

Diabetologie  
<https://doi.org/10.1007/s11428-025-01340-y>  
Angenommen: 9. Mai 2025

© The Author(s), under exclusive licence to Springer Medizin Verlag GmbH, ein Teil von Springer Nature 2025



# Empfehlungen zur Ernährungsprävention des Typ-2-Diabetes mellitus

Thomas Skurk<sup>1,13</sup> · Arthur Grünerbel<sup>2,13</sup> · Sandra Hummel<sup>3,13</sup> für Arbeitsgruppe Diabetes & Schwangerschaft der DDG · Stefan Kabisch<sup>4,13</sup> · Winfried Keuthage<sup>5,13</sup> · Karsten Müssig<sup>6,13</sup> · Helmut Nussbaumer<sup>7,13</sup> · Diana Rubin<sup>8,9,13</sup> · Marie-Christine Simon<sup>10,13</sup> · Astrid Tombek<sup>11,13</sup> · Katharina S. Weber<sup>12,13</sup>

<sup>1</sup> ZIEL – Institute for Food & Health, Core Facility Humanstudien, Technische Universität München, Freising, Deutschland; <sup>2</sup> Diabeteszentrum München Süd, München, Deutschland; <sup>3</sup> Institut für Diabetesforschung, Helmholtz Zentrum München, Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt, Neuherberg, Deutschland; <sup>4</sup> Deutsches Institut für Ernährungsforschung Potsdam-Rehbrücke, Potsdam, Deutschland; <sup>5</sup> Schwerpunktpraxis für Diabetes und Ernährungsmedizin, Münster, Deutschland; <sup>6</sup> Klinik für Innere Medizin, Gastroenterologie und Diabetologie, Niels-Stensen-Kliniken, Franziskus-Hospital Harderberg, Georgsmarienhütte, Deutschland; <sup>7</sup> Diabetologikum Burghausen, Burghausen, Deutschland; <sup>8</sup> Vivantes Klinikum Spandau, Berlin, Deutschland; <sup>9</sup> Vivantes Humboldt Klinikum, Berlin, Deutschland; <sup>10</sup> Institut für Ernährungs- und Lebensmittelwissenschaften, Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn, Bonn, Deutschland; <sup>11</sup> Diabetes-Klinik Bad Mergentheim, Bad Mergentheim, Deutschland; <sup>12</sup> Institut für Epidemiologie, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Kiel, Deutschland; <sup>13</sup> Ausschuss Ernährung, DDG, Berlin, Deutschland

Dieser Beitrag wurde erstpubliziert in Diabetologie und Stoffwechsel (2024) 19: S416–426, <https://doi.org/10.1055/a-2312-0058>. Nachdruck mit freundl. Genehmigung von Georg Thieme Verlag KG. Die Urheberrechte liegen bei den Autorinnen und Autoren.

Dieser Beitrag ist eine aktualisierte Version und ersetzt den folgenden Artikel: Skurk T, Grünerbel A, Hummel S et al. Empfehlungen zur Ernährungsprävention des Typ-2-Diabetes mellitus. Diabetologie und Stoffwechsel (2023) 18: S449–S465. <https://doi.org/10.1055/a-2109-9410>

## Aktualisierungshinweis

Die DDG-Praxisempfehlungen werden regelmäßig zur 2. Jahreshälfte aktualisiert. Bitte stellen Sie sicher, dass Sie jeweils die neueste Version lesen und zitieren.



QR-Code scannen & Beitrag online lesen

## Präambel

Die vorliegenden Praxisempfehlungen befassen sich nahezu ausschließlich mit Ernährungsthemen. Bei der Komplexität möglicher Ernährungsweisen, welche unterschiedliche Biografien, Vorlieben und Aversionen abbilden, ist die möglichst individuelle Beratung, wie sie vom Ausschuss für Ernährung der DDG in den Praxisempfehlungen zur Ernährungstherapie des Diabetes mellitus Typ 2 (T2Dm) gefordert wird [1], eine besondere Herausforderung. Ziel der Arbeit ist die Primärprävention. Diese Praxisempfehlungen fassen die umfangreiche, teils heterogene Datenlage zu den unterschiedlichsten Aspekten der Ernährung zusammen, die im Kontext einer Diabetesprävention in der internationalen Literatur zu finden ist. Die jährliche Aktualisierung ermöglicht es, die publizierte Literatur im Auge zu behalten und kontinuierlich weitere Themen aufzugreifen.

## Lebensstilintervention

### Ernährung allgemein

#### Empfehlung

- Empfehlungen zu Veränderungen im Lebensstil sind dann angezeigt, wenn ein Ernährungsmuster ein erhöhtes Risiko für T2Dm vermuten lässt.
- Empfehlungen zur Überprüfung des Ernährungsverhaltens sind dann angezeigt, wenn ein familiäres Risiko für T2Dm vorliegt.
- Ernährungsumstellung allein hat bereits ohne strukturiertes Bewegungsprogramm einen positiven Effekt auf das Diabetesrisiko.

#### Infobox 1

#### DDG-Praxisempfehlungen Download

Auf der Webseite der Deutschen Diabetes Gesellschaft (<https://www.ddg.info/behandlung-leitlinien/leitlinien-praxisempfehlungen>) befinden sich alle PDF zum kostenlosen Download.

### Infobox 2

#### Inhaltliche Neuerungen gegenüber der Vorjahresfassung

**Neuerung 1:** Hinweis, dass digitale Diabetespräventionsprogramme (dDPP) relevante Kostenersparnisse ermöglichen (Abschn. 1.2.2)

**Begründung:** Neue Literatur [96]

**Neuerung 2:** Hinweis, dass sich solche dDPP v. a. in unterversorgten Gegenden bei Prädiabetes anbieten (Abschn. 1.2.2)

**Begründung:** Neue Literatur [97]

#### Kommentar.

Änderungen im Lebensstil wirken sich positiv auf die Krankheitslast aus [2] und verzögern das Auftreten eines T2Dm auch nach Absetzen der Maßnahmen [3]. Dabei wurde eine „number needed to treat“ (NNT) von 25 errechnet, um einen Diabetes zu verhindern. Eine Bewegungstherapie ohne begleitende Ernährungstherapie scheint nur in vereinzelt Studien einen signifikanten Effekt auf die Risikoreduktion zu erbringen [4]. Während eine Ernährungsintervention einen Diabetes bereits zu 32% verringern kann, ist die Kombination beider Strategien mit 41% noch effektiver [4]. Kalorien haben unabhängig von den Makronährstoffen in der Diskussion um die Prävention der Adipositas einen besonderen Stellenwert [5]. Spezielle Ernährungsformen mit der Bevorzugung bestimmter Makronährstoffe sind somit fraglich.

Im Januar 2019 publizierte die EAT-Lancet Commission mit der *Planetary Health Diet (PHD)* eine gesundheitsförderliche Referenzernährung für die gesamte Weltbevölkerung mit dem Ziel, die globalen Nahrungssysteme neu auszurichten, die ökologische Nachhaltigkeit zu verbessern und die menschliche Gesundheit zu fördern [6]. Ernährungsmuster mit kalorienreichen, stark verarbeiteten Lebensmitteln (LM) und große Mengen an tierischen Produkten sind nicht nachhaltig, da die derzeitige Lebensmittelproduktion Klimawandel, Verlust der biologischen Vielfalt, Umweltverschmutzung und drastische Veränderungen in der Land- und Wassernutzung bedingt [7]. Hingegen zeichnet sich das von der EAT-Lancet-Kommission empfohlene Ernährungsmuster aus durch eine Vielzahl hochwertiger pflanzlicher Lebensmittel und geringen Mengen an tierischen Lebensmitteln, raf-

finiertem Getreide, zugesetztem Zucker und ungünstigen Fetten. Die konsequente Umsetzung dieser Vorgaben würde nicht allein die Bereitstellung einer qualitativ hochwertigen Ernährung, sondern auch Nachhaltigkeit und eine Kostenersparnis ermöglichen [8, 9]. Zudem ist die PHD so konzipiert, dass sie flexibel an lokale und individuelle Begebenheiten, Traditionen und Ernährungsvorlieben angepasst werden kann [6]. Damit ähnelt die PHD den Orientierungswerten der Deutschen Gesellschaft für Ernährung (DGE). Unterschiede bestehen allerdings in der globalen vs. der deutschlandspezifischen Ausrichtung sowie in den empfohlenen Mengen an Milch und Milchprodukten sowie der Kalorienzufuhr. Die PHD umfasst eine Kalorienzufuhr von 2500 kcal/Tag. Hingegen empfiehlt die DGE einen Bereich von 1600–2400 kcal/Tag in Abhängigkeit von Alter und Geschlecht. Während die PHD maximal 500 g Milchäquivalent pro Tag vorsieht, geben die Orientierungswerte der DGE eine Spanne von 596–728 g/Tag an, infolge der Verwendung unterschiedlicher Grundlagen für eine ausreichende Kaliumzufuhr [10].

In der multizentrischen, prospektiven EPIC (European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition)-Studie mit nahezu 500.000 Teilnehmern ergaben sich Assoziationen von Treibhausgasemissionen und Landnutzung sowohl mit Gesamtmortalität als auch Krebsinzidenzraten. Abhängig von dem Grad der Adhärenz gegenüber der PHD könnten in einem Zeitraum von 20 Jahren 19–63% der Todesfälle und 10–39% der Krebserkrankungen verhindert werden [11]. In einer prospektiven Untersuchung an nahezu 75.000 mexikanischen Frauen war eine höhere PHD-Adhärenz mit einer geringeren T2Dm-Inzidenz vergesellschaftet [12]. Dies bestätigte sich auch in 2 Studien aus Großbritannien mit jeweils mehr als 46.000 [13] und fast 60.000 Teilnehmern [14], in einer schwedischen Untersuchung mit mehr als 24.000 Teilnehmern [15], einer dänischen Auswertung mit mehr als 50.000 Teilnehmern [16] sowie in einer Metaanalyse von 7 Studien [17].

## Rolle der Gewichtsreduktion

### Empfehlung

- Bei Vorliegen von Übergewicht/ Adipositas und Prädiabetes ist eine Gewichtsreduktion anzustreben.
- Eine Gewichtsabnahme von 10% bei Hochrisikopersonen mit Prädiabetes beugt einem späteren Diabetes vor.
- Geeignete Ernährungsinterventionen der Gewichtskontrolle umfassen eine Reduktion von Kalorien, Kohlenhydraten und gesättigten Fetten sowie eine Steigerung von Ballaststoffen (BM) und pflanzlichen Proteinen.

#### Kommentar.

Im Jahre 2021 waren etwa 60% der Erwachsenen laut Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (OECD) in Deutschland übergewichtig oder adipös [18]. Bei knapp etwa 1/4 der erwachsenen Deutschen besteht eine Adipositas [19]. Mit Lebensstilveränderungen, medikamentösen Therapien und bariatrischen chirurgischen Eingriffen stehen verschiedene Therapieoptionen bei der Behandlung der Adipositas zur Verfügung. Unabhängig vom therapeutischen Ansatz beugt eine Gewichtsabnahme von 10% bei Hochrisikopersonen mit Prädiabetes [20, 21] oder metabolischem Syndrom [22] einem späteren Diabetes vor. Dabei geht die Verbesserung der Nüchternblutglukose direkt mit dem Ausmaß des Gewichtsverlusts einher [23]. Drei große randomisierte klinische Studien, das Diabetes Prevention Program (DPP, [21]), die Finnish Diabetes Study und die Da Qing IGT and Diabetes Study belegten eindrucksvoll die Wirksamkeit einer Lebensstil-/Verhaltenstherapie zur Prävention des T2Dm. Nach 4 Jahren war das Diabetesrisiko in der finnischen Studie um 58% reduziert. Nicht nur die Kombination aus einer Ernährungs- und Bewegungsintervention, sondern auch die einzelnen Komponenten konnten das Diabetesrisiko um bis zu 46% nach 6 Jahren senken [23]. Im DPP reduzierte jedes verlorene Kilogramm (bis zu 10 kg) das T2Dm-Risiko um 16% unabhängig von Ethnizität, Geschlecht, Alter oder initialer Ausprägung der Adipositas [24]. Im 10-Jahres-Follow-up des DPP war die kumulative T2Dm-

Inzidenz in der Lebensstilbehandlungsgruppe immer noch um 34% reduziert, obwohl sich die BMI-Werte in den Behandlungsgruppen angeglichen hatten. Auf der Grundlage dieser Studienergebnisse empfiehlt ein Konsensusreport der American Diabetes Association (ADA) eine Reduktion von 7–10% des initialen Körpergewichts und dessen Erhalt, um eine Progression vom Prädiabetes zum T2Dm zu verhindern [25]. Ein solcher Gewichtsverlust lässt sich nach 6 Monaten durch ein Kaloriendefizit von 500–1000 kcal pro Tag erreichen [26]. Besonders kalorienarme Diäten („very low-calorie diets“ [VLCD]) mit weniger als 800 kcal pro Tag werden im Allgemeinen nicht empfohlen, da sie zwar mit einem Gewichtsverlust von 15–20% innerhalb von 4 Monaten einhergehen können, allerdings nicht zu einem größeren Gewichtsverlust im längerfristigen Verlauf führen und ein höheres Risiko für Komplikationen, wie etwa Gallensteine, aufweisen im Vergleich zu kalorienarmen Diäten („low-calorie diets“ [LCD], [27]). Ein Gewichtsverlust kann durch verschiedene Ernährungsformen, wie z.B. Low Carb, Low Fat oder mediterrane Kost erzielt werden, wobei kein Ansatz den anderen im längerfristigen Verlauf überlegen zu sein scheint [28]. Erfolg versprechende Diätansätze haben eine verminderte Aufnahme von Kalorien, Kohlenhydraten und gesättigten Fetten und eine gesteigerte Aufnahme von Ballaststoffen und insbesondere pflanzlichen Proteinen gemeinsam [25]. Insgesamt sollte die Wahl des Ernährungsmusters und der Zusammensetzung der Makronährstoffe individuell auf die Präferenzen des Patienten und seine Lebensbedingungen zugeschnitten werden, unter Berücksichtigung seines Lebensstils, (Ernährungs-)Gewohnheiten, Vorlieben und Stoffwechselzielen. Der Erfolg eines Diabetespräventionsprogramms sollte nach 1 Monat evaluiert werden, und Menschen, die nur langsam Gewicht verlieren, sollte eine Intensivierung der Maßnahmen angeboten werden [29].

Aktuelle Arbeiten legen nahe, dass digitale Diabetespräventionsprogramme (dDPP) vielversprechende Ansätze in der Diabetesprävention darstellen und relevante Kostenersparnisse im Gesundheitssystem ermöglichen [30]. Vollständige

dDPP bieten sich v. a. für Menschen mit Prädiabetes in unterversorgten Gegenden an, in denen die Bewohner ansonsten keinen Zugang zu herkömmlichen Programmen haben [31]. Die Interaktion mit dem Gesundheitstrainer, körperliche Aktivität, Mahlzeiteingabe und regelmäßiges Wiegen sind signifikante Prädiktoren für einen Gewichtsverlust [32, 33]. Das Vorliegen einer psychiatrischen Erkrankung schränkt allerdings die Effektivität eines dDPP ein [34]. In Deutschland sind solche Programme jedoch bisher ohne Diagnose nicht verordnungsfähig. Für die Indikation Adipositas gibt es jedoch telemedizinische Anwendungen (s. unten). Jedoch sieht das Präventionsgesetz die Durchführung von präventivmedizinischen Maßnahmen seitens der gesetzlichen Krankenversicherung (GKV) vor, die dafür finanzielle Mittel bereitstellt. Im Sozialgesetzbuch (SGB) Fünftes Buch (V) – Gesetzliche Krankenversicherung – § 20 Primäre Prävention und Gesundheitsförderung berücksichtigt Absatz 3, Satz 1 dabei ausdrücklich die Diabetesprävention als Gesundheitsziel: „Diabetes mellitus Typ 2: Erkrankungsrisiko senken, Erkrankte früh erkennen und Behandeln“ (Artikel 1 des Gesetzes v. 20.12.1988, BGBl. I S. 2477).

Diese Maßnahmen werden bisher jedoch leider kaum genutzt. Daher sollte seitens der Ärzteschaft bei Risikogruppen (Übergewicht, familiäres Risiko, Z. n. Gestationsdiabetes usw.) die Ausstellung einer „ärztlichen Empfehlung zur verhaltensbezogenen Primärprävention nach § 20 Abs. 5, SGB V“ erfolgen (Muster 36). Dieses ist zwar keine Voraussetzung für die Teilnahme an entsprechenden Kursen, kann aber zur Motivation der PatientInnen beitragen. Gesetzliche Krankenkassen übernehmen in der Regel einen Großteil der für die Kurse anfallenden Kosten.

## Bedeutung der Ernährung in der Telemedizin für die Prävention

### Empfehlung

- Telemedizin kann die Adhärenz für Gewichtsreduktionsprogramme und die Erreichbarkeit erhöhen.
- Telemedizinische Anwendungen können die Umsetzung von Verhaltensmodifikationen unterstützen, die bei

der Prävention des T2Dm empfohlen werden.

### Kommentar.

Telemedizin bezeichnet den Einsatz audiovisueller Kommunikationstechnologien zum Zweck von Diagnostik, Konsultation und medizinischen Notfalldiensten [35]. Im Rahmen des DMP (Disease-Management-Programm) für Adipositaspatienten kann sich die Telemedizin als positiv erweisen.

Im Rahmen eines telemedizinischen Programms werden therapierelevante Daten (z. B. Blutglukosespiegel, Körpergewicht, Blutdruck, Lipidparameter) dem Fachpersonal übermittelt, woraufhin der Patient eine Rückmeldung erhält. Dabei wird zwischen einer telemedizinischen Therapie via Textnachrichten/E-Mail und per Telefon/Videokonferenz unterschieden.

Für Deutschland wurden in einer randomisierten, kontrollierten Studie von Kempf et al. beim 1-Jahres-Follow-up in der telemedizinisch betreuten Gruppe vs. Standardtherapie ein um 0,6% niedrigerer HbA<sub>1c</sub>-Wert und eine um 5 kg größere Gewichtsreduktion berichtet [36].

Telemedizinische Anwendungen können von Ärzten und Psychotherapeuten verordnet und von den gesetzlichen Krankenkassen erstattet werden, wenn sie als sog. Digitale Gesundheitsanwendungen (DiGA) in das BfArM-Verzeichnis aufgenommen sind. Einen Überblick kann man direkt über die Seite des BfArM erhalten (<https://diga.bfarm.de/de>).

Die DiGA Zanadio und Oviva Direkt mit der Indikation Adipositas (Body-Mass-Index [BMI] 30–40 kg/m<sup>2</sup>) sind bereits dauerhaft in das BfArM (Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte)-Verzeichnis aufgenommen. Beide arbeiten auf der Basis der Leitlinienempfehlungen zur Therapie der Adipositas und unterstützen eine konservative Adipositas therapie bestehend aus Bewegung, Ernährung und Verhaltensänderung. Eine weitere DiGA Oviva Direkt zielt ebenfalls auf Patienten mit Adipositas ab.

Ein Beispiel für eine telemedizinische Anwendung – allerdings nicht als DiGA zugelassen – ist das telemedizinische Lebensstilinterventionsprogramm TeLiPro. Bei diesem Programm wird den Pati-

enten eine App zur Verfügung gestellt, mit deren Hilfe Lebensstilaktivitäten beobachtet und überwacht (Monitoring) werden. Dazu werden mit Bluetooth compatible Blutglukosemessgeräte, Waagen, Blutdruckmessgeräte und Schrittzähler genutzt. Es wurde gezeigt, dass die Interventionsgruppe eine deutliche Senkung des HbA<sub>1c</sub>-Werts aufwies  $-1,1 \pm 1,2\%$  vs.  $-0,2 \pm 0,8\%$  ( $p < 0,0001$ ) in der Kontrollgruppe. Außerdem konnte eine Reduktion des Gewichts verzeichnet werden (TeLi-Pro  $-6,2 \pm 4,6$  kg vs. Kontrolle  $-1,0 \pm 3,4$  kg, BMI  $-2,1 \pm 1,5$  kg/m<sup>2</sup> vs.  $-0,3 \pm 1,1$  kg/m<sup>2</sup>; [36, 37]).

### Erkenntnisse über Lebensmittelgruppen

#### Früchte und Gemüse

##### Empfehlung

- Eine regelmäßige Zufuhr von 200–300 g Obst und Gemüse pro Tag senkt das Typ-2-Diabetes-Risiko deutlich.

##### Kommentar.

Kohortenstudien belegten, dass eine Dosis-Wirkungs-Beziehung zwischen der Obst- und Gemüseaufnahme und dem Risiko für T2Dm besteht [38]. Für das relative Risiko (RR) für einen hohen gegenüber niedrigen Verzehr von Obst und Gemüse (zusammengerechnet) und 200 g/Tag 0,93 (95%-KI: 0,89; 0,98, I<sup>2</sup> = 0%,  $n = 10$  Studien) und 0,98 für Obst und Gemüse zusammen, 0,93 und 0,96 für Obst bzw. 0,95 und 0,97 für Gemüse. Bei einer Zufuhr von 300 g/Tag wurde eine Risikoreduktion von 14% beobachtet, wobei bei einer Zufuhr oberhalb dieses Niveaus keine weitere Risikoreduktion zu verzeichnen war. Obstsorten wie Äpfel, Birnen, Blaubeeren, Weintrauben und Rosinen sind besonders geeignet, das Risiko zu vermindern.

Metaanalysen berechneten für grünes Blattgemüse besondere Vorteile in Bezug auf T2Dm. Pro verzehrter Portion Obst/Gemüse am Tag zeigte sich eine Risikoreduktion von 4% [39].

Um zu untersuchen, inwieweit eine pflanzliche Ernährung auch bei T2Dm vorteilhaft sein kann, wurden von Sattija et al. [40] die Daten der Nurses'

Health Study (69.949 Teilnehmer [TN]/weiblich [w]), Nurses' Health Study 2 (90.239 TN/w) und die Health Profession Follow-up Study (40.539 TN/männlich [m]) ausgewertet. Eine vegetarische Ernährung kann demnach das T2Dm-Risiko um bis zu 20% mindern.

#### Leguminosen

##### Empfehlung

- Der regelmäßige Verzehr von Hülsenfrüchten wie Bohnen, Linsen und Erbsen kann das Risiko für T2Dm signifikant senken.
- Die ballaststoffreiche Ernährung durch den Verzehr von Leguminosen kann die Blutzuckerkontrolle verbessern und das Risiko von Insulinresistenz reduzieren.

##### Kommentar.

Eine Übersichtsarbeit zu Hülsenfrüchten [41] ergab einen mittleren Verzehr von Bohnen und Hülsenfrüchten von 1,2 g/Tag (Norwegen) bis 122,7 g/Tag (Afghanistan). In Europa (33 Länder) war der Verzehr von Hülsenfrüchten bei weitem am niedrigsten, denn mehr als 1/3 der Länder (36%) verzeichnete eine Aufnahme von weniger als 10 g/Tag. Die Auswertung zu Hülsenfrüchten/Soja und T2Dm erfolgte von Pearce et al. [42]. Während der Nachbeobachtungszeit von 3,8–25,0 Jahren wurden insgesamt 36.750 klinisch auftretende T2Dm-Fälle (primäres Ergebnis) und 42.473 auftretende T2Dm-Fälle (sekundäres Ergebnis) erfasst. Der Median der Gesamtaufnahme von Hülsenfrüchten reichte von 0–140 g/Tag über alle Kohorten hinweg. Eine schwache positive Assoziation zwischen dem Gesamtverzehr von Hülsenfrüchten und T2Dm wurde beobachtet.

Die Ergebnisse der Untersuchung zur postprandialen blutzuckersenkenden Wirkung von Linsen von Papakonstantinou et al. [43] kamen zu dem Schluss, dass der Verzehr von Linsen die akuten Blutzucker- und Insulinreaktionen im Vergleich zu stärkehaltigen Kontrollnahrungsmitteln konsequent senkt. Es wurde diskutiert, dass die kleinste wirksame Portion Linsen etwa 110 g (gekocht) beträgt, um die postprandiale Blutzuckerkonzentration um 20% zu senken. Die Auswirkung von Hülsenfrüch-

ten und Nüssen auf das T2Dm-Risiko wurde in einer systematischen Analyse [44] von 27 Arbeiten untersucht. Nüsse, regelmäßig konsumiert, reduzierten das Risiko um 13%, wohingegen Hülsenfrüchte (geringere Studienzahl) neutraler abschnitten. Die Daten waren für koronare Herzkrankheit (KHK) in beiden LM-Gruppen eindeutig protektiv. Die Portionsgröße für Nüsse war mit 28 g, die für Hülsenfrüchte mit 100 g definiert.

#### Nüsse

##### Empfehlung

- Der regelmäßige Verzehr von Nüssen ist nachweislich mit gesundheitlichen Vorteilen verbunden.

##### Kommentar.

Zu den möglichen Mechanismen, die eine schützende Wirkung von Nüssen erklären könnten, gehören die Senkung des Cholesterinspiegels, des Blutdrucks, die Verbesserung der Gefäßfunktion, des oxidativen Stresses im Körper sowie die antiinflammatorische Wirkung. Dies lässt sich vermutlich auf den Gehalt an ungesättigten Fettsäuren, Antioxidanzien und Polyphenolen in Nüssen zurückführen. Eine mit Nüssen angereicherte Ernährung zeigt, dass die postprandiale glykämische Reaktion auf kohlenhydrathaltige Mahlzeiten reduziert ausfällt, das Nüchterninsulin sinkt und die Insulinresistenz verringert wird, obwohl keine Auswirkungen auf den Nüchternblutzucker oder das glykierte Hämoglobin A<sub>1c</sub> (HbA<sub>1c</sub>) festgestellt wurden [45].

Die Auswirkung des Nusskonsums (Mandeln, Cashews, Haselnüsse, Pecanüsse, Pistazien, Walnüsse oder Nussmischungen) auf Parameter des metabolischen Syndroms wurden von Blanco et al. untersucht. Der Ersatz von Kohlenhydraten mit höherem GI durch Nüsse scheint nicht nur zur Blutzuckerverbesserung, sondern auch zur Triglyzeridsenkung beizutragen. Es konnte außerdem ein gewichtsenkender Effekt ermittelt werden. Zudem reduzierte sich der Bauchumfang, wenn die Nüsse als Ersatz für Kohlenhydrate mit hohem GI verzehrt wurden [46]. Pro Woche 3-mal konsumiert, zeigten Nüsse zudem ein geringeres Adipositas- und T2Dm-Ri-

siko [47]. Die American Heart Association (AHA) empfiehlt 5 Portionen Nüsse á 25 g/ Woche. Die DASH-Kost (DASH: „dietary approaches to stop hypertension“) spricht ebenso eine klare Nussempfehlung aus.

## Fleisch

### Rotes Fleisch

#### Empfehlung

- Aus Interventionsstudien gibt es keine ausreichende Evidenz zur Überlegenheit von vegetarischer oder veganer Ernährung zur Diabetesprävention. Aus gesundheitlicher Sicht ist eine fleischarme Ernährung wahrscheinlich am besten präventiv für T2Dm wirksam. Aus tierethischen und ökologischen Gründen sollte der Fleischkonsum reduziert werden.
- „High protein diets“ und Diät nach Low Carb sind hinsichtlich der Glykämie vorteilhaft bis möglicherweise überlegen. Als Eiweißquellen können auch tierische Quellen inkl. Fleisch herangezogen werden.
- Derzeit zeigt sich kein klarer Benefit, rotes Fleisch durch weißes Fleisch zu ersetzen, obwohl rotes Fleisch in epidemiologischen Studien mit einem erhöhten Diabetesrisiko verknüpft ist.

#### Kommentar.

Eine höhere Zufuhr von Fleisch ist epidemiologisch neben einem erhöhten Risiko für T2Dm auch mit bestimmten Krebserkrankungen oder koronarer Herzerkrankung (KHK) assoziiert. Für rotes Fleisch, v. a. in verarbeiteter Form, sind diese Beziehungen besonders ausgeprägt.

Viele randomisierte kontrollierte Studien (RCT) zum Austausch von Fleischsorten (rotes gegen weißes Fleisch) tragen ein ähnliches „confounding“ wie Beobachtungsstudien, da nur selten eine isolierte Substitution von rotem durch weißes Fleisch erfolgt ist. Es ist fraglich, ob sich durch Verzicht auf rotes Fleisch ein präventiver Effekt ergibt. Etwa 10 RCT haben bislang rotes und weißes Fleisch in methodisch guter Gegenüberstellung miteinander verglichen; metabolische Unterschiede wurden hier nicht gefunden.

Der medizinischen Unsicherheit bezüglich eines gesundheitlichen Nutzens durch den Verzicht auf (rotes) Fleisch stehen ein-

deutige ökologische und tierethische Vorteile gegenüber [48].

### Prozessiertes Fleisch

#### Empfehlung

- Hochverarbeitete Fleischprodukte sollten möglichst nicht verzehrt werden.

#### Kommentar.

Gerade der intensive Verzehr verarbeiteter Fleischprodukte ist epidemiologisch mit T2Dm, KHK und Krebserkrankungen assoziiert. Residuelle „confounder“ könnten diese Effekte auch nach umfangreicher Adjustierung noch erklären.

In einem gesunden Ernährungsmuster sind verarbeitete Fleischprodukte entbehrlich, ohne generell auf tierische Produkte und Fleisch verzichten zu müssen. Dem wahrscheinlichen gesundheitlichen Vorteil steht keine relevante Einschränkung der Nahrungsauswahl und Lebensqualität gegenüber.

### Getränke

#### Zuckergesüßte Getränke

#### Empfehlung

- Der Konsum von zuckergesüßten Getränken, inklusive Fruchtsäften, sollte zur Prävention von T2Dm weitestgehend minimiert werden.
- Zuckergesüßte Getränke sollten durch Wasser ersetzt werden.
- Kalorienfrei gesüßte Getränke können als Alternative konsumiert werden.

#### Kommentar.

Das Präventionspotenzial von T2Dm über Verhaltensänderungen wie Ernährungsgewohnheiten ist enorm hoch [49], und Studien belegten, dass durch Ernährungsumstellung und Gewichtsreduktion eine deutliche Absenkung des Diabetesrisikos erzielt werden kann [21, 50–52]. Der zentrale Outcomeparameter ist die Absenkung der Blutglukosekonzentration, meist postprandial, ggf. auch bei den Nüchternwerten [49].

Es existieren klare Empfehlungen, den Konsum zuckergesüßter Getränke in al-

len Bevölkerungsgruppen aufgrund eines erhöhten Risikos zu reduzieren. Begründet wird dies mit einer Reduzierung der Gesamtkalorienzufuhr [53]. Zudem erhöht der mit zuckergesüßten Getränken verbundene hohe glykämische Index das Risiko, an T2Dm zu erkranken [54].

Die American Diabetes Association empfiehlt für eine Prävention des T2Dm eine Aufteilung der Makronährstoffe entsprechend der individuellen Therapieziele und Ernährungsmuster [55]. Hierfür werden eine Minimierung von verarbeiteten Lebensmitteln sowie der Ersatz von gesüßten Getränken durch Wasser (Evidenzgrad B der Leitlinie) genannt [25].

Der Einsatz von kalorienfreien Getränken dient der Reduktion der Gesamtkalorien- und Kohlenhydratzufuhr und wird unterstützt, sofern das Kaloriendefizit nicht durch den Konsum anderer Lebensmittel kompensiert wird (Evidenzgrad B). Daher können kalorienfrei gesüßte Getränke gewählt werden, sofern eine Alternative zu Wasser gewünscht wird und um den Verzicht ggf. zu erleichtern [55]. Auch der Ersatz eines zuckergesüßten Getränks durch Kaffee oder Tee senkt das T2Dm-Risiko [56]. Eine ideale prozentuale Angabe zur Reduktion der Kohlenhydrate zur Diabetesprävention kann nicht gemacht werden [55].

Eine generelle Empfehlung an die allgemeine Bevölkerung und insbesondere an Personen mit Prädiabetes sowie mit einem erhöhten Risiko, an T2Dm zu erkranken, ist, zuckergesüßte Getränke zu reduzieren.

### Alkohol

#### Empfehlung

- Moderater Alkoholkonsum hat in Beobachtungsstudien einen diabetespräventiven Effekt.
- Alkohol sollte grundsätzlich nur in Maßen konsumiert werden, da auch ein moderater Alkoholkonsum mit negativen gesundheitlichen Auswirkungen assoziiert sein kann.

#### Kommentar.

Die maximal tolerierbare Alkoholzufuhr für Gesunde wird mit 10 g/Tag für Frauen und 20 g/Tag für Männer angegeben. Der Kon-

sum von Alkohol ist mit diversen gesundheitlichen Folgen assoziiert [57]:

1. J-förmige Assoziation:
  1. Ischämische Herzkrankheit
  2. Ischämischer Schlaganfall
  3. Diabetes mellitus
2. Positive Assoziation:
  1. Vorhofflimmern
  2. Pankreatitis, Leberzirrhose/  
chronische Lebererkrankungen
  3. Diverse Krebserkrankungen

Detaillierte Ausführungen können aus der DDG-Praxisempfehlung *Psychosoziales und Diabetes* von Kulzer et al. [58] nachgelesen werden.

### Milchprodukte

#### Empfehlung

- **Fettarme Milchprodukte sollten Bestandteil einer diabetespräventiven Ernährung sein.**

Statement: Der Einfluss von Milchersatzprodukten auf das Diabetesrisiko bedarf weiterer Untersuchungen, auch wenn aus Nachhaltigkeitsaspekten ein verminderter Milchkonsum sinnvoll ist.

#### Kommentar.

Epidemiologische Studien konnten einen negativen Einfluss von Milchprodukten auf die Entstehung von Erkrankungen wie Übergewicht und Herz-Kreislauf-Erkrankungen widerlegen [59, 60]. Insbesondere für fettarme Milchprodukte wurde im Gegensatz dazu sogar eine Risikoverminderung für das metabolische Syndrom und Herz-Kreislauf-Erkrankungen gezeigt [61–64]. Ebenso wurde eine Risikoverminderung für einen T2Dm gesehen [64–66].

Die vorteilhafte Wirkung von Milchprodukten auf das T2Dm-Risiko kann teilweise durch die Wirkung auf Einflussfaktoren der Krankheit, wie Körpergewicht [67] und Glukosehomöostase [68] vermittelt werden.

### Erkenntnisse über einzelne (isolierte) Nährstoffe

#### Süßungsmittel

#### Empfehlung

- Die Substitution von nutritiven durch nichtnutritive Süßungsmittel innerhalb der akzeptablen Tagesdosis kann, besonders bei übergewichtigen und adipösen Personen, beim Gewichtsmanagement und der Diabetesprävention von Vorteil sein.
- Nichtnutritive Süßungsmittel könnten im Rahmen einer akzeptablen Tagesdosis sicher verwendet werden.
- Der Verzehr von Süßungsmitteln kann nachteilige Auswirkungen auf die Gesundheit mit kardiometabolischen Folgen haben.

#### Kommentar.

Systematische Übersichtsarbeiten und Metaanalysen zeigten, dass durch die Verwendung von Süßungsmitteln mit niedrigem Energiegehalt, zuckergesüßte Produkte ersetzt werden können, was, v. a. bei Personen mit Übergewicht/Adipositas, eine vorteilhafte Wirkung im Hinblick auf die Gewichtskontrolle und kardiometabolische Risikofaktoren und damit auf die Prävention des T2Dm zu haben scheint [69–71]. Einerseits scheinen Süßungsmittel keine Auswirkungen auf den Glukose- oder Insulinspiegel zu haben [72–74], können aber andererseits über indirekte Mechanismen unerwünschte Auswirkungen auf Körpergewicht, Glykämie, Adipogenese und die Darmmikrobiota haben [75]. Somit kann der Konsum von nichtnutritiven Süßungsmitteln metabolische Veränderungen, insbesondere im Glukosestoffwechsel [76], eine verschlechterte glykämische Reaktion und einen Anstieg der Insulinsekretion begünstigen [77]. Eine kürzlich durchgeführte Metaanalyse zeigte, dass eine Zunahme des Konsums von Getränken mit nicht-nutritiven Süßungsmitteln um eine Portion/Tag mit einem 13%igen Anstieg des T2Dm-Risikos verbunden war [78].

### Ballaststoffe

#### Empfehlung

- Ballaststoffe aus natürlichen Quellen sollten täglich verzehrt werden.
- Trotz geringer Evidenz für die Empfehlung von 30 g Ballaststoffen pro Tag (15 g/1000 kcal), stellt dies für die Beratung eine valide Zielgröße dar.
- Kohlenhydrate sollten bevorzugt aus ballaststoffreichen Lebensmitteln, insbesondere Vollkornprodukten, bezogen werden. Supplementation ist bislang nicht als wirksam belegt.
- Ballaststoffreiche Lebensmittel aus Getreide, aber auch Gemüse, Hülsenfrüchte und zuckerarmes Obst sind zur T2Dm-Prävention empfehlenswert und vermutlich vorteilhaft. Der Langzeitnutzen einer Supplementation ist trotz belegter Kurzeiteffekte für Glykämie, Lipidstatus und ggf. Blutdruck nicht erwiesen.

#### Kommentar.

In Kohortenstudien ist eine hohe Zufuhr von unlöslichen BS, insbesondere zerealien Ursprungs, mit einem erniedrigten Risiko für T2Dm, KHK, Krebs und weitere Erkrankungen verknüpft. Bei Patienten mit T2Dm sinkt dosisabhängig das Sterblichkeitsrisiko. Vollkornprodukte (Brot, Reis, Nudeln) sind daher eine protektive Lebensmittelgruppe. Ballaststoffreichere Ernährung und Ballaststoffsupplemente wirken sich selbst unter isokalorischen Bedingungen günstig auf Körpergewicht, Glykämie und Insulinresistenz, Lipidprofil und Entzündungsstatus, mitunter auch auf den Blutdruck aus.

Ausgehend von einem durchschnittlichen Ernährungsmuster mit 20 g Ballaststoffe wird eine Erhöhung um 15 g auf 35 g pro Tag angestrebt.

Lösliche Fasern werden in Supplementen umfangreich beforscht und vermarktet. Für Beta-Glukane, Inulin und Psyllium (Flohsamen) sind kurz- bis mittelfristige (Wochen bis Monate) Vorteile für Blutglukose und Insulinresistenz beschrieben; Langzeit- und Präventionsdaten fehlen aber. Psyllium, Konjakglukomannan und  $\beta$ -Glukane senken ferner das LDL-Cholesterin und die Triglyzeridspiegel, während andere lösliche Fasern (Guar, Pektin) hierzu keine Evidenz lieferten.

Tab. 1 Definitionen der einzelnen pflanzenbasierten Ernährungsweisen. (Nach [33])	
Ernährungsweise	Beschreibung
Pflanzenbasiert	Hohe Zufuhr an pflanzenbasierten Produkten, geringe Zufuhr an Fleisch und/oder Produkten tierischer Herkunft
Pescovegetarisch	Verzicht auf Fleisch sowie alle daraus gewonnenen Produkte
Ovolaktovegetarisch	Verzicht auf Fleisch, Fisch und andere Meerestiere sowie alle daraus gewonnenen Produkte
Laktovegetarisch	Verzicht auf Fleisch, Fisch und andere Meerestiere, Eier sowie alle daraus gewonnenen Produkte
Ovovegetarisch	Verzicht auf Fleisch, Fisch und andere Meerestiere, Milch und Milchprodukte sowie alle daraus gewonnenen Produkte
Semivegetarisch	Stark eingeschränkter Konsum von Fleisch, Fisch und anderen Meerestieren, aber kein vollständiger Verzicht auf diese Lebensmittel
Vegan	Verzicht auf alle tierischen Lebensmittel

## Protein

### Empfehlung

- Wir empfehlen bei erhöhtem Diabetesrisiko eine Eiweißzufuhr von 10–25 % der Nahrungsenergiemenge (%E) für Patienten unter 60 Jahren und 15–25 % für Menschen über 60 Jahre bei intakter Nierenfunktion (glomeruläre Filtrationsrate [GFR] > 60 ml/min und 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) wahrscheinlich nicht von Vorteil und sollte aufgrund des Risikos für eine Malnutrition insbesondere bei höhergradiger Niereninsuffizienz vermieden werden.

### Kommentar.

Der minimale Eiweißbedarf zur Verhinderung von Mangelernährung und Sarkopenie liegt bei etwa 0,8 g/kg Körpergewicht oder 10 E%. Für ältere Menschen wird eine höhere Eiweißzufuhr von mindestens 1 g/kg KG und Tag empfohlen, um die altersbedingte schwächere Proteinverwertung auszugleichen.

Interventionsstudien zeigten günstige Effekte einer Diät mit hohem Proteingehalt bei Übergewichtigen ohne Diabetes. Die PREVIEW-Studie beobachtete keine Steigerung der Diabetesinzidenz oder anderer harter Outcomes unter 3-jähriger proteinreicher (> 20 E%) vs. konventioneller Ernährung.

Eine höhere Eiweißzufuhr verbessert die Sättigung und den Energieverbrauch durch postprandiale Thermogenese; beides fördert die Gewichtskontrolle. Ältere Menschen haben ein erhöhtes Risiko für Sarkopenie, weshalb für diese Personengruppe – sofern nicht kontraindiziert – eine höhere Eiweißzufuhr angeraten ist.

## Ernährungsstrategien zur Prävention

### Pflanzenbasierte, vegetarische und vegane Ernährung

#### Empfehlung

- Eine pflanzenbasierte Ernährung (Tab. 1), insbesondere, wenn sie gesunde pflanzenbasierte Lebensmittel wie Früchte, Gemüse, Vollkornprodukte, Hülsenfrüchte und Nüsse inkludiert, zeigte in Beobachtungsstudien einen diabetespräventiven Effekt.
- Auch vegane und vegetarische Ernährungsweisen sind mit einem reduzierten Risiko für die Entwicklung eines T2Dm assoziiert.
- Insgesamt ist die Evidenz gering und zeigt keine Überlegenheit einer pflanzenbasierten (inklusive vegetarischen/veganen) Ernährungsform hinsichtlich ihres diabetespräventiven Effekts.

### Kommentar.

Für Lebensmittel und Nahrungsbestandteile pflanzlicher Herkunft wie Vollkornprodukte, BS, pflanzliche Fette und pflanzliches Protein besteht eine überzeugende Evidenz, dass deren Zufuhr invers mit dem Risiko für T2Dm assoziiert ist [79–82], während eine höhere Zufuhr an tierischen Lebensmitteln wie Fleisch (insbesondere rotes und prozessiertes Fleisch) und tierische Fette mit einem erhöhten Risiko für T2Dm assoziiert ist [79–82].

### Pflanzenbasierte Ernährungsmuster

Ein systematischer Review und eine Metaanalyse von 9 prospektiven Kohortenstudien zeigten ein um 23 % reduziertes Risiko für die Entstehung eines T2Dm mit einer höheren vs. einer geringeren Adhärenz zu einem pflanzenbasierten Ernährungsmus-

ter. Dieser inverse Zusammenhang wurde stärker, wenn gesunde pflanzenbasierte Lebensmittel wie Früchte, Gemüse, Vollkornprodukte, Hülsenfrüchte und Nüsse im Ernährungsmuster inkludiert waren [83].

### Vegetarische Ernährungsmuster

Eine vegetarische Ernährung im Vergleich zu Omnivoren war hier mit einem um 27 % geringeren Risiko für einen T2Dm assoziiert [84]. Die Beweiskraft der Ergebnisse wurde jedoch nur als gering eingestuft [79].

### Vegane Ernährungsmuster

Zusätzlich zu der ovolakto- und semivegetarischen Ernährung war auch eine vegane Ernährung im Vergleich zu den Omnivoren in der Adventist Health Study-2 vermutlich mit einem geringeren Risiko für einen T2Dm assoziiert [85]. Ein Umbrella-Review zum Zusammenhang zwischen einer veganen Ernährung und der Inzidenz des T2Dm zeigte, dass eine vegane Ernährung im Vergleich zu Omnivoren mit einem um 21 % geringeren Risiko für einen T2Dm assoziiert war [86].

### „Meal timing“/Intervallfasten

#### Empfehlung

- Intervallfasten unterstützt die Gewichtskontrolle.
- Intervallfasten übt einen positiven Einfluss auf glykämische Parameter aus.
- Das Auslassen von Mahlzeiten („meal skipping“) kann nicht grundsätzlich zur Gewichtskontrolle und Diabetesprävention empfohlen werden.

Tab. 2 Intervallfastenmethoden	
Bezeichnung	Intervention
16/8	Nahrung wird nur in einem Zeitfenster von 8 h aufgenommen, die restlichen 16 h des Tages wird gefastet
5:2	Hierbei isst man an 5 Tagen der Woche normal und reduziert an den verbleibenden 2 Tagen die Kalorienzufuhr auf etwa 500–600 Kalorien pro Tag
Alternate-Day-Fasten	Hier wechseln sich Fastentage mit normalen Tagen ab. An Fastentagen wird entweder kein Essen oder nur eine sehr geringe Kalorienmenge zu sich genommen
24-h-Fasten/„eatstop-eat“	Bei dieser Methode wird 1- oder 2-mal pro Woche für 24 h gefastet

### Kommentar.

Unter dem Begriff des Intervall- oder auch intermittierenden Fastens werden eine Reihe von Methoden zusammengefasst, die alle zum Ziel haben, die Kalorienaufnahme zu begrenzen. Die Einschränkungen der zeitlichen Nahrungsaufnahme unterstützt dabei, sich an feste Zeiten zu halten und dabei das individuelle Ernährungsverhalten weitgehend beizubehalten. ■ **Tab. 2** fasst einige der am häufigsten verwendeten Intervallfastenmethoden zusammen.

### Ernährung vor und während der Schwangerschaft zur Prävention des Gestationsdiabetes

#### Empfehlung

- Maßnahmen zur Risikoreduktion des Gestationsdiabetes (GDM) durch Ernährung, körperliche Aktivität bzw. Lebensstilberatung sollten bereits vor der Schwangerschaft bzw. im ersten Trimester durchgeführt werden.
- Geeignete Maßnahmen zur Reduktion des GDM-Risikos sollten darauf ausgerichtet sein, eine exzessive Gewichtszunahme während der Schwangerschaft zu vermeiden. Eine kombinierte Ernährungs- und Bewegungsintervention scheint den größten Effekt zu haben.
- Frauen mit einem erhöhten Risiko für GDM (definiert durch die präpartal zu erhebenden Variablen BMI, Ethnizität, Alter, Parität, GDM und/oder Makrosomie in einer vorhergehenden Schwangerschaft) scheinen am meisten von einer Lebensstilintervention zu profitieren.

### Kommentar.

Verschiedene Studien zeigten, dass das Risiko für GDM durch Ernährung, körperliche

Aktivität und Lebensstilberatung beeinflusst werden kann [87–89], insbesondere, wenn die Interventionsmaßnahmen bereits vor der Schwangerschaft stattfinden [90, 91].

Eine Übersichtsarbeit zu bereits publizierten Cochrane Reviews zum Thema „Interventionen zur Prävention des Gestationsdiabetes“ kam zu der Schlussfolgerung, dass eine kombinierte Ernährungs- und Bewegungsintervention während der Schwangerschaft im Vergleich zur Standardversorgung das Risiko für GDM möglicherweise reduzieren kann (RR: 0,85, 95%-KI: 0,71; 1,01, [89]). Dahingegen war eine isolierte Ernährungs- oder Bewegungsintervention nicht mit dem Risiko für Gestationsdiabetes assoziiert [89].

Es wurden im Rahmen von Studien 4 Schlüsselaspekte identifiziert, die den Effekt von Lebensstilmaßnahmen modifizieren bzw. verbessern:

- I. Einschluss von Frauen mit deutlich erhöhtem GDM-Risiko,
- II. Beginn der Intervention bereits vor bzw. in der Frühschwangerschaft,
- III. Intensität der Interventionsmaßnahme (in Bezug auf eine Reduktion der Energiezufuhr und Intensität der körperlichen Aktivität) und
- IV. Vermeidung einer exzessiven Gewichtszunahme während der Schwangerschaft [91].

Diese Studie zeigte des Weiteren, dass die Verwendung des BMI allein keine geeignete Maßnahme darstellt, um das GDM-Risiko zu klassifizieren. Durch den Einschluss weiterer, nichtinvasiver Variablen (Ethnizität, Alter, Parität, GDM und/oder Makrosomie in einer vorhergehenden Schwangerschaft) und unter Verwendung bereits publizierter Prädiktionsmodelle [92] konnte die Risikoprädiktion deutlich

verbessert werden. Bei Frauen mit GDM war eine exzessive Gewichtszunahme während der Schwangerschaft (definiert nach IOM [Institute of Medicine]-Kriterien, [93]) mit einer häufigeren Insulinpflichtigkeit, einer höheren Insulindosis und einem höheren Risiko für eine LGA-Geburt (LGA: „large for gestational age“) assoziiert [94].

Einige RCT untersuchten den Einfluss einer Vitamin- bzw. Mineralstoffsupplementierung während der Schwangerschaft auf das GDM-Risiko [89]. Während eine Supplementierung mit Omega-3-Fettsäuren nachweislich keinen Effekt auf das GDM-Risiko zeigte, ist die Datenlage für weitere Supplemente wie Vitamin D, Myoinositol und Probiotika weniger homogen, und zur Formulierung von Empfehlungen sind weitere Studien notwendig. Generell sollten Ernährungsempfehlungen während der Schwangerschaft zur Prävention eines GDM immer unter Berücksichtigung des erhöhten Bedarfs an einigen Mineralstoffen und Vitaminen formuliert werden (Referenzwerte der DGE, [95]).

### Ausblick „precision nutrition“ und Diabetesprävention

#### Empfehlung

- Aufgrund der fehlenden Datengrundlage für eine Ernährung in Abhängigkeit des Genotyps kann dafür derzeit keine Empfehlung abgegeben werden.

### Kommentar.

Eine Ernährung zur Prävention eines T2DM muss für eine bessere Adhärenz individuell sein. Aber auch die Nutrigenomik kann zur Prävention beitragen, indem sie sich mit Auswirkungen des Genotyps auf die Verstoffwechslung der Nahrungsmittel befasst. Bisher wurden eine Reihe von SNP („single nucleotide polymorphisms“) identifiziert, welche die metabolische Diversität der Antworten auf bestimmte Ernährungsinterventionen erklären könnten [96–98]. Diese genetischen Modifikationen können aber auch den Erfolg gewichtsreduzierender Therapien erklären und so das T2DM-Risiko senken.

## Korrespondenzadresse



© Andreas Heddergott, TUM

### Prof. Dr. med. Thomas Skurk

ZIEL – Institute for Food & Health, Core Facility Humanstudien, Technische Universität München  
Gregor-Mendel-Straße, 85354 Freising, Deutschland  
skurk@tum.de

**Interessenkonflikt.** T. Skurk: Honorar Vortragstätigkeit: Novo Nordisk. 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. D. Rubin: Honorar Vortragstätigkeit: DGVS und Kaiserin-Friedrich-Stiftung. S. Hummel, W. Keuthage, K. Müssig, H. Nussbaumer, M.-C. Simon, A. Tombek und K.S. Weber geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

## Literatur

- Skurk T, Bösy-Westphal A, Grünerbel A et al (2022) Dietary recommendations for persons with type 2 diabetes mellitus. *Exp Clin Endocrinol Diabetes* 130(Suppl.01):S151–S184
- Benziger CP, Roth GA, Moran AE (2016) The global burden of disease study and the preventable burden of NCD. *gh* 11:393–397
- Uusitupa M, Khan TA, Viguiouk E et al (2019) Prevention of type 2 diabetes by lifestyle changes: a systematic review and meta-analysis. *Nutrients* 11:2611
- Haw JS, Galaviz KI, Straus AN et al (2017) Long-term sustainability of diabetes prevention approaches: a systematic review and meta-analysis of randomized clinical trials. *JAMA Intern Med* 177:1808–1817
- Howell S, Kones R (2017) “Calories in, calories out” and macronutrient intake: the hope, hype, and science of calories. *Am J Physiol Endocrinol Metab* 313:E608–E612
- Willett W, Rockström J, Loken B et al (2019) Food in the Anthropocene: the EAT–Lancet Commission on healthy diets from sustainable food systems. *Lancet* 393:447–492
- Nelson ME, Hamm MW, Hu FB et al (2016) Alignment of healthy dietary patterns and environmental sustainability: a systematic review. *Adv Nutr* 7:1005–1025
- Poole MK, Musicus AA, Kenney EL (2020) Alignment of US school lunches with the EAT–Lancet healthy reference diet’s standards for planetary health. *Health Aff* 39:2144–2152
- Goulding T, Lindberg R, Russell CG (2020) The affordability of a healthy and sustainable diet: an Australian case study. *Nutr J* 19:109
- Breidenassel C, Schäfer AC, Micka M et al (2022) The Planetary Health Diet in contrast to the food-based dietary guidelines of the German Nutrition Society (DGE). A DGE statement. *Ernahr Umsch* 59: 56–72:e1–3
- Laine JE, Huybrechts I, Gunter MJ et al (2021) Co-benefits from sustainable dietary shifts for population and environmental health: an assessment from a large European cohort study. *Lancet Planet Health* 5:e786–e796
- López GE, Batis C, González C et al (2023) EAT–Lancet healthy reference diet score and diabetes incidence in a cohort of Mexican women. *Eur J Clin Nutr* 77:S348–S355
- Knuppel A, Papier K, Key TJ et al (2019) EAT–Lancet score and major health outcomes: the EPIC–Oxford study. *Lancet* 394:213–214
- Xu C, Cao Z, Yang H et al (2022) Association Between the EAT–Lancet Diet Pattern and Risk of Type 2 Diabetes: A Prospective Cohort Study. *Front Nutr* 8:784018
- Zhang S, Stubbendorff A, Olsson K et al (2023) Adherence to the EAT–Lancet diet, genetic susceptibility, and risk of type 2 diabetes in Swedish adults. *Metabolism* 141:155401
- Langmann F, Ibsen DB, Tjønneland A et al (2023) Adherence to the EAT–Lancet diet is associated with a lower risk of type 2 diabetes: the Danish Diet, Cancer and Health cohort. *Eur J Nutr* 62:1493–1502
- Ojo O, Jiang Y, Ojo O et al (2023) The association of planetary health diet with the risk of type 2 diabetes and related complications: a systematic review. *Healthcare* 11:1120
- OECD: Health at a Glance 2021: OECD Indicators. <https://www.oecd.org/health/health-at-a-glance/>. Zugegriffen: 6. Juni 2023
- Mensink GBM, Schienkiewitz A, Haftenberger M et al (2013) Übergewicht und Adipositas in Deutschland: Ergebnisse der Studie zur Gesundheit Erwachsener in Deutschland (DEGS1). *Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz* 56:786–794
- Tuomilehto J, Lindström J, Eriksson JG et al (2001) Prevention of type 2 diabetes mellitus by changes in lifestyle among subjects with impaired glucose tolerance. *N Engl J Med* 344:1343–1350
- Knowler WC, Barrett-Connor E, Fowler SE et al (2002) Reduction in the incidence of type 2 diabetes with lifestyle intervention or metformin. *N Engl J Med* 346:393–403
- Deedwania PC, Volkova N (2005) Current treatment options for the metabolic syndrome. *Curr Treat Options Cardiovasc Med* 7:61–74
- UKPDS Group (1990) UK Prospective Diabetes Study 7: response of fasting plasma glucose to diet therapy in newly presenting type II diabetic patients. *Metabolism* 39:905–912
- Goodpaster BH, Krishnaswami S, Resnick H et al (2003) Association between regional adipose tissue distribution and both type 2 diabetes and impaired glucose tolerance in elderly men and women. *Diabetes Care* 26:372–379
- Evert AB, Dennison M, Gardner CD et al (2019) Nutrition therapy for adults with diabetes or prediabetes: a consensus report. *Diabetes Care* 42:731–754
- Klein S, Sheard NF, Pi-Sunyer X et al (2004) Weight management through lifestyle modification for the prevention and management of type 2 diabetes: rationale and strategies. A statement of the American diabetes association, the north American association for the study of obesity, and the American society for clinical nutrition. *Am J Clin Nutr* 80:257–263
- National Task Force on the Prevention and Treatment of Obesity, National Institutes of Health (1993) Very low-calorie diets. *JAMA* 270:967–974
- Churuangsk C, Hall J, Reynolds A et al (2022) Diets for weight management in adults with type 2 diabetes: an umbrella review of published meta-analyses and systematic review of trials of diets for diabetes remission. *Diabetologia* 65:14–36
- Miller CK, Nagaraja HN, Cheavens J et al (2022) Impact of a Novel Diabetes Prevention Intervention for Early Slow Weight Loss Responders Among Adults With Prediabetes: An Adaptive Trial. *Diabetes Care* 45:2452–2455
- Branch OH, Rikhy M, Auster-Gussman LA et al (2023) Weight loss and modeled cost savings in a digital diabetes prevention program. *Obes Sci Pract* 9:404–415
- Graham SA, Auster-Gussman LA, Lockwood KG et al (2023) Weight Loss in a Digital Diabetes Prevention Program for People in Health Professional Shortage and Rural Areas. *Popul Health Manag* 26:149–156
- Graham SA, Pitter V, Hori JH et al (2022) Weight loss in a digital app-based diabetes prevention program powered by artificial intelligence. *Digit Health* 8:
- LaPointe S, Merrill M (2023) Weight loss and lifestyle change among high-risk individuals enrolled in a digital diabetes prevention program: A longitudinal study of private and public health insurance members in Western New York. *Prev Med Rep* 36:102507
- Mayhew M, Smith N, Fortmann SP et al (2022) Mental health diagnosis attenuates weight loss among older adults in a digital diabetes prevention program. *Obes Sci Pract* 9:320–326
- Bundesärztekammer Telemmedizinische Methoden in der Patientenversorgung – Begriffliche Verortung 2015. [https://www.bundesaerztekammer.de/fileadmin/user\\_upload/\\_old-files/downloads/pdf-Ordner/Telemedizin\\_Telematik/Telemedizin/Telemmedizinische\\_Methoden\\_in\\_der\\_Patientenversorgung\\_Begriffliche\\_Verortung.pdf](https://www.bundesaerztekammer.de/fileadmin/user_upload/_old-files/downloads/pdf-Ordner/Telemedizin_Telematik/Telemedizin/Telemmedizinische_Methoden_in_der_Patientenversorgung_Begriffliche_Verortung.pdf). Zugegriffen: 6. Juni 2023
- Kempf K, Altpeter B, Berger J et al (2017) Efficacy of the telemedical lifestyle intervention program TeLiPro in advanced stages of type 2 diabetes: a randomized controlled trial. *Diabetes Care* 40:863–871
- Su D, McBride C, Zhou J et al (2016) Does nutritional counseling in telemedicine improve treatment outcomes for diabetes? A systematic review and metaanalysis of results from 92 studies. *J Telemed Telecare* 22:333–347
- Halvorsen RE, Elvestad M, Molin M et al (2021) Fruit and vegetable consumption and the risk of type 2 diabetes: a systematic review and dose-response meta-analysis of prospective studies. *BMJ Nutr Prev Health* 4:519–531
- Li M, Fan Y, Zhang X et al (2014) Fruit and vegetable intake and risk of type 2 diabetes mellitus: meta-analysis of prospective cohort studies. *BMJ Open* 4:e5497
- Satija A, Bhupathiraju SN, Rimm EB et al (2016) Plant-based dietary patterns and incidence of type 2 diabetes in US men and women: results

- from three prospective cohort studies. *PLoS Med* 13:e1002039
41. Hughes J, Pearson E, Grafenauer S (2022) Legumes—a comprehensive exploration of global food-based dietary guidelines and consumption. *Nutrients* 14:3080
  42. Pearce M, Fanidi A, Bishop TRP et al (2021) Associations of total legume, pulse, and soy consumption with incident type 2 diabetes: federated meta-analysis of 27 studies from diverse world regions. *J Nutr* 151:1231–1240
  43. Papakonstantinou E, Galanopoulos K, Kapetanakou AE et al (2022) Short-term effects of traditional Greek meals: lentils with lupins, Trahana with tomato sauce and halva with currants and dried figs on postprandial glycemic responses—a randomized clinical trial in healthy humans. *Int J Environ Res Public Health* 19:11502
  44. Afshin A, Micha R, Khatibzadeh S et al (2014) Consumption of nuts and legumes and risk of incident ischemic heart disease, stroke, and diabetes: a systematic review and meta-analysis. *Am J Clin Nutr* 100:278–288
  45. George ES, Daly RM, Tey SL et al (2022) Perspective: Is it Time to Expand Research on “Nuts” to Include “Seeds”? Justifications Key Considerations *Adv Nutr* 13:1016–1027
  46. Blanco Mejia S, Kendall CWC, Viguilouk E et al (2014) Effect of tree nuts on metabolic syndrome criteria: a systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *Bmj Open* 4:e4660
  47. Martínez-González MA, García-Arellano A, Toledo E et al (2012) A 14-item Mediterranean diet assessment tool and obesity indexes among high-risk subjects: the PREDIMED trial. *PLoS One* 7:e43134
  48. Johnston BC, Zeraatkar D, Han MA et al (2019) Unprocessed red meat and processed meat consumption: dietary guideline recommendations from the nutritional recommendations (NutriRECS) consortium. *Ann Intern Med* 171:756–764
  49. Deutsche Diabetes Gesellschaft (DDG), diabetesDE – Deutsche Diabetes-Hilfe (Hrsg) *Deutscher Gesundheitsbericht Diabetes 2021. Die Bestandsaufnahme*. [https://www.diabetesde.org/system/files/documents/20201107\\_gesundheitsbericht2021.pdf](https://www.diabetesde.org/system/files/documents/20201107_gesundheitsbericht2021.pdf)
  50. Pan XR, Li GW, Hu YH et al (1997) Effects of diet and exercise in preventing NIDDM in people with impaired glucose tolerance. The Da Qing IGT and Diabetes study. *Diabetes Care* 20:537–544
  51. Ramachandran A, Snehalatha C, Mary Set al (2006) The Indian diabetes prevention programme shows that lifestyle modification and metformin prevent type 2 diabetes in asian Indian subjects with impaired glucose tolerance (IDPP-1). *Diabetologia* 49:289–297
  52. Uusitupa M, Louheranta A, Lindström J et al (2000) The Finnish diabetes prevention study. *Br J Nutr* 83(1):S137–S142
  53. Dyson PA, Twenefour D, Breen C et al (2018) Diabetes UK evidence-based nutrition guidelines for the prevention and management of diabetes. *Diabet Med* 35:541–547
  54. Imamura F, O'Connor L, Ye Z et al (2015) Consumption of sugar sweetened beverages, artificially sweetened beverages, and fruit juice and incidence of type 2 diabetes: systematic review, meta-analysis, and estimation of population attributable fraction. *BMJ* 351:h3576
  55. ElSayed NA, Aleppo G, Aroda VR et al (2023) Summary of Revisions: Standards of Care in Diabetes—2023. *Diabetes Care* 46(Suppl.01):S5–S9
  56. Khalili L, A-Elgadir TME, Mallick AK et al (2022) Nuts as a part of dietary strategy to improve metabolic biomarkers: a narrative review. *Front Nutr* 9:881843
  57. GBD 2016 Alcohol Collaborators (2018) Alcohol use and burden for 195 countries and territories, 1990–2016: a systematic analysis for the global burden of disease study 2016. *Lancet* 392:1015–1035
  58. Kulzer B, Albus C, Herpertz S et al (2024) Psychosoziales und Diabetes. *Diabetol Stoffwechs* 19(Suppl.02):S378–S394
  59. Snijder MB, van der Heijden AA, van Dam RM et al (2007) Is higher dairy consumption associated with lower body weight and fewer metabolic disturbances? The Hoorn Study. *Am J Clin Nutr* 85:989–995
  60. Soedamah-Muthu SS, Ding EL, Al-Delaimy WK et al (2011) Milk and dairy consumption and incidence of cardiovascular diseases and all-cause mortality: dose-response meta-analysis of prospective cohort studies. *Am J Clin Nutr* 93:158–171
  61. Pereira MA, Jacobs DR, Van Horn Let al (2022) Dairy consumption, obesity, and the insulin resistance syndrome in young adults: the CARDIA study. *JAMA* 287:2081–2089
  62. Azadbakht L, Mirmiran P, Esmailzadeh A et al (2005) Dairy consumption is inversely associated with the prevalence of the metabolic syndrome in Tehranian adults. *Am J Clin Nutr* 82:523–530
  63. Elwood PC, Givens DJ, Beswick AD et al (2008) The survival advantage of milk and dairy consumption: an overview of evidence from cohort studies of vascular diseases, diabetes and cancer. *J Am Coll Nutr* 27:7235–7345
  64. Ferland A, Lamarche B, Châteaug-Degat ML et al (2011) Dairy product intake and its association with body weight and cardiovascular disease risk factors in a population in dietary transition. *J Am Coll Nutr* 30:92–99
  65. Margolis KL, Wei F, de Boer ICH et al (2011) A diet high in low-fat dairy products lowers diabetes risk in postmenopausal women. *J Nutr* 141:1969–1974
  66. Wennersberg MH, Smedman A, Turpeinen AM et al (2009) Dairy products and metabolic effects in overweight men and women: results from a 6-mo intervention study. *Am J Clin Nutr* 90:960–968
  67. Wannamethee SG, Hu FB (2009) Obesity epidemiology. *Int J Epidemiol* 38:325–326
  68. Tremblay A, Gilbert JA (2009) Milk products, insulin resistance syndrome and type 2 diabetes. *J Am Coll Nutr* 28(Suppl.01):915–1025
  69. McGlynn ND, Khan TA, Wang L et al (2022) 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* 5:e222092
  70. Lee JJ, Khan TA, McGlynn N et al (2022) Relation of change or substitution of low- and no-calorie sweetened beverages with cardiometabolic outcomes: a systematic review and meta-analysis of prospective cohort studies. *Diabetes Care* 45:1917–1930
  71. Rogers PJ, Appleton KM (2021) The effects of low-calorie sweeteners on energy intake and body weight: a systematic review and meta-analysis of sustained intervention studies. *Int J Obes* 45:464–478
  72. Mazi TA, Stanhope KL (2023) Erythritol. An in-depth discussion of its potential to be a beneficial dietary component. *Nutrients* 15:204
  73. Tiwaskar M, Mohan V (2022) Clearing the myths around non-nutritive/noncaloric sweeteners: an efficacy and safety evaluation. *J Assoc Physicians India* 70:11–12
  74. Daher MI, Matta JM, Abdel N et al (2019) Non-nutritive sweeteners and type 2 diabetes: should we ring the bell? *Diabetes Res Clin Pract* 155:107786
  75. O'Connor D, Pang M, Castelnovo G et al (2021) A rational review on the effects of sweeteners and sweetener enhancers on appetite, food reward and metabolic/adiposity outcomes in adults. *Food Funct* 12:442–465
  76. Suez J, Cohen Y, Valdés-Mas R et al (2022) Personalized microbiome-driven effects of non-nutritive sweeteners on human glucose tolerance. *Cell* 185:3307–3328.e19
  77. Bayındır Gümüş A, Keser A, Tunçer E et al (2022) Effect of saccharin, a nonnutritive sweeteners, on insulin and blood glucose levels in healthy young men: A crossover trial. *Diabetes Metab Syndr* 16:102500
  78. Meng Y, Li S, Khan J et al (2021) Sugar- and artificially sweetened beverages consumption linked to type 2 diabetes, cardiovascular diseases, and all-cause mortality: a systematic review and dose-response meta-analysis of prospective cohort studies. *Nutrients* 13:2636
  79. Neuenschwander M, Ballon A, Weber K et al (2019) Role of diet in type 2 diabetes incidence: umbrella review of meta-analyses of prospective observational studies. *BMJ* 366:l2368
  80. Neuenschwander M, Barbaresco J, Pischke CR et al (2020) Intake of dietary fats and fatty acids and the incidence of type 2 diabetes: a systematic review and dose-response meta-analysis of prospective observational studies. *PLoS Med* 17:e1003347
  81. Li J, Glenn AJ, Yang Q et al (2022) Dietary protein sources, mediating biomarkers, and incidence of type 2 diabetes: findings from the women's health initiative and the UK biobank. *Diabetes Care* 45:1742–1753
  82. Schlesinger S (2023) Diet and diabetes prevention: is a plant-based diet the solution? *Diabetes Care* 46:6–8
  83. Qian F, Liu G, Hu FB et al (2019) Association Between Plant-Based Dietary Patterns and Risk of Type 2 Diabetes: A Systematic Review and Metaanalysis. *JAMA Intern Med* 179:1335–1344
  84. Lee Y, Park K (2017) Adherence to a vegetarian diet and diabetes risk: a systematic review and meta-analysis of observational studies. *Nutrients* 9:603
  85. Tonstad S, Stewart K, Oda K et al (2011) Vegetarian diets and incidence of diabetes in the adventist health study-2. *Nutr Metab Cardiovasc Dis* 23:292–299
  86. Selinger E, Neuenschwander M, Koller A et al (2023) Evidence of a vegan diet for health benefits and risks—an umbrella review of meta-analyses of observational and clinical studies. *BFSN* 63:9926–9936
  87. Koivusalo SB, Rönö K, Klemetti MM et al (2016) Gestational diabetes mellitus can be prevented by lifestyle intervention: the Finnish gestational diabetes prevention study (RADIEL): a randomized controlled trial. *Diabetes Care* 39:24–30
  88. Wang C, Wei Y, Zhang X et al (2017) A randomized clinical trial of exercise during pregnancy to prevent gestational diabetes mellitus and improve pregnancy outcome in overweight and obese pregnant women. *Am J Obstet Gynecol* 216:340–351
  89. Griffith RJ, Alsweller J, Moore AE et al (2020) Interventions to prevent women from developing

- gestational diabetes mellitus: an overview of Cochrane reviews. *Cochrane Database Syst Rev* 6:CD12394
90. Tobias DK, Zhang C, van Dam RM et al (2011) Physical activity before and during pregnancy and risk of gestational diabetes mellitus: a meta-analysis. *Diabetes Care* 34:223–229
  91. Guo XY, Shu J, Fu XH et al (2019) Improving the effectiveness of lifestyle interventions for gestational diabetes prevention: a meta-analysis and meta-regression. *BJOG* 126:311–320
  92. Lamain-deRuiter M, Kwee A, Naaktgeboren CA et al (2016) External validation of prognostic models to predict risk of gestational diabetes mellitus in one Dutch cohort: prospective multicentre cohort study. *BMJ* 354:i4338
  93. Rasmussen KM, Yaktine AL (Hrsg) (2009) Weight gain during pregnancy. Reexamining the guidelines. National Academies Press (US), Washington, DC
  94. Barnes RA, Wong T, Ross GP et al (2020) Excessive weight gain before and during gestational diabetes mellitus management: what is the impact? *Diabetes Care* 43:74–81
  95. Deutsche Gesellschaft für Ernährung e. V. (2021) Referenzwerteübersicht (7. aktualisierte Ausgabe). <https://www.dge.de/wissenschaft/referenzwerte/>. Zugegriffen: 5. Juni 2023
  96. Ouellette C, Rudkowska I, Lemieux S et al (2014) Gene-diet interactions with polymorphisms of the MGLL gene on plasma low-density lipoprotein cholesterol and size following an omega-3 polyunsaturated fatty acid supplementation: a clinical trial. *Lipids Health Dis* 13:86
  97. Vallée Marcotte B, Cormier H, Guénard F et al (2016) Novel Genetic Loci Associated with the Plasma Triglyceride Response to an Omega-3 Fatty Acid Supplementation. *J Nutrigenet Nutrigenomics* 9:1–11
  98. Rudkowska I, Pérusse L, Bellis C et al (2015) Interaction between common genetic variants and total fat intake on low-density lipoprotein peak particle diameter: a genome-wide association study. *J Nutrigenet Nutrigenomics* 8:44–53

**Hinweis des Verlags.** Der Verlag bleibt in Hinblick auf geografische Zuordnungen und Gebietsbezeichnungen in veröffentlichten Karten und Institutsadressen neutral.