanten Störungen des Kohlenhydratstoffwechsels zählen neben dem Diabetes mellitus die Laktose- und die Fruktoseintoleranz.

Laktoseintoleranz

Die Laktoseintoleranz ist weltweit die häufigste Form der Kohlenhydratmalabsorption. Sie wird durch das völlige oder teilweise Fehlen von Laktase, die im Dünndarm Laktose in Glukose und Galaktose aufspaltet, hervorgerufen.

- Der **angeborene Laktasemangel** ist sehr selten und führt bereits im Säuglingsalter zu Durchfällen und kolikartigen Bauchschmerzen von der ersten Milchfütterung an - auch mit Muttermilch.
- Die Prävalenz des **erworbenen Laktasemangels** ist dagegen weltweit sehr hoch. Sie schwankt zwischen ca. 10 % in Mitteleuropa und > 95 % in Südostasien. Ursache ist eine Abnahme der Laktaseaktivität im Kindes- bis Adoleszentenalter. Ursprünglich handelt es sich um einen natürlichen Vorgang, der in der Evolution teilweise verloren gegangen ist [26]. Die Häufigkeit wird oft unterschätzt, weil Betroffene in der Regel bereits unbewusst Milchprodukte meiden.

Ein **sekundärer Laktasemangel** ist Folge von Erkrankungen des Dünndarms wie M. Crohn oder

Sprue. Üblicherweise kann sich die Milchzuckerunverträglichkeit durch die Behandlung der Grundkrankheit wieder zurückbilden. Andernfalls wird die Therapie den allgemeinen Ernährungsempfehlungen bei Laktasemangel folgen.

- Nach Genuss von Milch und Milchprodukten treten durch den Fermentationsprozess im Dickdarm Bauchschmerzen und Durchfälle auf. Laktose wird nur selten gar nicht toleriert. Häufiger werden kleine Mengen, meist bis zu 250 ml Milch oder Milchprodukte pro Tag vertragen. Käse ruft aufgrund des niedrigeren Laktosegehalts sowie der geringeren Verzehrsmenge oft weniger Symptome hervor.

- Die Behandlung beruht folgerichtig auf der Einschränkung und Substitution aller laktosehaltigen Lebensmittel. Dazu gehören vor allem Milch und Milchprodukte, die dann als Calciumlieferanten nicht mehr zur Verfügung stehen. Aufgrund der niedrigeren Calciumaufnahme leiden Patienten mit Laktasemangel häufig unter Osteoporose. (*Weiterführende Informationen in der Broschüre „Süße und pikante Rezepte für die milchfreie Ernährung.“*)
- Glukose bedarf keiner Aufspaltung im Darm und wird deshalb selbst bei Dünndarmerkrankungen mit sekundärer Laktoseintoleranz problemlos resorbiert. Bei erhöhtem Kalorienbedarf, bei Gedeihstörungen oder Mangelernährung hat sich DEXTROPUR (Dextrose in Pulverform) bewährt.

Eine Kombination wie DEXTRO-ENERGEN mit Calcium kommt zusätzlich dem Calciummangel zugute.

Diagnostik der Laktoseintoleranz [27]

- Klinische Symptomatik
→ Blähungen und Durchfälle
- Laktosefreie Ernährung
→ Besserung der Symptomatik
- Orale Laktosebelastungstest
→ Durchfälle bei fehlendem Anstieg des Blutglukosespiegels
- H₂-Atemtest mit Laktose
→ vermehrte Abatmung von H₂ aus nicht resorbierter, bakteriell zersetzter Laktose
- Nachweis des Enzymdefekts in endoskopisch gewonnenen Gewebeproben aus dem Duodenum

Fruktoseintoleranz

Die hereditäre Fruktoseintoleranz ist mit einer Häufigkeit von 1: 20.000 eine seltene Stoffwechselstörung [28]. Aufgrund verminderter oder völlig fehlender Aktivität des Enzyms Fruktose-1-Phosphat-Aldolase kommt es zur unregelmäßigen Phosphorylierung von Fruktose in Gegenwart von Ketoheksokinase, die zur weitgehenden Erschöpfung des ATP-Vorrates der Leber führt. Fruktose erscheint im Blut und wird im Harn ausgeschieden. Glykogenolyse und Glukoneogenese werden gehemmt. Nach Verzehr fruktosehaltiger Nahrungsmittel treten gastrointestinale Beschwerden bis hin zum Lebersversagen sowie Hypoglykämien auf. Die intravenöse Zufuhr von Fruktose oder Sorbit kann lebensbedrohlich sein.

Der Verdacht auf die Stoffwechselstörung ergibt sich aus der Familien- oder Ernährungsanamnese. Erwachsene haben eine ausgesprochene Aversion gegenüber fruktosehaltigen Nahrungsmitteln. In Zweifelsfällen kann ein Fruktosetoleranztest eingesetzt werden. Im Säuglingsalter ist eine fruktosefreie Ernährung mit Muttermilch oder teiladaptierten Milchmahlungen verhältnismäßig leicht möglich. Durch das Verbot aller fruktose-, saccharose- oder sorbit-haltigen Nahrungsmittel fällt die Speisenauswahl im Kindes- und Erwachsenenalter wesentlich schwerer, da neben Obst auch verschiedene Gemüse- und Brotsorten sowie Hülsenfrüchte, Kartoffelprodukte und Teigwaren vermieden werden müssen [1]. DEXTRO-ENERGEN Produkte sind fruktosefrei und können neben Energie auch einen Beitrag zur ausreichenden Vitamin- und Mineralstoffversorgung liefern, die bei Fruktoseintoleranz nur schwer zu erreichen ist. DEXTROPUR forte liefert z. B. 300 mg Vitamin C pro 100 g.

Kohlenhydrate und Übergewicht

Die Höhe des Fettkonsums korreliert positiv mit dem Body-Mass-Index [29,30,31,32,33]. Lange Zeit wurde zwar ein erhöhter Zuckerkonsum für die zunehmende Prävalenz des Übergewichts verantwortlich gemacht, tatsächlich ist aber die Kohlenhydratzufuhr in fast allen Studien sogar negativ mit dem Körpergewicht assoziiert.

Dieser Zusammenhang konnte nicht nur für komplexe Kohlenhydrate gezeigt werden, sondern auch für Mono- und Disaccharide. Eine Ausnahme bildet sicher ein unkontrolliert hoher Verzehr von Zucker. Oft werden die Zusammenhänge jedoch fehlgedeutet, da der eigentliche Grund für die Gewichtszunahme der Fettgehalt vieler Süßigkeiten ist. Konsum von Zucker und Süßwaren ist mit einer niedrigeren Aufnahme an Fleisch und Wurstwaren als bedeutenden Fettlieferanten verknüpft [33]. Die Reduktion zuckerreicher Nahrungsmittel ändert das Verzehrsmuster, so dass sich oft die Aufnahme von fettreichen Lebensmitteln und

damit die Kaloriendichte erhöht. Entsprechend endeten in England durchgeführte Untersuchungen mit dem scheinbar paradoxen Ergebnis, dass Personen, die sich um die Einschränkung des Zuckerverzehrs bemühten, häufig besonders übergewichtig waren [34,35].

Aufgrund dieser vielfältigen Evidenzen lautet die Empfehlung in der modernen Adipositas-therapie, in erster Linie den Fettverzehr zu limitieren und die Aufnahme an Kohlenhydraten weitgehend zu liberalisieren. (*Details und praktische Tipps in unseren Publikationen „Übergewicht und Adipositas - Therapie und Prävention“ und „Leichte Küche für Genießer“.*)

Kohlenhydrate – ihr Wert für die Prävention

Eine stärke- und ballaststoffreiche Kost beugt Verdauungs- und Herz-Kreislauf-Erkrankungen vor. Neben der Verbesserung kardiovaskulärer Risikofaktoren wirkt sie Obstipation, Divertikulose, Gallensteinen und Dickdarmkrebs entgegen [36,37,38,39].

Die Menge aufgenommener Ballaststoffe bestimmt zwar das Erkrankungsrisiko, aber in der Regel sind Ballaststoffe mit der Aufnahme von Kohlenhydraten verbunden, denen eine eigenständige Rolle zukommt. In Studien wurde eine unabhängige positive Wirkung von Kohlenhydraten und Ballaststoffen auf gastroenterologische Erkrankun-

Bewertung 'Extrinsischer' versus 'intrinsischer' Zucker

Bei der gesundheitlichen Bewertung des Zuckers wird immer wieder zwischen dem in Lebensmitteln wie Obst oder Milch natürlich vorkommenden Zucker (= intrinsic sugar) und dem Erfrischungsgetränken, Gebäck, Süßigkeiten zugesetzten raffinierten Zucker (= extrinsic sugar) unterschieden. Diese Einteilung hat kaum Sinn, da kein Unterschied - weder biochemisch, noch im Brennwert - besteht. Infolgedessen ergaben sich in Studien keine Unterschiede z. B. hinsichtlich der Assoziation mit niedrigem Körpergewicht.

: Ratgeber Ernährung : Kohlenhydrate

gen beobachtet. Experten der FAO und WHO kamen 1997 zu der Überzeugung, dass Zuckerkonsum nicht in Beziehung zu Übergewicht, Diabetes oder Herz-Kreislauf-Erkrankungen steht [40].

Bei der Auswahl der Kohlenhydratquellen sollten polysaccharidreiche Lebensmittel bevorzugt werden. Das kombiniert die protektiven, direkten physikalischen Effekte einer stärke- und ballaststoffreichen Kost mit den metabolischen, indirekten Einflüssen, die darauf beruhen, dass Kohlenhydrate Fett in der Ernährung ersetzen. Das führt zu einer geringeren Energiezufuhr, hilft aber auch, die ungünstigen Effekte besonders der gesättigten Fette zu vermeiden.

Gastrointestinaltrakt – Stärke und Ballaststoffe senken das Erkrankungsrisiko

Ballaststoffe haben ein hohes Adsorptionsvermögen. Sie binden so u. a. Gallensäuren. Dadurch sinkt das Risiko für die Bildung von Gallensteinen. Durch das Quellvermögen von Ballaststoffen wird das Stuhlvolumen etwa verdreifacht [26]. Die verkürzte Passagezeit wirkt Obstipation und der Entwicklung von Divertikulose entgegen.

In der Krebsprävention wirken sich Ballaststoffe ebenfalls günstig aus. Sie vermindern die Konzentration von toxischen Stoffen im Stuhl und verringern so das Risiko für Kolonkarzinome. Auch

andere Mechanismen mögen eine Rolle spielen. Eine stärke- und ballaststoffreiche Ernährung ist mit einem niedrigeren Risiko für Dickdarmkrebs bei Männern und Frauen aller Altersgruppen verknüpft (Abb. 11) [41,42,43,44].

Beziehung zwischen der Aufnahme von Stärke und Dickdarmkrebs [44]

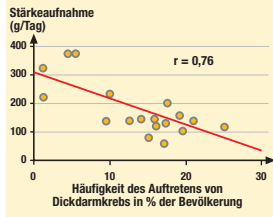


Abb. 11

In der Sieben-Länder-Studie führte eine zusätzliche Aufnahme von 10 g Ballaststoffen pro Tag über 25 Jahre zu einer Senkung der Mortalität wegen Kolonkarzinoms um ein Drittel. Ein höherer Konsum an Ballaststoffen ist auch mit einem geringeren Risiko für Pankreas- und Brustkrebs verknüpft [44,45].

Kolonkarzinom – schützende Effekte einer ballaststoffreichen Kost

- Vergrößerung des Stuhlvolumens
⇒ geringere Kanzerogenkonzentration
- geringere Transitzeit
⇒ kürzerer Kontakt toxischer Substanzen mit der Darmschleimhaut
- Mikrobieller Ballaststoffabbau
⇒ Beeinflussung der Darmflora, Reduktion der Bildung von Kanzerogenen aus Gallensäuren und anderen organischen Verbindungen
- Adsorption
⇒ Ausscheidung mutagener Substanzen
- Mechanische Beanspruchung der Verdauungsorgane
⇒ bessere Durchblutung, höhere Widerstandskraft

Kohlenhydrat- und Ballaststoffzufuhr steigern – die Empfehlungen der Fachgesellschaften

Die Deutsche Gesellschaft für Ernährung empfiehlt für Erwachsene, dass Kohlenhydrate mehr als 50 % der Gesamtenergiezufuhr ausmachen sollen und die tägliche Ballaststoffmenge mindestens 30 g betragen sollte [46]. Internationale Fachgesellschaften wie die WHO halten sogar einen Anteil von bis zu 70 Energie-% Kohlenhydrate und 40-50 g Ballaststoffen zur Prävention bestimmter Krebserkrankungen für wünschenswert [1, 44]. Tatsächlich liegt der Kohlenhydratanteil der Nahrung in der Bundesrepublik bei etwa 40 % der Gesamtenergie und die Ballaststoffaufnahme nur bei ca. 20 g pro Tag.

Diabetes mellitus und Kohlenhydrate

Der Diabetes ist durch eine dauerhafte Erhöhung des Blutzuckerspiegels charakterisiert. Die Diagnose wird meist aufgrund wiederholt erhöhten Nüchternblutzuckers von über 125 mg/dl gestellt. Mindestens jeder 20. Bundesbürger ist Diabetiker. Durch breites Screening würde sich der bekannte Anteil vermutlich verdoppeln.

Beim Typ-1-Diabetes werden die β -Zellen der Langerhans-Inseln des Pankreas durch einen autoimmunologischen Prozess zerstört. Dadurch kommt es zu einem vollständigen Insulinmangel. Überwiegend betroffen sind Kinder und junge Erwachsene.

Mehr als 90 % der Patienten leiden heute jedoch an Typ-2-Diabetes. Er beruht in der Regel auf einer Resistenz der peripheren Gewebe wie der Muskulatur gegenüber Insulin. Im Vordergrund steht zunächst meist eine vermehrte Insulinsekretion, um die periphere Resistenz zu überwinden. Dazu kommt eine Störung der Sekretion des Insulins und mit zunehmender Dauer der Erkrankung die Erschöpfung des Pankreas, so dass zusätzlich ein Insulindefizit auftritt. Der Grund für die periphere Insulinresistenz liegt überwiegend in einem zu hohen Körpergewicht mit zunehmendem Lebensalter. Die veränderten Ernährungsgewohnheiten haben zum Anstieg des Fettkonsums geführt. Zusam-

men mit abnehmender körperlicher Aktivität ergab das eine drastische Zunahme von Übergewicht und Metabolischem Syndrom im mittleren bis höheren Alter. Allein bis zum Beginn der 90er Jahre versechsfachte sich die Prävalenz des Diabetes Typ 2.

Die Langzeitprognose des Diabetikers wird durch die mikro- und makrovaskulären Komplikationen bestimmt. Die mikrovaskulären Gefäßschäden führen zur Retinopathie, Niereninsuffizienz, Gangrän und Polyneuropathie. Die Mortalität und damit die Lebenserwartung hängt allerdings überwiegend von der Entwicklung der Arteriosklerose in den größeren Blutgefäßen ab - namentlich koronare Herzkrankheit und Schlaganfall. Entscheidend ist die Einstellung des Blutzuckers. Die begleitenden Risikofaktoren wie Hypertonus und Fettstoffwechselstörungen sind jedoch ebenfalls nicht zu vernachlässigen. Sie hängen in erheblichem Maße vom Körpergewicht ab. Daher ist es essentiell, die Ernährung des Diabetikers so abzustimmen, dass Übergewicht vermieden bzw. abgebaut wird. Oft kann eine Gewichtsabnahme um wenige Prozent die Diabetes-symptome entscheidend verringern. Aufgrund unseres modernen Verständnisses der Pathogenese der diabetischen Komplikationen haben die Kohlenhydrate deshalb ihre Bedeutung in der Diabetestherapie geändert.

Diabetes mellitus – kohlenhydratarme versus kohlenhydratreiche Kost

Jahrzehnte lang wurde in der Behandlung des Diabetes mellitus eine kohlenhydratarme Diät, unter der Vorstellung, die Inselzellfunktion zu entlasten, empfohlen. Das aber hat oft eine fett- und damit energiereichere Ernährung zur Folge, die die Entwicklung von Übergewicht und Insulinresistenz weiter begünstigt und Hypertonus und Dyslipidämie Vorschub leistet. Deshalb wird verständlich, dass ein höherer Kohlenhydratanteil in der Ernährung letztlich eine Verbesserung der Glukosetoleranz, eine Verringerung des Insulinbedarfs und eine Reduktion der begleitenden Risikofaktoren bewirken kann. Selbst eine Kohlenhydratzufuhr von mehr als 60 % der Gesamtenergie führt bei insulinpflichtigen Diabetikern nicht zur Verschlechterung der Stoffwechsellage [1].

Als Kohlenhydratquellen sind Gemüse, Hülsenfrüchte, Getreideprodukte und Obst aufgrund ihres höheren Gehalts an Ballaststoffen zu bevorzugen. Dadurch werden die postprandialen Glukoseexkursionen, langfristig aber auch die Nüchternwerte gesenkt, das HbA_{1c}, die Glukoseausscheidung und der Insulinbedarf reduziert. Ein moderater Zuckerkonsum (<10 % der Energie) kann in der Kost beider Diabetestypen toleriert werden, vorausgesetzt, es besteht keine schwere Hypertriglyzeridämie [47].

: Ratgeber Ernährung : Kohlenhydrate

Süßstoffe wie Saccharin, Cyclamat oder Aspartam sind energiefrei. Ihr Einsatz z. B. in den sonst oft zuckerreichen Erfrischungsgetränken kann durchaus sinnvoll sein. Zuckeraustauschstoffe wie Fruktose, Sorbit oder Xylit müssen bei der Energieberechnung berücksichtigt werden.

Stoffwechsellentgleisungen – Anzeichen frühzeitig erkennen und behandeln

Mit Diabetes wird in erster Linie ein erhöhter Blutzucker assoziiert. In der Tat ist eine normoglykämische Stoffwechsellaage entscheidend für die Langzeitprognose. Mit zunehmend strengerer Einstellung des Blutzuckers erhöht sich jedoch die Gefahr von Unterzuckerungen. Besonders unter Insulintherapie kommt es oft zu hypoglykämischen Reaktionen. Viele Patienten benötigen dann sogar Fremdhilfe. Die Ursachen für Hypoglykämien sind vielschichtig. Wichtige Organe wie das Gehirn werden nicht mehr ausreichend mit Glukose versorgt. Warnzeichen wie Hungergefühl, Schwitzen, Unruhe, Zittern, Kopfschmerzen oder Sprachstörungen kündigen den Mangelzustand an [48]. Sie müssen frühzeitig vom Patienten selbst richtig gedeutet und sofort behandelt werden, bevor es zu Krampfanfällen oder Bewusstlosigkeit kommt.

Die häufigsten Ursachen für eine Unterzuckerung:

- Überdosis blutzuckersenkender Medikamente bzw. Insulin
- Auslassen oder Verspätung einer Mahlzeit

- Überschätzen des Kohlenhydratanteils der Nahrung
- Erhöhte körperliche Aktivität
- Erbrechen und Durchfall
- Alkoholkonsum
- Gesunkener Insulinbedarf

Für den Diabetiker unverzichtbar sind deshalb schnell resorbierbare Kohlenhydrate - als Not-BE stets griffbereit gehalten. Bewährt haben sich hier die DEXTRO-ENERGEN Würfel Classic, mit Calcium, mit Magnesium oder mit Vitamin C, da sie bequem mitzuführen und einzeln verpackt sind. Schon bei einer sich ankündigenden Hypoglykämie müssen unverzüglich Kohlenhydrate zugeführt werden. Aber nicht nur zur Behandlung von Hypoglykämien,

sondern in besonderem Maße auch präventiv vor körperlichen Anstrengungen oder sportlicher Betätigung sind Kohlenhydrate unentbehrlich.

Kohlenhydratzufuhr bei Hypoglykämie

Insulinpflichtige Diabetiker, aber auch Patienten, die mit oralen Antidiabetika behandelt werden, sind häufiger von hypoglykämischen Reaktionen betroffen. Bei bewusstseinsklaren Patienten umfasst die Behandlung die orale Gabe von ca. 20 g Glukose (z. B. 3-4 Täfelchen DEXTRO-ENERGEN oder 2 Gläser Apfelsaft); falls nötig Wiederholung nach 20 Minuten [50]. Anschließend Aufnahme von langsam resorbierbaren Kohlenhydraten oder einer kleinen Mahlzeit.

DEXTRO-ENERGEN / Nährwertdaten pro 100 g [49]

	Brennwert (KJ/kcal)	Kohlenhydrate (g/ Dextrose (g))	Vitamine/ Mineralstoffe
DEXTRO-ENERGEN Classic Würfel	1565/368	90/81	
DEXTRO-ENERGEN Calcium Würfel	1530/360	89/79	Calcium 800 mg *
DEXTRO-ENERGEN Magnesium Würfel	1545/363	89/80	Magnesium 300 mg *
DEXTRO-ENERGEN activ 10 Vitamine Stange	1565/368	90/81	Vitamin B ₁ , Vitamin B ₂ , Vitamin B ₆ , Vitamin B ₁₂ , Vitamin C, Vitamin E, Folsäure, Niacin, Pantothensäure, Biotin *
DEXTRO-ENERGEN mit Vitamin C Würfel	1560/367	90/81	Vitamin C 120 mg **
DEXTRO-ENERGEN activ mit Calcium + Magnesium	1515/356	87/78	Calcium 800 mg, Magnesium 300 mg *
DEXTROPUR FORTE	1545/363	91/91	Vitamin C 300 mg ***

* entspricht 100 % der empfohlenen Tagesdosis, ** entspricht 200 % der empfohlenen Tagesdosis, *** entspricht 500 % der empfohlenen Tagesdosis

DEXTRO-ENERGEN [49]

Würfel	⇒ 1 Täfelchen	(ca. 6 g)	△ 5,4 g Kohlenhydrate
Stange	⇒ 1 Täfelchen	(ca. 3,5 g)	△ 3,2 g Kohlenhydrate
minis	⇒ 1 mini	(ca. 1,5 g)	△ 1,3 g Kohlenhydrate

Eine KHE bzw. BE als Schätzeinheit entspricht 10 - 12 g Kohlenhydraten.

Abb. 12

Literatur

- [1] Leitzmann C et al: Grundlagen der Ernährung des Gesunden. In: Lehrbuch der Ernährungstherapie. Hrsg. Huth K, Kluthe R, Thieme, Stuttgart, New York 1995
- [2] Hudson R et al: The favour of life: perinatal development of odor and taste preferences. Schw Med Wochenzeitschr 129 (1999) 176-181
- [3] Ernährungsbericht 1996. Hrsg. Deutsche Gesellschaft für Ernährung, Frankfurt 1996
- [4] Löffler G et al: Physiologische Chemie. 3. Auflage, Springer, Berlin, Heidelberg 1985
- [5] Siebert G et al: Gehirnstoffwechsel und mentale Leistungen unter dem Einfluss von Glukose. Ernährung/Nutrition 11 (1987) 474-480
- [6] Gold PE: Role of glucose in regulating the brain and cognition. Am J Clin Nutr 61, 4 Suppl (1995) 987S-995S
- [7] Häfemeyer G: Schüldigkeit und Blutzuckerverhalten. Öffentl Gesundh dienst 17 (1955) 11-17
- [8] Geßner B: Improvement on mental performance parameters in school children after dextrose intake. Internal Research Report, Bio-Data Inst (1996)
- [9] Keul J et al: Einfluss von Dextrose auf Fahrleistung, Konzentrationsfähigkeit, Kreislauf und Stoffwechsel im Kraftfahrzeug-Simulator. Akt Ernähr Med 7 (1982) 7-14
- [10] Geßner B et al: Dextrose und ZNS - Ergebnisse quantitativer EEG-Untersuchungen. Internal Research Report, Bio-Data Inst (1984)
- [11] Siebert G et al: Energy Supply of the Central Nervous System. Biol Nutr Dieta 36 Ed. Somogyi JC et al, Karger, Basel 1986, 1-26
- [12] Jenkins DJA et al: Metabolic effects of reducing rate of glucose ingestion by single bolus versus continuous sipping. Diabetes 39 (1990) 775-781
- [13] West R et al: Acute effect of glucose tablets on desire to smoke. Psychopharmacology (Berl) 147 (1999) 319-321
- [14] Hultmann E et al: Nutritional effects on work performance. Am J Clin Nutr 49, Suppl (1989) 949-957
- [15] Berg A et al: Kohlenhydrate und körperliche Leistungsfähigkeit. In: Kohlenhydrate in der Ernährungsmedizin unter besonderer Berücksichtigung des Zuckers. Hrsg. Kluthe R, Kasper H, Thieme, Stuttgart, New York 1996, 46-53
- [16] Berg A et al: Energie- und Nährstoffbedarf des Leistungsportlers. Ernähr Umsch 39 (Sonderheft) (1992) 102-108
- [17] Stegemann H: Leistungsphysiologie. Thieme, Stuttgart, New York, 4. Auflage 1991
- [18] Bauer S et al: Ernährungserhebung bei Ausdauerportlern. I. Energiezufuhr und Nährstoffverteilung. Akt Ernähr Med 18 (1993) 14-20
- [19] Brouns F: Nutritional needs of athletes. Joh. Wiley & Sons, Maastricht 1993
- [20] Bergström J et al: Nutrition for maximal sports performance. J Amer Med Assoc 221 (1972) 999-1006
- [21] Geil KR et al: Handbuch Sportler-Ernährung. Behr's, Hamburg 1990
- [22] Burke LM et al: Muscle glycogen storage after prolonged exercise: effect of the glycemic index of carbohydrate feedings. J App Physiol 75 (1993) 1019-1023
- [23] Keul J et al: Die Wirkung von Dextrose und Maltose auf kardiozirkulatorische und hormonale Größen im Blut sowie die Leistungsfähigkeit bei Ergometerarbeit. Akt Ernähr Med 11 (1986) 145-152
- [24] Ahlborg B et al: Internal Report for CPC, Schweden (1983)
- [25] Schimaleschek HF et al: Mineral drinks for athletes: Modern trends. Nutrition 12 (1988) 783-787
- [26] Elmadafi I et al: Ernährung des Menschen, Eugen Ulmer, Stuttgart 1988
- [27] Müller MJ: Ernährungsmedizinische Praxis: Methoden-Prävention-Behandlung. Springer, Berlin, Heidelberg 1998
- [28] Kasper H: Ernährungsmedizin und Diätetik. Urban & Schwarzenberg, München, Wien, 5. Auflage 1985
- [29] Bolton-Smith C et al: Dietary composition and fat to sugar ratios in relation to obesity. Int J Obesity 18 (1994) 820-828
- [30] Hill JO et al: Sugar and body weight regulation. Am J Clin Nutr 62 (1995) 264S-273S; discussion 273S-274S
- [31] Heesker H et al: An epidemiologic study of food consumption habits in Germany. Metabolism 44, Suppl 2 (1995) 10-13
- [32] Müller C et al: Diet composition, energy intake, and exercise in relation to body fat in men and women. Am J Clin Nutr 52 (1990) 426-430
- [33] Schneider R et al: Zusammenhang zwischen Zucker-, Energie- und Fettaufnahme sowie der Verbreitung von Übergewicht. Ernähr Umsch 46 (1999) 330-335
- [34] Abbott WGH et al: Energy expenditure in humans: effects of dietary fat and carbohydrate. Am J Physiol 1258 (1990) E347-E351
- [35] Achesson KJ et al: Glycogen storage capacity and de novo lipogenesis during massive carbohydrate overfeeding in man. Am J Clin Nutr 48 (1988) 240-247
- [36] Brown L et al: Cholesterol-lowering effects of dietary fiber: a meta-analysis. Am J Clin Nutr 69 (1999) 30-42
- [37] Rimm E et al: Vegetable, fruit, and cereal fiber intake and risk of coronary heart disease among men. JAMA 275 (1996) 447-451
- [38] Schneeman BO et al: Dietary fiber. In: Modern Nutrition in Health and Disease. Hrsg. Shils ME et al, 8th ed, Lea & Febiger, Philadelphia 1994, 89-100
- [39] Wolk A et al: Long-term dietary intake of dietary fiber and decreased risk of coronary heart disease among women. JAMA 281 (1999) 1998-2004
- [40] FAO/WHO: Carbohydrates in Human Nutrition. Report of a Joint FAO/WHO Expert Consultation. Rome 1997. FAO Food and Nutrition Paper. Rome 1998, No. 66
- [41] Shike M: Diet and lifestyle in the prevention of colorectal cancer: an overview. Am J Med 106 (1A) (1999) 11S-15S
- [42] Bingham S: Meat, starch and non-starch polysaccharides, are epidemiological and experimental findings consistent with acquired genetic alterations in sporadic colorectal cancer? Cancer Lett 114 (1997) 25-34
- [43] Howe GR et al: Dietary intake of fiber and decreased risk of cancers of the colon and rectum: evidence from the combined analysis of 13 case-control studies. J Natl Cancer Inst 84 (1992) 1887-96
- [44] World Cancer Research Fund/American Institute for Cancer Research: Food, nutrition and the prevention of cancer: a global perspective (1997)
- [45] Rohan TE et al: Dietary fibre, vitamins A, C, and E, and risk of breast cancer: a cohort study. Cancer Causes Control 1 (1993) 29-37
- [46] Deutsche Gesellschaft für Ernährung: Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr. 1. Auflage, Umschau/Braus, Frankfurt am Main 2000
- [47] Diabetes and Nutrition Study Group (DMSG) of the European Association for the Study of Diabetes (EASD) 2000: Recommendations for the nutritional management of patients with diabetes mellitus. Eur J Clin Nutr 54 (2000) 353-355
- [48] Rinninger F et al: Glukosestoffwechsel. In: Innerer Medizin, Band 1. Hrsg. Schettler G, Thieme, Stuttgart, New York 1998, 637-676
- [49] Nährwerttabelle für das Endverbraucher-Sortiment, Ernährungs Forum, Heilbronn 2001
- [50] Schrezenmeier J et al: Diabetes mellitus. In: Interistische Therapie. Hrsg. Wehrhau TR, Urban & Fischer, München 2000/2001, 965-1026

Sprechen Sie mit uns

„Wissen ums Genießen“

Im Trend bewusster Ernährung und schneller, unkomplizierter Speisenzubereitung stehen unsere Produkte mehr und mehr im Mittelpunkt ernährungsphysiologischer Betrachtung. Unser umfangreiches Informationsangebot bietet Ihnen Unterstützung bei der täglichen Arbeit, sei es in Form von Nährwerttabellen, ausgewählten Rezepten, Fachbüchern für den Arzt, Ernährungsberater oder Apotheker.

Eine Übersicht und Bestellmöglichkeit finden sie unter www.ernaehrungs-forum.com. Wir freuen uns auf eine gute Zusammenarbeit.

Ihr Team vom Ernährungs Forum

Ernährungs Forum

Wissen ums Genießen

Serviceabt. der

Unilever Bestfoods Deutschland

Postfach 2650

D-74016 Heilbronn

Tel: 07131/501-342

Fax: 07131/501-9902

E-Mail: ernaehrungs-forum@eu.bestfoods.com

www.ernaehrungs-forum.com