

Informationen für Patienten

Die Ketogene Ernährung bei Krebserkrankungen

ketogen = kohlehydratarm, öl-/eiweißreich



Liebe Leserin, lieber Leser,

unsere Ernährung wurde schon immer mit der Entstehung von Krankheiten und auch von Krebs in Zusammenhang gebracht. Bestimmte Lebensmittel und Ernährungsformen werden als „schädlich“ angesehen, andere wiederum als gesundheitsfördernd. Hier gibt es viele Erkenntnisse und Erfahrungen, aber auch Vorurteile. Im Allgemeinen wird sowohl beim gesunden als auch beim krebserkrankten Menschen eine bedarfsgerechte, vollwertige und schadstoffarme Ernährung empfohlen.

Viele Krebspatientinnen und -patienten suchen nach Möglichkeiten, aktiv ihren Gesundheitszustand zu verbessern, und hier kann eine Ernährungsumstellung einen wichtigen Aspekt darstellen. In den vergangenen Jahrzehnten wurden bereits zahlreiche Diätempfehlungen für Krebskranke herausgegeben, und Sie werden sich vielleicht fragen: Schon wieder eine neue Diät, die Besserung oder gar Heilung verspricht? Wir wissen, dass die Entstehung und das Wachstum von Krebs sehr komplizierte und vielschichtige Prozesse sind, die sich nach derzeitigem Stand des Wissens mit keiner Diät alleine bekämpfen lassen. Allerdings gibt es Erkenntnisse, dass sich der Stoffwechsel von Krebszellen deutlich von den Zellen des gesunden Körpers unterscheidet: Tumorgewebe bevorzugen Zucker zur Energiegewinnung und stellen sich ihre Fettsäuren selber her. Im Gegensatz hierzu haben Krebspatienten häufig eine stark gestörte Kohlenhydratverwertung und ihr Stoffwechsel bevorzugt Fett als Energielieferant. Wir wollen Ihnen daher hier eine Ernährungsform vorstellen, die dem Tumor die Zucker-liefernden Nährstoffe, die Kohlenhydrate, vorenthält und den Körper mit ausreichend Energie in Form von Fetten bei ausreichendem Eiweißangebot versorgt. Eine solche kohlenhydratarme und fettreiche Ernährungsform wird „ketogene Diät“ genannt und bereits bei einigen Erkrankungen (wie z. B. Epilepsien bei Kindern) weltweit in den Kliniken eingesetzt.

Einzelbeobachtungen an Tumorpatienten, die bereits eine solche **ketogene Diät** durchführen, geben Anlass zu der Hoffnung, dass diese Form der Ernährung das Fortschreiten einer Tumorerkrankung aufhalten oder zumindest verlangsamen könnte. In Begleitung zu einer Chemotherapie durchgeführt, kann diese Ernährungsform die Nebenwirkungen (Müdigkeit, Abgeschlagenheit, Bauchschmerzen und Übelkeit) reduzieren, sowie den Gewichtsverlust – und insbesondere den Verlust von Muskelmasse - verhindern. Zurzeit werden die Durchführbarkeit und Wirksamkeit dieser Ernährungsform an der Universitätsfrauenklinik Würzburg und im Rahmen der „ERGO“-Studie an der Neurologischen Universitätsklinik Frankfurt untersucht.

In dieser Informationsschrift werden wir Ihnen zunächst die biologisch-wissenschaftlichen Erkenntnisse zu dieser **ketogenen Diät und Krebserkrankungen** darstellen (Seite 4 bis 8). Dann folgen eine Übersicht über die ketogene Ernährung (Seite 9 bis 13) Empfehlungen, Anwendungstipps und Details zur Ernährungsumstellung (Seite 14 bis 22), Tabellen (Seite 21 bis 23) und einige Rezepte (Seite 24 bis 30). Schließlich beantworten wir einige häufig gestellte Fragen ab Seite 31.

U. Kämmerer

PD Dr. U. Kämmerer
wissenschaftliche Leitung

Der Zuckerstoffwechsel

Der Zuckerstoffwechsel allgemein

Traubenzucker (**Glukose**) ist der Hauptbrennstoff für die Energiegewinnung in unseren Zellen über die sogenannte Zellatmung in den Mitochondrien, den "Kraftwerken" der Zelle. Für diese Zellatmung benötigen die Mitochondrien neben der Glukose auch ausreichend **Sauerstoff**. Insbesondere das Gehirn verarbeitet normalerweise fast ausschließlich Zucker zur Energiegewinnung. Glukose wird im Körper in der Verdauung aus praktisch allen verwertbaren Kohlenhydraten (wie z. B. Stärke und Haushaltszucker) hergestellt.

Glukose ist ein Einfachzucker und Bestandteil von Zweifachzuckern wie Rohrzucker (Kristallzucker) und Milchzucker. Kristallzucker ist der Hauptbestandteil in Süßigkeiten, süßen Backwaren, Limonaden und Fruchtsäften. Glukose ist darüber hinaus auch der Grundbaustein von Vielfachzuckern (Polysaccharide) wie Stärke. Alle Zucker zusammen bilden die Gruppe der **Kohlenhydrate**. Zur Gruppe der Kohlenhydrate gehören auch die Ballaststoffe, die für unseren Körper allerdings nicht verwertbar sind, so dass man bei Nahrungsmitteln „verwertbare“ Kohlenhydrate und Ballaststoffe unterscheidet.

Viele Grundnahrungsmittel und praktisch alle „Fast-Food“-Fertiggerichte enthalten einen hohen Anteil an verwertbaren Kohlenhydraten, die bei der Verdauung sehr schnell Glukose freisetzen. Hierzu zählen Brot, Nudeln, Reis und Kartoffeln, aber auch Pizza, Burger, „süße Teilchen“ sowie praktisch alle Obstsorten. Die bei der Verdauung im Darm freigesetzte Glukose wird über die Darmschleimhaut aufgenommen und sehr schnell ins Blut abgegeben. Um die Glukose in die Zellen schleusen zu können, wird das Hormon **Insulin** benötigt. Sobald wir Zucker und andere verwertbare Kohlenhydrate mit unserer Nahrung aufnehmen, schüttet die Bauchspeicheldrüse

Insulin aus. Insulin führt zu einer Aufnahme von Glukose aus dem Blut in die Zellen, wodurch der Blutzuckerspiegel wieder gesenkt/normalisiert wird. Insulin verhindert über diesen Mechanismus die Überzuckerung des Blutes und die daraus hervorgehenden Schäden. Überschüssiger Zucker wird unter dem Einfluss von Insulin als Speichersucker (**Glykogen**) in Leber und Muskelgewebe eingelagert, aber auch in Fett umgewandelt.

Sinkt dagegen der Blutzuckerspiegel unter einen bestimmten Wert, wird das Hormon **Glukagon** ausgeschüttet, wodurch einerseits aus den Glykogenspeichern Glukose freigesetzt und ins Blut abgegeben, andererseits aus Aminosäuren, den Bestandteilen der Eiweiße, neue Glukose aufgebaut wird. Diese Mechanismen sichern eine relativ konstante Glukosekonzentration im Blut.

In Mangelzeiten (z. B. Fasten) sind die meisten gesunden Zellen des Körpers in der Lage, sich auf die Energiegewinnung aus Fett und Eiweiß umzustellen und benötigen dann nicht mehr so viel oder gar keine Kohlenhydrate. Die dann noch in kleinen Mengen für Stoffwechselfvorgänge benötigte lebensnotwendige Glukose kann die Leber aus Aminosäuren herstellen. Dies bedeutet, dass es möglich ist, sich nahezu komplett ohne Kohlenhydrate zu ernähren, wenn man Eiweiße und Fett in ausreichender Menge zu sich nimmt. Der Blutzuckerspiegel wird somit auf dem lebensnotwendigen Niveau („Nüchternzucker“) konstant gehalten. Aus Ölen oder Fetten kann keine Glukose hergestellt werden, sie dienen direkt als Energiequelle in der sog. Fettverbrennung.

Fettstoffwechsel und Ketonkörper

Wird die Ernährung von der üblichen, kohlenhydratreichen „westlichen Diät“ plötzlich auf eine extrem kohlenhydratarme Diät umgestellt, stellt der Körper auf Fettverbrennung um. Praktisch alle Zellen außer dem Gehirn können ihre Energie direkt aus

der Verbrennung von Fettsäuren gewinnen. Wenn das Gehirn (wie bei uns üblich) auf eine kontinuierliche Versorgung mit Glukose eingestellt ist, dann benötigt es auch anfangs weiterhin diesen Brennstoff, der dann über die Glukoneogenese (Neubildung von Zucker aus Eiweiß) in der Leber bereitgestellt wird. Infolge eines gesteigerten Fettstoffwechsels kommt es nach kurzer Zeit zu einer starken Produktion von sogenannten **Ketonkörpern**. Ketonkörper werden in der Leber aus Acetyl-CoA (einem Abbauprodukt von Fettsäuren) aufgebaut. Diese Ketonkörper können von praktisch allen Zellen des Körpers als Energiequelle genutzt werden. Das Gehirn kann nach einer Umstellungsphase von 2-5 Tagen bis zu 80% seines Energiebedarfs aus Ketonkörpern decken und benötigt dann nur noch wenig Zucker aus der Glukoneogenese oder der Nahrung. Die überschüssigen Ketonkörper können nicht im Körper gelagert werden und werden mit dem Urin ausgeschieden, wo sie mit Teststäbchen nachgewiesen werden können. Bei sehr starker Ketose werden die Ketonkörper auch abgeatmet (die Atemluft riecht dann nach Aceton). **Der Name „ketogene“ Ernährung bedeutet also, dass bei der Ernährungsform Ketonkörper entstehen und im Urin nachweisbar sind.** Diese Umstellung des Stoffwechsels auf Fett- und Ketonkörperverwertung ist für uns der Normalzustand, in dem auch jede Fastenphase überlebt werden kann. Diese physiologische Ketose sollte allerdings nicht mit der Ketoazidose verwechselt werden, die als Komplikation eines entgleisten Überzuckers bei Diabetikern auftreten und dann auch lebensgefährlich sein kann. Eine leichte Ketose, in der die Ketonkörper dem Gehirn als Energiequelle dienen, ist über Jahrtausende in der Geschichte des Menschen immer dann, wenn wenig Kohlenhydrate in der Nahrung waren, als völlig normaler Zustand aufgetreten und nicht schädlich.

Der Zuckerstoffwechsel von Tumoren

Immer wieder wird der **Zuckerstoffwechsel der Krebszelle** mit einem ausgeprägten Zuckerhunger der bösartigen Zellen in der wissenschaftlichen Literatur als Besonderheit hervorgehoben. Zurück geht dies auf eine Beobachtung, die der deutsche Nobelpreisträger Otto Warburg vor über 80 Jahren gemacht hat: Viele Krebszellen können einen Großteil ihrer Energie nicht wie gesunde Zellen aus der Zellatmung und dem Abbau von Fetten gewinnen, sondern sind abhängig von einer Vergärung von Zucker. Die **Energiegewinnung durch Gärung** ist nicht Ursache der Krebsentstehung, sondern vermutlich eine Folge des Sauerstoffmangels, den Krebszellen beim Wachstum "erleiden", von genetischen Veränderungen und von krebstypischen Defekten an den Mitochondrien. Die Gärung braucht sehr große Mengen an Glukose und die Krebszellen sind somit abhängig von einer ausreichenden Versorgung mit Zucker. Könnte man den Krebszellen den Zucker komplett entziehen, könnten sie nur noch schwer Energie gewinnen und schlecht wachsen.

Die Vergärung von Glukose im Tumorgewebe lässt sich mit mehreren Methoden nachweisen. Der oftmals sehr hohe Zuckerverbrauch ("Zuckerhunger") von Tumoren kann im sogenannten Positronen-Emissions-Tomographen (PET) sichtbar gemacht werden. Hierbei bekommen die Patienten radioaktiv markierte Glukose gespritzt. Die Anreicherung dieses Zuckers in den Tumorzellen kann dann in einem Spezialgerät beobachtet werden. Bei großen Tumormassen kann auch das Abfallprodukt der Gärung, die **Milchsäure** (Laktat), im Blut nachgewiesen werden. Ist Tumorgewebe für histologische Untersuchungen verfügbar, kann an Gewebeschnitten mit speziellen Antikörpern das übermäßige Auftreten besonderer – für den geänderten Zuckerstoffwechsel typischer - Faktoren nachgewiesen werden.

Zuckerstoffwechsel und Tumorwachstum

Die beschriebenen Veränderungen bei der Energiegewinnung durch Vergärung von Glukose bringen den Tumorzellen gewisse Vorteile:

- Die bei der Vergärung von Zucker gebildete Milchsäure führt zu einer Zerstörung der angrenzenden gesunden Zellen. Dies erleichtert den Tumorzellen, in das umgebende Gewebe einzudringen und Metastasen zu bilden. Auch werden Immunzellen durch Milchsäure gehemmt und der Tumor kann vom Immunsystem nicht so gut angegriffen werden.
- Die Vergärung von Zucker findet in den Zellen ohne Beteiligung der „Kraftwerke“ der Zellen, den Mitochondrien, statt. Viele Chemotherapeutika und die Bestrahlung greifen an diesen Mitochondrien an. Das Abschalten der Mitochondrien in Tumorzellen führt folglich dazu, dass die Zellen unempfindlich gegenüber vielen Chemotherapien und Bestrahlungen werden.
- Für die Zellatmung wird viel Sauerstoff benötigt, die Gärung kommt komplett ohne Sauerstoff aus. Tumorzellen, die Glukose vergären, sind nicht mehr abhängig von einer ausreichenden Sauerstoffversorgung, sie können auch bei einem Sauerstoffmangel wachsen.

Die Veränderungen im Stoffwechsel haben aber auch Nachteile für die Tumorzellen:

- Die Tumorzellen sind abhängig von einer hohen Glukoseversorgung, da nur Glukose als Energiequelle für die Vergärung verwendet werden kann. Tumorzellen, die ihre Energie überwiegend aus der Gärung gewinnen, benötigen im Vergleich zu normalen Zellen extrem viel Glukose.
- In vergärenden Tumorzellen wird häufig die Fähigkeit zur Fettverbrennung abgeschaltet oder reduziert, sie können daher auch Öle oder Fette nicht mehr oder nur noch schlecht als Energiequellen verwenden.

Die Abhängigkeit von der Glukoseversorgung und die Unfähigkeit, Öle oder Fette zur Energiegewinnung zu verwerten, stellt den Schwachpunkt, die „Achillesferse“ vieler Tumorzellen dar. Dieser Schwachpunkt ist ein attraktiver Ansatzpunkt für eine Tumortherapie. Stoffe, die die Zuckervergärung in Tumoren gezielt hemmen können, wären geeignete Substanzen, um Tumorzellen am Wachstum zu hindern, während normale Zellen auf andere Formen der Energiegewinnung umstellen können. Solche Substanzen werden derzeit entwickelt und geprüft, stehen aber noch nicht für eine Therapie zur Verfügung. Zurzeit besteht die einzige Möglichkeit, den Zuckerstoffwechsel von Tumoren zur Therapie zu nutzen darin, die Ernährung gezielt so umzustellen, dass gesunde Zellen ausreichend mit Energie versorgt werden, während Tumorzellen von der Energieversorgung über Zucker abgegrenzt werden.

Die Ketogene Ernährung

Im Folgenden wollen wir Ihnen das Konzept der **ketogenen Ernährungsform** vorstellen. Weiterhin finden Sie spezielle Empfehlungen zur Umstellung Ihrer Ernährung. Die Empfehlungen für die ketogene Ernährung entsprechen allerdings nicht allen gültigen Empfehlungen der Ernährungswissenschaften. In seltenen Fällen können bei Diätfehlern Mangelerscheinungen und Verstopfung auftreten. Daher sollten Sie während der Diät auf eine sorgfältige Einhaltung der Empfehlungen achten, ausreichend Flüssigkeit zu sich nehmen (mindestens 2-3 l pro Tag) und diese Ernährungsform nur unter ärztlicher Aufsicht durchführen, am besten im Rahmen einer Studie.

Grundlagen der ketogenen Ernährung

Wie oben beschrieben, reicht die aus Proteinen gebildete Menge an Glukose bei einer Ernährung, die kaum Glukose oder andere Kohlenhydrate, aber einen hohen Anteil

an Ölen/Fetten und Protein aufweist, aus, um den notwendigen Blutzuckerspiegel zu gewährleisten. Liegt der Anteil an Glukose oder verwertbaren Kohlenhydraten in der Nahrung dabei unter einem Schwellenwert (weniger als 50 g pro Tag), so stellen die meisten gesunden Zellen auf die Verwertung von Fettsäuren und **Ketonkörpern** um. Der Hauptenergielieferant für die Zellen ist dann nicht mehr die Glukose, sondern Fettsäuren und die Ketonkörper. Auch unsere Nervenzellen (und damit das Gehirn) können sich weitgehend auf eine Versorgung durch Ketonkörper umstellen. So können sich z. B. traditionell lebende Eskimos und Massai ihr Leben lang extrem kohlenhydratarm von Fisch, Fleisch und Milch ernähren, ohne dabei krank zu werden.

Untersuchungen an Menschen, die sich aus verschiedensten Gründen mit einer kohlenhydratarmen, ketogenen Diät ernähren, haben gezeigt, dass durch die Umstellung der Ernährung der Blutglukosespiegel tatsächlich nachweisbar gesenkt und der Ketonkörperspiegel angehoben werden kann. Insbesondere können durch eine kohlenhydratarme Ernährung die Blutglukosespitzen vermieden werden, die nach einer kohlenhydrathaltigen Mahlzeit auftreten. Einzelbeobachtungen an Patienten mit bösartigen Erkrankungen haben gezeigt, dass eine ketogene Diät die Lebensqualität verbessern und möglicherweise auch den Krankheitsverlauf verlangsamen kann.

Mit der **kohlenhydratarmen, öl-/eiweißreichen Ernährung** stellen Sie Ihren Körper auf die Verwendung von Fettsäuren und Ketonkörpern als Energiequelle um. Der restliche benötigte Zucker wird aus den übrigen Kohlenhydraten, die noch in der Nahrung (z. B. Obst, Milchprodukte) erhalten sind, und der Neubildung von Zucker in der Leber zur Verfügung gestellt.

Auch wenn die Glukosekonzentration im Blut konstant bleibt (Nüchternblutzucker), kann durch eine Umstellung auf ketogene Kost die Glukoseversorgung der Tumorzellen entscheidend beeinflusst werden.

Ein wichtiger Vorteil einer **kohlenhydratarmen, öl-/eiweißreichen Ernährung** liegt auch darin, dass hierdurch ein schneller Anstieg des Blutzuckerspiegels vermieden

wird. Dadurch wird kaum noch Insulin ausgeschüttet. Insulin dient nicht nur dem Zuckertransport in die Zellen, sondern wirkt für viele Tumoren auch als Wachstumsfaktor. Niedrige Insulinspiegel bedeuten entsprechend dann auch weniger Wachstumsanregung für diese Tumorzellen.

Die Wahl der richtigen Fette für die kohlenhydratarme, öl-/eiweißreiche Ernährung: Viele Studien der letzten Zeit konnten zeigen, dass Omega-3-Fettsäuren einen hemmenden Einfluss auf viele Tumoren ausüben. Es ist daher wichtig, bei der Wahl der Fette für die **kohlenhydratarme öl-/eiweißreiche Ernährung** möglichst Ölsorten zu wählen, die besonders reich an Omega-3-Fettsäuren sind. Diese Öle sind besonders Leinöl und Hanf(nuss)öl sowie Fischöle. Öle reich an Omega-6-Fettsäuren (wie Sonnenblumenöl, Sojaöl, Distelöl und Getreidekeimöle) gelten als entzündungsfördernd, immunsuppressiv und eventuell sogar wachstumsfördernd auf Tumorzellen und sollten daher gemieden werden (orange Tabelle, Seite 23). Auch für mittelkettige Triglyceride (MCT) konnte in mehreren Studien eine hemmende Wirkung auf das Wachstum von Tumoren und ein positiver Effekt auf das Körpergewicht beschrieben werden. MCT sollten daher in der vorgestellten Ernährung bevorzugt vertreten sein.

Die ketogene Ernährungstherapie bei Tumorkachexie

Eine Chemotherapie ist oft verbunden mit Appetitlosigkeit, Störungen der Leberfunktion und der Verdauung sowie Erbrechen. Ein drastischer **Gewichtsverlust** kann die Folge sein. Dies wird als **Tumorkachexie** bezeichnet. Für den drastischen Gewichtsverlust ist aber auch die allgemeine Umstellung des Stoffwechsels und der extreme Zuckerhunger vieler Tumoren verantwortlich. Wenn die Kohlenhydrate der Nahrung nicht reichen, um diesen Zuckerhunger zu stillen, muss die Leber ständig aus körpereigenem Eiweiß neuen Zucker bilden. Das Verstoffwechselln von Eiweiß bedeutet, dass Muskeln abgebaut werden, um die Tumorzellen zu „füttern“. Da der Tumor die viele Glukose nicht verbrennt, sondern vergärt, fallen zusätzlich als „Abfallprodukt“

große Mengen Milchsäure an, die den Körper übersäuern. Um die schädliche Säurewirkung der Milchsäure zu verhindern, muss diese in der Leber unter erheblichem Energieaufwand wieder in Glukose umgebaut werden, was weiterhin die Energiereserven belastet. Die neu gebildete Glukose kann nun von den Tumorzellen wieder für ihre Zwecke genutzt werden, die Tumorzellen produzieren hiermit erneut Milchsäure und schließen damit einen Teufelskreis.

Hier kann eine **kohlenhydratarme, öl-/eiweißreiche Ernährung** positiv entgegenwirken: Die gesunden Zellen bekommen unter dieser Ernährung ihre Energie aus Fetten und Ketonkörpern, und auch der Leber steht genug Energie und Eiweiß für die oben beschriebenen Prozesse zur Verfügung. Die Muskeln werden so vor dem Abbau geschützt. In Bodybuilderkreisen werden daher kohlenhydratarme Diäten auch zum Muskelaufbau eingesetzt. Um den enormen Energiebedarf des Körpers bei fortgeschrittenen Tumorerkrankungen zu decken, hat es sich ferner bewährt, als eine Ölkomponente sogenannte „**mittelkettige Triglyceride**“ (MCT) einzusetzen. MCT kommen in unserer täglichen Nahrung in nur sehr geringer Konzentration vor allem im Milchfett vor. MCT werden als Öl vor allem aus Palmkernöl und Kokosnussöl hergestellt. Sie werden sehr einfach aus dem Darm in den Körper aufgenommen und unmittelbar zur Energiegewinnung herangezogen. Hierzu werden die MCT direkt in die Mitochondrien eingeschleust, wo sie verbrannt werden. In wissenschaftlichen Studien wurden deutliche anti-kachektische Wirkungen einer MCT-haltigen Diät beobachtet. Durch das Verhindern des Gewichts- und Energieverlusts haben die Patienten eine deutlich bessere Lebensqualität, auch wenn sie weitgehend auf manche liebgewonnenen Süßigkeiten (oder Biere) verzichten müssen.

Tumorerkrankungen und Sport

Der Einfluss von Bewegung und Sport auf die Entstehung und den Verlauf von bösartigen Erkrankungen wird schon lange untersucht. Schon vor 20 Jahren wurden

Studien veröffentlicht, die sportlich aktiven Personen ein vermindertes Risiko für eine Krebserkrankung attestierten. Inzwischen liegt eine große Zahl von Studien vor, die den Zusammenhang zwischen körperlicher Aktivität und Krebs weiter bestätigen. Ende 2002 gab die amerikanische ernährungs-wissenschaftliche Zeitschrift „Journal of Nutrition“ einen Überblick über 170 einschlägige Studien, die alle eine Verminderung des Krebsrisikos bei sportlich Aktiven zeigten.

Auch der Blutzucker wird durch körperliche Betätigung günstig beeinflusst. Durch sportliche Betätigung wird vermehrt Glukose verbraucht, die Glykogenspeicher werden geleert und der Blutzuckerspiegel bleibt niedrig. **Somit ergänzen sich Sport und eine ketogene Ernährung ideal.**

Wir empfehlen Ihnen daher eine sportliche Betätigung, sofern Ihr Gesundheitszustand zulässt. Bei der sportlichen Betätigung sollte der Schwerpunkt auf ausdauernde, gleichmäßige Aktivitäten gelegt und kurzzeitige Belastungen vermieden werden. Fahrradfahren, Walken und Joggen eignen sich dafür genauso wie ausdauerndes Spazierengehen oder Tanzen.

Empfehlungen zur Ernährungsumstellung

Eine Umstellung auf eine ketogene Ernährung ist grundsätzlich mit normalen Lebensmitteln möglich. Allerdings erfordert dies eine sehr sorgfältige Auswahl der Produkte beim Einkauf (teilweise sind die Produkte nur in Naturkostläden oder über Versand erhältlich) und eine Einarbeitung in die Grundlagen der Ernährungslehre, um eine Mangelversorgung mit verschiedenen Vitaminen und Spurenelementen zu vermeiden. Auch sollten Sie gerne kochen und backen, oder jemanden in Ihrem Umfeld haben, der dies gerne für Sie übernimmt. Möchten Sie sich ketogen ernähren, so geben wir Ihnen im Folgenden einige praktische Tipps zur Durchführung. Im Anhang

finden Sie eine Auswahl an Produkten und Lebensmitteln, die Sie im Rahmen der Diät essen dürfen.

Wichtigstes Prinzip der ketogenen Ernährung ist die stark eingeschränkte Zufuhr von Glukose bzw. Kohlenhydraten (maximal ca. 50 g Kohlenhydrate pro Tag) bei deutlich erhöhter Zufuhr von guten Fetten und ausgeglichener Eiweißbilanz.

Dies bedeutet vor allem, dass Sie kohlenhydratreiche Sättigungsbeilagen wie *Kartoffeln, Reis (auch Reiswaffeln), Nudeln, Hirse, Mais, Grieß, Grünkern, Kichererbsen und alle Getreideflocken (Müslimischungen) sowie Getreidemehle (und damit Brot, Kekse und Kuchen)* aus ihrer Ernährung streichen bzw. durch kohlenhydratarme Alternativen ersetzen.

Wenn Sie unbedingt „die Wurst nicht ohne Brot“ essen wollen, dann finden Sie im Anhang einige Rezepte zu stark kohlenhydratreduzierten Brotmischungen. Sie finden auch viele Rezepte im Internet, wenn Sie sich in sogenannten „Low Carb“ (LC) -Foren umsehen (Suchwörter: „Low Carb“ oder „LC“, „Rezepte“, „Brot“). Auch können Sie über Anbieter im Internet spezielle Backmischungen für *kohlenhydratarms Brot und Kuchen* sowie Zutaten wie Gluten und Nussmehle bestellen (einige Adressen im Anhang). Manche Bäcker bieten ebenfalls ein kohlenhydratarms Brot an, das vorwiegend aus Mandelmehl besteht. Als *Aufstrich* verwenden Sie möglichst reine Butter (da Margarine ungünstige gehärtete Fettsäuren und oftmals zahlreiche Zusätze enthält). Spezielle kohlenhydratarms *Fruchtaufstriche* können Sie über verschiedene Anbieter (vor allem in Bioläden) kaufen, sollten Sie aber nur sehr sparsam einsetzen.

Besonders wichtig ist im Rahmen der ketogenen Ernährung die Zufuhr von hochwertigen kaltgepressten *Pflanzenölen*, die Sie mit vielen wichtigen Fettsäuren (vor allem Omega-3-Fettsäuren) und fettlöslichen Vitaminen (wichtig: Vitamin D) versorgen. Hierzu zählen besonders hochwertiges Hanf-, Leinsamen- und Rapsöl sowie Fischöle. Diese Öle sollten nicht erhitzt, sondern für den Einsatz in der kalten Küche verwendet und immer dicht verschlossen aufbewahrt werden. Sie können für Salatdressings

oder zum Einrühren in *Quark* oder *andere Milchprodukte* verwendet werden. Täglich sollten Sie mindestens 4-6 g Omega 3-Fettsäuren zu sich nehmen. Dies entspricht z. B. 4-6 Kapseln Nahrungsergänzungsmittel mit 1000 mg/Kapsel. Besser – und billiger – erreichen Sie die notwendige Menge z. B. mit frischem (!) Leinöl. Dieses hat 55 g Omega-3-Fettsäuren in 100 ml, entsprechend reichen Ihnen 10 ml (1 Esslöffel). Sie dürfen aber gerne auch mehr Öl zu sich nehmen, da häufig durch das Öffnen der Flaschen die Menge an Omega-3- Fettsäuren schnell nachlässt, so dass täglich 4-6 Esslöffel verschiedener hochwertiger Öle - idealerweise zusammen mit Eiweißen - eingenommen werden sollten. Sparen sie nicht wegen vermeintlich zu vieler *Kalorien!* Für Patienten, die wieder Gewicht aufbauen bzw. einen Gewichtsverlust verhindern wollen, empfehlen wir zusätzlich zu diesen Ölen noch MCT-Öle (z. B. gemischt mit Pflanzenölen, so dass ¼ des Volumens aus MCT besteht) zu verwenden, die reine Energielieferanten sind, ohne den Organismus zu belasten. Auch diese gibt es (Stichwort „MCT-Öl“) bei Internetanbietern für „Low-Carb“ und Sportnahrung (einige Adressen siehe Anhang).

Beim Verzehr von *Milchprodukten* ist darauf zu achten, dass der Gehalt an Milchzucker gering ist. Dies ist bei *Joghurt* und in *Sauermilch* (Schwedenmilch), aber auch vor allem bei *Quark* gegeben. Fettreduzierte Milch und Milchprodukte haben häufig einen hohen Anteil an Milchzucker bzw. sind zusätzlich gesüßt, greifen Sie lieber zu den fetthaltigen Produkten. Lesen Sie grundsätzlich die Angaben auf den Verpackungen genau! Sehr gut geeignet ist Quark vor allem in hohen Fettgehaltsstufen, den Sie pikant anmachen und mit Kräutern verfeinern können, oder auch mit etwas frischem Obst oder Beeren und Nüssen zu einem köstlichen süß schmeckenden Nachtisch (oder Frühstück) kreieren.

Bei *Käsesorten* greifen Sie vor allem zu den besonders fettreichen und zu gut gereiften Bergkäsen, diese sind besonders kohlenhydratarms und aufgrund der Weidehaltung der Tiere auch reich an Omega-3-Fettsäuren und Vitamin D. Auch Ziegen- und Schafkäse sowie vollfette Frischkäse eignen sich gut für die Diät. Kohlenhydratarms *Käse*

können Sie nahezu unbegrenzt essen. Bei *Sojaprodukten* (Tofu) beachten Sie bitte, dass auch hier Kohlenhydrate enthalten sind und berechnen diese mit ein. Ansonsten stellt Soja eine wertvolle Eiweißquelle dar, vor allem, wenn Sie wenig Fleisch essen möchten.

Beim Einkauf von *Fleisch und Wurst* sollten Sie beachten, dass die Fütterung und Lebensweise von Tieren einen wesentlichen Einfluss auf die Qualität und den Geschmack des Fleisches hat. Bei Tieren aus Weidehaltung, die nicht mit Getreide gefüttert wurden, oder bei Wild ist der Gehalt des Fleisches an Omega-3-Fettsäuren wesentlich höher als bei anderen Tieren. Wenn es Ihnen möglich ist, kaufen Sie deshalb möglichst häufig hochwertiges Fleisch aus Weidehaltung oder aus Haltung mit naturbelassenem Futter. Bei fast allen Salami- und Wurstsorten wird aus geschmacklichen Gründen Zucker zugesetzt (bis zu 15%!). Beachten Sie die Angaben auf den Verpackungen oder fragen Sie Ihren Metzger nach zugesetzten Kohlenhydraten. **Die Zuckerangaben „verbergen“ sich oft unter Begriffen wie Dextrose, Maltose, Galactose, Fructose, Sucrose, Saccharose usw.** Bei Fisch sind besonders die fetten Kaltwasserfische wie Hering, Sardine, Makrele und Lachs (allerdings nicht aus Fischfarmen, da mit Getreide gefüttert) sehr reich an Omega-3-Fettsäuren und daher besonders zu empfehlen. Alle *Fleisch- und Fischsorten* können im Rahmen der ketogenen Ernährung verzehrt werden (allerdings nicht paniert). Zum Braten können Rapsöl oder Olivenöl, aber auch ungehärtetes Palm- oder Kokosfett verwendet werden.

Sehr gut eignet sich der Zusatz von verschiedenen *Nüssen* (Walnüsse, Paranüsse, Macadamianüsse) und *Ölsamen* (Leinsamen, Hanfnüsse, Sonnenblumenkerne, Sesam usw.) zu Ihrer Ernährung, da diese reich an hochwertigen Fettsäuren sind. Insbesondere enthalten auch Ölsamen wie *Leinsamen* und *Hanfnüsse* wichtige Omega-3-Fettsäuren. Diese Ölsaaten verwenden Sie idealerweise frisch geschrotet (z.B. auf Quark, Salat usw.) Hanfnüsse und Hanföle erhalten Sie über verschiedene Internetanbieter oder in Reformhäusern und Bioläden.

Grüne *Gemüse* (Brokkoli, Spinat, Spargel, Zucchini, Gurken, Kohlsorten, grüne Bohnen), *Tomaten*, rohe Karotten, nicht zu süße Paprika und alle Sorten von Salat sind eine ideale Ergänzung zu Fisch und Fleisch. Bitte beachten Sie, dass stärkehaltige Gemüse wie gekochte Karotten, Erbsen, dicke Bohnen, Linsen und Mais jedoch einen starken Anstieg des Blutzuckerspiegels bewirken und daher nicht verwendet werden sollten. Bitte halten Sie sich an die in der grünen Liste aufgeführten Sorten.

Obst ist zwar vitaminreich und schmackhaft, muss aber aufgrund des meist hohen Glukose- und Fruktosegehalts im Rahmen der Diät weitgehend vermieden werden. Besonders zu empfehlen – weil relativ kohlenhydratarm - sind alle Arten von Beeren. Diese haben auch den Vorteil, dass sie zusätzlich krebshemmende Eigenschaften besitzen sollen. Wenn Sie Obst/Beeren essen, dann nur in kleinen Mengen und unter Anrechnung der Kohlenhydrate (max. 6 g (= 0,5 BE) pro Portion). Ziehen Sie hierzu unbedingt Kalorientabellen zu Rate, aus denen Sie die Kohlenhydrate je 100 g entnehmen können. Verschiedene Obstsorten sind mit Angabe der Portionsgröße in der „Gelben Liste“ aufgeführt. Obst in Konservendosen weist meist einen Zuckerzusatz auf und ist vitaminarm. Es sollte daher vermieden werden. Gefrorene ungezuckerte Beeren hingegen können Sie verwenden. Grundsätzlich nicht verzehren sollten Sie Rosinen, alle Arten von Trockenobst und sog. „Smoothies“ (flüssiges Obst), da in diesen Produkten ein hoher oder konzentrierter (Frucht-)Zuckeranteil vorhanden ist.

Falls Sie gerne *Schokolade* essen und ungern darauf verzichten möchten, können Sie gelegentlich ein Stück einer dunklen Schokolade ohne Füllung mit sehr hohem Kakaogehalt (mindestens 80%, Kohlenhydratanteil unter 30%) essen.

Um Nierensteine zu vermeiden und um überschüssige Ketonkörper ausreichend aus dem Körper zu schwemmen, ist es sehr wichtig, auf eine **ausreichende Flüssigkeitszufuhr** zu achten. Versuchen Sie, täglich mindestens 2-3 Liter Flüssigkeit aufzunehmen. Trinken Sie bevorzugt Wasser, Kräutertee oder *grünen Tee* (ungesüßt oder mit Süßstoff). Für grünen Tee wurde auch in mehreren Studien eine deutlich krebshem-

mende Wirkung nachgewiesen. 6 Tassen von lange gezogenem (10 min) grünem Tee - über den Tag verteilt - sind ideal. Kaffee trinken Sie bitte nicht mit Milch (wegen des Milchzuckers), sondern mit Sahne. Wenn Sie Saftschorlen bevorzugen, achten Sie bitte darauf, ein Mischungsverhältnis von 1:10 (1 Teil Saft und 9 Teile Wasser) einzuhalten, um nicht zu viel Zucker zuzuführen, und kalkulieren sie die Kohlenhydratmenge mit ein. Wenn Sie Saft wählen, verwenden Sie bitte keinen "Nektar" und kein "Fruchtsaftgetränk", sondern ausschließlich "Saft mit 100% Fruchtgehalt". Zuckerreiche Softdrinks wie Cola, Ice Teas und Limonaden sind grundsätzlich ungeeignet. Auch *Bier* enthält extrem viele Kohlenhydrate und sollte daher gemieden werden. *Rotwein* ist wegen der sekundären Pflanzenstoffe mit zellschützender Wirkung sogar positiv zu bewerten und kann gelegentlich in kleinen Mengen (max. 1 Glas) getrunken werden. *Milch und Milchmischgetränke* sind aufgrund des Milchzuckergehalts und den häufig zugesetzten Zuckermengen zu meiden.

Die ketogene Ernährung ist nicht zum Abnehmen gedacht, sondern soll bei ausgeglichener Kalorienzufuhr eine Umstellung des Stoffwechsels bewirken bzw. sogar einer Tumorkachexie entgegenwirken. Die „Sättigungsbeilagen“ einer normalen Kost fallen bei dieser Ernährungsform weg. Teilweise werden die Kalorien durch die reichlich verwendeten Ölmengen ausgeglichen, Sie müssen jedoch auch unbedingt Ihre üblichen Portionen an Fleisch, Fisch, Sojaprodukten oder Käse vergrößern, um die weggelassenen Kohlenhydrat-Kalorien auszugleichen. Wollen Sie durch diese Diät zusätzlich zunehmen, sollten Sie insbesondere die Ölbeimengungen zu kalten Speisen erhöhen und um MCT ergänzen. Wollen Sie eher abnehmen, beschränken Sie die Ölbeimengungen auf 4 Esslöffel pro Tag und versuchen Sie, Ihre gewohnten Portionen an Fleisch oder Fisch beizubehalten. Zur Sättigung und Vorbeugung von Verstopfungen empfehlen wir große Portionen Salat, die Sie mit den Ölen anmachen, schmackhaft würzen (Salz, Pfeffer, Kräuter, verschiedene Essigsorten) und mit Nüssen (auch angeröstet) und/oder geschroteten Ölsaaten (Leinsamen, Hanfnüsse) verfeinern können, aber auch reichlich Gemüse aus der grünen Liste.

Liste von Internetanbietern für kohlenhydratarme Produkte und Foren für Rezepte (nicht vollständig, ohne Gewähr)

<http://www.buffbody.de/shop/index.php/cPath/21>

(Brotmischungen, MCT-Öl, Nussöle, Gluten, LC-Produkte)

<http://www.lowcarbwelt.de/>

(Brotmischungen, Kuchenmischungen, Gluten, LC-Produkte)

<http://www.logi-methode.de/rezepte.html>

(Rezepte)

<http://www.ketario.de/board/viewtopic.php?t=4365>

(Brotrezepte)

<http://www.low-carb-forum.de/board.php?id=34&sortfield=&sortorder=&sorttopics=&page=1>

(Brot- und Kuchenrezepte)

Anmerkung: Für den Inhalt der Internetseiten sind ausschließlich die Anbieter verantwortlich, wir geben Ihnen hier nur ein paar Beispiele, wo Sie Materialien für die Diät erhalten, und haben an den Seiten kein finanzielles Interesse.

Zum Kalkulieren der Kohlenhydrate:

Nährwerttabellen in Buchform, z. B. „**Die große GU-Nährwerttabelle**“ (ISBN 3-7742-7108-9) oder im Internet:

<http://www.naehrwerttabelle.net/naehrwerttabelle.html>

Buchempfehlungen

Holm, E.: Stoffwechsel und Ernährung bei Tumorkrankheiten

Thieme-Verlag, ISBN 3-13-142201-7

Eher wissenschaftlich, aber gut verständlich über die aktuellen Grundlagen des Zuckerstoffwechsels und der Ernährung bei Krebs

Servan-Schreiber, D. Das Anti Krebs Buch

Kunstmann-Verlag, ISBN 978-3-88897-513-4

Für alle Krebspatienten, Angehörigen und behandelnden Ärzte unbedingt zu empfehlen!

Béliveau, R und Gingras, D.: Krebszellen mögen keine Himbeeren

Kösel-Verlag, ISBN: 978-3-466-34502-1

Beschreibt Aspekte von verschiedensten Nahrungsmitteln, für die eine hemmende Wirkung auf das Krebswachstum beschrieben wurde

Grüne Liste

(darf bis zum Sattwerden gegessen werden)

Fleisch: Kalbfleisch Lammfleisch Rindfleisch Schweinefleisch Wild: Hase Hirsch Kaninchen Reh Wildschwein	Fisch: Aal Forelle Hai Heilbutt Hering Kabeljau Karpfen Lachs Makrele Rotbarsch Sardine	Gemüse: Auberginen Avocado Blumenkohl Brokkoli Chicorée Chinakohl Fenchel Grüne Bohnen Gurken Grünkohl Kohlrabi Kresse Lauch Mangold Oliven Petersilie Radieschen Rosenkohl Rotkohl Sauerkraut Sellerie Spargel Spinat Tomaten Weißkohl Wirsing Zucchini Zwiebeln	Salate: Brunnenkresse Chicorée Endivien Eisbergsalat Feldsalat Kopfsalat Lollo Rosso Römischer Salat Rucola usw.
Wurstwaren: Gekochter Schinken Roher Schinken Wurst und Salami (ohne Zusatz von Zucker/Kohlenhydr.)	Schellfisch Seelachs Seezunge Thunfisch Zander	Pilze: Champignon Pfifferling Steinpilz Shitake alle Wildpilze ...	Nüsse und Kerne: Hanfusskerne Haselnüsse Leinsamen Makadamianüsse Paranüsse siehe gelbe Liste
Geflügel: Ente Gans Huhn Straußenfleisch Truthahn/Pute	Schalentiere: Garnele Hummer Krebsfleisch	siehe gelbe Liste	
Milchprodukte: Sahne Schmand siehe gelbe Liste	Weichtiere: Austern Muschel Tintenfisch, natur	siehe gelbe Liste	
Käse: Bergkäse Camembert Doppelrahmstufe Edamer/Gouda Emmentaler Handkäse Mozzarella Parmesan Roquefort Schafskäse Ziegenkäse	Eier: Hühnerei	Fette und Öle: Arganöl Butter Hanföl Kürbiskernöl Leinöl Olivenöl Rapsöl Traubenkernöl Walnussöl Tierisches Fett usw.	Obst: Oliven siehe gelbe Liste

Gelbe Liste: Einberechnen der Kohlenhydratmenge!

Blau gekennzeichnet: besonders empfehlenswert, da verhältnismäßig wenig Kohlenhydrate und/oder vermutete positive Wirkung bei Krebserkrankungen

Obst	g KH in 100g Obst	0,5 BE = g Obst
Acerola	3	200
Ananas	7	85
Apfel	12	50
Apfelsine, Orange	9	65
Aprikose	8	75
Banane	16	35
Birne	13	45
Brombeeren	2,7	220
Clementine	9	65
Erdbeeren	5,5	110
Granatapfel	9	65
Grapefruit	7	85
Heidelbeeren	7	85
Himbeeren	4,8	125
Holunderbeeren	7,4	80
Honigmelone	5,3	110
Johannisbeeren, rot	7,3	80
Johannisbeeren, schwarz	12	50
Kaki	17	35
Kirsche, süß	13	45
Kiwi	10,7	55
Mandarine	10	60
Mango	11	55
Mirabellen	15	40
Nektarine	16	35
Papaya	7	85
Passionsfrucht	13	45
Pfirsich	8	75
Pflaumen, Zwetschgen	14	40
Preiselbeeren	7	85
Rhabarber frisch	1,4	425
Stachelbeeren	7	85
Wassermelone	8	75
Weintrauben	16	35
Zitrone	5	120

Milchprodukte	g KH in 100g	0,5 BE = g
Friskäse (Doppelrahstufe)	3	200
Joghurt (natur, 3,5% Fett)	5	120
Magerquark	3,2	185
Molke (süß)	4,7	125
Sahnequark (40%)	2,6	230

Nüsse / Samen	g KH in 100g	0,5 BE = g
Cashewnüsse	30,5	20
Erdnüsse	8,3	70
Haselnüsse	11,4	50
Kokosnuss	5	120
Kürbiskerne	14,2	40
Mandeln	3,7	160
Paranüsse	3,5	170
Pekannüsse	4,4	135
Pinienkerne	20,5	30
Pistazien (Kerne)	17,5	35
Sesamsamen	10,2	60
Sonnenblumenkerne (geschält)	12	50
Walnüsse	10	60

Gemüse	g KH in 100g	0,5 BE = g
Bohnen (Kerne, Kidney, weiße)	9	65
Erbsen (ohne Schoten)	12,5	48
Kartoffel (gekocht, mit Schale)	15	40
Kürbis	5	120
Mais (Kerne)	15,7	38
Möhre frisch	4,8	125
Rote Bete (roh)	8,4	70

Orange Liste: die wichtigsten Öle und deren Fettsäuren

* Angaben in % vom Gewicht

Ölsorte	gesättigte FS (%) *	einfach ungesättigte FS (%) *	mehrfach ungesättigte FS (%) *	Linolsäure Omega-6 (%) *	alpha-Linolensäure omega-3 (%) *	Vitamin E (mg/100g) *	Verhältnis Omega-3 : Omega-6 *	Gamma-Linolensäure
Arganöl	18.0	47.0	35.0	36.8	0.3		1:122	
Borretschöl				~45%	~22%	?	1:2	
Distelöl	9	13	78	75.1	0.5	35	1:150	-
Fischöl	32	22	46		~35%	4		
Hanföl	10	15	75	58	20	12	1:2,9	3
Kokosfett (-öl)	90.5	7	2.5	1.4	-	1	-	
Kürbiskernöl	19.2	28	52.8	49.4	0.5	~50	1:99	
Leinöl	9	18	73	13.9	54.2	5.8	4:1	-
Maiskeimöl	14.5	32.5	53	55.3	0.9	30	1:61,4	
Nachtkerzenöl				~72%	~4%	?		20
Olivenöl	15.5	74	10.5	8.3	0.9	12	1:9,2	-
Palmfett (-öl)	51.5	38	10.5	10.1	0.5	-	1:20	
Rapsöl (Canola)	13	56	31	22.3	9.2		1:2,4	-
Sesamöl	13.5	42	44.5	42.7	0.0	4	-	
Sojaöl	15	21	64	53.1	7.7	15	1: 6,9	
Sonnenblumenöl	12	24	64	63.0	0.5	55	1:126	-
Traubenkernöl	10.5	19	70.5	65.9	0.5	30	1:132	
Walnussöl	8	20	72	55.1	12.9	3	1:4,3	
Weizenkeimöl	16	22	62	55.7	7.8	215	1:7	

- Das Verhältnis Omega-3 zu Omega-6 sollte idealerweise nicht größer als 1:5 sein.
- Sie können die Öle auch mischen, aber bitte: immer nur kleine Mengen und möglichst frisch, damit die guten Fettsäuren nicht verfallen! Etwas Weizenkeimöl hilft vor Ranzigwerden.

Rezepte

Hier möchten wir Ihnen einige Rezepte vorstellen, mit denen Sie selber kohlenhydratarme Brote, Pizza und einen Schoko-Nuss-Aufstrich herstellen können. Die Rezepte sind aus verschiedenen Internetforen zusammengesucht (Dank an die unbekanntenen Erfinder!) sowie selber erprobt und modifiziert worden. Viele weitere Rezepte finden Sie in unserer Broschüre „Koch- und Backrezepte“ (siehe Homepage der Frauenklinik).

Kohlenhydratgehalt der wichtigsten Backzutaten (je 100 g):

Gluten: 8 g, Mandeln gerieben: 16 g

1. Grundteige für „Süßes“ und Salziges

1.1. Hefeteig

*½ Würfel Hefe
150 ml Wasser
½ TL Zucker*

Hefe kleinbröseln und mit dem lauwarmen Wasser und Zucker vermischen, 15 Min. gehen lassen. (warmer Ort, z. B. Gefäß in warmes Wasser stellen).

*150 g gemahlene Mandeln (möglichst fein!)
150 g Gluten
50 g Eiweißpulver neutral
(Achtung: keine Mischungen mit Zucker!)
2 Eier
125 g Magerquark*

zu der Hefe-Wasser-Mischung dazugeben und drei Minuten verkneten. Evtl., wenn der Teig zu fest ist, noch Wasser dazugeben. Süßstoff nach Geschmack für Kuchen; für Brötchen/Brot ohne Süßstoff, aber mit etwas Salz und Brotgewürz. Für Kuchen z. B.: halben Teig dünn auf Blech ausrollen (Backpapier!), mit Pflaumen oder sauren Äpfeln (Boskop) belegen und dann Mandelsplitter und Butterflocken darüber streuen.

Backen: 175 °C ca. 30 Minuten (oder etwas kürzer mit Umluft).

Man kann aus dem Teig auch süße/salzige Brötchen formen.

1.2. Mürbeteig

100 g *gemahlene Mandeln (möglichst fein!)*
 150 g *Mandelmehl (gesiebt falls es klumpt)*
 150 g *Gluten*
 250 g *weiche Butter*
 2 *Eigelb*
 200 g *Frischkäse (Vollfettstufe)*

Für süßes Gebäck: Süßstoff oder Stevia-Pulver nach Geschmack

Alle Zutaten zu einem glatten Teig verarbeiten und mehrere Stunden (über Nacht) kühlstellen. Dann wie normalen Mürbeteig ausrollen (statt Mehl Arbeitsfläche mit Mandelmehl/geriebenen Mandeln bestreuen) und verwenden. Sehr gut als Boden für Tarte, Quiche und Ähnliches.

Backen: 150°C, Umluft, 20-30 min (je nach Dicke)

2. Brotrezepte

2.1. Baguette

	<i>g KH</i>
1 Päckchen Trockenhefe oder ½ Würfel frische Hefe	
260 ml warmes Wasser	
½ TL Zucker . . . . .	.5
170 g Gluten	14
60 g gemahlene Mandeln	10
25 g Sesam . . . . .	.0
25 g Leinsamen	1,5
1 Ei . . . . .	.0
2 EL Walnussöl, oder ein gutes anderes . . . . .	.0
1 TL Brotgewürz . . . . .	.0
1 EL Wein oder Apfelessig	0,2

Hefe mit Wasser und Zucker verrühren und gehen lassen (siehe Hefeteig). Wenn die Hefe gegangen ist, alle anderen Zutaten dazugeben und gründlich miteinander verkneten. Den Teig in 3 gleiche Teile teilen und aus jedem eine ca. 30 cm lange Baguettestange formen. Auf ein mit Backpapier ausgelegtes Backblech legen und bei 180°C ca. 70 min bei Heißluft backen. Nochmaliges Gehenlassen und ein Vorheizen des Ofens ist nicht nötig. Kann man auch abwandeln, indem Speck oder gebratene Zwiebeln sowie Kräuter oder gehackte Oliven zugefügt werden (dann auch Olivenöl statt Walnussöl).

2.2. Knäckebrot

- 6 EL Hanfnüsse (grob gemahlen)
- 6 EL Leinsamen (grob gemahlen)
- 6 EL Sesam
- 12 EL Dinkelkleie
- 6 EL Sonnenblumenkerne
- 6 EL Mohn
- 6 EL Sojaflocken
- 3 Eier
- 6 EL Wasser
- eine Prise Brotgewürz und etwas Salz

Alles verrühren und auf ein mit Backpapier ausgelegtes Backblech streichen. Bei 180°C 15 Minuten in den Backofen (Umluft), dann den Brotfladen drehen. Ofen ausschalten und das Brot trocknen lassen (im Ofen), anschließend in Stücke schneiden und genießen.

2.3. Quarkbrot

	<i>g KH</i>
2 Eier . . . . .	.0
160 g Magerquark	6,4
100 g gemahlene Mandeln	16
1 gestr. TL Natron . . . . .	.0
etwas Salz . . . . .	.0
etwas Brotgewürz . . . . .	.0
1 EL Eiweißpulver . . . . .	.0

Körner oder Nüsse nach Belieben (z.B. Sonnenblumenkerne, Leinsamen, gehackte Walnüsse; KH: ca. 10/100g)

Einfach alles zusammenrühren, in eine mit Backpapier (wichtig, geht sonst nicht mehr raus!) ausgelegte mittlere Kastenform füllen und 30 min. bei 180°C backen.

2.4. Brot Herbes de Provence (Kräuter der Provence)

- 4 große oder 5 kleine Eier (L oder M), getrennt
- 1 TL Salz
- 1 TL Kräuter der Provence (oder Venezia-Kräuter)
- etwas gemahlene Muskatblüte (oder Muskatnuss)
- 2 EL Weißweinessig
- 4 EL Olivenöl
- 200 g gemahlene, ungeschälte Mandeln
- ½ TL Natron

Das Eiweiß wird mit dem Salz zu festem Schnee geschlagen. Eigelb in einer weiteren Schüssel zu einer luftigen, hellgelben Masse schlagen, fein gemahlene (Mörser) Kräuter und Muskat dazugeben. Dann löffelweise Olivenöl hinzufügen und alles gut verschlagen. Unter diese Creme zunächst das Eiweiß ziehen, dann die mit Natron vermischten Mandeln mit einem großen Schneebesen unterheben. Masse in eine Kastenform (30 x 11 cm; mit Backpapier ausgelegt) gießen, ein paar Kräuter draufstreuen und im vorgeheizten Ofen bei 160°C, (Gas ca. Stufe 2) auf der zweiten Schiene von unten ca. 25 - 30 Minuten backen. Backofen in den ersten 20 Minuten nicht öffnen, damit das Brot nicht zusammenfällt. Wenn an einem eingestochenen Zahnstocher nichts mehr hängen bleibt und das Brot lecker hellbraun aussieht, ist es fertig. Schmeckt sehr gut frisch oder getoastet und ist lange haltbar.

Das Grundrezept kann auch durch Weglassen der Kräuter und Hinzufügen von Süßstoff und Vanille und/oder Zitrone in einen Kuchenteig umgewandelt werden. Dann eventuell auch Walnussöl anstelle von Olivenöl nehmen.

3. Reibekuchen

		<i>g KH</i>
200 g	Sauerkraut (frisch oder aus der Tüte) . . . . .	.2
2	Eier . . . . .	.0
1 - 2 TL	Gluten . . . . .	.1
1 kl.	Zwiebel (z.B. Schlotte, fein gehackt)	4
<i>nach Geschmack Salz und Pfeffer</i>		

Sauerkraut unter Wasser abbrausen und etwas trocken schütteln, mit restlichen Zutaten im Mixer (Zauberstab) vermengen und ca. 15 min. stehen lassen. In einer Pfanne Fett erhitzen und Kleckse vom Sauerkrautmix zugeben. Schön knusprig braten und dann wenden. Wer es noch würziger mag, kann auch kleine Speckwürfel dazugeben. Mit Kräuterquark oder Schmand servieren.

4. Pizza-Ersatz

4.1. Hackfleischpizza

	500 g gewürztes Hackfleisch (mit Oregano, Thymian, Rosmarin usw. nach Geschmack)	
1 Pck.	passierte Tomaten (ohne Zuckerzusatz!)	
Gemüse zum Belegen	(z. B. 1 Beutel á 500 g Tiefkühlgemüse gemischt „Italienische Art“)	
geriebener Käse	zum Bestreuen	

Das Hackfleisch in einer tiefen gefetteten Form (Kasserolle) plattdrücken, dann die passierten Tomaten darauf verteilen. Mit Gemüse belegen und das Ganze dick mit Käse bestreuen. Alles in den Backofen stellen, 160°C, ca. 20-25 Minuten.

4.2. Thunfisch-Pizzaboden

	1 Dose Thunfisch in Öl oder Wasser, Flüssigkeit wegschütten	
2	Eier	
<i>Chilipulver, Salz, Pfeffer, passierte Tomaten</i>		

Thunfisch und Eier mit einem Zauberstab (oder Mixer, nicht normaler Quirl) verquirlen, bis eine homogene Masse entstanden ist. Mit etwas Chilipulver, Salz, Pfeffer würzen. ½ der Masse wie ein großes Omelett in einer gut ölhaltigen Pfanne von beiden Seiten schön kross braten (nicht zu früh wenden, sonst zerbröseln es). Dann die zweite Hälfte genauso braten. Die Fladen mit den gewürzten passierten Tomaten dünn bestreichen und anschließend mit dem gewünschten Belag belegen. Dick mit Käse bestreuen. Für 10 Minuten in den Ofen bei ca. 200°C, bis der Käse schön blubbert und leicht braun wird.

Schmeckt erstaunlich wenig nach Fisch, sondern ist ein echter Pizzaersatz!

5. Was Süßes?

5.1. Nutella-Ersatz

		<i>g KH</i>
<i>(zusammen: 23)</i>		
60 g	Butter . . . . .	.0
100 ml	Sahne . . . . .	.3
2 EL	Kakao	10
<i>flüssiger Süßstoff</i>		
60 g	Mandeln	10

Mandeln fein mahlen (bzw. gemahlen kaufen), Butter dazugeben und bei geringer Wärme (z. B. in einer Schüssel im Wasserbad) verflüssigen. Rest einrühren. Im Kühlschrank wird die Masse wie Nutella.

Anmerkung: Hält nicht sehr lange, schmeckt aber sehr gut. Evtl. ½ der Mandeln durch Haselnüsse ersetzen.

5.1. Mousse au Chocolat

	g KH
100 g dunkle Schokolade (ideal: Carte d'Or Sensation 86%, enthält nur 19 g Kohlenhydrate)	19
2 Eier (L)	2
1 EL stark gebrühter Kaffee	0
25 g Butter	0
125 ml Sahne	3,8
<i>runde Metallschüssel zum Einhängen in Wasserbad</i>	

Schokolade klein reiben oder in kleine Stückchen schneiden, mit Eiern und Kaffee in Metallschüssel verrühren und unter konstantem Rühren über Wasserbad vorsichtig erhitzen, bis eine schön gleichmäßige Creme entsteht, dann diese aus dem Wasserbad nehmen, Butter in Flocken untermischen und Creme erkalten lassen. Sahne steif schlagen und unter die Creme rühren. Alles in Formen geben und im Kühlschrank über Nacht erkalten lassen.

Guten Appetit !

Weitere erprobte Rezepte finden Sie immer wieder aktualisiert in der Broschüre „Koch- und Backrezepte“ auf der Homepage der Würzburger Frauenklinik (http://www.frauenklinik.uni-wuerzburg.de/forschung/ketogene_diaet.htm)

Fragen und Antworten

Im Folgenden möchten wir Ihnen häufig gestellte wichtige Fragen beantworten.

Wie lange muss dieses Ernährungskonzept praktiziert werden?

Dies ist bisher nicht allgemein zu beantworten. Wir empfehlen zunächst eine Einhaltung der ketogenen Ernährung für drei Monate. Anschließend sollte das Tumorzellwachstum kontrolliert werden. Wächst der Tumor trotz Ernährungsumstellung weiter, so sind Ihre Tumorzellen vermutlich nicht abhängig von Glukose und die ketogene Diät sollte abgebrochen werden, wenn Sie dadurch auch keine sonstige Verbesserung Ihrer körperlichen Situation erfahren haben. Stagniert das Tumorzellwachstum oder kommt es sogar zum Rückgang des Tumors, empfehlen wir die ketogene Ernährung weiterzuführen oder (evtl. nach einer Pause, in der Sie normal essen) noch einmal zu wiederholen. Da die Umstellungsphase die schwierigste Zeit ist, empfiehlt es sich allerdings, konsequent bei der Diätform zu bleiben, wenn Sie diese gut vertragen haben. Auch wenn Sie eine positive Wirkung auf Ihre Gesamtsituation bemerken, dann sollten Sie bei dieser Ernährungsform bleiben.

Wie beginne ich mit der Diät?

Da sich Ihr Körper und vor allem das Gehirn erst langsam von der Verwertung von Glukose auf Ketonkörper umstellen muss, sollten Sie im Laufe der ersten Woche schrittweise den Anteil an Kohlenhydraten an den einzelnen Mahlzeiten reduzieren. Bei zu schneller, radikaler Umstellung kann es anfangs zu Unwohlsein, Übelkeit, Kopfschmerz und starker Abgeschlagenheit kommen. Testen Sie täglich ab dem Tag, an dem Sie ca. 50 g Kohlenhydrate unterschreiten, abends im Urin ob Sie Ketonkörper ausscheiden (Teststäbchen gibt es in Apotheken). Sobald Sie eine leichte Verfärbung der Stäbchen feststellen (lila), sind Sie in der Ketose und sollten konsequent bei der Diät bleiben. Testen Sie weiterhin alle drei Tage immer abends (am Morgen haben viele Menschen wegen der langen Fastenphase über Nacht Ketonkörper im Urin ohne wirklich in einer stabilen Ketose zu sein).

Was passiert, wenn die Diät unterbrochen wird?

Eine kurze Unterbrechung bedeutet nicht, dass der Erfolg automatisch gefährdet wird. Wichtig ist allerdings, dass anschließend die Empfehlungen wieder ganz konsequent umgesetzt werden. Eine permanente Unterbrechung und der regelmäßige Verzehr von nicht empfohlenen Nahrungsmitteln werden sicher keinen Erfolg bringen und Ihr Körper wird durch die ständige Umstellung des Stoffwechsels von Zuckerverbrennung auf die ketogene Ernährung und zurück unnötig belastet. Bei einem einmaligen „Ausrutscher“ können Sie gleich wieder zur Diät zurückkehren, bei einer längeren Unterbrechung beginnen Sie wieder mit einer phasenweise Reduzierung der Kohlenhydrate (siehe oben)

Was passiert bei unerwünschter Mehrzufuhr an Kohlenhydraten/Zuckern?

Ihr Körper passt sich nach einer Umstellungsphase an eine zucker-/kohlenhydratarme Ernährung an. Wenn Sie gut auf "Ketose" umgestellt sind, also die ketogene Diät konsequent durchführen, kann eine plötzliche hohe Zucker- oder Kohlenhydratzufuhr auch Darmprobleme (Blähungen, Schmerzen) verursachen. Möchten Sie die Diätform beenden, erhöhen Sie langsam den Kohlenhydratanteil in den Mahlzeiten wieder.

Wie kann man als Anwender/in kontrollieren, ob man das Konzept richtig praktiziert bzw. erlaubte Zuckermengen nicht überschreitet?

Jeder Mensch hat eine individuelle Schwelle von Kohlenhydraten, bei der die Ketose erreicht wird. Tasten Sie sich daher mit Hilfe der Ketonteststäbchen an diese Kohlenhydratmenge heran. Sobald die Teststäbchen konstant eine leichte Ketose nachweisen, sind Sie in Ihrem persönlichen Idealbereich (zwischen 20 und 50 g Kohlenhydrate am Tag). Dieser richtet sich auch nach Ihrer körperlichen Aktivität. Wenn Sie viel Sport treiben, kommen Sie mit etwas höheren Mengen an Kohlenhydraten in die Ketose. Wenn Sie sich an die oben beschriebenen Ernährungsempfehlungen halten, dann überschreiten Sie die erlaubten Kohlenhydratmengen (50 g/Tag) nicht.

Sie können Ihre Kohlenhydratzufuhr mithilfe von Nährwerttabellen, die meist den Kohlenhydratgehalt in Gramm auf 100 g Produkt angeben, genau berechnen. Sie müssen hierzu alles abwägen, was Sie verzehren, und den Kohlenhydratgehalt der einzelnen Nahrungsmittel zusammenzählen.

Gibt es unterschiedliche Wirkungen der Ernährung bei unterschiedlichen Krebsformen?

Mittlerweile konnte bei vielen unterschiedlichen Tumorarten ein Gärungsstoffwechsel identifiziert werden. Es handelt sich anscheinend nicht um ein Phänomen, das nur in manchen Krebsarten auftritt, sondern um ein generelles Phänomen. Aber nicht jeder Tumor einer Krebsart zeigt einen deutlich ausgeprägten Gärungsstoffwechsel. Die ketogene Ernährung macht theoretisch nur bei Tumorzellen Sinn, die Glukose verstärkt verstoffwechseln und in denen die Verbrennung von Fettsäuren abgeschaltet ist. Diese Art der Tumoren kann man am einfachsten am positiven PET oder mit dem Nachweis von Faktoren des Zuckerstoffwechsels am Tumorgewebe bestimmen. Wenn Ihr Tumor nach 2-3 Monaten nicht auf eine Umstellung der Ernährung angesprochen hat und Sie sich unter der Diät unwohl fühlen, raten wir davon ab, die ketogene Ernährung weiter durchzuführen. Wenn Sie sich (wie die meisten Patienten) mit der ketogenen Diät wohlfühlen, können Sie diese praktisch unbegrenzt weiterführen. Bitte beachten Sie jedoch, dass es sich um eine derzeit noch nicht anerkannte Kostform handelt, die den derzeitigen Empfehlungen der Deutschen Gesellschaft für Ernährung widerspricht. Sie sollte deswegen nur unter ärztlicher Aufsicht durchgeführt werden.

Was passiert in und mit dem Körper, wenn die Ernährung auf ketogene Kost umgestellt wird?

Bei einer Umstellung von einer kohlenhydratreichen Mischkost auf eine extrem kohlenhydratarme Ernährung kann der Körper zunächst mit Befindlichkeitsstörungen reagieren. Möglicherweise erleben Sie in den ersten Tagen Symptome wie Kreislaufschwankungen, Unkonzentriertheit, Mattigkeit, Müdigkeit oder Kopfschmerzen.

Diese Anzeichen verschwinden jedoch in der Regel mit Fortführung der ketogenen Ernährung. Nach erfolgreicher Umstellung des Organismus auf Ketonkörper als Energiequelle spüren Sie wieder eine Verbesserung Ihres Allgemeinzustandes. Es kann sogar sein, dass Sie sich deutlich besser fühlen als vor der Umstellung. Als Nebenwirkung kann allerdings bei starker Ketose ein Acetongeruch („fruchtig, Nagellackverdünner“) bei ihnen bemerkbar sein, was durch Ketonkörper in der Ausatemluft bedingt ist. In diesem Fall erhöhen Sie leicht den Kohlenhydratanteil.

Ist das Konzept für Vegetarier umsetzbar?

Leider ist die ketogene Ernährungsform in der hier vorgestellten Weise für Vegetarier nicht gut geeignet. Die Ernährungsumstellung ist auf den gesteigerten Verzehr von hochwertigem Fleisch und Fisch ausgerichtet, weil diese Nahrungsmittel kohlenhydratfrei sind und wertvolle Fettsäuren enthalten. Die ohnehin einseitige Ernährungsform der ketogenen Diät würde mit einem Verzicht auf tierische Produkte zu sehr eingeschränkt werden, um sinnvoll zu sein. Wenn Sie sich gut in Ernährungsfragen auskennen, können Sie allerdings einen Versuch mit Sojaprodukten (Tofu u. Ä.) durchführen.

Was ist bei bestehenden Allergien und Nahrungsmittelunverträglichkeiten zu beachten?

Bestehende Allergien und Unverträglichkeiten müssen bei der ketogenen Ernährungsform nicht strenger beachtet werden, als dies bei der normalen Ernährungsform erforderlich ist.

Ist bei der kohlenhydratarmen Ernährungsweise die Versorgung mit Vitaminen und Mineralstoffen gesichert?

Durch die Zufuhr von hochwertigen pflanzlichen Ölen, Fisch, Fleisch, Nüssen sowie viel Gemüse und Salat wird die Versorgung mit den lebensnotwendigen Vitaminen und Mineralstoffen gewährleistet. Sie brauchen daher keine zusätzlichen Vitamin- und Mineralstoffpräparate zu sich zu nehmen, zumal diese häufig auch viele Kohlen-

hydrate enthalten.

Was ist im Falle von Diabetes zu beachten?

Bitte beachten Sie unbedingt, dass durch die kohlenhydratarme Diät der Bedarf an Insulin und anderen blutzuckersenkenden Medikamenten deutlich reduziert wird! Sollten Sie wegen einer Zuckerkrankheit/ erhöhtem Blutzucker auf die regelmäßige Einnahme von Medikamenten oder sogar Insulin angewiesen sein, besprechen Sie die Nahrungsumstellung unbedingt mit Ihrem behandelnden Arzt. **Führen Sie anfangs sehr engmaschige Kontrollen Ihres Blutzuckers durch, um eine gefährliche Unterzuckerung zu vermeiden**, und passen Sie die Insulinmenge an die Blutzuckerwerte an. Erfahrungsgemäß können Sie die Medikamente in der Umstellungsphase schrittweise reduzieren oder sogar absetzen.

Was kann ich essen, wenn ich unterwegs bin?

In Restaurants gibt es viele Speisen, die im Rahmen der ketogenen Ernährungstherapie verzehrt werden können. Salate/Gemüse mit Fisch oder Fleisch eignen sich hierfür sehr gut. Beachten sollten Sie, dass viele *Soßen* Zucker oder Stärke enthalten. Bei Nachfrage sind auch viele Gastronomiebetriebe bereit, die Sättigungsbeilagen gegen z. B. Salat oder Gemüse (nicht Kartoffelsalat und Mais!) auszutauschen.

Wie wirkt sich die ketogene Ernährung auf die Chemotherapie aus?

Es gibt Hinweise darauf, dass Tumorzellen, die Glukose vergären, unempfindlicher gegenüber vielen Chemotherapien sind als normale Zellen und Tumorzellen, die Zucker verbrennen können. Eine Chemotherapie könnte daher zu einer Selektion der Tumorzellen führen, die abhängig von Glukose sind. Somit könnte die Ernährungstherapie die Wirkung einer Chemotherapie unterstützen. Dies muss jedoch erst in Studien überprüft werden. Machen Sie unbedingt Ihren behandelnden Onkologen darauf aufmerksam, wenn Sie unter laufender Chemotherapie Ihre Ernährung umstellen. Es gibt allerdings bereits einige Patienten, die sehr gute Erfahrung mit der ketogenen Ernährung bei Chemotherapie gemacht haben und berichten, dass Nebenwirkungen

wie Abgeschlagenheit, Müdigkeit, Bauchschmerzen und Übelkeit deutlich weniger stark ausfallen (oder sogar ausbleiben) und dass sie kein Gewicht verlieren.

Ähnlich verhält es sich mit der **Strahlentherapie**. Es ist bekannt, dass Tumorzellen in sauerstoffarmen Regionen, die ihre Energie aus der Glukosevergärung gewinnen, schlechter auf eine Strahlentherapie ansprechen. Eine Ernährungsumstellung könnte damit auch die Wirksamkeit der Strahlentherapie unterstützen. Auch für diese Annahme gibt es allerdings bisher keine Beweise.

Gibt es bereits Erfahrungen hinsichtlich einer verlängerten Überlebenszeit bei Krebspatienten?

Es gibt einige Erfahrungsberichte, in denen von einer positiven Wirkung einer öl-/eiweißreichen Kostform berichtet wird. Allerdings sind diese nicht ausreichend, um eine wissenschaftliche Anerkennung des Verfahrens zum jetzigen Zeitpunkt zu erlangen. Hierzu müssen noch Studien durchgeführt werden. Eine Studie zur Ernährungsumstellung beim Glioblastom (ERGO-Studie) läuft derzeit am Senkenbergischen Institut für Neuroonkologie der Universität Frankfurt. Eine Anwendungsbeobachtung zur Durchführbarkeit und den Nebenwirkungen dieser Ernährungsform an der Frauenklinik Würzburg ist abgeschlossen.

Wir hoffen aufgrund der bisherigen Datenlage, dass durch eine kohlenhydratarme, öl-/eiweißreiche KETOGENE ERNÄHRUNG

- das Krebswachstum von Tumoren und Metastasen gebremst werden kann
- Chemotherapien besser ansprechen
- Strahlentherapien besser greifen
- sich der Allgemeingesundheitszustand bessert und
- die Überlebensdauer verlängert wird,

können aber zum derzeitigen Stand der Dinge noch keine verbindliche Aussage hierüber treffen.

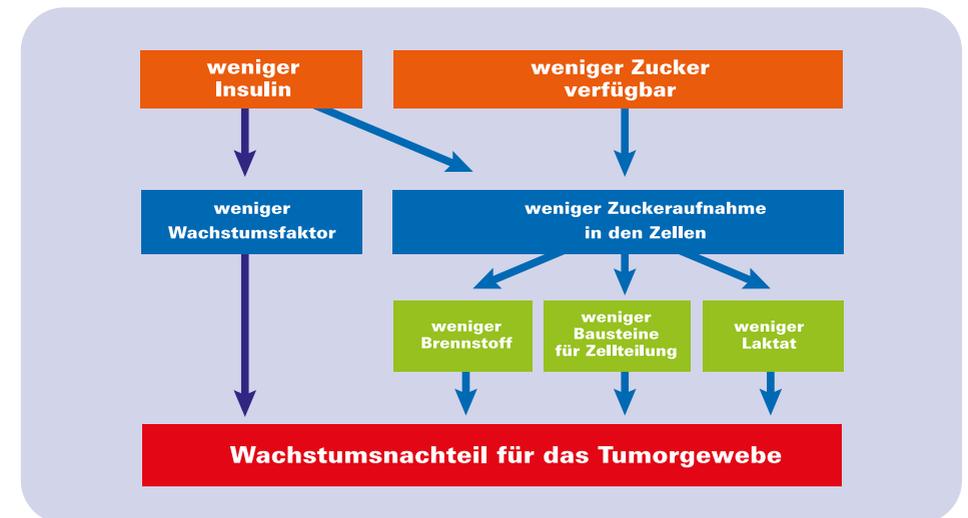


Diagramm: Hypothese des diätischen Ansatzes

Weiterführende Literatur:

Kroemer G, Pouyssegur J.

Tumor cell metabolism: cancer's Achilles' heel. *Cancer Cell*. 2008 Jun;13(6):472-82.

Gillies RJ, Gatenby RA.

Adaptive landscapes and emergent phenotypes: why do cancers have high glycolysis? *J Bioenerg Biomembr*. 2007 Jun;39(3):251-7.

Deberardinis RJ, Sayed N, Ditsworth D, Thompson CB.

Brick by brick: metabolism and tumor cell growth. *Curr Opin Genet Dev*. 2008 Feb;18(1):54-61.

Young CD, Anderson SM.

Sugar and fat - that's where it's at: metabolic changes in tumors. *Breast Cancer Res*. 2008;10(1):202.

Shaw RJ.

Glucose metabolism and cancer. *Curr Opin Cell Biol*. 2006 Dec;18(6):598-608.

Kim JW, Dang CV.

Cancer's molecular sweet tooth and the Warburg effect. *Cancer Res*. 2006 Sep 15;66(18):8927-30.



*Regelmäßig erweiterte Koch- und Backrezepte sowie diese Broschüre sind erhältlich über die Homepage der Würzburger Frauenklinik:
http://www.frauenklinik.uni-wuerzburg.de/forschung/ketogene_diaet.htm*