

# Diabetologie und Stoffwechsel

*Supplement*

**S2**

November 2024  
Seite S109–S462  
19. Jahrgang

This journal is listed in  
Science Citation Index,  
EMBASE and SCOPUS

Offizielles Organ  
der Deutschen  
Diabetes Gesellschaft

**DDG** Deutsche  
Diabetes  
Gesellschaft

**PRAXISEMPFEHLUNGEN DDG**

CLINICAL PRACTICE RECOMMENDATIONS

**Praxisempfehlungen  
der Deutschen  
Diabetes Gesellschaft**

*Herausgegeben von  
M. Kellerer  
K. Müssig  
im Auftrag der DDG*

▪ Aktualisierte Version 2024

 **Thieme**

# Empfehlungen zur Ernährung von Personen mit Typ-2-Diabetes mellitus

## Autorinnen/Autoren

Thomas Skurk<sup>1</sup>, Anja Bosity-Westphal<sup>2</sup>, Arthur Grünerbel<sup>3</sup>, Stefan Kabisch<sup>4,5</sup>, Winfried Keuthage<sup>6</sup>, Peter Kronsbein<sup>7</sup>, Karsten Müssig<sup>8</sup>, Helmut Nussbaumer<sup>9</sup>, Andreas F. H. Pfeiffer<sup>10</sup>, Marie-Christine Simon<sup>11</sup>, Astrid Tombek<sup>12</sup>, Katharina S. Weber<sup>13</sup>, Diana Rubin<sup>14,15</sup>, für den Ausschuss Ernährung der DDG

## Institute

- 1 ZIEL-Institute for Food & Health, Technische Universität München, Freising, Deutschland
- 2 Institut für Humanernährung, Agrar- und Ernährungswissenschaftliche Fakultät, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Kiel, Deutschland
- 3 Diabeteszentrum München Süd, München, Deutschland
- 4 Deutsches Institut für Ernährungsforschung Potsdam-Rehbrücke, Potsdam, Deutschland
- 5 Deutsches Zentrum für Diabetesforschung (DZD), München, Deutschland
- 6 Schwerpunktpraxis für Diabetes und Ernährungsmedizin, Münster, Deutschland
- 7 Fachbereich Oecotrophologie, Hochschule Niederrhein, Campus Mönchengladbach, Mönchengladbach, Deutschland
- 8 Klinik für Innere Medizin, Gastroenterologie und Diabetologie, Niels-Stensen-Kliniken, Franziskus-Hospital Harderberg, Georgsmarienhütte, Deutschland
- 9 Diabetesakademie Südostbayern, Traunstein, Deutschland/HLW Health Academy, Braunau, Österreich
- 10 Abt. Endokrinologie, Diabetes und Ernährungsmedizin, Charité Universitätsmedizin Berlin, Berlin, Deutschland
- 11 Institut für Ernährungs- und Lebensmittelwissenschaften, Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn, Bonn, Deutschland
- 12 Diabetes-Klinik Bad Mergentheim, Bad Mergentheim, Deutschland

13 Institut für Epidemiologie, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Kiel, Deutschland

14 Vivantes Klinikum Spandau, Berlin, Deutschland

15 Vivantes Humboldt Klinikum, Berlin, Deutschland

## Bibliografie

Diabetol Stoffwechs 2024; 19: S251–S269

DOI 10.1055/a-2312-0040

ISSN 1861-9002

© 2024. Thieme. All rights reserved.

Georg Thieme Verlag KG, Oswald-Hesse-Straße 50, 70469 Stuttgart, Germany

**Zitierweise für diesen Artikel** Diabetol Stoffwechs 2024; 19: S251–S269. DOI: 10.1055/a-2312-0040

Dieser Beitrag ist eine aktualisierte Version und ersetzt den folgenden Artikel: Skurk T, Bosity-Westphal A, Grünerbel A et al. Empfehlungen zur Ernährung von Personen mit Typ-2-Diabetes mellitus. Diabetol Stoffwechs 2023; 18: S270–S304. DOI: 10.1055/a-1997-7924

## Korrespondenzadresse

Prof. Dr. med. Thomas Skurk

Technische Universität München, ZIEL – Institute for Food & Health, Gregor-Mendel-Str. 2, 85354 Freising, Deutschland

Tel.: +49/81 61/71 2007

skurk@tum.de

## Aktualisierungshinweis

Die DDG-Praxisempfehlungen werden regelmäßig zur zweiten Jahreshälfte aktualisiert. Bitte stellen Sie sicher, dass Sie jeweils die neueste Version lesen und zitieren. Der Praktikabilität wegen handelt es sich bei den vorliegenden Ernährungsempfehlungen um eine gekürzte Version des Vorjahres. Es ist geplant eine wissenschaftlich kommentierte Version als S1-Leitlinie zu publizieren.

## INHALTLICHE NEUERUNGEN GEGENÜBER DER VOR-JAHRESFASSUNG

**Neuerung 1:** Für die mediterrane und vegetarische Ernährung konnten mit moderater Evidenz protektive Effekte auf zahlreiche kardiometabolische Parameter gezeigt werden

**Begründung:** Neue Auswertung

**Ggf. stützende Quellenangabe:** [97]

## Präambel

Diese Praxisempfehlung richtet sich an alle Berufsgruppen, die Menschen mit Typ-2-Diabetes mellitus (T2Dm) betreuen. Neben den vielgestaltigen Aspekten der Ernährung bei Diabetes wird insbesondere eine Individualisierung von Therapie, Beratung, Empowerment und Diabetes-Selbstmanagement [1–3] gefordert. Dabei wird eine nach Behandlungsformen getrennte Darstellung für erforderlich erachtet, da sich die therapeutische Bedeutung der Ernährung jeweils deutlich unterscheidet und vor dem Hintergrund unterschiedlicher medikamentöser Therapiekomponenten gesehen werden muss.

Charakteristisch für den T2Dm ist sein progressiver Verlauf im Sinne einer individuell unterschiedlich schnell voranschreitenden  $\beta$ -Zell-Insuffizienz [4–7]. Vor diesem Hintergrund weisen Patienten mit T2Dm ganz unterschiedliche Charakteristika und Behandlungsformen auf [8]. Unter besonderen Lebensumständen, z. B. Sarkopenie und Pflegebedürftigkeit, ist die Ernährung unter starker Berücksichtigung persönlicher Vorlieben und unter Betonung der Deckung des Proteinbedarfs zu gestalten.

Insgesamt muss demzufolge die Ernährungstherapie stark individualisiert werden, um ihr Potenzial voll auszuschöpfen.

Der Ernährungstherapieplan muss auch mit der gesamten Managementstrategie einschließlich der Verwendung von Medikamenten, körperlicher Aktivität usw. koordiniert und laufend abgestimmt werden.

## Empfehlungen für das Körpergewicht

### Allgemeine Empfehlungen

#### EMPFEHLUNG

- Bei Übergewicht soll im Allgemeinen eine Gewichtsreduktion angestrebt werden.
- Weight cycling sollte vermieden werden.
- Gewichtsreduktion muss klar indiziert sein, bevor sie empfohlen wird. Ein höheres Lebensalter ist ein Risikofaktor für Sarkopenie und kardiometabolische Nachteile durch hypokalorische Diäten.

### Kommentar

Adipositas allein ist ein eigenständiger Risikofaktor auch für koronare Herzerkrankung (KHK). Eine moderate Gewichtsreduktion hingegen (5–10% vom aktuellen Gewicht) vermindert Risiken wie Insulinresistenz, Hyperglykämie und Dyslipidämie [9]. Dadurch lassen sich Folgekomplikationen vermindern. Eine very-low-calorie diet (VLCD; 624 kcal/d) über 8 Wochen kann zudem zu einer vorübergehenden Diabetesremission von mindestens 6 Monaten führen [10]. Die Effektivität einer VLCD-Diät ist größer bei einer kürzeren Diabetesdauer sowie bei höheren Nüchtern-Insulin- und C-Peptidwerten [11]. Ein intensives Gewichtsmanagement führt bei einer einjährigen Lebensstilintervention mit Kombination aus initialer Mahlzeitenersatzmethode (VLCD) und anschließender Mischkost zu einer nachhaltigen Remission [12].

Ein stabiles Körpergewicht scheint dabei mit einem besseren kardio-vaskulären Outcome verbunden zu sein als eine hohe Gewichtsvariabilität [13–15]. Gewichtszunahmen oder Gewichtsschwankungen bei T2Dm sind mit einer höheren Sterblichkeit assoziiert [14, 16].

### Quantitative Aussagen zur angestrebten Gewichtsreduktion, Diabetesremission

#### EMPFEHLUNG

- Das Ausmaß der Gewichtsreduktion orientiert sich an den individuellen Therapiezielen. Für eine Diabetesremission sollte eine Gewichtsreduktion von 15 kg bei Adipositas angestrebt werden.

### Kommentar

Die Assoziation der Adipositas mit allen Komponenten des metabolischen Syndroms macht die Gewichtsreduktion zu einem vorrangigen Therapieziel. Der übliche und realistische Konsens war eine mittlere Gewichtsreduktion um 3–5 kg im Kontext einer Umstellung des Ernährungs- und Bewegungsverhaltens. Mittlerweile wird empfohlen, bei adipösen Personen mit Typ-2-Diabetes eine höhere Gewichtsreduktion anzustreben. Die Remission des T2Dm nach 5 Jahren durchschnittlicher Diabetesdauer und einem Jahr intensiven Lebensstilmodifikationsprogramms mit 8,9% Gewichtsreduktion (Ausgangs-Body-Mass-Index [BMI] 35 kg/m<sup>2</sup>) betrug 11,5% in der Look-Ahead-Studie. Nach 4 Jahren betrug die Gewichtsreduktion noch 4,7% des Ausgangsgewichts, und 7,3% zeigten eine Remission definiert als Nüchternblutzucker unter 126 mg/dl ohne Diabetesmedikamente [17].

In der DiRECT-Studie bedingte eine Gewichtsreduktion von 15 kg durch initiale Formuladiät eine Remission des T2Dm um 86% nach maximal 6 Jahren vorheriger Diabetesdauer. Die Erfolgsrate sank erheblich bei geringerem Gewichtsverlust, allerdings gelang ein so großer Gewichtsverlust nach 1 Jahr nur 24% der Patienten. Die Daten zeigen eine quantitative Wirkung des Gewichtsverlusts auf die Diabetesremission [12]. Patienten sollte deshalb möglichst früh nach der Diagnose eines T2Dm eine entsprechende Therapie angeboten werden [18].

### Einsatz von Telemedizin/DiGAs bei Typ-2-Diabetes mellitus

#### EMPFEHLUNG

- Telemedizinische Anwendungen/DiGAs können die Umsetzung von Verhaltensmodifikationen unterstützen, die bei der Therapie des T2Dm empfohlen werden.
- Telemedizin kann die Adhärenz für Gewichtsreduktionsprogramme und die Erreichbarkeit erhöhen.

### Kommentar

Telemedizinische Anwendungen können von Ärzten und Psychotherapeuten verordnet und von den gesetzlichen Krankenkassen

erstattet werden, wenn sie als sog. Digitale Gesundheitsanwendungen (DiGA) in das Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte-(BfArM)-Verzeichnis aufgenommen sind. Geregelt ist dies im Digitalen Versorgungsgesetz (DVG), das im Dezember 2019 in Kraft getreten ist. DiGA werden in der Regel vom Patienten allein genutzt. Es ist aber auch möglich, dass Patienten und Leistungserbringer die DiGA, z. B. in Form von Telekonsilen oder Chats, gemeinsam nutzen. Zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dieser Praxisempfehlungen ist im BfArM-Verzeichnis eine „Diabetes“-DiGA mit der Indikation „Diabetes & Depression“ geführt. Weitere DiGAs mit der Indikation „Diabetes“ (v. a. T2Dm) sind vorläufig zugelassen oder in der Entwicklung/Evaluationsphase. Die DiGAs „Oviva Direkt“ und „Zanadio“ mit der Indikation „Adipositas“ sind dauerhaft in das BfArM-Verzeichnis aufgenommen.

## Strategien zur Gewichtsreduktion und zum Gewichtserhalt

### EMPFEHLUNG

- Gewichtsreduktion muss klar indiziert sein, bevor sie empfohlen wird. Ein höheres Lebensalter ist ein Risikofaktor für Sarkopenie und kardiometabolische Nachteile durch hypokalorische Diäten. Bislang ist keine Ernährungsform anderen Diätmustern bei der Gewichtsreduktion klar überlegen.
- Die engmaschige Betreuung durch Ernährungsberatung ist notwendig, um eine langfristig gute Compliance zu ermöglichen.
- Die Strategie zur Gewichtsreduktion soll zu den Präferenzen der übergewichtigen Person passen (individuelle Ernährungstherapie).
- Die Strategie zur nachhaltigen Stabilisierung eines reduzierten Körpergewichts soll individuell mit der betroffenen Person abgestimmt sein. Dabei wird eine engmaschige Betreuung durch Ernährungsberatung als notwendig angesehen, um eine langfristig gute Compliance zu ermöglichen.

### Kommentar

Verschiedene Formen der hypokalorischen Ernährungsumstellung – von langfristig nutzbaren bis auf kurze Interventionen beschränkte Verfahren – führen bei T2Dm-Patienten zu einer Reduktion des Körpergewichts und oftmals auch zu einer Verbesserung der Stoffwechsellage und weiterer kardio-vaskulärer Risikofaktoren. Allerdings gelingt eine nennenswerte, langfristige Gewichtsabnahme nur wenigen Patienten. Bislang existieren kaum Konzepte, die langfristig strukturiert und explizit auf die Stabilisierung eines verminderten Körpergewichts nach initialer Gewichtsreduktion fokussieren. Als nicht-diätetische Optionen zur Gewichtsreduktion beherrschen zunehmend bariatrische Verfahren [19] und die medikamentöse Therapie das Bild.

Für die diätetische Gewichtsreduktion haben sich zahlreiche Strategien entwickelt, die sich von ihrem Ansatz hinsichtlich der

täglichen Energieaufnahme (Low-Calorie Diet [LCD]/VLCD), der Nährstoffrelation (Low-Fat/Low-Carb), der Konsistenz (übliche Lebensmittel/Formula-Drinks), der Bevorzugung einer omnivoren bzw. einer vegetarischen/veganen Ernährungsweise, der Begrenzung von Fasten- und Esszeiten (Intermittierendes Fasten) unterscheiden.

## Interaktion zwischen Ernährung und körperlicher Aktivität

### EMPFEHLUNG

- Ein hohes Maß an körperlicher Aktivität mit geringer Intensität (z. B. zügiges Gehen) nach den Mahlzeiten verbessert die Körpergewichtsregulation und wirkt sich günstig auf die Regulation der Glykämie aus.

### Kommentar

Während Inaktivität oder eine überwiegend sitzende Lebensweise ein Risiko für eine zu hohe Kalorienzufuhr und damit für die Entstehung von Übergewicht darstellen [20–22], sorgt ein hohes Maß an körperlicher Aktivität auch bei einer niedrigen Intensität (z. B. schnelles Gehen) für eine bessere Anpassung des Appetits an den Energiebedarf [23, 24] und verbessert damit die Regulation des Körpergewichts sogar unabhängig von einem höheren Kalorienverbrauch [25]. Zusätzlich haben Trainingsart, Intensität und Timing (nüchtern oder postprandial) einen Einfluss auf die Regulation der Glykämie [25]. Sport mit hoher Intensität (z. B. High-Intensity-Intervall-Training – HIIT) verbessert die Blutzuckerregulation am besten nüchtern [25]. Sicher und effektiv im Hinblick auf die Verbesserung der Glykämie bei Patienten mit T2Dm ist dagegen körperliche Aktivität mit niedriger Intensität. Dementsprechend wirkt sich schnelles Spazierengehen nach dem Essen durch eine Verbesserung der insulinunabhängigen Glukoseaufnahme günstig auf die postprandiale Glykämie aus [26–31].

## Reduktion von Kohlenhydraten (Low-Carb)

### EMPFEHLUNG

- Für die Gewichtsreduktion ist eine moderate Reduktion der Kohlenhydrate vor allem kurzfristig als eine mögliche Methode empfehlenswert (z. B. traditionell mediterran, pflanzenbetont).
- Kohlenhydrate sollten bevorzugt in Form von Vollkornprodukten, Hülsenfrüchten und Nüssen verzehrt werden.
- Für den Gewichtserhalt sind Low-Carb- und Low-Fat-Ernährungsformen wahrscheinlich ebenbürtig und sollten nach individueller Präferenz gewählt werden.
- Insbesondere Low-Carb-Diäten können bei Personen mit Insulintherapie nur unter engmaschiger Therapiekontrolle durchgeführt werden.

## Kommentar

Eine Reduktion von Kohlenhydraten im Rahmen einer Ernährungsintervention führt fast unweigerlich zur Gewichtsreduktion und zu positiven metabolischen Veränderungen. Die wissenschaftliche Literatur betrachtet kohlenhydratarme Ernährungsformen zumeist in Gegenüberstellung zu „Low-Fat“. Kohlenhydratreduktion kann je nach Intensität als Moderate-Carb, Low-Carb oder Very-Low-Carb (Keto-Diät) eingeteilt werden; auch die traditionell mediterrane Diät ist danach eine kohlenhydratreduzierte Ernährungsweise [27].

American Diabetes Association (ADA) und European Association for the Study of Diabetes (EASD) stufen Low-Carb als diätetische Therapieoption ein, stellen die mediterrane Ernährung aber als überlegen voran [32]. Unter den nahrungsqualitativ definierten Ernährungsmodellen schneidet die traditionell mediterrane Diät bei Nüchternblutglukose und Lipidprofil am besten ab, bei HbA<sub>1c</sub>-Wert, Blutdruck und Gewichtsreduktion liegt sie jeweils unter den besten drei Diäten. Low-Carb ist die wirksamste Methode zur Senkung des HbA<sub>1c</sub>-Werts und des Körpergewichts; bei der Reduktion der Nüchternblutglukose, des Blutdrucks und der Blutfette ist diese Ernährungsweise ebenfalls sehr erfolgreich und wirksamer als low-fat [33–35]. Grundsätzlich soll aber eine Gewichtsreduktionsmethode gewählt werden, die von der betroffenen Person präferiert wird. Mit längerer Anwendung gleichen sich Low-Carb- und Low-Fat jedoch in ihrem Effekt an; ob dafür die schwindende Compliance oder ein Versagen der metabolischen Response ursächlich ist, lässt sich derzeit nicht beantworten [36].

Eine wissenschaftliche Fragestellung „Was ist generell die beste Methode zur Gewichtsreduktion?“ ergibt kaum Sinn – angesichts der relevanten Fragestellung „Was ist für die betreffende Person die beste Methode?“ Betrachtet man den Effekt spezifischer Nahrungsgruppen auf das metabolische Gesamtbild aller kardio-vaskulären Risikoparameter, so schneiden unter 66 Lebensmittelkategorien Nüsse, Hülsenfrüchte und Vollkornprodukte – allesamt eiweiß- und ballaststoffreiche Kohlenhydratträger – am besten ab [34]. Ein alleiniger isokalorischer Austausch von verschiedenen verdaulichen Kohlenhydraten gegeneinander bewirkt nur relative geringe Effekte auf Nüchternblutglukose und Low-Density-Lipoprotein (LDL)-Cholesterin (Zucker durch Stärke ersetzt) sowie Homeostasis Model Assessment-Insulin Resistance (HOMA-IR) und Harnsäure (Fructose durch Glukose ersetzt). Die Evidenz dieser Resultate wird aber als gering eingeschätzt [37]. Effekte auf inflammatorische Parameter sind nicht zu beobachten [38]. Insbesondere Low-Carb-Diäten können bei Personen mit Insulintherapie nur unter engmaschiger Therapiekontrolle durchgeführt werden.

## Reduktion von Fetten (Low-Fat)

### EMPFEHLUNG

- Für die Gewichtsreduktion ist eine Reduktion der Fette als eine mögliche Methode empfehlenswert.
- Personen mit T2Dm kann nicht generell eine fettarme Ernährung empfohlen werden.

## Kommentar

Die alleinige Reduktion der Nahrungsfette ist mit einem gegenüber allen kohlenhydratreduzierten Diäten unterlegenen mittleren Outcome zur Gewichtsreduktion, Blutdrucksenkung sowie Optimierung von Triglyzeriden und glykämischen Parametern verbunden [35, 36, 39, 40]. Während die Diabetesprävention durch komplexe Lebensstilintervention mit low-fat-Ansatz konsistent gezeigt ist [40], ist die Chance zur Diabetesremission durch fettarme Ernährungsumstellung als alleinige Maßnahme vergleichsweise klein.

## Transfette

### EMPFEHLUNG

- Industrielle Transfette sollten weiterhin gemieden werden, natürliche Transfette sind wahrscheinlich unproblematisch.

## Kommentar

Industriell hergestellte Transfette erweisen sich in Beobachtungsstudien als mortalitätssteigernd, insbesondere durch ein erhöhtes KHK-Risiko. Ein erhöhtes Diabetesrisiko wird nicht beschrieben [41].

Natürliche Transfette, wie sie in Rindfleisch und Milchprodukten vorkommen, stehen in epidemiologischen Studien mit einem erniedrigten Diabetesrisiko in Verbindung und beeinflussen nicht das Risiko für kardio-vaskuläre Mortalität oder Morbidität [41].

## Gesättigte Fette

### EMPFEHLUNG

- Lebensmittel mit einem natürlichen Gehalt an gesättigten Fetten, insbesondere Milchlaktose, sind bei maßvollem Verzehr unbedenklich. Hochverarbeitete Produkte mit zugesetzten gesättigten Fetten sollten gemieden werden.

## Kommentar

Der Diskurs zu gesättigten Fetten ist auch im Jahr 2024 noch nicht zu einem schlüssigen Ergebnis gekommen. Die durch die Seven Countries Study und viele epidemiologische Folgeerhebungen befeuerte Kritik an gesättigten Fetten (mitunter sogar fälschlicherweise allen Fetten) ist in neueren Metaanalysen zu Kohortenstudien nicht mehr berechtigt [41]. Die Evidenz bezüglich eines Schadenspotenzials von gesättigtem Fett ist nicht hinreichend [42]. Selbst Butter als typisches Lebensmittel mit sehr hohem Anteil an gesättigtem und Gesamt-Fett steigert epidemiologisch nur minimal die Mortalität, beeinflusst aber nicht das kardio-vaskuläre Risiko und steht eher mit geringerem Diabetesrisiko in Verbindung [43]. Auch andere fettreiche oder fettarme Milchprodukte wirken sich kaum nachteilig auf Stoffwechseloutcomes aus [44].

## Ungesättigte Fette

### EMPFEHLUNG

- Ein hoher Anteil ungesättigter Fettsäuren sollte bei Patienten mit T2Dm unabhängig von der Gesamtfettmenge durch Zufuhr natürlicher Lebensmittel, aber nicht durch Supplemente angestrebt werden.

### Kommentar

Beobachtungsstudien beschreiben deutliche diabetes- und kardioprotektive Assoziationen zu einfach und mehrfach ungesättigten Fettsäuren, insbesondere für Linolsäure und alpha-Linolen-säure [45–47].

In Interventionsstudien fehlt der Nachweis der Kardioprotektion und Mortalitätsreduktion für mehrfach ungesättigte (engl. polyunsaturated fatty acids, PUFAs) Omega-6-Fettsäuren und nicht langkettige pflanzliche Omega-3-PUFAs [48, 49]. In Metaanalysen randomisierter, kontrollierter Studien ist zudem kein glykämischer Benefit für ungesättigte Fettsäuren zu sehen, wenn ein Vergleich gegen gesättigte Fettsäuren vorgenommen wird [50]. Gegenüber Kohlenhydraten sind einfach ungesättigte Fettsäuren (engl. monounsaturated fatty acids, MUFAs) in allen metabolischen Achsen, jedoch nicht dem Blutdruck, von Vorteil [51, 52]. Im Vergleich zu gesättigten Fetten oder Placebo feststellbar ist ein Nutzen hinsichtlich Taillenumfang, Inflammation, Triglyzeridspiegel und Plättchenaggregation sowie wahrscheinlich Fettleber (Omega-3-Fettsäuren) [53–57]. Ein hohes Verhältnis von Omega-3-/Omega-6-Fettsäuren kann bei Menschen mit Diabetes und bei längerer Intervention eine günstige Rolle spielen, insbesondere bei der Absenkung des Insulin-, aber nicht des Glukosespiegels [58, 59]. Frauen profitieren davon offenbar deutlicher als Männer [60].

## Intermittierendes Fasten/Intervallfasten

### EMPFEHLUNG

- Intervallfasten kann unter ärztlicher Überwachung als Mittel zur Gewichtsreduktion eingesetzt werden.
- Es kann keine generelle Empfehlung für irgendeine Form des Intervallfastens ausgesprochen werden.

### Kommentar

Interventionsstudien belegen nur einen kleinen Nutzen für eine geringere Mahlzeitenhäufigkeit (1–2 vs. 6–8) bezüglich Körpergewicht, Fettmasse und Taillenumfang [61] auch Beobachtungsstudien (z. B. im Kontext des Ramadans) sehen bei Gesunden nur geringe, transitorische metabolische Änderungen [62–64]. Bei Diabetikern wird aber auch die Verschlechterung des Stoffwechsels beschrieben während andere Kohortenstudien ein selteneres Auftreten von koronarer Herzerkrankung bei T2Dm beschreiben [65, 66].

Intervallfasten umfasst verschiedene Varianten, unter anderem „alternate day fasting“ (ADF), 5:2-Fasten und time-restricted eating

(z. B. 16:8-Fasten). In sämtlichen Metaanalysen zum Intervallfasten (34 Metaanalysen zu über 90 randomisierte kontrollierte Studien (RCTs); davon aber nur 10 RCTs bei T2Dm-Patienten) findet sich keine Überlegenheit des Intervallfastens für die Gewichtsreduktion gegenüber kontinuierlicher Kalorienreduktion [67–71]. RCTs mit T2Dm-Patienten zeigen das gleiche Muster an erwünschten Outcomes wie in den genannten Metaanalysen, jedoch ein erhöhtes Risiko für Hypoglykämien unter blutglukosesenkender Mediation mit Sulphonylharnstoffen, Gliniden oder Insulin [72–76]. Wie bei allen Gewichtsreduktionsmethoden ist eine ausreichende Proteinzufuhr zu gewährleisten, um einen übermäßigen Verlust an Muskelmasse zu vermeiden, wie durch 16:8-Fasten bzw. ADF bereits bei gesunden Testpersonen beschrieben [77].

## Mahlzeitenersatz/Formuladiäten (mit/ohne multimodales Programm)

### EMPFEHLUNG

- Niedrigkalorische Formuladiäten erlauben einen klinisch relevanten Gewichtsverlust bei Menschen mit T2Dm, verbunden mit einer erheblichen Verbesserung des Glukose- und Lipidstoffwechsels und einer Reduktion weiterer kardio-vascularer Risikofaktoren.

### Kommentar

Der Ersatz von Mahlzeiten durch niedrigkalorische Formuladiäten stellt eine sichere und effektive Maßnahme zur Gewichtsreduktion bei übergewichtigen und adipösen Menschen mit T2Dm im Vergleich zu herkömmlichen kalorienreduzierten Diäten dar. Neben Taillenumfang und Körperfettmasse bessern sich auch Blutdruck, Nüchternglukose, HbA<sub>1c</sub> und Lipidstoffwechsel [78–82]. Im Rahmen von Gewichtsreduktionsprogrammen ist eine ausgeprägte Gewichtsreduktion auch mit einer anhaltenden Diabetesremission verbunden [12, 83], wenn die Diabetesdiagnose nur wenige Jahre zurück liegt.

## Zusätzliche Aspekte der Gewichtsreduktion bei insulinbehandeltem T2Dm

### EMPFEHLUNG

- Die Insulintherapie sollte aufgrund der anabolen Wirkung des Hormons auf das nötigste Maß beschränkt werden. Eine Gewichtsabnahme unter Insulintherapie ist erschwert.

### Kommentar

Unter einer Insulintherapie kommt es bei den ohnehin größtenteils übergewichtigen Patienten mit Diabetes zudem häufig zu einer Gewichtszunahme: So ergab die United Kingdom Prospective Diabetes Study (UKPDS), in der mit Insulin behandelte T2Dm-Patienten randomisiert wurden, eine Gewichtszunahme im Schnitt von 6,5 Kilogramm [84]. Eine Lebensstilintervention bleibt trotz Insulintherapie ein sehr wichtiger Therapiebaustein [85].

## Ernährungsmuster

### Allgemeine Betrachtungen

#### EMPFEHLUNG

- Für das Diabetesmanagement und die Reduktion des Risikos kardio-vaskulärer Komplikationen bei Personen mit T2Dm ist eine Auswahl verschiedener Ernährungsmuster akzeptabel wie bspw. eine mediterrane, vegetarische oder vegane Ernährung.
- Für die DASH-Diät, das nordische Ernährungsmuster und die Paleo-Diät ist die Evidenz derzeit unzureichend, um sie speziell für die Therapie des T2Dm zu empfehlen.
- Bis zum Vorliegen zusätzlicher Evidenz zur Überlegenheit eines speziellen Ernährungsmusters bezogen auf die Zielparameter der Diabetestherapie sollten sich Personen mit T2Dm an den Gemeinsamkeiten der genannten Ernährungsmuster orientieren: nicht stärkehaltige Gemüsesorten und wenig verarbeitete Lebensmittel bevorzugen sowie raffinierte Zucker vermeiden.

### Kommentar

Für Personen mit T2Dm gibt es basierend auf der aktuellen Evidenz kein Ernährungsmuster, das allgemeingültig für alle Betroffenen empfohlen werden könnte. Stattdessen sind nach den Empfehlungen der Fachgesellschaften verschiedene Ernährungsmuster wie die mediterrane Ernährung oder eine vegetarische oder vegane Ernährung geeignet, um die Zielparameter der Diabetestherapie zu erreichen [2, 86–88]. Während die Evidenz für die Effekte der mediterranen Ernährung bei Personen mit T2Dm primär auf RCTs basiert – darunter mehrere größere Studien und Langzeituntersuchungen – und deren systematischen Reviews und Metaanalysen [89], weisen die RCTs zur vegetarischen und veganen Ernährung meist eine kleinere Fallzahl und kürzere Studiendauer auf [89–92]. Für die mediterrane und vegetarische Ernährung konnten mit moderater Evidenz protektive Effekte auf zahlreiche kardiometabolische Parameter gezeigt werden [93]. Die zurzeit vorliegende Evidenz zur DASH-Diät, dem nordischen Ernährungsmuster [94–96], der Paleo-Diät [2] und der makrobiotischen Ernährung [90, 95] bei Personen mit T2Dm ist gering und z. T. widersprüchlich, sodass weitere Studien notwendig sind, um beobachtete positive Effekte dieser Ernährungsmuster für das Diabetesmanagement bei T2Dm zu untermauern.

## Singuläre Effekte einzelner Nährstoffe

### Eiweiß

#### Effekt auf Glykämie

#### EMPFEHLUNGEN

- Wir empfehlen eine Eiweißzufuhr von 10–25 % der Nahrungsenergiemenge (%E) für Patienten mit T2Dm unter 60 Jahren und 15–25 % für Menschen über 60 Jahre bei intakter Nierenfunktion (glomeruläre Filtrationsrate (GFR) >60 ml/min/1,73 m<sup>2</sup>) und Gewichtskonstanz.
- Bei eingeschränkter Nierenfunktion jeglicher Stadien ist eine Eiweißreduktion auf weniger als 0,8 g/kg Körpergewicht (KG)/Tag wahrscheinlich nicht von Vorteil und sollte aufgrund des Risikos für eine Malnutrition insbesondere bei höhergradiger Niereninsuffizienz vermieden werden.

### Kommentar

Eiweiß wird als Lieferant der Aminosäuren in einer Mindestmenge von etwa 0,8 g/kg KG/Tag oder 10 % benötigt, um eine Mangelernährung und Sarkopenie zu vermeiden. Die untere Grenze von 0,8 g/kg KG/Tag kann für ältere Menschen unzureichend sein wegen einer abnehmenden Effizienz der Proteinsynthese [97], weshalb eine höhere Eiweißzufuhr von mindestens 1 g/kg KG/Tag empfohlen wird [98].

Der Eiweißstoffwechsel benötigt erheblich weniger Insulin als Kohlenhydrate, was die Blutzuckerkontrolle erleichtert und die Insulindosierung vereinfachen kann. Eine gewisse Insulinmenge ist allerdings wegen der eiweißbedingten Freisetzung von Glukagon erforderlich [99]. Ältere Menschen erleiden häufig erhebliche Muskelverluste durch Erkrankungen, Glukokortikoidtherapie, Immobilität oder Inappetenz, weshalb Geriater ebenfalls eine höhere Eiweißzufuhr empfehlen [100].

#### Empfehlung bei chronischer Niereninsuffizienz

Es liegen zur Frage der Eiweißzufuhr bei Personen mit Diabetes mellitus und chronischer Niereninsuffizienz aktuelle Metaanalysen vor, die zeigen, dass eine Proteinrestriktion auf 0,6–0,8 g/kg KG/Tag keine nachweisbare Verbesserung der Nierenfunktion bringt [101]. Derzeit wird sie weiterhin von nephrologischen Fachgesellschaften empfohlen [102], im Konsensuspapier der AG Ernährung der ADA jedoch nicht [2].

Eine erhebliche Proteinrestriktion auf 0,3–0,4 g/kg KG/Tag zeigte in der Cochrane-Analyse eine signifikante, aber geringe Reduktion der terminalen Niereninsuffizienz, aber keinen Effekt auf die Sterblichkeit [103, 104]. Eine derartige Ernährungsform durchzuführen, ist außerordentlich schwierig, führt zu einer erheblichen Verschlechterung der Lebensqualität und birgt ein hohes Risiko der Malnutrition und Sarkopenie [105]. Zudem sind die für diese extreme Ernährungsform supplementierend einzusetzenden Aminosäurepräparate (Ketoanaloge) in Deutschland nicht verordnungsfähig.

## Empfehlung zur Gewichtsreduktion

### EMPFEHLUNG

- Im Rahmen von Gewichtsreduktionsdiäten bis zu 12 Monaten Dauer kann der Eiweißanteil auf ein Viertel bis ein Drittel (23–32%) der Gesamtenergiezufuhr gesteigert werden.

### Kommentar

Hypokalorische Gewichtsreduktionsdiäten enthalten meist einen relativ erhöhten Eiweißanteil. Wegen der insgesamt Kalorienreduktion liegt er, bezogen auf das KG, zumeist im normalen Bereich von 0,9–1,2 g/kg KG/Tag, also im normalen bis leicht erhöhten Bereich. Obwohl Diäten mit höherem Eiweißanteil eine Gewichtsabnahme nur geringfügig verstärken, verbessern sich moderat die Nüchternblutzuckerwerte und der systolische Blutdruck. Insgesamt schneiden die proteinreicheren Diäten etwas besser ab und zeigen keine Nachteile [106].

## Qualität der Kohlenhydrate, Glykämischer Index, Zucker in hochverarbeiteten Lebensmitteln

### EMPFEHLUNG

- Die Auswahl von Kohlenhydraten mit niedrigem GI kann bei Patienten mit T2Dm zu einer Minimierung des gesundheitlichen Risikos beitragen.
- Der Einfluss des Glykämischen Index (GI) oder der Glykämischen Last (GL) ist dabei anteilig unabhängig von der Regulation der Glykämie und betrifft z. B. auch eine Verbesserung der Plasmalipide und eine höhere Aufnahme gesundheitsförderlicherer Inhaltsstoffe wie Ballaststoffe, Mikronährstoffe und sekundäre Pflanzenstoffe bei gleichzeitig geringerem Verzehr von abträglichen Inhaltsstoffen aus hochverarbeiteten Lebensmitteln mit hohem GI/GL.

### Kommentar

Ein GI der Diät  $\leq 40$  oder  $\leq 55$  gilt als niedrig und ein GI  $\geq 70$  als hoch [107]. Prospektive Beobachtungsstudien finden einen positiven Einfluss einer Diät mit niedrigem GI/GL auf die Prävention des T2Dm [108, 109]. Bei Patienten mit T2Dm kann ein starker Verzehr von Lebensmitteln mit einem niedrigen GI wie Hülsenfrüchten und Hafer die Blutzuckereinstellung verbessern, die Insulinsensitivität steigern und damit den Insulinbedarf senken [110]. Während es, zumindest aus Beobachtungsstudien, überzeugende Evidenz zur Diabetesprävention gibt, sind Interventionsstudien zum GI/GL widersprüchlich [111–114].

Eindeutiger ist dagegen das Ergebnis prospektiver Kohortenstudien, die den Einfluss des GI/GL auf Komplikationen des Diabetes untersuchen. Das Risiko für KHK zeigte eine deutliche und dosisabhängige Beziehung zum GL oder GI der Diät [103].

## Ballaststoffe

### Ballaststoffe allgemein

#### EMPFEHLUNG

- Verschiedene Ballaststoffe aus natürlichen Quellen sollen täglich verzehrt werden.
- Auch wenn es bislang nur eine geringe Evidenz für die Empfehlung von 30 g Ballaststoffen pro Tag (15 g/1000 kcal) gibt, stellt dies für die Beratung eine valide Zielgröße dar.

### Kommentar

In Kohortenstudien ist eine hohe Zufuhr von unlöslichen Ballaststoffen, insbesondere cerealen Ursprungs, mit einem erniedrigten Risiko für T2Dm, KHK, Krebs und weitere Erkrankungen assoziiert [35, 115–117]. Auch bei Patienten mit T2Dm zeigt sich eine dosisabhängige Reduktion des Sterblichkeitsrisikos [118]. Metaanalysen zeigen für eine ballaststoffreichere Ernährung oder Ballaststoffsupplemente selbst unter isokalorischen Bedingungen signifikante Vorteile für Körpergewicht, Glykämie und Insulinresistenz, Lipidprofil und Entzündungsstatus [119], mitunter auch für den Blutdruck [120]. Auch wenn Ballaststoffe den glykämischen Index senken, so ist dieser offenbar ein zu ungenauer Indikator für empfehlenswerte Lebensmittel [119]. Die Betonung von „Vollkorn“, noch besser der tatsächlichen Ballaststoffzufuhr, hat die beste Aussagekraft. Ausgehend von einem durchschnittlichen Ernährungsmuster mit 20 Gramm Ballaststoffen wird eine Erhöhung um 15 Gramm auf 35 Gramm pro Tag angestrebt [119].

### Unlösliche Ballaststoffe

#### EMPFEHLUNG

- Kohlenhydrate sollten bevorzugt aus ballaststoffreichen Lebensmitteln, insbesondere Vollkornprodukten, bezogen werden. Der Nutzen einer Supplementation ist bislang nicht belegt.

### Kommentar

Interventionsstudien mit Vollkornprodukten zeigen zumindest für Reis, jedoch nicht für Weizen- und Roggenprodukte einen glykämischen Vorteil [121]. Neben einem kleinen Effekt auf das Körpergewicht sind in Metaanalysen keine kardiometabolischen Benefits beschrieben, die eindeutig Vollkornprodukten zugeordnet werden können [122]. Studien, die explizit unlösliche Ballaststoffe im Interventionsdesign untersuchen, gibt es nur wenige [123–125], jedoch bislang keine an Patienten mit T2Dm. Die bisherigen Daten deuten jedoch an, dass die Wirksamkeit von Ballaststoffen bei einer stärkeren Einschränkung des Metabolismus umso ausgeprägter ist [125, 126].

## Lösliche Ballaststoffe

### EMPFEHLUNG

- Ballaststoffreiche Lebensmittel, insbesondere Vollkornprodukte, aber auch Gemüse, Hülsenfrüchte und zuckerarmes Obst können bei T2Dm metabolisch von Vorteil sein. Der Langzeitnutzen einer Supplementation ist trotz konsistenter Kurzeiteffekte für Glykämie, Lipidstatus und ggf. Blutdruck nicht belegt.

### Kommentar

Für lösliche Ballaststoffe gibt es epidemiologisch nur unzureichende Hinweise für einen Langzeitnutzen, sowohl hinsichtlich Morbidität als auch Mortalität.

Im Gegensatz zu unlöslichen Ballaststoffen ist die Erforschung der löslichen Fasern besonders in Form von Supplementationstudien aber deutlich weiter fortgeschritten. Für Beta-Glukane und Psyllium (Flohhsamen) ist daher ein zumindest kurz- bis mittelfristiger (Wochen bis Monate) Benefit auf Blutglukose und Insulinresistenz belegt; Langzeitdaten fehlen aber [127]. Auch für Inulin (spezielle Fruktane) sind günstige Wirkungen auf Glykämie und Insulinämie systematisch beschrieben, vor allem für Frauen und adipöse Menschen mit T2Dm [128, 129]. Studien von mehr als 3 Monaten Interventionsdauer sind aber auch dafür rar. Für andere lösliche Fasern (Guar, Pektin) sind keine eindeutigen metabolischen Vorteile belegt [130].

## Ernährungsaspekte spezieller Bevölkerungsgruppen

### Geriatrische Patienten

### EMPFEHLUNG

- Die Ziele in der Ernährungstherapie geriatrischer Patienten sollen sich auf den Erhalt der Selbstständigkeit und auf die Vermeidung einer Mangelernährung und von Hypoglykämien fokussieren.
- Übergewicht ist in dieser Personengruppe mit einer reduzierten Mortalität verbunden und sollte nicht reduziert werden.

### Kommentar

Die S2k-Leitlinie „Diagnostik, Therapie und Verlaufskontrolle des Diabetes im Alter“ und die S3-Leitlinie „Klinische Ernährung in der Geriatrie“ enthalten sehr ausführliche Empfehlungen auch zur Ernährungstherapie von älteren Personen mit DM im Allgemeinen [131–133]. Darin wird verdeutlicht, dass sich Therapieziele – auch in Bezug auf die Ernährung – bei älteren und insbesondere geriatrischen Patienten häufig verändern können, aber nicht müssen. Funktionalität und der Erhalt der Selbstständigkeit stehen im Vordergrund. Die Ernährungstherapie sollte sich auch auf die Vermeidung von Hypoglykämien fokussieren. Ggf. muss bei

Nahrungsumstellungen kurzfristig im Sinne einer Therapie-Deeskalation eine Medikamentenanpassung vorgenommen werden.

Das Risiko für eine potenzielle Mangelernährung liegt vor bei anhaltender reduzierter Nahrungsaufnahme (ca. <50% des Bedarfs für mehr als 3 Tage). Das Risiko der Mangelernährung kann z. B. mittels Mini Nutritional Assessment (MNA) oder der entsprechenden Kurzform (SF-MNA) erfasst werden; beide Screeningmethoden sind gut evaluiert [134, 135].

### Migranten

### EMPFEHLUNG

- Behandler sollen sicherstellen, dass die Patienten die Ernährungshinweise verstanden haben und ihre Kernfamilien in die Therapie miteinbezogen werden.
- Behandler sollen das individuelle Ernährungskonzept des Patienten und seines Umfelds (beispielsweise religiöse Aspekte, kulturelle Überzeugungen, Fastenmonat Ramadan, Schwangerschaft) erheben und berücksichtigen.

### Kommentar

Bezüglich der spezifischen Therapie- und Ernährungsaspekte von Migranten wird auf die DDG-Praxisempfehlung *Diabetes und Migration* verwiesen [136].

Es bestehen teilweise sehr individuelle Essgewohnheiten im Rahmen unterschiedlicher Kulturen und Regionen [137]. Migranten haben häufig ein anderes Ernährungsverhalten als Einheimische. Ihre Ernährungskonzepte beruhen in der Regel auf der eigenen traditionellen Küche, persönlichen Gewohnheiten, und sie übernehmen auch die Essgewohnheiten der einheimischen Bevölkerung, oft resultiert eine neue „Mischküche“ [138]. Nicht selten werden spezielle Lebensmittel aus den Heimatländern besorgt. Migranten aus einigen Kulturen können beim Kochen mit den Gewichtsangaben in hiesigen Rezepten wenig anfangen. Eine individualisierte kultursensible Beratung verbessert die Compliance [139].

Das seitens der AG Diabetes und Migration der DDG erstellte Praxis-Tool zur Ernährung [136, 140] soll eine erste Information und Hilfestellung geben. Eine pragmatische regionale Aufteilung mit Angaben zur gängigen Küche stellt die Basis dar.

## Ernährungsaspekte spezieller Lebensmittel und Nahrungsergänzungsmittel

### Getränke

### EMPFEHLUNG

- Personen mit T2Dm sollen die Zufuhr zuckergesüßter Getränke minimieren.
- Zuckergesüßte Getränke sollten durch Wasser ersetzt werden.
- Alternativ kann auf ungesüßten Tee, Kaffee oder kalorienfrei gesüßte Getränke zurückgegriffen werden.

## Kommentar

Die aktuellen evidenzbasierten Leitlinien der amerikanischen und der britischen Diabetesgesellschaft empfehlen allgemein für Personen mit Diabetes eine Reduktion des Konsums zuckergesüßter Getränke, um den Blutglukosespiegel und das Körpergewicht zu kontrollieren und das Risiko für kardio-vaskuläre Erkrankungen und eine Fettleber zu reduzieren (Evidenzgrad B bzw. 2) [2, 86, 87].

Auch der Ersatz von zuckergesüßten Getränken durch nicht-nutritiv gesüßte Alternativen hat leichte Verbesserungen bei Körpergewicht, Körperfettanteil und anderen kardio-vaskulären Risikofaktoren aufgezeigt, wobei in der Regel primär Wasser empfohlen wird [141].

Zwei systematische Reviews und Metaanalysen basierend auf 4 bzw. 12 Kohortenstudien (teilweise Personen mit T2Dm inkludiert) zum Zusammenhang zwischen dem Verzehr zuckergesüßter Getränke und nichtalkoholischer Fettleber zeigten ein signifikant höheres Risiko für eine nichtalkoholische Fettleber für die höchste vs. niedrigste Zufuhrkategorie zuckergesüßter Getränke [142, 143]. Bereits die niedrigste Zufuhr von <1 Glas/Woche war mit einem Anstieg des relativen Risikos für eine nichtalkoholische Fettleber von 14% assoziiert, und der Konsum zuckergesüßter Getränke zeigte einen dosisabhängigen Effekt auf das Risiko für eine nichtalkoholische Fettleber [142].

## Vollkorn

### EMPFEHLUNGEN

- Der Verzehr wenig verarbeiteter Vollkornprodukte mit einem hohen Anteil ganzer Körner führt zu einer geringer ausgeprägten postprandialen Blutglukoseantwort, was insbesondere für Menschen mit T2Dm ohne Insulinresistenz eine nichtmedikamentöse Therapieoption sein kann.
- Bei übergewichtigen Patienten mit T2Dm kann eine an Vollkornprodukten reiche Ernährung dazu beitragen, die Gesamt-Energieaufnahme zu senken und damit eine intendierte Gewichtsreduktion zu unterstützen.
- Insulinbehandelte Menschen mit T2Dm sollen den Verzehr von Vollkornprodukten primär mengenmäßig nach dem Gehalt an Kohlenhydrateinheiten (KE) und zusätzlich nach dem GI berücksichtigen und auf ihre Insulintherapie abstimmen.
- Hoch verarbeitete Vollkornprodukte zeigen keine zusätzlichen günstigen Effekte auf die postprandiale Blutglukoseantwort.

## Kommentar

Langjährige Kohortenstudien [144, 145] und zahlreiche Metaanalysen/Reviews von Kohortenstudien zeigen Assoziationen eines deutlich erhöhten Vollkornverzehr mit einem um bis zu 20% reduzierten Risiko für kardio-vaskuläre Erkrankungen und Mortalität [146–152].

Die Ergebnisse bezüglich des Einflusses des Verarbeitungsgrades wurden jüngst unter experimentellen [1] sowie unter Alltagsbedingungen [153] bestätigt.

Für Menschen mit T2Dm werden die Empfehlungen für die unterschiedlichen Behandlungssituationen und -formen differenziert:

Bei übergewichtigen Patienten mit T2Dm: Eine Metaanalyse zu Ballaststoff- und Vollkornverzehr im Diabetesmanagement bezog 42 Interventionsstudien ein. Danach wurde für gesteigerten Ballaststoff-/Vollkornverzehr – im Vergleich zu Kontrollgruppen – ein um ½ kg geringeres Körpergewicht und eine daraus resultierende Reduktion des HbA<sub>1c</sub>-Werts um 0,2% (2 mmol/mol) dargestellt [115]. Manko dieser Analyse sind die heterogenen Designs der einbezogenen Studien, u. a. hinsichtlich Diabetesmedikation, Studiendauer, Diabetesdiagnose und Art der Vollkornzufuhr.

Bei nicht insulinbehandelten, normalgewichtigen Patienten mit T2Dm (ohne Insulinresistenz) kann der Verzehr wenig verarbeiteter Vollkornprodukte mit einem hohen Anteil ganzer Körner zu einer geringer ausgeprägten postprandialen Blutglukoseantwort führen. Positive Effekte einer solchen diätetischen Maßnahme auf das Erreichen des Therapieziels sind u. a. abhängig von der Akzeptanz dieser Ernährungsform durch den Patienten sowie mittelfristig vom Fortbestand der Restfunktion der β-Zellen.

Insulinbehandelte Menschen mit T2Dm sollen die blutglukosesteigernde Wirkung ihrer Ernährung einschätzen, um die Insulindosierung darauf abzustimmen. Entsprechend sollen sie den Verzehr von Vollkornprodukten primär mengenmäßig nach Kohlenhydrateinheit (KE)-Gehalt und zusätzlich nach Glykämischem Index berücksichtigen und auf ihre Insulintherapie abstimmen. Vollkornprodukte können gemäß den eigenen Präferenzen verzehrt werden.

## Obst, Gemüse

### EMPFEHLUNG

- In der Ernährung des übergewichtigen Patienten mit T2Dm kann insbesondere ein gesteigerter Gemüseverzehr eine intendierte Gewichtsreduktion unterstützen.
- Bei T2Dm soll die Aufnahme großer Portionen an Obst (produkten) und stärkereichem Gemüse (Kartoffeln, Mais, Reis, Getreide u. a.) vermieden werden.
- Insulinbehandelte Menschen mit T2Dm sollen den Verzehr von Obst mengenmäßig nach KE-Gehalt berücksichtigen und auf ihre Insulintherapie abstimmen.
- Eine Trennung in empfehlenswerte und nicht empfehlenswerte Obstsorten wird nicht als sinnvoll angesehen.

## Kommentar

Für die Allgemeinbevölkerung wird unter dem Slogan „5 am Tag“ ein täglicher Verzehr von mindestens 3 Portionen Gemüse (400 g) und 2 Portionen Obst (250 g) empfohlen [154]. Jüngere Ergebnisse der PURE-Studie [155] sowie von Metaanalysen/Reviews von Kohortenstudien [151, 156–158] zeigen Assoziationen eines erhöhten Obst- und Gemüseverzehr mit einem um 5–20% reduzierten Risiko bezüglich kardio-vaskulärer Erkrankungen und

Gesamt mortalität. Allerdings ist eine Kausalbeziehung noch nicht geklärt und die Datenlage hinsichtlich der wirksamen Obst- und Gemüsesorten, der täglichen Mindestverzehrsmengen sowie des Ausmaßes der klinischen Relevanz hinsichtlich der spezifischen Erkrankungen und Mortalitäten uneinheitlich. Über die individuelle Gesundheit hinausgehend werden aus ökologischen und sozialen Gründen von der EAT-Lancet Commission im Rahmen einer Planetary Health Diet vergleichbare Empfehlungen zum Gemüse- und Obstverzehr ergänzt um täglich ca. 100 g Leguminosen/Sojaprodukte gegeben [159].

Für Menschen mit T2Dm werden die Empfehlung, die insbesondere aus klinischer Erfahrung resultieren, für die unterschiedlichen Behandlungssituationen und -formen differenziert:

Bei übergewichtigen Patienten mit T2Dm ist der Obst- und Gemüseverzehr als unterstützende Komponente zur Gewichtsreduktion zu sehen. Wenn energiedichte Lebensmittel durch den sinnvollen Verzehr von Obst und den erhöhten Verzehr von Gemüse ersetzt werden, kann dies eine Gewichtsreduktion nachhaltig unterstützen. Interventionsstudien zu den singulären Effekten einzelner Lebensmittel(gruppen) auf Körper- bzw. Blutparameter existieren nicht oder lassen wegen der vielfältigen zusätzlichen Einflussfaktoren keine kausalen Aussagen zu. Allerdings haben Interventionsstudien bei Menschen mit T2Dm zu den Effekten einer insgesamt pflanzenbetonten Ernährung – die reich an Obst und insbesondere Gemüse ist – eine deutliche Reduktion des Körpergewichts gezeigt, mit entsprechenden positiven Effekten auf die Glykämiesituation [90, 160, 161].

Bei nicht insulinbehandelten normalgewichtigen Patienten mit T2Dm sollen große KH-Mengen zu einzelnen Mahlzeiten vermieden werden, um starke postprandiale Blutzuckerantworten zu vermeiden. Daher sind große Mengen an Obst, Obstsaften und stärkereichem Gemüse nicht zu empfehlen (klinische Erfahrung). Für nicht stärkehaltige Gemüse gibt es keine einschränkende Mengempfehlung für den Verzehr.

Insulinbehandelte Menschen mit T2Dm sollen die blutglukosesteigernde Wirkung ihrer Ernährung einschätzen, um die Insulindosierung im Rahmen ihres Energiebedarfs darauf abzustimmen. Entsprechend soll der Verzehr von Obst und stärkereichem Gemüse (Kartoffeln, Süßkartoffeln) auf den Kohlenhydratgehalt nach KE abgeschätzt und die eigene Form der Insulintherapie abgestimmt werden. Obst und Gemüse können gemäß den eigenen Präferenzen verzehrt werden.

## Fisch

### EMPFEHLUNG

- Fetter Fisch kann einen Beitrag zur Senkung der Blutfette und des inflammatorischen Phänotyps und damit möglicherweise des kardio-vaskulären Risikos leisten.
- Die Evidenz zur Empfehlung von Fischölsupplementen bei T2Dm reicht nicht aus.
- Bei der Auswahl der Fischmahlzeiten soll auf eine nachhaltige Fischerei/Fischzucht geachtet werden [162].

## Kommentar

Ernährungsmuster, die Fisch einschließen, sind in Beobachtungsstudien mit einem geringeren Diabetesrisiko verknüpft [163]. Der Verzehr von Fisch an sich, aber auch Fischölen (langkettige Omega-3-Fettsäuren wie Docosahexaensäure [DHA] und Eicosa-pentaensäure [EPA]) ist epidemiologisch jedoch uneinheitlich mit dem Diabetesrisiko assoziiert.

Ein metabolischer Nutzen durch Supplementation mit Fischöl ist am ehesten bezüglich der Triglyzeride und des C-reaktiven Proteins (CRP) zu erwarten [54, 164]. Für nicht inflammatorische Benefits von Vorteil ist dabei ein hohes EPA/DHA-Verhältnis [164].

## Fleisch

### EMPFEHLUNG

- Teilweise erweisen sich High-Protein-Diäten bezüglich der Glykämie als vorteilhaft bis möglicherweise überlegen (siehe oben). Der darin vorgenommene Austausch von Kohlenhydraten gegen Eiweißquellen kann auch anteilig aus tierischen Quellen inkl. Fleisch jeder Art gedeckt werden.
- Fleischkonsum soll auch unter Umweltaspekten (u. a. zur Reduzierung des Land- und Wasserverbrauchs oder der Treibhausgasemissionen) auf das empfohlene Maß der Deutschen Gesellschaft für Ernährung (DGE) reduziert werden [162, 165].

## Kommentar

Eine fleischbetonte und damit in der Regel kohlenhydratreduzierte Ernährung steht in Beobachtungsstudien mit einer erhöhten (kardio-vaskulären) Mortalität in Verbindung [166]. Epidemiologisch bestehen zudem moderate Beziehungen mit Krebserkrankungen, KHK sowie T2Dm. Besonders akzentuiert sind diese Assoziationen mit rotem Fleisch, vor allem verarbeitetem rotem Fleisch [167].

RCTs zum Austausch von Fleischsorten (rotes gegen weißes Fleisch) stehen zumeist unter dem gleichen Confounding (z. B. rotes Fleisch = Standardernährung vs. weißes Fleisch = mediterrane Ernährung). Ein relevanter Interventionseffekt auf Mortalität und Morbidität (inclusive T2Dm-Inzidenz) ist fraglich [166]. Lediglich 6 RCTs haben explizit rotes und weißes Fleisch miteinander verglichen und zeigen bei den untersuchten nicht-diabetischen Probanden keinen metabolischen Unterschied [168–173].

Insgesamt ist die Empfehlung, auf (rotes) Fleisch zu verzichten, derzeit aus ökologischer und tierethischer Sicht noch deutlich besser begründet als durch die Stoffwechselforschung.

## Zimt

### EMPFEHLUNG

- Der Verzehr von Zimt kann Menschen mit T2Dm als Komponente einer erfolgreichen Diabetestherapie nicht empfohlen werden.

## Kommentar

Die Mehrzahl der untersuchten Studien ergeben keinen relevanten therapeutischen Effekt auf die Glykämie von Menschen mit T2Dm. Zwei weitere jüngere Reviews [174, 175] kommen zu dem Schluss, dass die Einnahme von Zimt (als Adjuvans) in der Therapie des T2Dm angesichts der aktuellen Studienlage nicht empfohlen werden kann. Methodische Probleme schränken Aussagekraft und Vergleichbarkeit der Studien außerordentlich ein.

## Süßstoffe

### EMPFEHLUNG

- Der Verzehr von Süßstoffen ist bei T2Dm bei Einhaltung der jeweiligen Höchstmengen gesundheitlich unbedenklich und kann bei einem gelegentlichen Einsatz im Rahmen einer Diabetestherapie sinnvoll sein.
- Bei an T2Dm-Erkrankten im Kindes- und Jugendalter ist die niedrigere tolerierbare Tagesdosis (acceptable daily intake; ADI-Wert) aufgrund des geringeren Körpergewichts zu beachten.

## Kommentar

Es konnte kein Effekt des Süßstoffkonsums auf die Konzentration der Parameter Glukose, Insulin bzw. C-Peptid, Glucagon-like Peptide-1 (GLP-1), Glucose-dependent Insulinotropic Peptide (GIP), Peptid YY (PYY), Glukagon sowie HbA<sub>1c</sub> festgestellt werden [176–181]. Demnach scheint sich der Verzehr von Süßstoffen nicht negativ auf die Glukose- und Insulinregulierung bei T2Dm auszuwirken.

Unumstritten ist die geringe kariogene Wirkung von Süßstoffen im Gegensatz zu herkömmlichem Zucker. Im Fall von Saccharin, Sucralose, Aspartam sowie Stevia kommt es zusätzlich zu einem bakteriostatischen Effekt auf die orale Flora [182, 183].

Der frühere Vorbehalt, Süßstoffe seien krebserregend, ist heutzutage entkräftet. Nach derzeitigem Wissensstand gibt es bei Einhaltung des akzeptablen täglichen Aufnahmemengen (ADI-)Werts keine Hinweise auf eine kanzerogene Wirkung von Süßstoffen [184].

## Probiotika

### EMPFEHLUNG

- Eine Probiotika- bzw. Synbiotika-Einnahme kann sich vorteilhaft auf die Glukoseregulation und das Lipidprofil von Menschen mit T2Dm auswirken.
- Ein Mehrstammpräparat erzielt in der Regel einen stärkeren Effekt als ein Einzelstammpräparat.
- Für eine Empfehlung einer Probiotika- bzw. Synbiotika-Supplementation reicht die Evidenz bisher nicht aus.

## Kommentar

Die Auswirkung einer Probiotika-Supplementation auf den T2Dm ist bereits umfassend untersucht worden. Eine langfristige Veränderung, gemessen mittels des HbA<sub>1c</sub>-Werts, konnte durch eine Probiotika- bzw. Synbiotika-Therapie (mind. 12 Wochen) allerdings nicht festgestellt werden [185, 186].

Bei einer Probiotika-Supplementation gibt es Folgendes zu bedenken: Probiotika können Antibiotikaresistenzen in mobilen Genen aufweisen, die durch interbakteriellen Austausch auf andere, möglicherweise pathogene Bakterien übertragen werden können [187]. Die Untersuchung diverser handelsüblicher Probiotika ergab, dass die getesteten probiotischen Bakterien gegen verschiedene Breitbandantibiotika resistent waren [188].

## Fermentierte Lebensmittel

### EMPFEHLUNG

- Die Verwendung bestimmter fermentierter Lebensmittel kann die Blutzuckerkontrolle unterstützen.

## Kommentar

Fermentierte Lebensmittel werden seit Jahrhunderten unter anderem zur Haltbarmachung und der geschmacklichen Verbesserung in weiten Teilen der Welt eingesetzt. Die Effekte beruhen auf der Verwendung unterschiedlicher Mikroorganismen als probiotisch wirksame Faktoren für die Darmgesundheit und deren Fermentationsprodukte. Als Ausgangslebensmittel werden neben Milchprodukten auch unterschiedliche Getreide, Früchte, Gemüse, Fleisch und Leguminosen wie Soja eingesetzt.

Hinsichtlich der unterstützenden Therapie eines T2Dm gibt es eine Vielzahl von Studien, die einen positiven Effekt auf die Glykämie zu belegen scheinen. Als Beispiel sei hier Kefir aufgeführt, das unter anderem aus Kuhmilch unter Verwendung von Milchsäurebakterien und Hefen fermentiert wird. Kleinere Studien zeigen einen signifikanten Effekt auf den Nüchternblutzucker (–10,3 mg/dl), jedoch nicht auf das HbA<sub>1c</sub>. Als tägliche Dosis wurden in den Studien meist 200 ml Kefir (180–1200 ml) verwendet [189].

## Saccharose/Fruktose

### EMPFEHLUNG

- Fruktose kann im Rahmen einer balancierten Ernährung in natürlichen Lebensmitteln (z. B. Obst) verzehrt werden.
- Mit Fruktose gesüßte Getränke sollen insbesondere beim Überschreiten der täglichen empfohlenen Energiezufuhr gemieden werden.

## Kommentar

Laut internationalen Diabetes-Fachgesellschaften sollte die Aufnahme von Mono- und Disacchariden nicht mehr als 10 bzw. 12% der täglichen Energiezufuhr ausmachen [190, 191]. Der iso-

kalorische Austausch von Kohlenhydraten wie Stärke und Saccharose gegen Fruktose hat keine ungünstigen Auswirkungen auf Körpergewicht [192], Blutdruck [193], Nüchterntriglyzeride [194], postprandiale Triglyzeride [195], Fettlebermarker [196] oder Harnsäure [197]. Bei Menschen mit Diabetes könnte der isokalorische Austausch gegen Fruktose Nüchtern glukose und HbA<sub>1c</sub>-Wert senken [198], insbesondere, wenn sie in kleinen Mengen und in Form von Obst konsumiert wird [199]. Hingegen führt Fruktose, vor allem in Dosen von mehr als 60 g pro Tag oder 10 E% des täglichen Energiebedarfs, möglicherweise zu leichten Triglyzeridanstiegen bei Menschen mit T2Dm [194, 200]. Eine hyperkalorische Zufuhr von Fruktose führt zu einer Reihe von Gesundheitsproblemen wie Gewichtszunahme [192], Harnsäureanstieg [197], hepatischer Insulinresistenz, Leberverfettung und Erhöhung der Transaminasen [196, 201], weshalb der Konsum von mit Zucker gesüßten Getränken zur Vermeidung einer Gewichtszunahme und zur Verbesserung des kardiometabolischen Risikoprofils minimiert werden soll [2].

## Alkohol

### EMPFEHLUNG

- Menschen mit T2Dm sollten die Menge des Alkoholgenusses auf die für die Allgemeinbevölkerung empfohlenen Mengen begrenzen. Ein mäßiger, risikoarmer Alkoholkonsum ist mit einer guten Stoffwechseleinstellung und Diabetesprognose vereinbar.
- Menschen mit Diabetes mit einem riskanten Alkoholkonsum bzw. einer Alkoholabhängigkeit müssen über die Gefahren des Alkohols, speziell auch in Bezug auf eine verschlechterte Stoffwechseleinstellung, sowie die Gefahr von Folgeerkrankungen aufgeklärt werden.
- Es muss allgemein darauf hingewiesen werden, dass bei Genuss größerer Alkoholmengen das Risiko für schwere, insbesondere nächtliche Hypoglykämien unter einer Insulintherapie ansteigt und dieses Risiko durch Nahrungsaufnahme während der Zeit des Alkoholgenusses und Anheben des Zielblutzuckers zur Nacht reduziert wird.

### Kommentar

Differenzierte Inhalte zum Umgang mit Alkohol für Personen mit Diabetes mellitus finden sich Praxisempfehlung Psychosoziales und Diabetes [202].

Menschen mit T2Dm sollten über die Auswirkungen von Alkoholkonsum auf den Blutzuckerspiegel beraten werden und, wenn Alkohol konsumiert wird, zu einem risikoarmen Konsum angehalten werden. Die Deutsche Hauptstelle für Suchtfragen (DHS) e. V. gibt als Grenzwerte für einen risikoarmen Konsum 12 g Alkohol pro Tag bei Frauen und 24 g Alkohol pro Tag bei Männern an. Die Weltgesundheitsorganisation (WHO) definiert einen Konsum von 10 g Alkohol pro Tag bei Frauen und 20 g Alkohol pro Tag bei Männern als risikoarm. Diese Mengen gelten auch für Menschen mit T2Dm.

## Alkohol und Glukosestoffwechsel

Bei Menschen mit Diabetes zeigt sich ein linearer und inverser Zusammenhang zwischen regelmäßigem Alkoholkonsum und dem HbA<sub>1c</sub>-Wert [203] (EK IIb). Der Konsum von einem Glas Wein am Tag (150 ml oder 13 g Alkohol) über einen Zeitraum von 3 Monaten führte im Vergleich zu einer Kontrollgruppe, die ein Glas alkoholfreies Bier pro Tag konsumierte, zu einer signifikanten Reduktion der Nüchtern glukose, ohne die postprandialen Glukosewerte zu erhöhen. In einer anderen kontrollierten Studie zeigte sich beim Konsum von 1–2 Gläsern Wein pro Tag (120–240 ml oder 18 g Alkohol) über einen Zeitraum von 4 Wochen kein negativer Einfluss auf metabolische Parameter (Nüchtern glukose, Lipide), jedoch ein signifikant positiver Effekt auf den Nüchternseruminsulinspiegel [204].

Der Genuss von Alkohol kann die Blutglukosegegenregulation beeinträchtigen und somit das Risiko für Unterzuckerungen unter Insulintherapie oder insulinotropen oralen Antidiabetika erhöhen [205–207]. Bei etwa jeder 5. schweren Hypoglykämie, die zu einer Krankenhauseinweisung führt, ist die Ursache Alkoholkonsum [208]. Der Haupteffekt von Alkohol dürfte jedoch in der Bewusstseinseinschränkung liegen, die zu einer eingeschränkten Wahrnehmung von Unterzuckerungen [209].

## Nahrungsergänzungsmittel

### EMPFEHLUNG

- Personen mit T2Dm sollten ihren Nährstoffbedarf durch eine ausgewogene Ernährung decken. Eine Routine-Supplementation mit Mikronährstoffen wird nicht empfohlen.
- Bei Patienten mit T2Dm und nachgewiesenem Vitamin-D-Mangel kann eine Vitamin-D-Supplementierung eine Insulinresistenz bessern.
- Speziell unter Metformintherapie kann die Vitamin B12-Versorgung defizitär sein und sollte ausgeglichen werden.

### Kommentar

Es besteht keine klare Evidenz, dass eine Supplementation mit Vitaminen, Mineralstoffen (bspw. Chrom oder Vitamin D), Kräutern oder Gewürzen (bspw. Zimt oder Aloe vera) die Stoffwechseleinstellung bei Personen ohne zugrunde liegende Ernährungsdefizite verbessert, und sie werden nicht allgemein zur Verbesserung der glykämischen Kontrolle empfohlen [2, 86–88]. Eine Routine-Supplementation mit Antioxidantien (bspw. Vitamin E, C oder Carotin) wird aufgrund eines mangelnden Wirksamkeitsnachweises sowie von Bedenken bezüglich der langfristigen Sicherheit nicht empfohlen. Eine Multivitamin-Supplementation könnte allerdings bei speziellen Gruppen, z. B. schwangeren oder stillenden Frauen, älteren Personen, Vegetariern, Veganern oder Personen mit einer sehr niedrigkalorischen oder kohlenhydratarmen Ernährung, notwendig sein [2, 86]. Bei der Einnahme von Metformin kann es zu einem Mangel an Vitamin B12 kommen, sodass eine regelmäßige Testung der Vitamin-B12-Konzentration bei Personen mit T2Dm und Metformin-Einnahme, insbesondere bei zusätzlichem Vorlie-

gen einer Anämie oder einer peripheren Neuropathie, bedacht werden sollte und eine mögliche Vitamin-B12-Defizienz mittels Supplementation ausgeglichen werden könnte [2].

## Besonderheiten in der stationären Therapie bzw. spezielle Ernährungsformen zur Reduktion des Insulinbedarfs

### EMPFEHLUNG

- Im stationären Setting sind zur Durchbrechung starker Insulinresistenz 2-tägige Hafer- bzw. Ballaststofftage zu empfehlen. Diese müssen hypokalorisch sein und einen hohen Ballaststoffanteil enthalten. Hafertage sind dabei effektiv. Alternativ können aber auch andere Ballaststoffkostformen gewählt werden.
- Im ambulanten Setting (Alltagssituation) können sich wiederholte Sequenzen von jeweils zwei bis drei hypokalorischen Hafertagen bei übergewichtigen Patienten mit T2Dm und ausgeprägter Insulinresistenz senkend auf das Körpergewicht und den Insulinbedarf auswirken.

### Kommentar

Insulinresistenz kann bei T2Dm durch eine bestimmte Kostform über einige Tage signifikant gesenkt werden. Diese Kostformen waren in der Summe immer hypokalorisch und ballaststoffreich. Am besten, bezogen auf den HOMA-Index, haben die Hafertage abgeschnitten wegen des hohen Anteils an löslichen Ballaststoffen ( $\beta$ -Glucan) [210]. Die Menge an  $\beta$ -Glucan ist mit ca. 7,8% besonders hoch [211].

Die mittlere Insulindosis konnte in einer Pilotstudie (2 Tage Haferbrei, 1100 kcal/Tag) um 47% reduziert werden. Dieser Effekt konnte aber auch noch 4 Wochen nach der Intervention nachgewiesen werden. Die Autoren vermuten infolge der Hafertage Auswirkungen auf das Mikrobiom.

### Interessenkonflikt

T. Skurk: Honorar Vortragstätigkeit: Novo Nordisk  
D. Rubin: Honorar Vortragstätigkeit: DGVS und Kaiserin-Friedrich-Stiftung  
A. Bosity-Westphal: keine  
A. Grünerbel: Honorare KV Bayern, Forschungsförderung durch BMG, Honorare Lilly  
S. Kabisch: Honorare und Reisekosten durch Sanofi, Berlin Chemie, Boehringer Ingelheim und Lilly; Reisekosten und Forschungsförderung durch J. Rettenmaier & Söhne, Holzmühle; weitere Forschungsförderung durch Beneo Südzucker und California Walnut Commission  
P. Kronsbein: keine  
K. Müssig: keine  
MC. Simon: keine  
A. Tombek: keine  
H. Nussbaumer: keine

### Literatur

- [1] Beck J, Greenwood DA, Blanton L et al. 2017 National Standards for Diabetes Self-Management Education and Support. *Diabetes Care* 2017; 40: 1409–1419
- [2] Evert AB, Dennison M, Gardner CD et al. Nutrition Therapy for Adults With Diabetes or Prediabetes: A Consensus Report. *Diabetes Care* 2019; 42: 731–754
- [3] Ausschuss Ernährung der Deutschen Diabetes Gesellschaft (DDG). Stellungnahme zu Evert AB et al. Consensus Report: Nutrition Therapy for Adults with Diabetes or Prediabetes. *Diabetes Care* 2019; 42: 731–754. Zugriff am 27.06.2024 unter <https://www.deutsche-diabetes-gesellschaft.de/politik/stellungnahmen/stellungnahmedes-ausschuss-ernaehrung-der-ddg-zum-consensusreport-nutrition-the-rapy-for-adults-with-diabetes-or-prediabetes>
- [4] DeFronzo RA, Bonadonna RC, Ferrannini E. Pathogenesis of NIDDM. A balanced overview. *Diabetes Care* 1992; 15: 318–368
- [5] DeFronzo RA, Eldor R, Abdul-Ghani M. Pathophysiologic approach to therapy in patients with newly diagnosed type 2 diabetes. *Diabetes Care* 2013; 36 (Suppl 2): S127–S138
- [6] Lencioni C, Lupi R, Del Prato S. Beta-cell failure in type 2 diabetes mellitus. *Curr Diab Rep* 2008; 8: 179–184
- [7] [Anonymous]. U.K. prospective diabetes study 16. Overview of 6 years' therapy of type II diabetes: a progressive disease. U.K. Prospective Diabetes Study Group. *Diabetes* 1995; 44: 1249–1258
- [8] Zaharia OP, Strassburger K, Strom A et al. Risk of diabetes-associated diseases in subgroups of patients with recent-onset diabetes: a 5-year follow-up study. *Lancet Diabetes Endocrinol* 2019; 7: 684–694
- [9] Wing RR, Lang W, Wadden TA et al. Benefits of modest weight loss in improving cardiovascular risk factors in overweight and obese individuals with type 2 diabetes. *Diabetes Care* 2011; 34: 1481–1486
- [10] Steven S, Hollingsworth KG, Al-Mrabeh A et al. Very Low-Calorie Diet and 6 Months of Weight Stability in Type 2 Diabetes: Pathophysiological Changes in Responders and Nonresponders. *Diabetes Care* 2016; 39: 808–815
- [11] Jazet IM, Pijl H, Frölich M et al. Factors predicting the blood glucose lowering effect of a 30-day very low calorie diet in obese Type 2 diabetic patients. *Diabet Med* 2005; 22: 52–55
- [12] Lean MEJ, Leslie WS, Barnes AC et al. Primary care-led weight management for remission of type 2 diabetes (DiRECT): an open-label, cluster-randomised trial. *Lancet* 2018; 391: 541–551
- [13] Bangalore S, Fayyad R, DeMicco DA et al. Body Weight Variability and Cardiovascular Outcomes in Patients With Type 2 Diabetes Mellitus. *Circ Cardiovasc Qual Outcomes* 2018; 11: e004724
- [14] Yeboah P, Hsu FC, Bertoni AG et al. Body Mass Index, Change in Weight, Body Weight Variability and Outcomes in Type 2 Diabetes Mellitus (from the ACCORD Trial). *Am J Cardiol* 2019; 123: 576–581
- [15] Pagidipati NJ, Zheng Y, Green JB et al. Association of obesity with cardiovascular outcomes in patients with type 2 diabetes and cardiovascular disease: Insights from TECOS. *Am Heart J* 2020; 219: 47–57
- [16] Bodegard J, Sundström J, Svennblad B et al. Changes in body mass index following newly diagnosed type 2 diabetes and risk of cardiovascular mortality: a cohort study of 8486 primary-care patients. *Diabetes Metab* 2013; 39: 306–313
- [17] Gregg EW, Chen H, Wagenknecht LE et al. Association of an intensive lifestyle intervention with remission of type 2 diabetes. *JAMA* 2012; 308: 2489–2496
- [18] Hainer V, Aldhoon-Hainerová I. Obesity paradox does exist. *Diabetes Care* 2013; 36 (Suppl 2): S276–S281
- [19] Colquitt JL, Pickett K, Loveman E et al. Surgery for weight loss in adults. *Cochrane Database Syst Rev* 2014; 8: CD003641

- [20] Murgatroyd PR, Goldberg GR, Leahy FE et al. Effects of inactivity and diet composition on human energy balance. *Int J Obes Relat Metab Disord* 1999; 23: 1269–1275
- [21] Stubbs RJ, Sepp A, Hughes DA et al. The effect of graded levels of exercise on energy intake and balance in free-living women. *Int J Obes Relat Metab Disord* 2002; 26: 866–869
- [22] Granados K, Stephens BR, Malin SK et al. Appetite regulation in response to sitting and energy imbalance. *Appl Physiol Nutr Metab* 2012; 37: 323–333
- [23] Hägele FA, Büsing F, Nas A et al. Appetite Control Is Improved by Acute Increases in Energy Turnover at Different Levels of Energy Balance. *J Clin Endocrinol Metab* 2019; 104: 4481–4491
- [24] Douglas JA, King JA, Clayton DJ et al. Acute effects of exercise on appetite, ad libitum energy intake and appetite-regulatory hormones in lean and overweight/obese men and women. *Int J Obes (Lond)* 2017; 41: 1737–1744
- [25] Savikj M, Zierath JR. Train like an athlete: applying exercise interventions to manage type 2 diabetes. *Diabetologia* 2020; 63: 1491–1499
- [26] Büsing F, Hägele FA, Nas A et al. Impact of energy turnover on the regulation of glucose homeostasis in healthy subjects. *Nutr Diabetes* 2019; 9: 22
- [27] Larsen JJ, Dela F, Kjaer M et al. The effect of moderate exercise on postprandial glucose homeostasis in NIDDM patients. *Diabetologia* 1997; 40: 447–453
- [28] Heden TD, Winn NC, Mari A et al. Postdinner resistance exercise improves postprandial risk factors more effectively than predinner resistance exercise in patients with type 2 diabetes. *J Appl Physiol* (1985) 2015; 118: 624–634
- [29] Reynolds AN, Mann JI, Williams S et al. Advice to walk after meals is more effective for lowering postprandial glycaemia in type 2 diabetes mellitus than advice that does not specify timing: a randomised crossover study. *Diabetologia* 2016; 59: 2572–2578
- [30] Gaudet-Savard T, Ferland A, Broderick TL et al. Safety and magnitude of changes in blood glucose levels following exercise performed in the fasted and the postprandial state in men with type 2 diabetes. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil* 2007; 14: 831–836
- [31] DiPietro L, Gribok A, Stevens MS et al. Three 15-min bouts of moderate postmeal walking significantly improves 24-h glycemic control in older people at risk for impaired glucose tolerance. *Diabetes Care* 2013; 36: 3262–3268
- [32] Davies MJ, D'Alessio DA, Fradkin J et al. Management of Hyperglycemia in Type 2 Diabetes, 2018. A Consensus Report by the American Diabetes Association (ADA) and the European Association for the Study of Diabetes (EASD). *Diabetes Care* 2018; 41: 2669–2701
- [33] Schwingshackl L, Chaimani A, Hoffmann G et al. A network meta-analysis on the comparative efficacy of different dietary approaches on glycaemic control in patients with type 2 diabetes mellitus. *Eur J Epidemiol* 2018; 33: 157–170
- [34] Schwingshackl L, Hoffmann G, Iqbal K et al. Food groups and intermediate disease markers: a systematic review and network meta-analysis of randomized trials. *Am J Clin Nutr* 2018; 108: 576–586
- [35] Neuenschwander M, Ballon A, Weber KS et al. Role of diet in type 2 diabetes incidence: umbrella review of meta-analyses of prospective observational studies. *BMJ* 2019; 366: 12368
- [36] Ge L, Sadeghirad B, Ball GDC et al. Comparison of dietary macronutrient patterns of 14 popular named dietary programmes for weight and cardiovascular risk factor reduction in adults: systematic review and network meta-analysis of randomised trials. *BMJ* 2020; 369: m696
- [37] Schwingshackl L, Nitschke K, Zähringer J et al. Impact of Meal Frequency on Anthropometric Outcomes: A Systematic Review and Network Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Adv Nutr* 2020; 11: 1108–1122
- [38] Della Corte KW, Perrar I, Penczynski KJ et al. Effect of Dietary Sugar Intake on Biomarkers of Subclinical Inflammation: A Systematic Review and Meta-Analysis of Intervention Studies. *Nutrients* 2018; 10: 606
- [39] Schwingshackl L, Chaimani A, Schwedhelm C et al. Comparative effects of different dietary approaches on blood pressure in hypertensive and pre-hypertensive patients: A systematic review and network meta-analysis. *Crit Rev Food Sci Nutr* 2019; 59: 2674–2687
- [40] Uusitupa M, Khan TA, Vigiliouk E et al. Prevention of Type 2 Diabetes by Lifestyle Changes: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Nutrients* 2019; 11: 2611
- [41] de Souza RJ, Mente A, Maroleanu A et al. Intake of saturated and trans unsaturated fatty acids and risk of all cause mortality, cardiovascular disease, and type 2 diabetes: systematic review and meta-analysis of observational studies. *BMJ* 2015; 351: h3978
- [42] Astrup A, Magkos F, Bier DM et al. Saturated Fats and Health: A Reassessment and Proposal for Food-Based Recommendations: JACC State-of-the-Art Review. *J Am Coll Cardiol* 2020; 76: 844–857
- [43] Pimpin L, Wu JHY, Haskelberg H et al. Is Butter Back? A Systematic Review and Meta-Analysis of Butter Consumption and Risk of Cardiovascular Disease, Diabetes, and Total Mortality. *PLoS One* 2016; 11: e0158118
- [44] Benatar JR, Sidhu K, Stewart RAH. Effects of high and low fat dairy food on cardio-metabolic risk factors: a meta-analysis of randomized studies. *PLoS One* 2013; 8: e76480
- [45] Wu JHY, Marklund M, Imamura F et al. Omega-6 fatty acid biomarkers and incident type 2 diabetes: pooled analysis of individual-level data for 39740 adults from 20 prospective cohort studies. *Lancet Diabetes Endocrinol* 2017; 5: 965–974
- [46] Li J, Guasch-Ferré M, Li Y et al. Dietary intake and biomarkers of linoleic acid and mortality: systematic review and meta-analysis of prospective cohort studies. *Am J Clin Nutr* 2020; 112: 150–167
- [47] Pan A, Chen M, Chowdhury R et al.  $\alpha$ -Linolenic acid and risk of cardiovascular disease: a systematic review and meta-analysis. *Am J Clin Nutr* 2012; 96: 1262–1273
- [48] Abdelhamid AS, Martin N, Bridges C et al. Polyunsaturated fatty acids for the primary and secondary prevention of cardiovascular disease. *Cochrane Database Syst Rev* 2018; 11: CD012345
- [49] Abdelhamid AS, Brown TJ, Brainard JS et al. Omega-3 fatty acids for the primary and secondary prevention of cardiovascular disease. *Cochrane Database Syst Rev* 2020; 3: CD003177
- [50] Brown TJ, Brainard J, Song F et al. Omega-3, omega-6, and total dietary polyunsaturated fat for prevention and treatment of type 2 diabetes mellitus: systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *BMJ* 2019; 366: 14697
- [51] Qian F, Korat AA, Malik V et al. Metabolic Effects of Monounsaturated Fatty Acid-Enriched Diets Compared With Carbohydrate or Polyunsaturated Fatty Acid-Enriched Diets in Patients With Type 2 Diabetes: A Systematic Review and Meta-analysis of Randomized Controlled Trials. *Diabetes Care* 2016; 39: 1448–1457
- [52] Jovanovski E, de Castro Ruiz Marques A, Li D et al. Effect of high-carbohydrate or high-monounsaturated fatty acid diets on blood pressure: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Nutr Rev* 2019; 77: 19–31
- [53] Zhang YY, Liu W, Zhao TY et al. Efficacy of Omega-3 Polyunsaturated Fatty Acids Supplementation in Managing Overweight and Obesity: A Meta-Analysis of Randomized Clinical Trials. *J Nutr Health Aging* 2017; 21: 187–192
- [54] Lin N, Shi JJ, Li YM et al. What is the impact of n-3 PUFAs on inflammation markers in Type 2 diabetic mellitus populations?: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Lipids Health Dis* 2016; 15: 133
- [55] Reis CEG, Landim KC, Nunes ACS et al. Safety in the hypertriglyceridemia treatment with N-3 polyunsaturated fatty acids on glucose metabolism in subjects with type 2 diabetes mellitus. *Nutr Hosp* 2014; 31: 570–576

- [56] Gao L, Cao J, Mao Q et al. Influence of omega-3 polyunsaturated fatty acid-supplementation on platelet aggregation in humans: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Atherosclerosis* 2013; 226: 328–334
- [57] He XX, Wu XL, Chen RP et al. Effectiveness of Omega-3 Polyunsaturated Fatty Acids in Non-Alcoholic Fatty Liver Disease: A Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *PLoS One* 2016; 11: e0162368
- [58] Li N, Yue H, Jia M et al. Effect of low-ratio n-6/n-3 PUFA on blood glucose: a meta-analysis. *Food Funct* 2019; 10: 4557–4565
- [59] Wanders AJ, Blom WAM, Zock PL et al. Plant-derived polyunsaturated fatty acids and markers of glucose metabolism and insulin resistance: a meta-analysis of randomized controlled feeding trials. *BMJ Open Diabetes Res Care* 2019; 7: e000585
- [60] Abbott KA, Burrows TL, Thota RN et al. Do  $\omega$ -3 PUFAs affect insulin resistance in a sex-specific manner? A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Am J Clin Nutr* 2016; 104: 1470–1484
- [61] Jovanovski E, Li D, Thanh Ho HV et al. The effect of alpha-linolenic acid on glycemic control in individuals with type 2 diabetes: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled clinical trials. *Medicine (Baltimore)* 2017; 96: e6531
- [62] Faris MAI, Jahrami H, BaHammam A et al. A systematic review, meta-analysis, and meta-regression of the impact of diurnal intermittent fasting during Ramadan on glucometabolic markers in healthy subjects. *Diabetes Res Clin Pract* 2020; 165: 108226
- [63] Mirmiran P, Bahadoran Z, Gaeini Z et al. Effects of Ramadan intermittent fasting on lipid and lipoprotein parameters: An updated meta-analysis. *Nutr Metab Cardiovasc Dis* 2019; 29: 906–915
- [64] Fernando HA, Zibellini J, Harris RA et al. Effect of Ramadan Fasting on Weight and Body Composition in Healthy Non-Athlete Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Nutrients* 2019; 11: 478
- [65] Horne BD, May HT, Anderson JL et al. Usefulness of routine periodic fasting to lower risk of coronary artery disease in patients undergoing coronary angiography. *Am J Cardiol* 2008; 102: 814–819
- [66] Horne BD, Muhlestein JB, May HT et al. Relation of routine, periodic fasting to risk of diabetes mellitus, and coronary artery disease in patients undergoing coronary angiography. *Am J Cardiol* 2012; 109: 1558–1562
- [67] Schwingshackl L, Zähringer J, Nitschke K et al. Impact of intermittent energy restriction on anthropometric outcomes and intermediate disease markers in patients with overweight and obesity: systematic review and meta-analyses. *Crit Rev Food Sci Nutr* 2021; 61: 1293–1304
- [68] Park J, Seo YG, Paek YJ et al. Effect of alternate-day fasting on obesity and cardiometabolic risk: A systematic review and meta-analysis. *Metabolism* 2020; 111: 154336
- [69] Harris L, Hamilton S, Azevedo LB et al. Intermittent fasting interventions for treatment of overweight and obesity in adults: a systematic review and meta-analysis. *JBI Database System Rev Implement Rep* 2018; 16: 507–547
- [70] Seimon RV, Roekenes JA, Zibellini J et al. Do intermittent diets provide physiological benefits over continuous diets for weight loss? A systematic review of clinical trials. *Mol Cell Endocrinol* 2015; 418: 153–172
- [71] Horne BD, Muhlestein JB, Anderson JL. Health effects of intermittent fasting: hormesis or harm? A systematic review. *Am J Clin Nutr* 2015; 102: 464–470
- [72] Borgundvaag E, Mak J, Kramer CK. Metabolic Impact of Intermittent Fasting in Patients With Type 2 Diabetes Mellitus: A Systematic Review and Meta-analysis of Interventional Studies. *J Clin Endocrinol Metab* 2021; 106: 902–911
- [73] Parr EB, Devlin BL, Lim KHC et al. Time-Restricted Eating as a Nutrition Strategy for Individuals with Type 2 Diabetes: A Feasibility Study. *Nutrients* 2020; 12: 3228
- [74] Carter S, Clifton PM, Keogh JB. The effects of intermittent compared to continuous energy restriction on glycaemic control in type 2 diabetes: a pragmatic pilot trial. *Diabetes Res Clin Pract* 2016; 122: 106–112
- [75] Carter S, Clifton PM, Keogh JB. The effect of intermittent compared with continuous energy restriction on glycaemic control in patients with type 2 diabetes: 24-month follow-up of a randomised noninferiority trial. *Diabetes Res Clin Pract* 2019; 151: 11–19
- [76] Corley BT, Carroll RW, Hall RM et al. Intermittent fasting in Type 2 diabetes mellitus and the risk of hypoglycaemia: a randomized controlled trial. *Diabet Med* 2018; 35: 588–594
- [77] Templeman I, Smith HA, Chowdhury E et al. A randomized controlled trial to isolate the effects of fasting and energy restriction on weight loss and metabolic health in lean adults. *Sci Transl Med* 2021; 13: eabd8034
- [78] Henry RR, Wiest-Kent TA, Scheaffer L et al. Metabolic consequences of very-low-calorie diet therapy in obese non-insulin-dependent diabetic and nondiabetic subjects. *Diabetes* 1986; 35: 155–164
- [79] Amatruda JM, Richeson JF, Welle SL et al. The safety and efficacy of a controlled low-energy (“very-low-calorie”) diet in the treatment of noninsulin-dependent diabetes and obesity. *Arch Intern Med* 1988; 148: 873–877
- [80] Rotella CM, Cresci B, Mannucci E et al. Short cycles of very low calorie diet in the therapy of obese type II diabetes mellitus. *J Endocrinol Invest* 1994; 17: 171–179
- [81] Dhindsa P, Scott AR, Donnelly R. Metabolic and cardiovascular effects of very-low-calorie diet therapy in obese patients with Type 2 diabetes in secondary failure: outcomes after 1 year. *Diabet Med* 2003; 20: 319–324
- [82] American Diabetes Association. Standards of medical care in diabetes 2022. *Clin Diabetes* 2022; 40: 10–38
- [83] Lean MEJ, Leslie WS, Barnes AC et al. Durability of a primary care-led weight-management intervention for remission of type 2 diabetes: 2-year results of the DiRECT open-label, cluster-randomised trial. *Lancet Diabetes Endocrinol* 2019; 7: 344–355
- [84] Holman RR, Paul SK, Bethel MA et al. 10-year follow-up of intensive glucose control in type 2 diabetes. *N Engl J Med* 2008; 359: 1577–1589
- [85] Haslacher H, Fallmann H, Waldhäusl C et al. Type 2 diabetes care: Improvement by standardization at a diabetes rehabilitation clinic. An observational report. *PLoS One* 2019; 14: e0226132
- [86] American Diabetes Association. 5. Facilitating Behavior Change and Well-being to Improve Health Outcomes: Standards of Medical Care in Diabetes-2020. *Diabetes Care* 2020; 43: S48–S65
- [87] Dyson PA, Twenefour D, Breen C et al. Diabetes UK evidence-based nutrition guidelines for the prevention and management of diabetes. *Diabet Med* 2018; 35: 541–547
- [88] Dworatzek PD, Arcudi K, Gougeon R et al. Nutrition therapy. *Can J Diabetes* 2013; 37 (Suppl 1): S45–S55
- [89] Hallberg SJ, Dockter NE, Kushner JA et al. Improving the scientific rigour of nutritional recommendations for adults with type 2 diabetes: A comprehensive review of the American Diabetes Association guideline-recommended eating patterns. *Diabetes Obes Metab* 2019; 21: 1769–1779
- [90] Salas-Salvadó J, Becerra-Tomás N, Papandreou C et al. Dietary Patterns Emphasizing the Consumption of Plant Foods in the Management of Type 2 Diabetes: A Narrative Review. *Adv Nutr* 2019; 10: S320–S331
- [91] Viguiouk E, Kendall CW, Kahleová H et al. Effect of vegetarian dietary patterns on cardiometabolic risk factors in diabetes: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Clin Nutr* 2019; 38: 1133–1145
- [92] Papamichou D, Panagiotakos DB, Itsiopoulos C. Dietary patterns and management of type 2 diabetes: A systematic review of randomised clinical trials. *Nutr Metab Cardiovasc Dis* 2019; 29: 531–543
- [93] Szczerba E, Barbaresko J, Schieman T et al. Diet in the management of type 2 diabetes: umbrella review of systematic reviews with meta-analyses of randomised controlled trials. *BMJ* 2023; 2: e0006641

- [94] Ohlsson B. An Okinawan-based Nordic diet improves glucose and lipid metabolism in health and type 2 diabetes, in alignment with changes in the endocrine profile, whereas zonulin levels are elevated. *Exp Ther Med* 2019; 17: 2883–2893
- [95] Daneshzad E, Emami S, Darooghegi Mofrad M et al. Association of modified Nordic diet with cardiovascular risk factors among type 2 diabetes patients: a cross-sectional study. *J Cardiovasc Thorac Res* 2018; 10: 153–161
- [96] Via MA, Mechanick JL. Nutrition in Type 2 Diabetes and the Metabolic Syndrome. *Med Clin North Am* 2016; 100: 1285–1302
- [97] Mittendorfer B, Klein S, Fontana L. A word of caution against excessive protein intake. *Nat Rev Endocrinol* 2020; 16: 59–66
- [98] Labonte CC, Chevalier S, Marliss EB et al. Effect of 10% dietary protein intake on whole body protein kinetics in type 2 diabetic adults. *Clin Nutr* 2015; 34: 1115–1121
- [99] Markova M, Hornemann S, Sucher S et al. Rate of appearance of amino acids after a meal regulates insulin and glucagon secretion in patients with type 2 diabetes: a randomized clinical trial. *Am J Clin Nutr* 2018; 108: 279–291
- [100] Volkert D. Aktuelle ESPEN-Leitlinie Klinische Ernährung und Hydratation in der Geriatrie. *Dtsch Med Wochenschr* 2020; 145: 1306–1314
- [101] Hahn D, Hodson EM, Fouque D. Low protein diets for non-diabetic adults with chronic kidney disease. *Cochrane Database Syst Rev* 2020; 10: CD001892
- [102] Ikizler TA, Burrowes JD, Byham-Gray LD et al. KDOQI Clinical Practice Guideline for Nutrition in CKD: 2020 Update. *Am J Kidney Dis* 2020; 76: S1–S107
- [103] Menon V, Kopple JD, Wang X et al. Effect of a very low-protein diet on outcomes: long-term follow-up of the Modification of Diet in Renal Disease (MDRD) Study. *Am J Kidney Dis* 2009; 53: 208–217
- [104] Jiang Z, Tang Y, Yang L et al. Effect of restricted protein diet supplemented with keto analogues in end-stage renal disease: a systematic review and meta-analysis. *Int Urol Nephrol* 2018; 50: 687–694
- [105] Fiaccadori E, Sabatino A, Barazzoni R et al. ESPEN guideline on clinical nutrition in hospitalized patients with acute or chronic kidney disease. *Clin Nutr* 2021; 40: 1644–1668
- [106] Pfeiffer AFH, Pedersen E, Schwab U et al. The Effects of Different Quantities and Qualities of Protein Intake in People with Diabetes Mellitus. *Nutrients* 2020; 12: 365
- [107] Berry SE, Valdes AM, Drew DA et al. Human postprandial responses to food and potential for precision nutrition. *Nat Med* 2020; 26: 964–973
- [108] Livesey G, Taylor R, Livesey H et al. Is there a dose-response relation of dietary glycemic load to risk of type 2 diabetes? Meta-analysis of prospective cohort studies. *Am J Clin Nutr* 2013; 97: 584–596
- [109] Livesey G, Livesey H. Coronary Heart Disease and Dietary Carbohydrate, Glycemic Index, and Glycemic Load: Dose-Response Meta-analyses of Prospective Cohort Studies. *Mayo Clin Proc Innov Qual Outcomes* 2019; 3: 52–69
- [110] Thomas DE, Elliott EJ. The use of low-glycaemic index diets in diabetes control. *Br J Nutr* 2010; 104: 797–802
- [111] Brand-Miller J, Hayne S, Petocz P et al. Low-glycemic index diets in the management of diabetes: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Diabetes Care* 2003; 26: 2261–2267
- [112] Ojo O, Ojo OO, Adebowale F et al. The Effect of Dietary Glycaemic Index on Glycaemia in Patients with Type 2 Diabetes: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Nutrients* 2018; 10: 373
- [113] Franz MJ, MacLeod J, Evert A et al. Academy of Nutrition and Dietetics Nutrition Practice Guideline for Type 1 and Type 2 Diabetes in Adults: Systematic Review of Evidence for Medical Nutrition Therapy Effectiveness and Recommendations for Integration into the Nutrition Care Process. *J Acad Nutr Diet* 2017; 117: 1659–1679
- [114] Vega-López S, Venn BJ, Slavin JL. Relevance of the Glycemic Index and Glycemic Load for Body Weight, Diabetes, and Cardiovascular Disease. *Nutrients* 2018; 10: 1361
- [115] Aune D, Norat T, Romundstad P et al. Whole grain and refined grain consumption and the risk of type 2 diabetes: a systematic review and dose-response meta-analysis of cohort studies. *Eur J Epidemiol* 2013; 28: 845–858
- [116] InterAct Consortium. Dietary fibre and incidence of type 2 diabetes in eight European countries: the EPIC-InterAct Study and a meta-analysis of prospective studies. *Diabetologia* 2015; 58: 1394–1408
- [117] Kim Y, Je Y. Dietary fibre intake and mortality from cardiovascular disease and all cancers: A meta-analysis of prospective cohort studies. *Arch Cardiovasc Dis* 2016; 109: 39–54
- [118] Reynolds AN, Akerman AP, Mann J. Dietary fibre and whole grains in diabetes management: Systematic review and meta-analyses. *PLoS Med* 2020; 17: e1003053
- [119] Da Silva Borges D, Fernandes R, Thives Mello A et al. Prebiotics may reduce serum concentrations of C-reactive protein and ghrelin in overweight and obese adults: a systematic review and meta-analysis. *Nutr Rev* 2020; 78: 235–248
- [120] Reynolds A, Mann J, Cummings J et al. Carbohydrate quality and human health: a series of systematic reviews and meta-analyses. *Lancet* 2019; 393: 434–445
- [121] Musa-Veloso K, Poon T, Harkness LS et al. The effects of whole-grain compared with refined wheat, rice, and rye on the postprandial blood glucose response: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Am J Clin Nutr* 2018; 108: 759–774
- [122] Wang W, Li J, Chen X et al. Whole grain food diet slightly reduces cardiovascular risks in obese/overweight adults: a systematic review and meta-analysis. *BMC Cardiovasc Disord* 2020; 20: 82
- [123] Weickert MO, Roden M, Isken F et al. Effects of supplemented isoenergetic diets differing in cereal fiber and protein content on insulin sensitivity in overweight humans. *Am J Clin Nutr* 2011; 94: 459–471
- [124] Honsek C, Kabisch S, Kemper M et al. Fibre supplementation for the prevention of type 2 diabetes and improvement of glucose metabolism: the randomised controlled Optimal Fibre Trial (OptiFIT). *Diabetologia* 2018; 61: 1295–1305
- [125] Kabisch S, Meyer NMT, Honsek C et al. Fasting Glucose State Determines Metabolic Response to Supplementation with Insoluble Cereal Fibre: A Secondary Analysis of the Optimal Fibre Trial (OptiFIT). *Nutrients* 2019; 11: 2385
- [126] Hjorth MF, Ritz C, Blaak EE et al. Pretreatment fasting plasma glucose and insulin modify dietary weight loss success: results from 3 randomized clinical trials. *Am J Clin Nutr* 2017; 106: 499–505
- [127] Xiao Z, Chen H, Zhang Y et al. The effect of psyllium consumption on weight, body mass index, lipid profile, and glucose metabolism in diabetic patients: A systematic review and dose-response meta-analysis of randomized controlled trials. *Phytother Res* 2020; 34: 1237–1247
- [128] Wang L, Yang H, Huang H et al. Inulin-type fructans supplementation improves glycemic control for the prediabetes and type 2 diabetes populations: results from a GRADE-assessed systematic review and dose-response meta-analysis of 33 randomized controlled trials. *J Transl Med* 2019; 17: 410
- [129] Rao M, Gao C, Xu L et al. Effect of Inulin-Type Carbohydrates on Insulin Resistance in Patients with Type 2 Diabetes and Obesity: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Diabetes Res* 2019; 2019: 5101423

- [130] Pittler MH, Ernst E. Guar gum for body weight reduction: meta-analysis of randomized trials. *Am J Med* 2001; 110: 724–730
- [131] Bahrman A, Bahrman P, Baumann J et al. S2k-Leitlinie Diagnostik, Therapie und Verlaufskontrolle des Diabetes mellitus im Alter. 2. Auflage 2018 – AWMF-Register-Nr. 057-017. *Diabetol Stoffwechs* 2018; 13: 423–489
- [132] Volkert D, Bauer J, Frühwald T et al. S3-Leitlinie der Deutschen Gesellschaft für Ernährungsmedizin (DGEM) in Zusammenarbeit mit der GESKES, der AKE und der DGG Klinische Ernährung in der Geriatrie. *Aktuelle Ernährungsmedizin* 2013; 38: e1–e48
- [133] Zeyfang A, Wernecke J, Bahrman A. Diabetes mellitus im Alter. *Diabetol Stoffwechs* 2020; 15 (Suppl 1): S112–S119
- [134] Guigoz Y, Vellas B. Malnutrition in the elderly: the Mini Nutritional Assessment (MNA). *Ther Umsch* 1997; 54: 345–350
- [135] Rubenstein LZ, Harker JO, Salvà A et al. Screening for undernutrition in geriatric practice: developing the short-form mini-nutritional assessment (MNA-SF). *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2001; 56: M366–M372
- [136] Şat S, Aydınoğlu-Tuzcu K, Berger F et al. Diabetes und Migration. *Diabetol Stoffwechs* 2019; 14 (Suppl 2): S306–S317
- [137] Diker O, Deniz T, Çetinkaya A. History of Turkish Cuisine Culture and the Influence of the Balkans. *IOSR Journal of Humanities And Social Science* 2016; 10: 1–6
- [138] Schmid B. Ernährung und Migration [Zugl.: München, Techn. Univ., Diss., 2003]. c München: Utz, Wiss; 2003
- [139] Magni P, Bier DM, Pecorelli S et al. Perspective: Improving Nutritional Guidelines for Sustainable Health Policies: Current Status and Perspectives. *Adv Nutr* 2017; 8: 532–545
- [140] Praxistool zur Ernährung. Orientierungshilfe für die Diabetesberatung nach geografischen Räumen. Zugriff am 15.07.2021 unter [https://migration.deutsche-diabetes-gesellschaft.de/fileadmin/user\\_upload/01\\_Die\\_DDG/05\\_Arbeitsgemeinschaften/AG\\_Migranten/Microsite/200417\\_Ernaehrungstool\\_DDG-GB19-Einleger\\_04.pdf](https://migration.deutsche-diabetes-gesellschaft.de/fileadmin/user_upload/01_Die_DDG/05_Arbeitsgemeinschaften/AG_Migranten/Microsite/200417_Ernaehrungstool_DDG-GB19-Einleger_04.pdf)
- [141] McGlynn ND, Khan TA, Wang L et al. Association of Low- and No-Calorie Sweetened Beverages as a Replacement for Sugar-Sweetened Beverages With Body Weight and Cardiometabolic Risk: A Systematic Review and Meta-analysis. *JAMA Netw Open* 2022; 5: e222092
- [142] Chen H, Wang J, Li Z et al. Consumption of Sugar-Sweetened Beverages Has a Dose-Dependent Effect on the Risk of Non-Alcoholic Fatty Liver Disease: An Updated Systematic Review and Dose-Response Meta-Analysis. *Int J Environ Res Public Health* 2019; 16: 2192
- [143] Asgari-Taee F, Zerfati-Shoae N, Dehghan M et al. Association of sugar sweetened beverages consumption with non-alcoholic fatty liver disease: a systematic review and meta-analysis. *Eur J Nutr* 2019; 58: 1759–1769
- [144] Wu H, Flint AJ, Qi Q et al. Association between dietary whole grain intake and risk of mortality: two large prospective studies in US men and women. *JAMA Intern Med* 2015; 175: 373–384
- [145] Johnsen NF, Frederiksen K, Christensen J et al. Whole-grain products and whole-grain types are associated with lower all-cause and cause-specific mortality in the Scandinavian HELGA cohort. *Br J Nutr* 2015; 114: 608–623
- [146] Wei H, Gao Z, Liang R et al. Whole-grain consumption and the risk of all-cause, CVD and cancer mortality: a meta-analysis of prospective cohort studies – CORRIGENDUM. *Br J Nutr* 2016; 116: 952
- [147] Chen GC, Tong X, Xu JY et al. Whole-grain intake and total, cardiovascular, and cancer mortality: a systematic review and meta-analysis of prospective studies. *Am J Clin Nutr* 2016; 104: 164–172
- [148] Benisi-Kohansal S, Saneei P, Salehi-Marzijarani M et al. Whole-Grain Intake and Mortality from All Causes, Cardiovascular Disease, and Cancer: A Systematic Review and Dose-Response Meta-Analysis of Prospective Cohort Studies. *Adv Nutr* 2016; 7: 1052–1065
- [149] Zong G, Gao A, Hu FB et al. Whole Grain Intake and Mortality From All Causes, Cardiovascular Disease, and Cancer: A Meta-Analysis of Prospective Cohort Studies. *Circulation* 2016; 133: 2370–2380
- [150] Aune D, Keum N, Giovannucci E et al. Whole grain consumption and risk of cardiovascular disease, cancer, and all cause and cause specific mortality: systematic review and dose-response meta-analysis of prospective studies. *BMJ* 2016; 353: i2716
- [151] Aune D. Plant Foods, Antioxidant Biomarkers, and the Risk of Cardiovascular Disease, Cancer, and Mortality: A Review of the Evidence. *Adv Nutr* 2019; 10: S404–S421
- [152] Zhang B, Zhao Q, Guo W et al. Association of whole grain intake with all-cause, cardiovascular, and cancer mortality: a systematic review and dose-response meta-analysis from prospective cohort studies. *Eur J Clin Nutr* 2018; 72: 57–65
- [153] Åberg S, Mann J, Neumann S et al. Whole-Grain Processing and Glycemic Control in Type 2 Diabetes: A Randomized Crossover Trial. *Diabetes Care* 2020; 43: 1717–1723
- [154] Bechthold A. Vollwertig essen und trinken nach den 10 Regeln der DGE. Bonn: Deutsche Gesellschaft für Ernährung e. V. (DGE); 2018
- [155] Miller V, Mente A, Dehghan M et al. Fruit, vegetable, and legume intake, and cardiovascular disease and deaths in 18 countries (PURE): a prospective cohort study. *Lancet* 2017; 390: 2037–2049
- [156] Aune D, Giovannucci E, Boffetta P et al. Fruit and vegetable intake and the risk of cardiovascular disease, total cancer and all-cause mortality – a systematic review and dose-response meta-analysis of prospective studies. *Int J Epidemiol* 2017; 46: 1029–1056
- [157] Bechthold A, Boeing H, Schwedhelm C et al. Food groups and risk of coronary heart disease, stroke and heart failure: A systematic review and dose-response meta-analysis of prospective studies. *Crit Rev Food Sci Nutr* 2019; 59: 1071–1090
- [158] Zhan J, Liu YJ, Cai LB et al. Fruit and vegetable consumption and risk of cardiovascular disease: A meta-analysis of prospective cohort studies. *Crit Rev Food Sci Nutr* 2017; 57: 1650–1663
- [159] Willett W, Rockström J, Loken B et al. Food in the Anthropocene: the EAT–Lancet Commission on healthy diets from sustainable food systems. *Lancet* 2019; 393: 447–492
- [160] Barnard ND, Cohen J, Jenkins DJA et al. A low-fat vegan diet improves glycemic control and cardiovascular risk factors in a randomized clinical trial in individuals with type 2 diabetes. *Diabetes Care* 2006; 29: 1777–1783
- [161] Jenkins DJA, Kendall CWC, Augustin LSA et al. Effect of legumes as part of a low glycemic index diet on glycemic control and cardiovascular risk factors in type 2 diabetes mellitus: a randomized controlled trial. *Arch Intern Med* 2012; 172: 1653–1660
- [162] Renner B, Arens-Azevêdo U, Watzl B et al. DGE-Positionspapier zur nachhaltigeren Ernährung. *Ernährungsumschau* 2021; 68: 144–154
- [163] Jannasch F, Kröger J, Schulze MB. Dietary Patterns and Type 2 Diabetes: A Systematic Literature Review and Meta-Analysis of Prospective Studies. *J Nutr* 2017; 147: 1174–1182
- [164] Chen C, Yu X, Shao S. Effects of Omega-3 Fatty Acid Supplementation on Glucose Control and Lipid Levels in Type 2 Diabetes: A Meta-Analysis. *PLoS One* 2015; 10: e0139565
- [165] DGE – Deutsche Gesellschaft für Ernährung. Vollwertig essen und trinken nach den 10 Regeln der DGE. Zugriff am 13.07.2021 unter <https://www.dge.de/ernaehrungspraxis/vollwertige-ernaehrung/10-regeln-der-dge/>
- [166] Zeraatkar D, Han MA, Guyatt GH et al. Red and Processed Meat Consumption and Risk for All-Cause Mortality and Cardiometabolic Outcomes: A Systematic Review and Meta-analysis of Cohort Studies. *Ann Intern Med* 2019; 171: 703–710

- [167] Vernooij RWM, Zeraatkar D, Han MA et al. Patterns of Red and Processed Meat Consumption and Risk for Cardiometabolic and Cancer Outcomes: A Systematic Review and Meta-analysis of Cohort Studies. *Ann Intern Med* 2019; 171: 732–741
- [168] Davidson MH, Hunninghake D, Maki KC et al. Comparison of the effects of lean red meat vs lean white meat on serum lipid levels among free-living persons with hypercholesterolemia: a long-term, randomized clinical trial. *Arch Intern Med* 1999; 159: 1331–1338
- [169] Hunninghake DB, Maki KC, Kwiterovich PO et al. Incorporation of lean red meat into a National Cholesterol Education Program Step I diet: a long-term, randomized clinical trial in free-living persons with hypercholesterolemia. *J Am Coll Nutr* 2000; 19: 351–360
- [170] Bergeron N, Chiu S, Williams PT et al. Effects of red meat, white meat, and nonmeat protein sources on atherogenic lipoprotein measures in the context of low compared with high saturated fat intake: a randomized controlled trial. *Am J Clin Nutr* 2019; 110: 24–33
- [171] Charlton K, Walton K, Batterham M et al. Pork and Chicken Meals Similarly Impact on Cognitive Function and Strength in Community-Living Older Adults: A Pilot Study. *J Nutr Gerontol Geriatr* 2016; 35: 124–145
- [172] Murphy KJ, Parker B, Dyer KA et al. A comparison of regular consumption of fresh lean pork, beef and chicken on body composition: a randomized cross-over trial. *Nutrients* 2014; 6: 682–696
- [173] Murphy KJ, Thomson RL, Coates AM et al. Effects of eating fresh lean pork on cardiometabolic health parameters. *Nutrients* 2012; 4: 711–723
- [174] Costello RB, Dwyer JT, Saldanha L et al. Do Cinnamon Supplements Have a Role in Glycemic Control in Type 2 Diabetes? A Narrative Review. *J Acad Nutr Diet* 2016; 116: 1794–1802
- [175] Sierra-Puente D, Abadi-Alfie S, Arakanchi-Altaled K et al. Cinammon (*Cinnamomum Spp.*) and Type 2 Diabetes Mellitus. *CTNR* 2019; 18: 247–255
- [176] Barriocanal LA, Palacios M, Benitez G et al. Apparent lack of pharmacological effect of steviol glycosides used as sweeteners in humans. A pilot study of repeated exposures in some normotensive and hypotensive individuals and in Type 1 and Type 2 diabetics. *Regul Toxicol Pharmacol* 2008; 51: 37–41
- [177] Brown RJ, Walter M, Rother KI. Effects of diet soda on gut hormones in youths with diabetes. *Diabetes Care* 2012; 35: 959–964
- [178] Grotz VL, Henry RR, McGill JB et al. Lack of effect of sucralose on glucose homeostasis in subjects with type 2 diabetes. *J Am Diet Assoc* 2003; 103: 1607–1612
- [179] Maki KC, Curry LL, Reeves MS et al. Chronic consumption of rebaudioside A, a steviol glycoside, in men and women with type 2 diabetes mellitus. *Food Chem Toxicol* 2008; 46 (Suppl 7): S47–S53
- [180] Olalde-Mendoza L, Moreno-González YE. Modificación de la glucemia en ayuno en adultos con diabetes mellitus tipo 2 después de la ingesta de refrescos de cola y de dieta en el estado de querétaro, México. *Arch Latinoam Nutr* 2013; 63: 142–147
- [181] Temizkan S, Deyneli O, Yasar M et al. Sucralose enhances GLP-1 release and lowers blood glucose in the presence of carbohydrate in healthy subjects but not in patients with type 2 diabetes. *Eur J Clin Nutr* 2015; 69: 162–166
- [182] Ferrazzano GF, Cantile T, Alcidi B et al. Is Stevia rebaudiana Bertoni a Non Cariogenic Sweetener? A Review. *Molecules* 2015; 21: E38
- [183] Prashant GM, Patil RB, Nagaraj T et al. The antimicrobial activity of the three commercially available intense sweeteners against common periodontal pathogens: an in vitro study. *J Contemp Dent Pract* 2012; 13: 749–752
- [184] EFSA 2013. EFSA schließt vollständige Risikobewertung zu Aspartam ab und kommt zu dem Schluss, dass es in den derzeitigen Expositionsmengen sicher ist. Zugriff am 01.09.2020 unter <https://www.efsa.europa.eu/de/press/news/131210>
- [185] Bock PM, Telo GH, Ramalho R et al. The effect of probiotics, prebiotics or synbiotics on metabolic outcomes in individuals with diabetes: a systematic review and meta-analysis. *Diabetologia* 2021; 64: 26–41
- [186] Rittiphairoj T, Pongpirul K, Janchot K et al. Probiotics Contribute to Glycemic Control in Patients with Type 2 Diabetes Mellitus: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Adv Nutr* 2021; 12: 722–734
- [187] Zheng M, Zhang R, Tian X et al. Assessing the Risk of Probiotic Dietary Supplements in the Context of Antibiotic Resistance. *Front Microbiol* 2017; 8: 908
- [188] Wong A, Ngu DYS, Dan LA et al. Detection of antibiotic resistance in probiotics of dietary supplements. *Nutr J* 2015; 14: 95
- [189] Salari A, Ghodrati S, Gheflati A et al. Effect of kefir beverage consumption on glycemic control: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled clinical trials. *Complementary therapies in clinical practice* 2021; 44: 101443
- [190] Evert AB, Boucher JL, Cypress M et al. Nutrition therapy recommendations for the management of adults with diabetes. *Diabetes Care* 2014; 37 (Suppl 1): S120–S143
- [191] Sievenpiper JL, Chan CB, Dworatzek PD et al. Nutrition Therapy. *Can J Diabetes* 2018; 42 (Suppl 1): S64–S79
- [192] Sievenpiper JL, de Souza RJ, Mirrahimi A et al. Effect of fructose on body weight in controlled feeding trials: a systematic review and meta-analysis. *Ann Intern Med* 2012; 156: 291–304
- [193] Ha V, Sievenpiper JL, de Souza RJ et al. Effect of fructose on blood pressure: a systematic review and meta-analysis of controlled feeding trials. *Hypertension* 2012; 59: 787–795
- [194] Chiavaroli L, de Souza RJ, Ha V et al. Effect of Fructose on Established Lipid Targets: A Systematic Review and Meta-Analysis of Controlled Feeding Trials. *J Am Heart Assoc* 2015; 4: e001700
- [195] Wang X, Ouyang Y, Liu J et al. Fruit and vegetable consumption and mortality from all causes, cardiovascular disease, and cancer: systematic review and dose-response meta-analysis of prospective cohort studies. *BMJ* 2014; 349: g4490
- [196] Chiu S, Sievenpiper JL, de Souza RJ et al. Effect of fructose on markers of non-alcoholic fatty liver disease (NAFLD): a systematic review and meta-analysis of controlled feeding trials. *Eur J Clin Nutr* 2014; 68: 416–423
- [197] Wang DD, Sievenpiper JL, de Souza RJ et al. The effects of fructose intake on serum uric acid vary among controlled dietary trials. *J Nutr* 2012; 142: 916–923
- [198] Cozma AI, Sievenpiper JL, de Souza RJ et al. Effect of fructose on glycemic control in diabetes: a systematic review and meta-analysis of controlled feeding trials. *Diabetes Care* 2012; 35: 1611–1620
- [199] Sievenpiper JL, Chiavaroli L, de Souza RJ et al. “Catalytic” doses of fructose may benefit glycaemic control without harming cardiometabolic risk factors: a small meta-analysis of randomised controlled feeding trials. *Br J Nutr* 2012; 108: 418–423
- [200] Sievenpiper JL, Carleton AJ, Chatha S et al. Heterogeneous effects of fructose on blood lipids in individuals with type 2 diabetes: systematic review and meta-analysis of experimental trials in humans. *Diabetes Care* 2009; 32: 1930–1937
- [201] Chung M, Ma J, Patel K et al. Fructose, high-fructose corn syrup, sucrose, and nonalcoholic fatty liver disease or indexes of liver health: a systematic review and meta-analysis. *Am J Clin Nutr* 2014; 100: 833–849
- [202] Kulzer B, Albus C, Herpertz S et al. Psychosoziales und Diabetes. *Diabetol Stoffwechs* 2024; 19: S378–S394
- [203] Ahmed AT, Karter AJ, Warton EM et al. The relationship between alcohol consumption and glycemic control among patients with diabetes: the Kaiser Permanente Northern California Diabetes Registry. *J Gen Intern Med* 2008; 23: 275–282
- [204] Bantle AE, Thomas W, Bantle JP. Metabolic effects of alcohol in the form of wine in persons with type 2 diabetes mellitus. *Metabolism* 2008; 57: 241–245

- [205] Avogaro A, Beltramello P, Gnudi L et al. Alcohol intake impairs glucose counterregulation during acute insulin-induced hypoglycemia in IDDM patients. Evidence for a critical role of free fatty acids. *Diabetes* 1993; 42: 1626–1634
- [206] Turner BC, Jenkins E, Kerr D et al. The effect of evening alcohol consumption on next-morning glucose control in type 1 diabetes. *Diabetes Care* 2001; 24: 1888–1893
- [207] Richardson T, Weiss M, Thomas P et al. Day after the night before: influence of evening alcohol on risk of hypoglycemia in patients with type 1 diabetes. *Diabetes Care* 2005; 28: 1801–1802
- [208] Pedersen-Bjergaard U, Reubsæet JLE, Nielsen SL et al. Psychoactive drugs, alcohol, and severe hypoglycemia in insulin-treated diabetes: analysis of 141 cases. *Am J Med* 2005; 118: 307–310
- [209] Frier B, Fisher M Hrsg. Moderators, monitoring and management of hypoglycaemia [101–120]. Chichester: John Wiley & Sons; 2007
- [210] Drzikova B. Haferprodukte mit modifiziertem Gehalt an  $\beta$ -Glucanen und resistenter Stärke und ihre Effekte auf den Gastrointestinaltrakt unter In-vitro- und In-vivo-Bedingungen (2005). Zugriff am 12.06.2023 unter <http://opus.kobv.de/ubp/volltexte/205/592/>
- [211] He L, Zhao J, Huang Y et al. The difference between oats and beta-glucan extract intake in the management of HbA1c, fasting glucose and insulin sensitivity: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Food Funct* 2016; 7: 1413–1428