

# **Moderat kohlenhydratreduzierte und eiweißoptimierte Ernährung bei Diabetes mellitus – ein aktueller Überblick**

Walle, H., Becker, C., Liebermeister, H., Mehnert, H.

## **Bestehende Situation**

Diabetes mellitus gehört heutzutage in unseren Breiten zu einer der verbreitetsten Stoffwechselerkrankungen. In Deutschland sind derzeit circa acht Millionen Menschen von Diabetes mellitus betroffen [1]. Hinzukommt eine Dunkelziffer von zwei bis vier Millionen Menschen.

In den letzten 10 bis 20 Jahren wurde ein erheblicher Anstieg der Prävalenz für Diabetes mellitus in Deutschland deutlich [2-5]. So wird angegeben, dass sie im Zeitraum von 1998 bis 2004 von 5,9 auf 7,9 %, d. h. um 1/3 zugenommen hat [3]. Heutzutage sind etwa zehn Prozent der Bevölkerung in Deutschland von Diabetes mellitus betroffen [4]. 90 % der Diabetiker sind Typ-2-Diabetiker [1, 4, 6], die Mehrzahl von ihnen ist übergewichtig [7].

Diabetes mellitus ist mit einer Vielzahl von schwerwiegenden Folge- und Begleiterkrankungen assoziiert, wie Hypertonus, Retinopathie, Nephropathie oder Erblindung [4]. Diese Erkrankungen sind für den Betroffenen mit schwerem persönlichen Leid und für das Gesundheitssystem mit immensen Kosten verbunden [6].

## **Art der Stoffwechselstörung**

Der Diabetes mellitus basiert auf einer Störung des Glukose-, Fett- und Eiweißstoffwechsels und beschreibt eine ganze Gruppe von Stoffwechselerkrankungen. Von klinischer Relevanz sind insbesondere der sogenannte Typ-1-Diabetes sowie der Typ-2-Diabetes.

## **Typ-1-Diabetes**

Beim Typ-1-Diabetes besteht eine Schädigung der insulinproduzierenden  $\beta$ -Zellen der Langerhansschen Inseln des Pankreas; die Insulinproduktion ist bei diesem Krankheitsbild reduziert, und Insulin muss von außen zugeführt werden.

Als Ursache werden u. a. Autoimmunreaktionen beschrieben, die im frühen Lebensalter zu einer Zerstörung der insulinproduzierenden Zellen führen. Nur selten ist die Erkrankung genetisch bedingt. Bei der unabdingbaren, kaloriengerechten

Ernährungstherapie von insulinpflichtigen Diabetikern, sollte berücksichtigt werden, dass es sich bei der dazu verwandten Broteinheit um keine starre Einheit von 12 g Kohlenhydraten, sondern viel mehr um einen Schätzwert handelt, der eine Zufuhr von 10 bis 12 g verwertbaren Kohlenhydraten beschreibt [8].

### **Typ-2-Diabetes**

Der Typ-2-Diabetes wurde lange Zeit als Altersdiabetes bezeichnet, da er insbesondere im höheren Erwachsenenalter und kaum im Kindesalter aufgetreten war. Da in den letzten Jahren Typ-2-Diabetes auch vermehrt bei immer jüngeren Erwachsenen und sogar im Kindes- und Jugendalter auftritt, ist die Bezeichnung „Altersdiabetes“ inzwischen hinfällig.

Die Insulinkonzentration im Blut ist bei Typ-2-Diabetikern anfangs erhöht, d. h. das Pankreas ist noch in der Lage Insulin zu produzieren, jedoch besteht eine zelluläre Insulinresistenz. Dies hat zur Folge, dass zwar die Insulinkonzentration im Blut – allerdings nicht ausreichend – erhöht ist, jedoch der Blutzucker nicht genügend gesenkt wird, weil die blutzuckersenkende Wirkung nicht ausreicht und somit nicht genügend Glukose in die Zelle aufgenommen wird. Generell nimmt man an, dass der Insulinspiegel im Blut negativ mit den Insulinrezeptoren korreliert, d. h. hohe Insulinspiegel führen zu einer Reduktion der Rezeptoren und damit zu einer Verstärkung der Insulinresistenz. Dieses Phänomen wird als Down-Regulation bezeichnet. [9] Der eigentliche Resistenzdefekt liegt innerhalb der Zelle unterhalb der Rezeptorenebene.

Die wesentliche Ursache für Typ-2-Diabetes ist Übergewicht [10]. Für mindestens 90 % der Typ-2-Diabetiker wird eine Assoziation mit bestehendem Übergewicht oder Adipositas gesehen [9]. Da vermehrt auch im Kindes- und Jugendalter Übergewicht und Adipositas besteht, tritt diese Erkrankung heutzutage zunehmend auch in dieser Altersklasse auf (s. o.). Obwohl innerhalb der letzten Jahrzehnte in der Bevölkerung eine Abnahme der zugeführten Energie- und Fettaufnahme zu verzeichnen ist, findet weltweit ein deutlicher Anstieg von Übergewicht und Adipositas statt [11-16], so dass die Ursache für diese drastische Zunahme von Übergewicht und Adipositas nicht allein ursächlich in der zugeführten Energie- und Fettmenge gesehen werden sollte. Neben der bewegungsarmen Lebensweise, die sich in den letzten Jahrzehnten noch drastisch weiter verschlechtert hat, sollte – insbesondere bei Diabetikern – den mit der Nahrung zugeführten Kohlenhydraten mehr Aufmerksamkeit geschenkt werden.

Den Ernährungsberichten und Nationalen Verzehrsstudien kann man entnehmen, dass einhergehend mit dem zunehmenden Übergewicht in der Bevölkerung die zugeführte Menge an leicht resorbierbaren Kohlenhydraten, vor allem in wässriger Form, zugenommen hat, während die verzehrte Menge an Fetten relativ konstant geblieben ist (absolute Menge bei den Männern) und teilweise sogar reduziert (prozentual, bei den Frauen auch absolut) wurde [14-16].

### **Weitere Formen von Diabetes mellitus**

In der klinischen Praxis sind vordergründig der beschriebene Typ-1- und Typ-2-Diabetes von Bedeutung. Weitere Formen von Diabetes mellitus sind Gestationsdiabetes, Diabetes aufgrund von Pankreaserkrankungen oder aufgrund von Toxinen oder Medikamenten sowie Diabetes, der auf Störungen des Rezeptors oder des Insulins selbst zurückzuführen ist. Wie genannt, sind diese Formen von geringerer klinischer Relevanz. [9]

Da Typ-2-Diabetes mit Übergewicht und Adipositas assoziiert ist, wird im Folgenden dieser Erkrankung besondere Aufmerksamkeit geschenkt.

### **Behandlung von Diabetes mellitus**

Aufgrund des hohen Anteils von Typ-2-Diabetikern und der direkten Assoziation mit Übergewicht und Adipositas, stellt die Gewichtsreduktion eine vielversprechende und notwendige Maßnahme dar [10], um den hohen Prävalenzzahlen entgegenzutreten. Derzeit wird kontrovers darüber diskutiert, ob „low carb“ eine geeignete Maßnahme zur Behandlung und Therapie von Typ-2-Diabetes darstellt.

Unter diesem Aspekt werden aktuelle Studien betrachtet und ausgewertet.

Bevor die medikamentöse Therapie von Diabetes mellitus möglich war, stellte eine kohlenhydratreduzierte Ernährung die vorherrschende Behandlungsform von Diabetes mellitus dar [17, 18]. Aufgrund der verminderten Aufnahme von Kohlenhydraten wird der Blutzuckerspiegel relativ gering gehalten und die Insulinsekretion des Pankreas reduziert. Nach der Entwicklung von blutzuckersenkenden Medikamenten waren derartige Maßnahmen nicht mehr notwendig, so dass diese Ernährungsform zur Behandlung des Diabetes mellitus an Bedeutung verloren hat [18].

## **Bestehende Studiensituation**

### **Definition von low carb**

Derzeit besteht keine einheitliche Definition, die eine low carb-Ernährung bezeichnet [11, 13, 18], so dass sich die beschriebenen low carb-Ernährungsformen deutlich voneinander unterscheiden können und daher differenziert betrachtet werden sollten.

### **Low carb und Gewichtsreduktion**

Eine Arbeit von Ebbeling et al. [19], die auch Bestandteil einer wissenschaftlich sehr anerkannten Cochrane-Analyse ist, betrachtete die Erfolge, die mit einer moderat kohlenhydratreduzierten Ernährung (LC: 45 bis 50 % Kohlenhydrate, bevorzugt über Kohlenhydrate mit geringem glykämischen Index bzw. geringer glykämischer Last, 30 bis 35 % Fett) im Vergleich zu einer fettreduzierten Kost (LF: 55 bis 60 % Kohlenhydrate, 25 bis 30 % Fett) erzielt werden konnten. Während für die erstgenannte Ernährung keine Beschränkung der Energiezufuhr bestand, wurde bei der fettreduzierten Ernährung ein Energiedefizit von 250 bis 500 kcal pro Tag angestrebt. Die Studienpopulation bestand aus 14 adipösen Jugendlichen und jungen Erwachsenen im Alter von 13 bis 21 Jahren.

Zu Studienbeginn wies die LC-Gruppe einen mittleren BMI von  $34,9 \pm 1,0$  kg/m<sup>2</sup>, die LF-Gruppe von  $37,1 \pm 1,2$  kg/m<sup>2</sup> auf. Zwischen beiden Gruppen bestanden diesbezüglich keine signifikanten Unterschiede.

Ein Jahr nach Programmbeginn wurden für die LC-Gruppe signifikante, mittlere Verluste des BMI und der Fettmasse von  $1,3$  kg/m<sup>2</sup> und  $3,0$  kg festgestellt ( $P < 0,05$ ), während in der LF-Gruppe Zunahmen von  $0,7$  kg/m<sup>2</sup> bzw.  $1,8$  kg bestanden. Zwischen den Gruppen wurden signifikante Unterschiede deutlich ( $P < 0,05$ ).

Die Teilnehmer der LC-Gruppe beschrieben ein erhöhtes Sättigungs- und vermindertes Hungergefühl. Ein weiterer Vorteil liegt, insbesondere in dieser Altersklasse, in der nicht erfolgten Energiereduzierung, was das Durchhalten dieser Ernährungsform begünstigt.

Abschließend kommt diese Untersuchung zu dem Schluss, dass die Reduktion der glykämischen Last einen höheren Stellenwert für die gesundheitlich erzielten Effekte bei Typ-2-Diabetes hat, als die Fettreduktion.

Eine weitere Studie, die sich mit der Veränderung des Körpergewichts durch low carb befasst hat, wurde von der Arbeitsgruppe von Yancy et al. [20] durchgeführt. Sie

betreuten 21 übergewichtige Typ-2-Diabetiker mit einem mittleren Ausgangsgewicht von 131,4 kg. Die Ernährung bestand während des 16-wöchigen Studienverlaufs aus einer kohlenhydratreduzierten Ernährung. Täglich wurden zwischen 34 und 44 g Kohlenhydrate zugeführt. Obwohl die Einsparung der zugeführten Energie keine Auflage der Therapie war, fand während des Untersuchungszeitraums eine mittlere Energieeinsparung von täglich 430 bis 600 kcal statt. Trotz der Einschränkung der Kohlenhydratzufuhr war kein Anstieg der Fettzufuhr zu erkennen, während die Eiweißzufuhr geringfügig zunahm.

Innerhalb des 16-wöchigen Studienverlaufs konnte eine mittlere Gewichtsabnahme von ausgehend 131,4 auf 122,7 kg festgestellt werden, was einer signifikanten Gewichtsabnahme von 6,6 % entsprach ( $P < 0,001$ ). Dabei wurde der mittlere BMI von ausgehend 42,2 auf 39,4  $\text{kg/m}^2$  ( $P < 0,001$ ) reduziert. Die mittlere Körperfettmasse wurde von eingangs 40,4 auf 37,0 % gesenkt ( $P < 0,001$ ), während der mittlere Taillenumfang von ausgehend 130,0 auf 123,3 cm vermindert werden konnte, was einer signifikanten Abnahme von 5,2 % entsprach ( $P < 0,001$ ). Entsprechend berichtete auch diese Studie von einer effektiven und signifikanten Gewichtsreduktion bei Typ-2-Diabetikern durch low carb.

In der Weight Achievement and Intensive Treatment, Why-WAIT-Studie, setzte sich die Studienpopulation aus 62 Diabetikern, mit einem mittleren Ausgangsgewicht von 107,7 kg und einem mittleren BMI von 38,3  $\text{kg/m}^2$ , zusammen. Die Ernährung wurde dabei moderat kohlenhydratreduziert gestaltet. Frühstück und Mittagessen wurden durch eine Formuladiät in Form eines Meal-Replacements ersetzt. Pro Portion enthielt die Formuladiät 16 g Kohlenhydrate, davon 4 g Zucker und 3 g Ballaststoffe, 16 g Eiweiß und 7 g Fett, davon 1 g gesättigtes Fett, bei insgesamt 190 kcal. Bezogen auf den Energiegehalt wurden täglich circa 40 % über Kohlenhydrate (mindestens jedoch 130 g), 30 % über Eiweiß und 30 % über Fett zugeführt. Innerhalb des zwölfwöchigen Kursprogramms konnte das mittlere Ausgangsgewicht erfolgreich um 10,5 kg bzw. 3,2 BMI-Einheiten reduziert werden ( $P < 0,001$ ). Der Großteil der Gewichtsreduktion (fast 70 %) war dabei auf die Reduktion von Körperfett zurückzuführen. Zusätzlich fand eine signifikante Abnahme des mittleren Taillenumfangs von ausgehend 119,9 auf 110,2 cm statt ( $P < 0,001$ ). [21]

Verschiedene Studien berichten, dass mit einer LC-Ernährung eine Verminderung der Energiezufuhr einhergeht, obwohl die Energierestriktion eingangs keine Auflage bei der Definition der LC-Ernährung war [13, 20, 22]. Zudem wird von einem

verminderten Hungergefühl bzw. einem erhöhten Sättigungsgefühl berichtet [13, 18, 19, 23], was u. a. das Abnehmen erleichtern [21] und das Durchhalten der Diät begünstigen kann.

Entsprechend der Studien von Yancy et al. [20] und Hamdy et al. [21] liegt gegenwärtig eine Vielzahl von Arbeiten vor, die aufzeigen, dass auch Diabetiker von den Vorzügen einer low carb-Ernährung profitieren können und dass diese eine geeignete Maßnahme darstellt, um eine erfolgreiche Gewichtsreduktion zu induzieren [11, 18, 20, 21, 24, 25]. Wie die weitere Ausführung zeigt, können Diabetiker zusätzlich von der Verbesserung der Stoffwechselsituation profitieren [11, 18-20, 24, 25]. Hiermit kann eine Einsparung von Medikamenten einhergehen [20], von der die Betroffenen und – aufgrund der erzielten Kosteneinsparung – das Gesundheitssystem profitieren.

### **Low carb und die diabetische Stoffwechselsituation**

Generell ist zu berücksichtigen, dass Diabetiker alkoholische Getränke nur zu den Mahlzeiten verzehren sollten, da die Zufuhr von alkoholischen Getränken die Gefahr einer Hypoglykämie begünstigt.

In der Studie von Ebbeling et al. wurde auch die Insulinresistenz, die über den HOMA erfasst wurde, betrachtet. Während unter LC keine Veränderung erkannt wurde, fand in der fettreduzierten Gruppe eine signifikante Zunahme der Insulinresistenz statt. [19]

In der Why-WAIT-Studie wurde der HbA1c-Wert erfasst. Während des 12-wöchigen Kursprogramms fand eine mittlere Abnahme von ausgehend 7,26 auf 6,37 % statt ( $P < 0,001$ ) [21].

Auch die Arbeitsgruppe von Yancy et al. betrachtete die bestehende Stoffwechselsituation bei Typ-2-Diabetikern. Neben der erfolgreichen Gewichtsreduktion konnte der mittlere HbA1c-Wert von ausgehend 7,5 signifikant auf 6,3 %, d. h. um 16 %, gesenkt werden ( $P < 0,001$ ). Diese Verbesserung war nicht auf die Gewichtsreduktion zurückzuführen. Zusätzlich konnten 48 % der Patienten ( $n=10$ ) ihre Diabetesmedikation reduzieren, bei weiteren 7 Patienten (33 %) wurde sie umgestellt. [20]

Auch ohne das Ziel der Gewichtsreduktion kann eine low carb-Ernährung die Stoffwechselsituation bei Diabetikern mit nicht diagnostiziertem Typ-2-Diabetes verbessern, dies zeigte eine Studie von Gannon et al. [24]. Im Vergleich zu einer

Ernährung, die den allgemeinen Zufuhrempfehlungen entsprach (ca. 55 % Kohlenhydrate, 15 % Eiweiß, 30 % Fett), wurde innerhalb des fünfwöchigen Studienzeitraums mit einer kohlenhydratreduzierten Ernährung (ca. 20 % Kohlenhydrate, 30 % Eiweiß, 50 % Fett), eine signifikante Verbesserung der diabetesassoziierten Stoffwechselfparameter erkannt. So fand lediglich in der LC-Gruppe eine signifikante Abnahme der mittleren Blutzuckerwerte statt, von ausgehend 167 auf 119 mg/dl ( $P < 0,01$ ). Während der mittlere HbA1c-Wert der konventionellen Ernährung innerhalb des Untersuchungszeitraums mit circa 9,8 % relativ stabil blieb, wurde in der kohlenhydratreduzierten Gruppe eine mittlere Abnahme von ausgehend 9,8 auf 7,6 % erzielt ( $P < 0,05$ ).

Weiterhin führten Kodama et al. eine Meta-Analyse aus 22 Studien durch, die eine Low Fat High Carb (HC)- mit einer High Fat Low Carb (LC)-Ernährung verglich. Zu den erstgenannten zählten die Ernährungsformen, die ein Verhältnis von Kohlenhydraten zu Fett von 1,67 bis 7,30 enthielten. Eine LC-Ernährung wurde bei einem Kohlenhydrat-zu-Fett-Verhältnis von 0,60 bis 1,56 definiert. Das Ergebnis dieser Studie war, dass bei einer HC-Ernährung der 2-h-Glukose-Wert um 10,3 % ( $P \leq 0,001$ ), das Nüchterninsulin um 8,4 % ( $P \leq 0,05$ ) und das 2-h-Nüchterninsulin um 12,8 % ( $P \leq 0,001$ ) höher lagen als bei denjenigen, die sich nach LC ernährten. [26]

### **Low carb und die Veränderung der Blutfette**

Eine signifikante mittlere Abnahme der Triglyzeride, von ausgehend 2,69 auf 1,57 mmol/L, entsprechend um 42 %, wurde in der Arbeit von Yancy et al. erzielt [20]. Auch Gannon et al. berichteten von einer signifikanten Verringerung der Nüchtern-Triglyzeridwerte. Diese konnten nur in der low-carb-Gruppe, nicht jedoch in der konventionellen Gruppe, signifikant gesenkt werden. In der low-carb-Gruppe fand eine signifikante mittlere Abnahme von ausgehend 246 auf 149 mg/dl statt ( $P < 0,05$ ). [24]

Auch innerhalb des 12-wöchigen Programms der Why-WAIT-Studie wurde eine signifikante Abnahme der mittleren Triglyzeridwerte erzielt. Dabei bestanden mittlere Verringerungen von ausgehend 138,2 auf 99,1 mg/dl ( $P < 0,001$ ). Zusätzlich wurden in dieser Studiengruppe Gesamt- und LDL-Cholesterin signifikant reduziert. Die mittleren Werte nahmen dabei von ausgehend 165,8 bzw. 100,8 mg/dl auf 144,1 bzw. 86,0 mg/dl ab ( $P < 0,001$ ). [21]

Nach der Meta-Analyse von Kodama et al. lagen die Triglyzeride um 13,4 % ( $P \leq 0,001$ ), das Gesamt-Cholesterin um 1,6 % ( $P > 0,05$ ) und das LDL-Cholesterin um 0,1 % ( $P > 0,05$ ) bei denjenigen, die sich nach HC ernährten, höher als bei denen, die sich an LC hielten. Demgegenüber war das HDL-Cholesterin in der erstgenannten Gruppe 5,6 % niedriger ( $P \leq 0,001$ ) als in der zweitgenannten Gruppe. [26]

### **Low carb und die Behandlung der mit Diabetes mellitus assoziierten Begleiterkrankungen**

Bluthochdruck (Hypertonie) ist eine sehr häufige Begleiterkrankung von Diabetes mellitus, von der 20 bis 60 % der Diabetiker betroffen sind. Er stellt einen zusätzlichen Risikofaktor für kardiovaskuläre Ereignisse, wie Myokardinfarkt, Schlaganfall sowie mikrovaskuläre Komplikationen, wie Retinopathie dar. [27] Kardiovaskuläre Ereignisse sind die häufigste Todesursache bei Diabetes mellitus [28].

Eine weitere Begleit- bzw. Folgeerkrankung des Diabetes mellitus ist die Beeinträchtigung der Nierenfunktion (Nephropathie). Laut des Deutschen Gesundheitsberichts Diabetes 2009 entwickeln 9,6 % der Diabetiker innerhalb der ersten zehn Jahre ihrer Erkrankung eine Diabetische Nierenkrankheit. 0,4 % der Betroffenen sind dabei auf eine Dialysebehandlung angewiesen. [29] Insgesamt muss bei etwa 30 % der Diabetiker mit einer Entwicklung der Niereninsuffizienz gerechnet werden, die als direkte Folge der Erkrankung zu werten ist. Neben dem persönlichen Leid und den deutlichen Einbußen in der Lebensqualität, sind mit diesen Begleiterkrankungen immense Kosten für das Gesundheitssystem verbunden. Auf der Basis von 2001 wird angegeben, dass in Deutschland allein für die Behandlung der Folgeerkrankungen von Diabetes mellitus Kosten in Höhe von 9,6 Milliarden € pro Jahr entstanden. 2,1 Milliarden €, d. h. mehr als 20 %, entfielen alleine auf die Behandlung von Nierenerkrankungen. [6]

Der beste Schutz vor der Entwicklung einer diabetischen Nephropathie ist eine gute Blutzuckereinstellung mit einem niedrigen HbA1c. Aufgrund aktueller Daten empfiehlt das Joslin Diabetes Center in Harvard für Diabetiker eine Eiweißzufuhr von 20 bis 30 Energieprozent (siehe S. 10) [23]. Durch Reduktion der Kohlenhydrate im Austausch gegen Eiweiß lässt sich auch unabhängig von einer Gewichtsabnahme die Blutzuckereinstellung verbessern. Diese erhöhte Eiweißzufuhr gilt aber nur für die

Diabetiker ohne Nephropathie. Besteht bereits eine Nephropathie mit erhöhten Retentionswerten, ist wegen der vermehrten Stickstoffbelastung, die Eiweißzufuhr entsprechend zu reduzieren. Die Zufuhr von 0,6 g pro kg Körpergewicht sollte jedoch nicht unterschritten werden, da es sonst zu einer Eiweiß-Mangelversorgung kommen kann. [30]

Der Thematik, dass eine erhöhte Eiweißzufuhr mit einer erhöhten Nierenbelastung assoziiert ist, ging auch die Arbeitsgruppe von Knight et al. [31] nach. In ihrer Studie, die im Rahmen der Nurses` Health Study an 1.624 Frauen im Alter von 42 bis 68 Jahren durchgeführt wurde, konnte bei den Frauen mit einer normalen Nierenfunktion innerhalb des elfjährigen Erfassungszeitraums keine Verschlechterung der Nierenfunktion bei erhöhter Eiweißzufuhr erkannt werden. Hingegen wurde bei Frauen mit einer leichten Nieren-Insuffizienz und hohem Eiweißverzehr deutlich, dass die Verschlechterung der Nierenleistung beschleunigt wurde, insbesondere wenn es sich um tierisches Eiweiß handelte, das nicht aus Milchprodukten stammte.

Bei bestehender Beeinträchtigung der Nierenfunktion sollte daher der Eiweißqualität besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden. Es ist zu berücksichtigen, dass bei Dialyse-Patienten aufgrund der Dialyse erhöhte Eiweißverluste resultieren und hier ein zusätzlicher Eiweißbedarf bestehen kann.

Die Studie nach Janka et al. [32] berichtete davon, dass das Risiko für die Ausbildung einer schwerwiegenden Retinopathie bei insulinpflichtigen Diabetikern mit zunehmendem HbA1c-Wert ansteigt. Zudem wurde deutlich, dass die Diabetiker mit einem diastolischen Blutdruck > 70 mmHg ein deutlich höheres Risiko aufwiesen als diejenigen mit einem diastolischen Blutdruck < 70 mmHg.

In der Why-WAIT-Studie wurde eine signifikante Abnahme des mittleren systolischen und diastolischen Blutdrucks erkannt. Der systolische Blutdruck nahm von ausgehend 128,1 auf 122,6 mmHg ab, während der diastolische Blutdruck von 75,5 auf 72,1 mmHg gesenkt werden konnte ( $P < 0,001$ ). [21]

Weitere Studien berichten von einem direkten Zusammenhang zwischen erhöhten Blutzucker- und -insulinwerten und dem Auftreten von Hypertonie [33-35].

Diese Daten verdeutlichen, dass bei der Behandlung von Typ-2-Diabetikern neben der Blutzuckerregulation, der Reduktion des Körpergewichts und der Fettmasse, eine effektive Senkung der Blutdruckwerte angestrebt werden sollte.

## **Internationale Zufuhrempfehlungen**

In den USA wurde die Situation erkannt und die Ernährungsempfehlungen für übergewichtige und adipöse Typ-2-Diabetiker, Personen mit Prädiabetes und diejenigen mit einem erhöhten Risiko, eine Diabetes-Erkrankung zu entwickeln, angepasst. So wird nach dieser Leitlinie den betroffenen Personen empfohlen lediglich 40 % der täglichen Energiezufuhr in Form von Kohlenhydraten, jedoch mindestens 130 g pro Tag, aufzunehmen. Im Gegenzug werden 30 bis 35 % Fett und 20 bis 30 % der Energiebedarfsdeckung über Eiweiß empfohlen. Mit dieser Empfehlung wird deutlich, dass, neben der Einschränkung der Kohlenhydratzufuhr, eine ausreichende (und nicht, wie häufig empfohlen, eine reduzierte) Eiweißzufuhr einen wesentlichen Schwerpunkt in der Ernährung von übergewichtigen Typ-2-Diabetikern bildet und von renommierten Fachkräften empfohlen wird. Bezüglich der Kohlenhydrate werden insbesondere diejenigen mit einem niedrigen glykämischen Index / niedrigen glykämischen Last empfohlen. Neben einer erhöhten Zufuhr von Gemüse, Hülsenfrüchten und Obst wird eine tägliche Ballaststoffzufuhr von mindestens 20 bis 35 g angegeben. Bezüglich der Fette sollte auf eine geringe Aufnahme von gesättigten Fetten (max. 10 % der täglichen Energiezufuhr) und eine erhöhte Zufuhr von einfach- oder mehrfachungesättigten Fetten geachtet werden. [23] Von der American Diabetes Association (ADA) wird darauf hingewiesen, dass bereits in einer Vielzahl von Studien nach einer optimalen Nährstoffrelation für Diabetiker gesucht wurde, es jedoch unwahrscheinlich ist, dass eine solche Nährstoffrelation existiert, die für alle Diabetiker gilt und für alle anwendbar ist. Aufgrund der aktuellen Datenlage hat die ADA im Januar 2008 eine kohlenhydratreduzierte Ernährung als zumindest gleichwertig zu den bisherigen Ernährungsformen in ihre aktuellen Leitlinien aufgenommen. [36]

## **Eigene Daten**

Das Bodymed-Ernährungskonzept entspricht den vorgestellten Empfehlungen des Joslin-Instituts [23]. Es basiert auf einer kohlenhydratreduzierten, fettmodifizierten und eiweißoptimierten Ernährung. Die empfohlene Nährstoffrelation, bezogen auf die tägliche Energiezufuhr, beträgt 30 bis 40 % Kohlenhydrate, 20 bis 30 % Eiweiß und 30 bis 40 % Fett. Bei den Kohlenhydraten werden Nahrungsmittel mit niedrigem/r glykämischen/r Index/Last bevorzugt. Bei den Fetten wird auf eine hochwertige Auswahl geachtet, d. h. die Zufuhr an gesättigten Fetten wird gering gehalten,

während ungesättigte und mehrfach ungesättigte Fette bevorzugt verzehrt werden. Trotz der moderaten Kohlenhydratreduktion wurden gute Ergebnisse erzielt, die den vorgestellten Daten entsprechen.

An Hand eines Kollektivs von 85 Diabetikern und 28 Nicht-Diabetikern wurde deutlich, dass innerhalb des 12-wöchigen Kurses in beiden Gruppen eine signifikante Gewichtsabnahme (um im Mittel 7,7 bzw. 7,4 kg) erzielt werden konnte, die hauptsächlich (zu über 60 %) auf die Reduktion von Körperfett zurückzuführen war. Zwischen den beiden Gruppen ergaben sich keine signifikanten Unterschiede.

Neben Gewicht und Körperfett konnten HbA1c (von ausgehend 7,3 auf 6,7 %), Gesamt-Cholesterin (von 211,8 auf 203,2 mg/dl), LDL-Cholesterin (von 126,3 auf 120,0 mg/dl) sowie systolischer (von 142,4 auf 132,2 mmHg) und diastolischer Blutdruck (von 83,2 auf 78,5 mmHg) innerhalb des zwölfwöchigen Kurses signifikant reduziert werden, während das mittlere HDL-Cholesterin von ausgehend 47,5 auf 49,2 mg/dl anstieg ( $P \leq 0,05$ ). Gleichzeitig konnte die Medikation reduziert werden.

Entsprechend der Erfolgskriterien der nationalen Fachgesellschaften für ambulante Adipositasprogramme, wie das Bodymed-Ernährungskonzept, sollte mindestens die Hälfte der Teilnehmer dieser Programme ein Jahr nach Programmbeginn ihr Ausgangsgewicht um mindestens fünf Prozent reduziert haben. 20 % der Teilnehmer sollten eine Gewichtsabnahme von mindestens zehn Prozent aufweisen (die Basis der Auswertung bildet die Intention-to-treat-Analyse). [37] Sowohl von Diabetikern als auch von Nicht-Diabetikern wurden diese Ziele mit dem Bodymed-Ernährungskonzept erfüllt bzw. sogar übertroffen. 68,4 % der Diabetiker ( $n=39$  von 57) und 90,0 % der Nicht-Diabetiker ( $n=18$  von 20) hatten ein Jahr nach Programmbeginn ihr Ausgangsgewicht um mindestens fünf Prozent und 33,3 % (Diabetiker,  $n=19$ ) sowie 35,0 % (Nicht-Diabetiker,  $n=7$ ) um mindestens zehn Prozent reduziert.

Diese Daten zeigen, dass sowohl Diabetiker als auch Nicht-Diabetiker von einer kohlenhydratreduzierten, fettmodifizierten und eiweißoptimierten Ernährung, wie sie im Bodymed-Ernährungskonzept umgesetzt wird, profitieren.

## **Kosten und Diabetes mellitus**

Wie eingangs erwähnt, ist Diabetes mellitus mit einer Vielzahl von Folgeerkrankungen assoziiert, wie Hypertonie, Hyperlipidämie, Retinopathie oder Nephropathie [4]. Derartige Erkrankungen können für den Betroffenen eine deutliche Einschränkung der Lebensqualität bedeuten und dem Gesundheitssystem hohe Kosten verursachen [6].

Mit den Kosten für Diabetes mellitus befasste sich die namensgleiche KoDiM-Studie. Sie basiert auf der Datengrundlage von 306.736 Versicherten der AOK Hessen und wurde im Jahr 2001 erhoben. 26.971 der Versicherten waren Diabetiker (ca. 10 % Typ 1, 90 % Typ 2). [6]

Im Rahmen dieser Erfassung wurden die Diabetes-Exzesskosten, d. h. die Mehrkosten, die bei Diabetikern im Vergleich zu Nicht-Diabetikern anfallen, bestimmt. Während die direkten Kosten (wie Krankenversorgung und Pflege) eines Diabetikers jährlich 5.262 € betragen, verursachte ein Nicht-Diabetiker in dieser Zeit Kosten in Höhe von 2.755 €. Bei einer Gesamtzahl von 5,8 Mio. Diabetikern in Deutschland (Stand: 2001), ist dies mit Mehrkosten in Höhe von 14,6 Mrd. € pro Jahr verbunden, die auf die Diabetes-Erkrankung zurückzuführen sind. Neben den direkten Diabetes-Exzesskosten müssen jedoch auch die indirekten Kosten der Diabetes-Erkrankung, wie die Kosten aufgrund von Frühberentung oder Arbeitsunfähigkeit, berücksichtigt werden. Während 2001 für einen Nicht-Diabetiker jährliche Kosten für Frühberentung und Arbeitsunfähigkeit in Höhe von 3.691 € entstanden, wurden für einen Diabetiker jährliche Kosten von 5.019 € erfasst. Pro Diabetiker ergaben sich somit indirekte Diabetes-Exzesskosten von 1.328 € pro Jahr, hochgerechnet auf die Gesamtzahl der Diabetiker ergibt sich eine Summe von 7,7 Mrd. €. Werden die direkten und indirekten Mehrkosten aufaddiert, die auf eine Diabetes-Erkrankung zurückzuführen waren, ergibt sich eine Gesamtsumme von 22,3 Milliarden € pro Jahr (Stand: 2001). [6]

Aufgrund der starken Vergesellschaftung von Übergewicht und Typ-2-Diabetes mellitus, ist in den letzten Jahren (in allen Altersklassen) nicht nur eine alarmierende Zunahme von Übergewicht und Adipositas zu verzeichnen, sondern zusätzlich ein erheblicher Anstieg der von Typ-2-Diabetes mellitus Betroffenen. Aus diesen Entwicklungen wird deutlich, dass in den kommenden Jahren mit einer deutlichen Zunahme von Betroffenen, den entsprechenden Begleiterkrankungen und der damit verbundenen Kostenzunahme zu rechnen ist. Im Gegenzug wird ersichtlich, welche

Minderung der Zahl der Betroffenen und welche Kostenersparnis durch eine erfolgreiche und nachhaltige Gewichtsreduktion möglich wäre.

### **Fazit**

Diese Ergebnisse zeigen, dass insbesondere Typ-2-Diabetiker von einer mäßig kohlenhydratreduzierten Ernährung profitieren. Im Austausch gegen die Kohlenhydrate sollte die Zufuhr an hochwertigem Eiweiß erhöht werden. Eine extrem fettreiche Kost ist allerdings nach wie vor nicht zu empfehlen, zumal der günstige Anfangs-Effekt auf die Gewichtsabnahme auch unter dieser Diät später nachlässt und zusätzlich Zusammenhänge mit der Krebsentstehung diskutiert werden.

Wie aufgeführt, hat die kohlenhydratreduzierte und eiweißoptimierte Ernährung einen positiven Einfluss auf die Gewichtsreduktion, Blutparameter und die eingesetzte Medikation. Neben den positiven Aspekten, die bei den Betroffenen erzielt werden können, wie eine erhöhte Zufriedenheit, eine bessere Sättigung, eine verbesserte Lebensqualität und eine verminderte Einschränkung bei den Alltagsaktivitäten, kann darüber hinaus eine deutliche Kostenminderung der direkten und indirekten Krankheitskosten im Gesundheitssystem erreicht werden.

Daher ist es wünschenswert, dass die kohlenhydratreduzierte, fettmodifizierte und eiweißoptimierte Ernährung nicht nur in Übersee, sondern auch in die nationalen Ernährungsempfehlungen eingebunden wird und in Deutschland die bestehenden Empfehlungen entsprechend aktualisiert werden. Hiervon könnten nicht nur die Betroffenen, sondern auch das Gesundheitssystem profitieren.

## **Literatur:**

Schmeisl, G-W.: Erst Adipositas, dann Diabetes mellitus Typ 2, Ernährungs-Umschau, 2009; 4: 224-229. [1]

Hauner, H: Epidemiologie und Kostenaspekte des Diabetes in Deutschland: Dtsch. Med. Wochenschr. 2005; 130: S64-S65. [2]

Hauner, H.; Köster, I.; Schubert, I.: Trends in der Prävalenz und ambulante Versorgung von Menschen mit Diabetes mellitus: Deutsches Ärzteblatt, Jg. 104, Heft 41, 12. Oktober 2007: S. A2799-A2805. [3]

Deutscher Gesundheitsbericht Diabetes 2008, vorgelegt von der Deutschen Diabetes-Union und dem nationalen Aktionsforum Diabetes mellitus (NAFDM) zum Weltdiabetestag im November 2007. [4]

Hauner, H.; Köster, I.; von Leber, L.: Prävalenz des Diabetes mellitus in Deutschland 1998-2001. Sekundärdatenanalyse einer Versichertenstichprobe der AOK Hessen / KV Hessen: Dtsch. Med. Wochenschr. 2003; 128: 2632- 2638. [5]

Köster, I; von Ferber, L.; Hauner, H.: Die Kosten des Diabetes mellitus – Ergebnisse der KoDiM-Studie; PMV Forschungsgruppe, Pressekonferenz, 28. Juli 2005. [6]

Kerner, W. et al.: Definition, Klassifikation und Diagnostik des Diabetes mellitus. In: Evidenzbasierte Diabetes-Leitlinien DDG: Scherbaum, W. A.; Lauterbach, K. W.; Joost, H. G.; 1. Auflage. Deutsche Diabetes-Gesellschaft, 2001. [7]

Liebermeister, H.: Die Broteinheit – erneut und breiter definiert: Aktuelle Ernährungsmedizin, 1994; 19: 188-190. [8]

Kasper: Ernährungsmedizin und Diätetik, Urban & Schwarzenberg-Verlag, 8. Auflage, 1996. [9]

Klein et al.: Weight management through lifestyle modification for the prevention and management of type 2 diabetes: rationale and strategies. A statement of the American Diabetes Association, the North American Association for the Study of Obesity, and the American Society for Clinical Nutrition: Am. J. Clin. Nutr., 2004; 80: 257-63. [10]

Arora et al.: The case of low carbohydrate diets in diabetes management: Nutrition & Metabolism, 2005; 2: 16-24. [11]

Kennedy et al.: Dietary-Fat Intake in the US Population: J. of the American College of Nutr., 1999; Vol. 18, No. 3: 207-212. [12]

Mack et al.: Low Carb: Kohlenhydratarme Kostformen unter der Lupe: Ernährungs-Umschau, 2007; 12: 720-726. [13]

Deutsche Gesellschaft für Ernährung: Ernährungsbericht, 1996. [14]

Deutsche Gesellschaft für Ernährung: Ernährungsbericht, 2004. [15]

Bundesforschungsinstitut für Ernährung und Lebensmittel, Karlsruhe: Nationale Verzehrsstudie II, 2008. [16]

Westman et al.: Has carbohydrate-restriction been forgotten as a treatment for diabetes mellitus? A perspective on the ACCORD study design: Nutr. Metab. (Lond.), 2008, Apr. 9; 5: 10. [17]

Hauner et al.: Kohlenhydratmoderate Ernährung für Menschen mit Diabetes: Ernährungs-Umschau, 2008; 4: 230-233. [18]

Ebbeling et al.: A Reduced-Glycemic Load Diet in the Treatment of Adolescent Obesity: Arch. Pediatr. Adolesc. Med., 2003; 157: 773-779. [19]

Yancy et al.: A low-carbohydrate, ketogenic diet to treat type 2 diabetes: Nutr. & Metab., 2005; 2: 34. [20]

Hamdy et al.: Why WAIT Program: A Novel Model for Diabetes Weight Management in Routine Clinical Practica: Obesity Management, August 2008: 176-183. [21]

Brehm et al.: A Randomized Trial Comparing a Very Low Carbohydrate Diet and a Calorie-Restricted Low Fat Diet on Body Weight and Cardiovascular Risk Factors in Healthy Women: J. Clin. Endocrinol. Metab., 2003; 88: 1617-1623. [22]

Joslin Diabetes Center & Joslin Clinic: Clinical nutrition guideline for overweight and obese adults with type 2 diabetes, prediabetes or those at high risk for developing type 2 diabetes. 03/29/2007

[http://www.joslin.org/Files/Nutrition\\_Guideline\\_Graded.pdf](http://www.joslin.org/Files/Nutrition_Guideline_Graded.pdf) [23]

Gannon et al.: Effect of a High-Protein, Low-Carbohydrate Diet on Blood Glucose Control in People With Type 2 Diabetes: *Diabetes*, 2004; 53: 2375-2382. [24]

Stern et al.: The Effects of Low-Carbohydrate versus Conventional Weight Loss Diets in Severely Obese Adults: One-Year Follow-up of a Randomized Trial: *Ann. Intern. Med.*, 2004; 140: 778-785. [25]

Kodama et al.: Influence of Fat and Carbohydrate Proportions on the Metabolic Profile in Patients with Type 2 Diabetes: A Meta-Analysis: *Diabetes Care*, 2009; 32, No. 5: 959-965. [26]

Arauz-Pacheco et al.: The Treatment of Hypertension in Adult Patients With Diabetes: *Diabetes Care*, 2002; 25 (1): 134-147. [27]

McFarlane et al.: Prevention of type 2 diabetes: *Curr. Diab. Rep.*, 2003; 3 (3): 235-241. [28]

Deutscher Gesundheitsbericht Diabetes 2009, vorgelegt von der Deutschen Diabetes-Union und dem nationalen Aktionsforum Diabetes mellitus (NAFDM) zum Weltdiabetestag im November 2008. [29]

Toeller et al.: Evidenz-basierte Ernährungsempfehlungen zur Behandlung und Prävention des Diabetes mellitus: *Diabetes und Stoffwechsel*, 2005; 14: 75-94. [30]

Knight et al.: The Impact of Protein Intake on Renal Function Decline in Women with Normal Renal Function or Mild Renal Insufficiency: *Ann. Intern. Med.*, 2003; 138: 460-467. [31]

Janka et al.: Risk factors for progression of background retinopathy in long-standing IDDM: *Diabetes*, 1989; 38 (4): 460-464. [32]

McFarlane et al.: Insulin Resistance and Cardiovascular Disease: *J. Endocrinol. Metabol.*, 2008; 86 (2): 713-718. [33]

Ferrannini et al.: Insulin resistance in essential hypertension: *N. Engl. J. Med.*, 1987; 317 (6): 350-357. [34]

Shen et al.: Resistance to insulin-stimulated-glucose uptake in patients with hypertension: *J. Clin. Endocrinol. Metab.*, 1988; 66 (3): 50-583. [35]

American Diabetes Association: Nutrition Recommendations and Interventions for Diabetes: Diabetes Care, 2008; 31, Suppl. 1, S61-S78. [36]

Hauer, H. et al.: Qualitätskriterien für ambulante Adipositasprogramme. Eine gemeinsame Initiative der Deutschen Adipositas-Gesellschaft, Deutschen Akademie für Ernährungsmedizin, Deutsche Gesellschaft für Ernährung, Deutsche Gesellschaft für Ernährungsmedizin. Adipositas, 2000, 10 (Heft 19), 5-8. [37]