

Jens Kröger • Thorsten Siegmund • Oliver Schubert • Winfried Keuthage
Melanie Lettmann • Katja Richert • Andreas F.H. Pfeiffer

Welche Einflüsse die Nahrung auf postprandiale Glukoseverläufe hat, lässt sich mit kontinuierlichen Glukosemesssystemen gut erkennen. In dieser Fibel finden Sie zuerst allgemeine Informationen zur Ernährung im Zusammenhang mit Diabetes. Standardisierte Mahlzeitentests in Kombination mit kontinuierlicher Glukosemessung verdeutlichen dann konkret die Zusammenhänge zwischen Essen und Diabetes. In Kasuistiken können Sie anschließend selbst die Analyse solcher Mahlzeitentests üben.

AGP-Fibel Ernährung

Mit CGM postprandiale
Glukoseverläufe analysieren

AGP-Fibel Ernährung – Mit CGM postprandiale Glukoseverläufe analysieren



ISBN 978-3-87409-694-2

ADC-2020-DE-1561



Mit Beispielen und Übungen

Jens Kröger • Thorsten Siegmund • Oliver Schubert • Winfried Keuthage
Melanie Lettmann • Katja Richert • Andreas F.H. Pfeiffer

AGP-Fibel Ernährung

Mit CGM postprandiale
Glukoseverläufe analysieren

Impressum

Bibliografische Information der Deutschen Bibliothek

Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <<http://dnb.ddb.de>> abrufbar.

ISBN 978-3-87409-694-2

Herausgeber: Dr. Nora Grünewald, Abbott GmbH

Zur Diagnose eines gesundheitlichen oder medizinischen Problems oder einer Krankheit müssen Sie stets einen Arzt konsultieren bzw. medizinischen Rat einholen.

Das Werk, einschließlich aller seiner Teile, ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung der Herausgeber und der Autoren unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Bildnachweis:

Titelillustrationen: marigold_88 - iStockphoto,
Hein Nouwens - AdobeStock, nadiinko - AdobeStock



1. Auflage 2020, Alle Rechte vorbehalten
© Verlag Kirchheim + Co GmbH
Wilhelm-Theodor-Römheld-Straße 14
55130 Mainz
www.kirchheim-verlag.de
Printed in Germany



Mit freundlicher Unterstützung
von Abbott GmbH

Vorwort

Wer in der Allgemeinbevölkerung den Begriff Diabetes hört, denkt in der Regel sofort an Übergewicht, Gewichtsabnahme und Ernährungsumstellung. Das hat durchaus seine Berechtigung, auch wenn die Ernährungstherapie in der Diabetestherapie natürlich nicht alles ist. Aber sie bietet viele Stellschrauben, um starke Schwankungen postprandial zu verhindern und das Risiko für weitere Erkrankungen zu reduzieren.

Welche Einflüsse die Nahrung auf postprandiale Glukoseverläufe hat, war in den Zeiten ausschließlich punktueller Blutzuckermessungen zu vermuten oder durch viele schnell hintereinanderfolgende Messungen mit entsprechend vielen Stichen in die Fingerbeeren zu belegen. Das aber ist Geschichte, denn inzwischen finden Systeme, die kontinuierlich die Glukose messen, immer mehr Verbreitung. Damit werden Rückschlüsse bezüglich der Glukoseverläufe nach dem Essen oder Trinken kohlenhydrathaltiger Nahrungsmittel und der Menge an enthaltenen Fetten, Proteinen oder Ballaststoffen ein wichtiges Instrument zur Therapieoptimierung.

Das „Sichtbarmachen“ dieser Glukoseverläufe hat enorme Vorteile für die Menschen mit Diabetes und für die Diabetesteam. Zum einen motivieren gute Glukoseverläufe Menschen mit Diabetes und Prädiabetes, einen eingeschlagenen Weg weiterzugehen und die Lebensmittel passend auszuwählen. Zum anderen helfen unbefriedigende Verläufe sowohl den Menschen mit Diabetes selbst als auch den Diabetesteam, Probleme zu erkennen und möglichst zu beheben. Besonders bei einer Insulintherapie lässt sich so an vielen Schrauben drehen, um bessere Glukosewerte zu erreichen!

Standardisierte Mahlzeitentests können dabei hilfreich sein für eine strukturierte Analyse der erhaltenen Glukosekurven. Wir haben in unseren Praxen einige Lebensmittel getestet, um Ihnen Beispiele für mögliche Verläufe verschiedener Personengruppen und deren Interpretation zu geben. Dabei waren Stoffwechselgesunde, Menschen mit Prädiabetes und Menschen mit Typ-1- und Typ-2-Diabetes mit unterschiedlichen Therapien. Vielen Patienten wurde durch die Mahlzeitentests erst bewusst, in welchem Ausmaß die Mahlzeiten die postprandialen Werte beeinflussen. Dadurch konnten Patienten intrinsisch motiviert werden, ihre Ernährungsgewohnheiten nachhaltig zu verändern.

Um das Ganze nicht nur theoretisch zu behandeln, finden Sie in diesem Buch Kasusistiken. Dort sind Sie an der Reihe – um anschließend mit Ihren Patienten Mahlzeitentests durchführen und analysieren zu können. In den Lösungen zeigen wir Ihnen, wie wir die kontinuierlich gemessenen Glukosedaten, die in Form eines ambulanten Glukoseprofils (AGP) dargestellt werden, strukturiert analysieren würden.

Dr. Jens Kröger, Dr. Thorsten Siegmund, Dr. Oliver Schubert, Dr. Winfried Keuthage, Melanie Lettmann, Katja Richert und Prof. Dr. Andreas F. H. Pfeiffer

Inhalt

Vorwort	5
Die Ernährung in der Diabetestherapie	8
Individuelle Ernährung	11
Einfluss postprandialer Glukoseanstiege und Time in Range	12
Allgemeine Empfehlungen zur Ernährung	12
Ernährungsmuster haben individuelle Vorteile	13
Information und Beratung sind nötig, auch wiederholt	13
Kontinuierliches Glukosemonitoring zeigt postprandiale Verläufe	14
Exemplarische Mahlzeitentests	16
Glykämischer Index, glykämische Last am Beispiel Brot	17
Zucker – als natürlicher Nahrungsbestandteil oder extra zugesetzt	23
Schokolade: Zucker in Kombination mit Fett	26
Kartoffeln, Nudeln, Linsen	27
Obst genießen – aber in Maßen	30
Auf die Qualität der Fette kommt es an	33
Erst Proteine und Gemüse, dann Kohlenhydrate	35
Gesunde Ernährung – die Kernaussagen der Fibel	37
Analyse von postprandialen Glukoseverläufen mit CGM	38
Mahlzeitentests in der Praxis	47
Untersuchung Ihres Glukoseverlaufs	48
Kasuistiken	58
Lösungen	75
Literatur	84

Die Ernährung in der Diabetestherapie

Diabetes mellitus und Empfehlungen zur Ernährung gehören unmittelbar zusammen. Was ist die „ideale“ Ernährung? Das ist schwierig zu sagen, denn Ernährung ist immer individuell! Dazu gehören die Fragen, welche Lebensmittel und Gerichte jemand gern isst und wie jemand auf welche Lebensmittel und Gerichte mit seinen Glukoseverläufen reagiert: ob die Glukosewerte stark ansteigen, stabil bleiben oder sogar zuerst fallen. Auch für das Verhältnis der Nährstoffe Kohlenhydrate, Proteine und Fette gibt es keine präzisen Festlegungen, da ganz verschiedene Ernährungsmuster gesund sind und zu einer besseren Glukosekontrolle führen können. So heißt es in den Ernährungsempfehlungen für Menschen mit Diabetes zur Proteinzufuhr (Pfeiffer 2015), dass aufgrund bisher vorliegender Studien z. B. keine Aussage dazu getroffen werden kann, ob sich durch eine hohe Proteinzufuhr das kardiovaskuläre Risiko erhöht. Die Individualität der Ernährung unterstreichen auch Evert und Kollegen in ihrem 2019 publizierten Konsens (Evert 2019): „Es gibt keinen Essensplan, der für alle passt und eindeutig Diabetes vorbeugen kann oder für das Diabetesmanagement der richtige ist.“

! MERKE

Ernährung ist immer etwas Individuelles, abhängig von Vorlieben, kulturellen Gegebenheiten, Nahrungsmittelverfügbarkeit und vielem mehr.

Typ-2-Diabetes

Der Konsens einer amerikanischen Expertengruppe (Evert 2019) konkretisiert die Individualität: „Individuelle Bedürfnisse bezüglich der Ernährung müssen persönliche und kulturelle Präferenzen berücksichtigen, Gesundheitskompetenz, Zugang zu gesundem Essen, Willen und Fähigkeit, Verhaltensänderungen umzusetzen und Barrieren zu überwinden.“ Betont wird, wie wichtig für eine gesunde Ernährung passende Portionsgrößen sind. Mit gesunder Ernährung soll die Gesundheit allgemein gefördert werden und im Speziellen geht es um das Verbessern von Gewicht, HbA_{1c}, Blutdruck und Cholesterinwerten – wobei diese Werte wiederum individuell zu setzen sind, basierend auf dem Alter der Menschen, der Diabetesdauer und der

Krankheitsgeschichte allgemein. Ziele sind auch, wenn nötig das Körpergewicht zu reduzieren und Diabeteskomplikationen zu verhindern. Bei alldem, betonen die Autoren, soll die Freude am Essen durch entsprechende Vorschläge zur Lebensmittelauswahl gefördert werden, während Einschränkungen der Lebensmittelauswahl nur genannt werden sollen, wenn es dafür Evidenz gibt. Dabei gelten die Empfehlungen nicht nur für Menschen mit Typ-2-Diabetes, sondern auch für Menschen mit Prädiabetes und mit Typ-1-Diabetes.

Neben der Auswahl der verschiedenen ernährungstherapeutischen Ansätze wie Low Carb, Low Fat, Paleo, ketogene Diät, High Fat Low Carb (HFLC), vegan usw. hat der individuelle Lebensstil eine große Bedeutung. Die körperliche Betätigung findet häufig nicht den Stellenwert in der Beratung, den sie haben sollte.

Typ-1-Diabetes

Die gleiche Entscheidungsfreiheit bezüglich der Ernährung gilt, wie oben bereits erwähnt, für Menschen mit Typ-1-Diabetes, wie es in der S3-Leitlinie Therapie des Typ-1-Diabetes der Deutschen Diabetes Gesellschaft heißt: „Für Menschen mit Typ-1-Diabetes ist weder eine spezifische Ernährungsform oder Diät noch sind spezifische ‚Diät-Lebensmittel‘ erforderlich. Für sie gelten die allgemeinen Empfehlungen hinsichtlich einer gesunden Kost.“ (Deutsche Diabetes Gesellschaft 2018a) Dabei soll die Beratung die Glukosewirksamkeit von Kohlenhydraten, Fetten und Proteinen (siehe auch FPE, Seite 35) umfassen. Neben der Mahlzeit selbst hat die Bolusinsulin-Gabe entscheidenden Einfluss auf den postprandialen Glukoseverlauf.

> TIPP

Der postprandiale Glukoseverlauf wird bei einer intensivierten Insulintherapie (ICT) oder Insulinpumpentherapie (CSII) maßgeblich durch die Bolusgabe beeinflusst.

Zur Auswahl stehen dabei folgende Bolusvarianten:

- **SEA oder BEA:** Spritz- oder Bolus-Ess-Abstand: bei erhöhten Glukosewerten vor einer Mahlzeit wird empfohlen, den kompletten Bolus (inklusive Korrekturbolus) eine gewisse Zeit (individuell auszutesten) vor der Mahlzeit abzugeben
- **Sofortbolus:** dieser Bolus wird unmittelbar zur Mahlzeit gegeben
- **verzögerter Bolus:** dieser Bolus wird über einen längeren Zeitraum verabreicht, was z. B. bei Mahlzeiten mit viel Protein, Fett und langsamen Kohlenhydraten sinnvoll ist (nur bei Insulinpumpentherapie)

- **dualer Bolus:** bei Mahlzeiten mit einem schnellen Kohlenhydratanteil und einem hohen Anteil verzögernder Nährstoffe wie Fetten und Proteinen wird der Bolus aufgeteilt: ein Teil wird als Sofortbolus gegeben, der andere Teil als verzögerter Bolus (sinnvoll ist dieser Bolustyp auch bei der Berechnung von Fett-Protein-Einheiten, FPEs; siehe auch Seite 35) (nur bei Insulinpumpentherapie)

Ältere Menschen mit Diabetes

Die Gruppe älterer Menschen mit Diabetes mellitus wird immer größer. Damit stellt sich in der Therapie eine neue Herausforderung. Die Leitlinie für ältere Menschen mit Diabetes (Deutsche Diabetes Gesellschaft 2018b) unterscheidet sich in dem Punkt, dass aufgrund des Mangelernährungsrisikos eine limitierte Nahrungsaufnahme vermieden werden sollte. Die oben genannte Leitlinie empfiehlt also auch für diese Patientengruppe eine ausgewogene bedarfsangepasste Mischkost.

! MERKE

Bei älteren Menschen etwa ab dem 70. Lebensjahr mit Übergewicht oder Adipositas soll aufgrund des Mangelernährungsrisikos auf eine limitierte Nahrungsaufnahme verzichtet werden.

Gestationsdiabetes

Besonderheiten bezüglich der Ernährung gibt es beim Gestationsdiabetes. Hier ist die Ernährungsberatung die erste therapeutische Maßnahme nach der Diagnosestellung (Arbeitsgemeinschaft Diabetes und Schwangerschaft der DGG 2018). Diese Beratung soll die individuelle Ernährungsentscheidung hervorheben und primär die Essgewohnheiten der Schwangeren thematisieren, ihren Tagesrhythmus, ihr Körpergewicht und ihren soziokulturellen Status – alles Aspekte, die relevant sind, das gewünschte Therapieziel zu erreichen. Besonderer Wert wird dabei aber auf die Kohlenhydrate gelegt: So wirkt sich eine Begrenzung der Kohlenhydratmenge auf 40 bis 45 % der Gesamtkalorien täglich günstig auf die postprandialen Blutglukosewerte aus. Bei den Hauptmahlzeiten wird empfohlen, die Kohlenhydratmenge zu begrenzen und Lebensmittel mit komplexen Kohlenhydraten zu bevorzugen. Die Zwischenmahlzeiten sollten kohlenhydratfrei oder zumindest -arm sein.

> TIPP

Bei Schwangeren mit Gestationsdiabetes sollte die Kohlenhydratmenge auf drei nicht zu große Hauptmahlzeiten und bei Bedarf zwei bis drei kleinere Zwischenmahlzeiten (einschließlich einer Spätmahlzeit) über den Tag verteilt werden. Dabei sind Lebensmittel mit niedrigem GI, z. B. ballaststoffreiche Getreideprodukte und fettarme Milchprodukte, zu bevorzugen.

Das kann möglicherweise sogar helfen, eine Insulintherapie zu vermeiden. Auch bei schwangeren Frauen mit Typ-1-Diabetes können die Kohlenhydratmenge und -verteilung neben der Insulindosisanpassung helfen, die postprandialen Zielwerte zu erreichen.

Individuelle Ernährung

Essen ist Lebensqualität, es muss schmecken und zufrieden machen. Durch geschicktes Auswählen der Lebensmittel besteht dabei die Möglichkeit, den Blutzucker und somit die Gesundheit positiv zu beeinflussen. Auch wenn es möglich ist, hierfür allgemeine Empfehlungen zu erarbeiten, muss jeder für sich selbst herausfinden, was ihm gut tut und wie sich die einzelnen Lebensmittel und Mahlzeiten auswirken. Das hängt von vielen Faktoren ab, z. B. spielen kulturelle Präferenzen dabei eine Rolle wie auch das Gesundheitsbewusstsein des Einzelnen. Auch die Verfügbarkeit gesunder Nahrungsmittel beeinflusst die Lebensmittelauswahl, ebenso der Wille und die Fähigkeit, die Ernährungsgewohnheiten zu ändern.

! MERKE

Am wichtigsten ist: Den Menschen muss es schmecken, sie müssen selbst über die Auswahl ihrer Lebensmittel bestimmen können – sonst wird eine Ernährungstherapie nicht funktionieren. Im Vordergrund stehen die individuellen Bedürfnisse der Menschen mit ihrer jeweiligen Lebensweise. Allgemeine Empfehlungen können dabei unterstützen, sind aber nicht immer zielführend.

Einfluss postprandialer Glukoseanstiege und Time in Range

Wie relevant postprandiale Glukoseanstiege in Bezug auf die Diabeteseinstellung sind, haben Monnier und Kollegen (Monnier 2003) untersucht. Je besser die Glukosestoffwechselsituation war, gemessen am HbA_{1c} -Wert, desto stärker wurde der Einfluss der postprandialen Glukosewerte. Insofern sind gerade für Menschen mit grundsätzlich guter Diabeteseinstellung Ernährungsüberlegungen in Bezug auf die Anstiege nach einer Mahlzeit relevant – aber natürlich nicht nur für sie. Auch bei Menschen mit unbefriedigenden Glukoseverläufen beeinflussen postprandiale Glukoseanstiege den HbA_{1c} -Wert negativ und können die Ursache für hohe Glukoseschwankungen darstellen.

Die Frage ist, welchen Einfluss postprandiale Glukoseanstiege auf die kardiovaskuläre Morbidität und Mortalität haben. Metaanalysen belegen, dass die Güte der Blutzuckereinstellung, gemessen am HbA_{1c} -Wert, bei Menschen mit Diabetes bedeutsam ist, um Folgeerkrankungen zu verhindern (Cheng 2014, Gorst 2015). Auch zwischen der Zeit im Zielbereich (70–180 mg/dl, 3,9–10,0 mmol/l), die wesentlich mit von postprandialen Glukosewerten beeinflusst wird, und Diabeteskomplikationen sind erste Zusammenhänge gezeigt worden. So reduziert sich z. B. das Fortschreiten einer Retinopathie und Nephropathie mit Erhöhung der Time in Range (TIR) (Battelino 2019, Beck 2019, Hirsch 2019).

Allgemeine Empfehlungen zur Ernährung

Ernährung ist ein Thema, zu dem es von verschiedenen Seiten allgemeine Empfehlungen gibt – aber es gibt unterschiedliche Meinungen, wie diese allgemeinen Empfehlungen lauten sollten. Sie unterliegen auch einem Wandel im Lauf der Zeit.

So galt lange, dass der Hauptbestandteil der Ernährung aus Kohlenhydraten bestehen sollte. Dieses Paradigma wird inzwischen nicht mehr von vielen Ernährungsexperten vertreten. Eine proteinreiche Kost wird heute auch vielen empfohlen, um nur eine Ernährungsvariante zu nennen. Schwierig ist deshalb, konkrete Mengen zu nennen, weil dem einen die eine Ernährungsform guttut, einem anderen eine andere.

Dennoch kann man ein paar Empfehlungen geben, wenn sich jemand gesund ernähren möchte. Wir empfehlen,

- sich vielseitig zu ernähren,
- viel Gemüse und Vollkornprodukte, die reich an Ballaststoffen sind, in den Speiseplan zu integrieren,
- gesundheitsfördernde Fette zu verwenden und fettreiche Lebensmittel nur in geringen Mengen zu essen,
- auf einen geringen Zuckerkonsum (Saccharose < 25 g/Tag) zu achten,
- Lebensmittel in guter Qualität zu kaufen,
- Fertigprodukte zu vermeiden,
- etwa 1,5 bis 2 l kohlenhydratfreie Getränke pro Tag zu sich zu nehmen,
- bewusst sein Essen zu genießen und
- Nahrungsaufnahme und Bewegung aufeinander abzustimmen.

Ernährungsmuster haben individuelle Vorteile

Der in den USA im Jahr 2019 erschienene Konsens einiger Experten zur Ernährung bei Diabetes (Evert 2019) betont, dass bei Menschen mit Typ-2-Diabetes die Reduktion der täglichen Kohlenhydrataufnahme, abhängig von individuellen Bedürfnissen und Vorlieben, den stärksten Beleg erbracht hat, den Glukosestoffwechsel zu verbessern. Für Menschen mit Typ-1-Diabetes gibt es ebenfalls Hinweise auf positive glykämische Effekte: Die glykämische Variabilität nahm in einer Studie ab, die Zeit im Zielbereich stieg, die Zeit in Hypoglykämien sank und der Insulinbedarf wurde geringer (Ranjan 2017).

Information und Beratung sind nötig, auch wiederholt

Ein weiterer Aspekt bei der Ernährung im Rahmen einer Diabetestherapie, vor allem wenn eine Insulintherapie durchgeführt und die notwendigen Insulindosen auch anhand der Nahrungsmenge berechnet werden, sind gute Kenntnisse über die Ernährung und ihre Effekte auf den Glukoseverlauf. Diese Kenntnisse sind aber auch sinnvoll zur Prävention des Typ-2-Diabetes bei Menschen mit Metabolischem Syndrom. Besteht ein

Typ-2-Diabetes, kann durch geschickte Lebensmittelauswahl unter Umständen eine Insulintherapie hinausgezögert werden, möglich ist sogar eine Remission.

In Bezug auf die Insulintherapie heißt es in der Leitlinie der Deutschen Diabetes Gesellschaft zur Therapie des Typ-1-Diabetes (Deutsche Diabetes Gesellschaft 2018a): „Von entscheidender Bedeutung für die Therapie des Typ-1-Diabetes ist, dass die Patienten in die Lage versetzt werden, die Glukosewirksamkeit ihrer Nahrung einzuschätzen, um die Insulindosierung entsprechend anpassen zu können.“ Eine solche Schulung sollte nicht nur einmal stattfinden, sondern wiederholt werden. So empfiehlt die Leitlinie Wiederholungs-, Refresher- und Ergänzungsschulungen sowie problemorientierte Schulungen, z. B. zum Vermeiden von Hypoglykämien und Ketoazidosen. Auch bei bedeutsamen Motivationsproblemen werden Wiederholungsschulungen empfohlen.

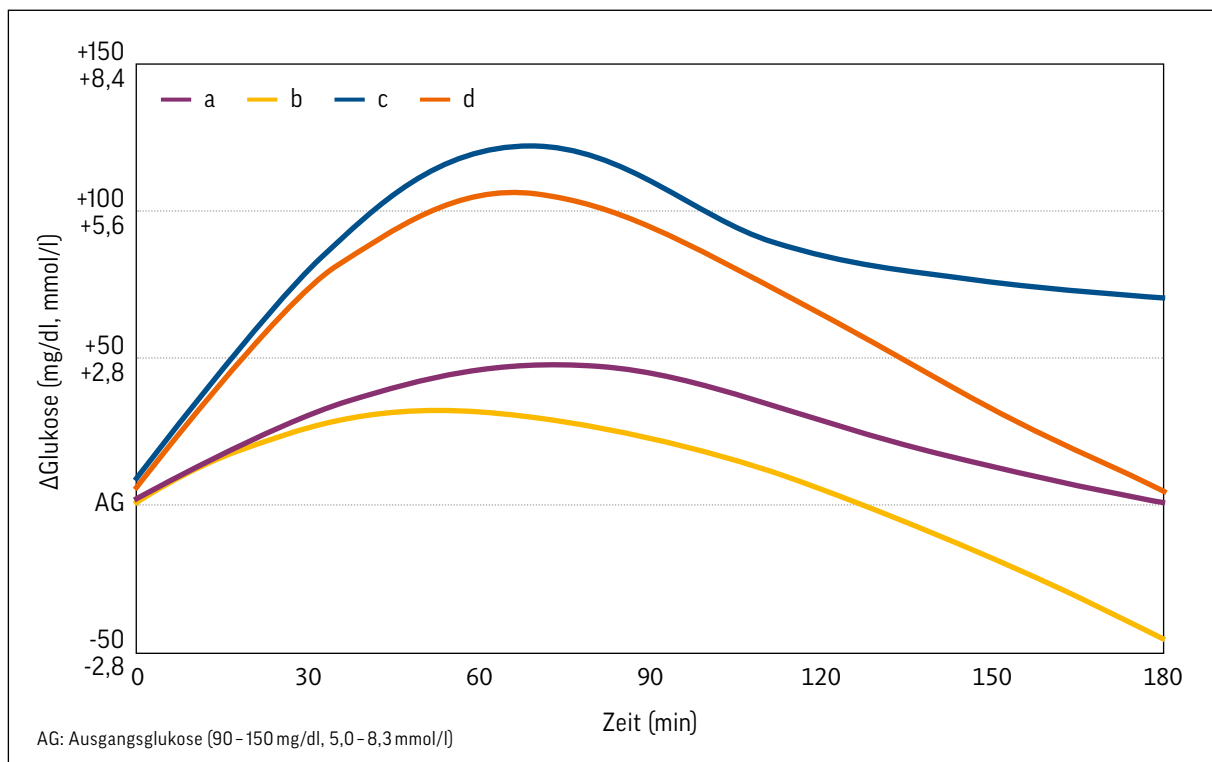
Für Menschen mit Typ-2-Diabetes ist es ebenso wichtig, ihnen im Rahmen einer Schulung Ernährungsempfehlungen zu geben. In den Praxisempfehlungen zur Therapie des Typ-2-Diabetes (Landgraf 2019) lauten die Kernaussagen zur Ernährung:

- Motivation zu gesunden, ausgewogenen Kostformen unter Berücksichtigung der bisherigen Ernährungsroutine
- praktische Empfehlungen für eine gesunde und ausgewogene Ernährung am besten im Sinne einer mediterranen Ernährung
- soweit wie möglich Verzicht auf industrielle Lebensmittel-Fertigprodukte und Begrenzung der Aufnahme von Saccharose (WHO-Empfehlung < 25 g/Tag)
- kein generelles Zuckerverbot, jedoch Vermeiden von großen Mengen an Saccharose, Fruchtzucker, Zuckeralkoholen (z. B. Sorbit, Xylit) bzw. von Getränken, die diese Stoffe enthalten
- Menschen mit Typ-2-Diabetes ohne Insulintherapie sollte vermittelt werden, blutglukoseerhöhende Nahrungsmittel erkennen zu können
- das Einschätzen von Art und Menge der Kohlenhydrate der jeweiligen Mahlzeiten sollte bei Menschen mit Typ-2-Diabetes, die Insulin spritzen, als wesentliche Strategie zur Stoffwechselkontrolle eingesetzt werden

Kontinuierliches Glukosemonitoring zeigt postprandiale Verläufe

Wie sich die Nahrungsaufnahme auswirkt, lässt sich mit kontinuierlichem Glukosemonitoring (CGM) gut erkennen. Ohne wiederholtes Stechen, wie es bei der Blutzuckermessung der Fall wäre, können Betroffene direkt mitverfolgen, wie sich der

postprandiale Glukoseverlauf entwickelt – und zusammen mit dem Diabetesteam daraus therapeutische Schlüsse ziehen. Gut geschult können die Menschen diese wertvollen Informationen auch für Therapieentscheidungen im Alltag nutzen. Voraussetzung ist, dass die Patienten neben den Glukoseverläufen Insulingaben und Nahrungsaufnahme dokumentieren.



Verlauf der Gewebeglukose bei korrekten und nicht korrekten Insulindosen

Beim Beurteilen postprandialer Glukoseverläufe muss man sich deshalb auch immer folgende Fragen stellen:

- Stimmt die Insulindosis (optimaler Kurvenverlauf bei Kurve a in der Abbildung)?
- Ist die Insulindosis zu hoch (Kurve b)?
- Ist die Insulindosis zu gering (Kurve c)?
- Ist die Insulinmenge so gewählt, dass die Glukosewerte sehr stark ansteigen, aber drei Stunden nach der Mahlzeit der AG wieder erreicht wird (Kurve d)?

Eine Ursache könnte die Wahl der Nahrungsmittel sein. Ebenso spielt der Spritz-Ess-Abstand (SEA) bzw. der Bolus-Ess-Abstand (BEA) eine Rolle. Durch das zeitversetzte Insulingeben und Essen können sich postprandiale Glukoseverläufe verbessern. Wie lange ein solcher SEA/BEA sein sollte oder sein kann, damit auch präprandial keine Hypoglykämien auftreten, sollte individuell getestet werden.

Exemplarische Mahlzeitentests

Um Unterschiede zwischen verschiedenen Lebensmitteln zu verdeutlichen, haben wir in den jeweiligen Praxen Mahlzeitentests durchgeführt. Hierbei sollten Beispiele von exemplarischen Mahlzeiten aus dem Alltag miteinander verglichen werden. Gegenübergestellt wurden bei jedem Teilnehmer z. B. verschiedene Brotsorten, unterschiedliche kohlenhydrathaltige Beilagen oder selbst gemischter und fertig zu kaufender Fruchtojoghurt.

Teilnehmer der realistischen Mahlzeitentests waren

- Stoffwechselgesunde,
- Menschen mit Prädiabetes (Nüchtern glukose zwischen 100 und 125 mg/dl bzw. 5,6 und 6,9 mmol/l),
- Menschen mit Typ-2-Diabetes mit oralen Antidiabetika oder basalunterstützter oraler Therapie (BOT),
- Menschen mit Typ-2-Diabetes mit intensivierter Insulintherapie (ICT) und
- Menschen mit Typ-1-Diabetes mit intensivierter Insulintherapie (ICT) oder Insulinpumpentherapie (CSII).

Für die Mahlzeitentests gab es eine standardisierte Vorgehensweise:

- 3 Stunden vor und nach dem Mahlzeitentest sollten keine Mahlzeiten oder kohlenhydrathaltigen Getränke zu sich genommen werden.
- Während des Tests sollte keine körperliche Betätigung wie Sport, Hausarbeit oder Gartenarbeit erfolgen.
- Mindestens 10 Stunden vor dem Test sollte keine Hypoglykämie aufgetreten sein.
- Die Tests erfolgten mit einem CGM-System, bei dem die Glukosewerte durch Scannen des Sensors erfasst wurden. Nach dem Scannen des Sensors sollten die Teilnehmer den aktuellen Glukosewert und den Trendpfeil dokumentieren; beginnen sollten sie den Mahlzeitentest ausschließlich bei horizontalem Trendpfeil und damit stabilem Glukoseverlauf.
- Der Ausgangsglukosewert sollte zwischen 90 und 150 mg/dl bzw. 5,0 und 8,3 mmol/l liegen.
- Jeder Mahlzeitentest umfasst mehrere identische Mahlzeiten, die miteinander verglichen werden, um die individuelle Variabilität zu erfassen.

In den folgenden Mahlzeitentests wurden verschiedene Lebensmittel und Mahlzeiten getestet, die erfahrungsgemäß bei der Ernährung von Menschen mit Diabetes unterschiedliche Effekte auf den Glukoseverlauf haben. Dabei wurden die gemessenen Glukosewerte und -verläufe dokumentiert und anschließend als Rohdaten

(csv-Datei) verarbeitet. Um die gemessenen Glukosekurven besser vergleichen zu können, wurden in den im Folgenden dargestellten Kurven dann die Ausgangsglukosewerte (AG) durchgängig normiert auf 90 bis 150 mg/dl, bzw. 5,0 bis 8,3 mmol/l.

Postprandiale Glukoseverläufe sind nicht nur von den verzehrten Nahrungsmitteln abhängig, sondern hängen von vielen Faktoren ab. Einer dieser Faktoren sind die KE-Faktoren, die Menschen mit einer intensivierten Insulintherapie oder einer Insulinpumpentherapie anwenden. Beim Beurteilen der in den Tests entstandenen Glukoseverläufen sollte deshalb auch ein möglicher Einfluss nicht passender KE-Faktoren berücksichtigt werden.

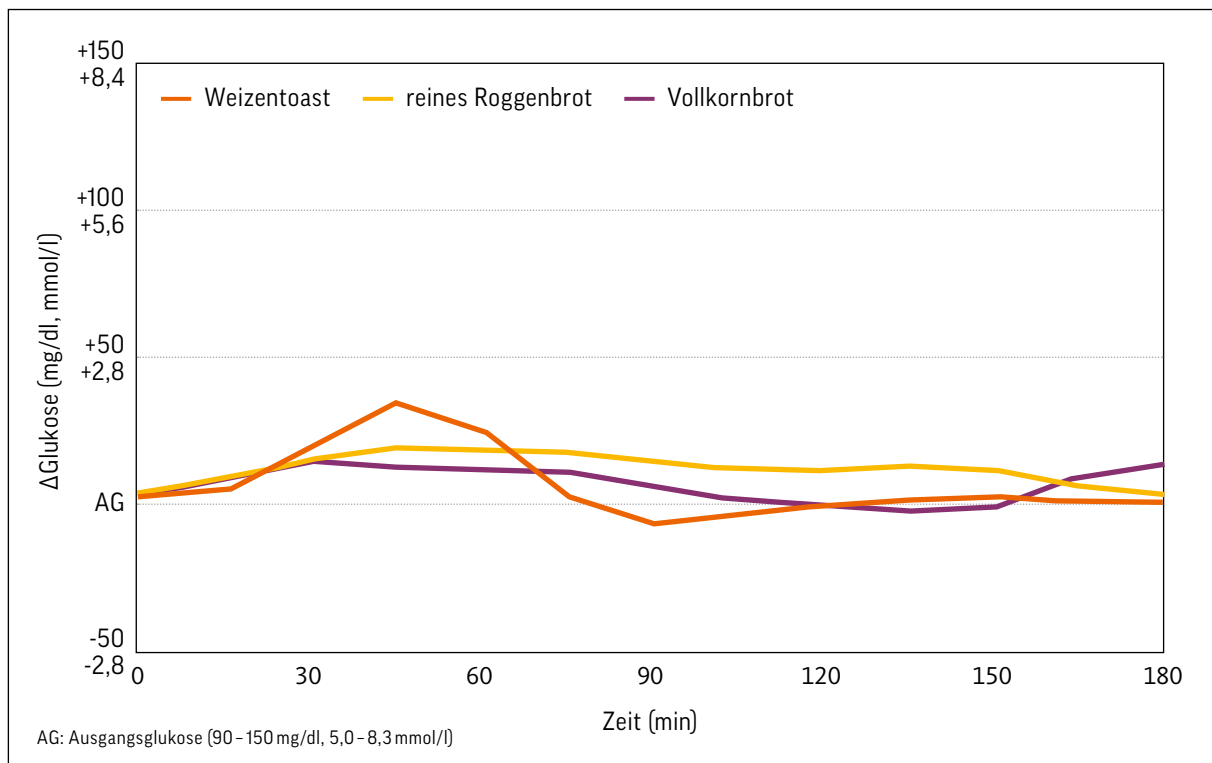
Glykämischer Index, glykämische Last am Beispiel Brot

Kohlenhydrathaltige Nahrungsmittel werden unterschiedlich schnell im Darm aufgenommen. Das gilt für alle Menschen, Gesunde genauso wie Menschen mit Diabetes. In der Folge verhalten sich auch Blut- und Gewebeglukose unterschiedlich.

Glykämischer Index

Um diese Unterschiede quantifizieren zu können, wurde der glykämische Index (GI) entwickelt. Er gibt an, wie stark die Glukosekonzentration im Blut nach dem Verzehr einer Mahlzeit mit 50 g Kohlenhydraten innerhalb von 2 Stunden ansteigt (International Organization for Standardization 2010). Referenz sind 50 g Glukose: Sie hat einen GI von 100 (Buyken 2003). Berechnet wird der GI anhand der Fläche unter der Kurve (Area under the Curve, AUC). Der GI ist eine auf eine Standardmenge bezogene Qualitätsbeschreibung – unterschiedliche Verzehrsmengen, die für die Glukosewirksamkeit relevant sind, werden dabei nicht berücksichtigt!

Im Mahlzeitentest haben **gesunde Probanden** die gleiche Menge Weizentost, reines Roggenbrot und Vollkornbrot (jeweils mit Butter und Wurst oder Käse) gegessen. Dabei ergaben sich folgende durchschnittliche Glukoseverläufe:



Durchschnittliche Glukoseverläufe der stoffwechselgesunden Teilnehmer nach dem Verzehr von Weizentost, reinem Roggenbrot und Vollkornbrot.

Die unterschiedlichen Glukoseverläufe bestätigen den unterschiedlichen GI der Brotsorten: Weizentost mit einem schnellen Glukoseanstieg hat einen GI von 70, reines Roggenbrot (reines Roggenbrot 100 % kann Malzzucker enthalten, von Bäcker zu Bäcker unterschiedlich) von 65 und Vollkornbrot (nicht ausgemahlen) von 40 (Diabetes Austria). Zu vernachlässigen ist dabei der Einfluss von Butter und Belag, weil alle Teilnehmerinnen und Teilnehmer diese Ergänzung zum Brot hatten.

Der GI wurde als Richtwert entwickelt, wird aber heute nicht mehr empfohlen, denn er hat Grenzen, die zu berücksichtigen sind:

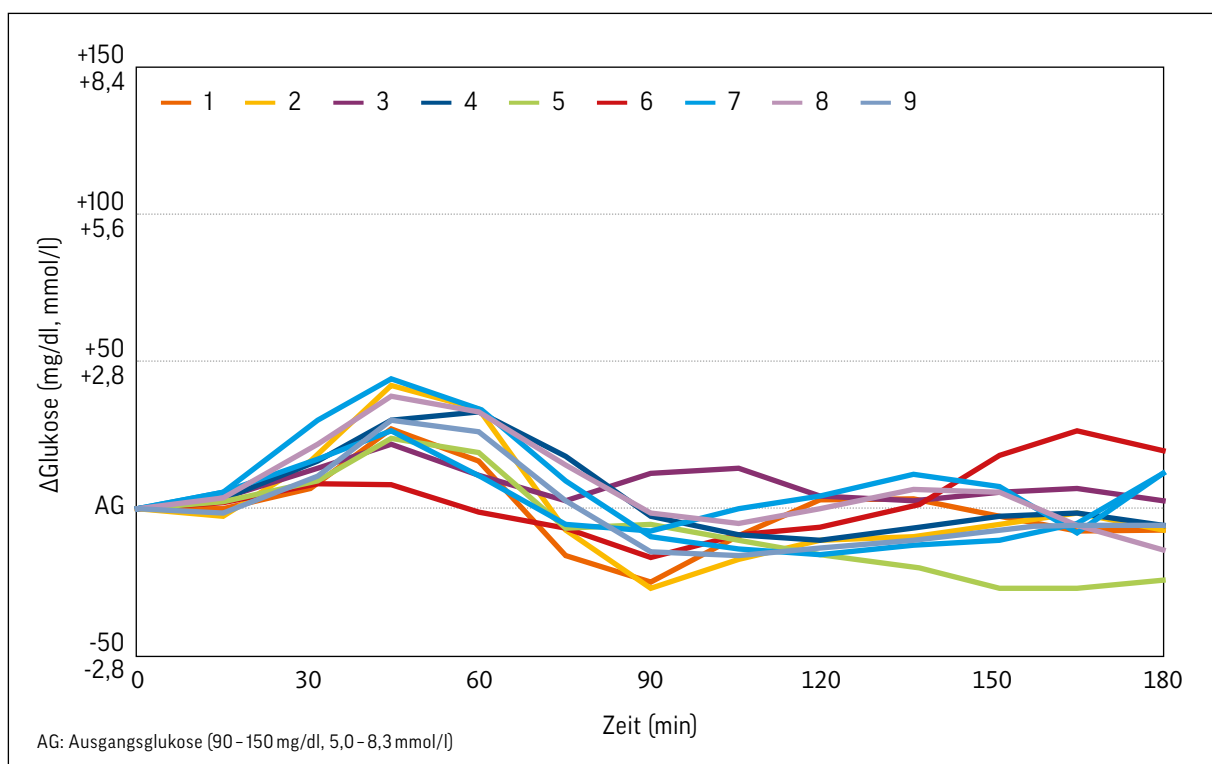
1. Es gibt keine einheitlichen Angaben, die GI-Werte variieren von Tabelle zu Tabelle.
2. Der GI bezieht sich normalerweise auf eine Menge von 50 g Kohlenhydraten, so dass sich bei im Alltag abweichenden Kohlenhydratmengen die Effekte auf den Glukoseverlauf ändern können.
3. Die Geschwindigkeit der Nahrungsmittelaufnahme und der darauffolgende Glukoseanstieg sind von vielen Faktoren abhängig und variieren deshalb nicht nur interindividuell, sondern auch intraindividuell. So war in der Studie von Matthan et al. (Matthan 2016) der intraindividuelle Variationskoeffizient für Weißbrot 20 %, der interindividuelle bei 25 %, mit einem Bereich von 2 bis 77 %.

Anhand eines Beispiels wird das deutlich: Gekochte Möhren haben zwar einen hohen Kohlenhydratgehalt und einen hohen glykämischen Index, aber um 50 g Kohlenhydrate aus Möhren aufzunehmen, müsste man ca. 800 g gekochte Möhren essen.

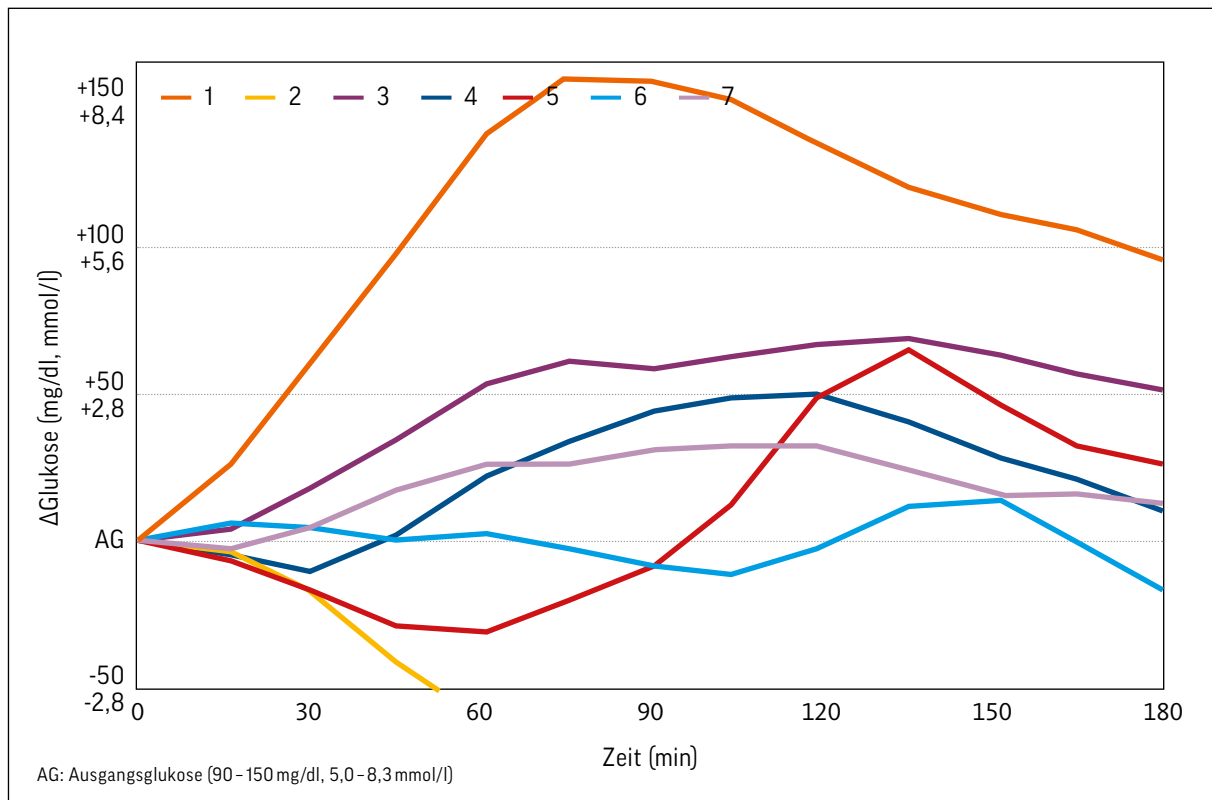
! MERKE

Der glykämische Index (GI) allein ist durch die hohe Variabilität zwischen verschiedenen Menschen und bei einem Menschen, z. B. von Tag zu Tag oder zu unterschiedlichen Uhrzeiten, kein zuverlässiger Parameter. Auch die Mahlzeit am Abend vorher und Alkoholenuss können die Effekte des GI beeinflussen (Wolever 2008).

Diese Unterschiede in den Glukoseverläufen zeigen sich auch, wenn **Stoffwechselgesunde** nur Weizentost essen. Zwar ist bei fast allen ein Gipfel nach etwa 45 Minuten zu sehen, aber eine der Testpersonen zeigt kaum einen Anstieg. Auch im weiteren Verlauf variieren die Glukosekurven allenfalls gering. Hintergrund ist, dass auch endogene Faktoren, wie die hepatische Glukoseproduktion, dabei eine Rolle spielen können.

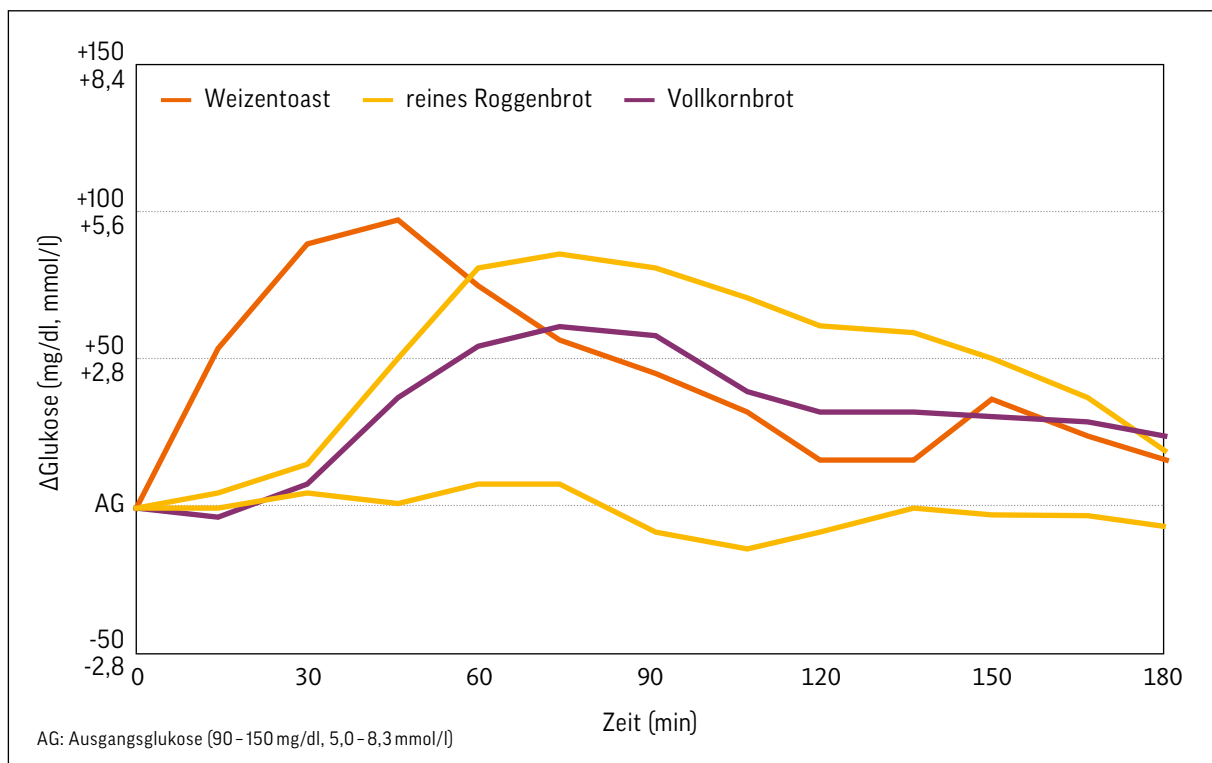


Einzelne Glukosekurven der stoffwechselgesunden Teilnehmer nach dem Verzehr von Weizentost



Glukosekurven von Menschen mit Typ-1-Diabetes nach dem Verzehr von Weizentoast

Bei **Menschen mit Typ-1-Diabetes** ist die Variabilität der Glukoseverläufe nach dem Essen von Weizentoast deutlich größer als bei Gesunden. Neben der interindividuellen Resorption von Nahrungsmitteln können bei Menschen mit Typ-1-Diabetes aber weitere Faktoren mit hineinspielen. So ist relevant, ob im Vorfeld die Glukosewerte nicht ganz stabil waren, sondern eine Tendenz nach oben oder unten zeigten. Auch die Insulintherapie beeinflusst den Verlauf, z. B. durch die Wahl der Bolusvariante (siehe Seite 9) und den Zeitpunkt der Bolusgabe bzw. der Insulininjektion. Im Alltag kann das Schätzen der Menge kohlenhydrathaltiger Nahrungsmittel, das möglicherweise fehlerhaft ist, ebenfalls den Glukoseverlauf ändern. Auch die Wahl der Injektionsstellen beeinflusst eventuell ebenfalls die Insulinwirkung durch unterschiedliche Resorptionsgeschwindigkeiten.



Glukoseverläufe eines Menschen mit Typ-2-Diabetes und oraler Therapie (Metformin, DPP-4-Hemmer) nach dem Verzehr von 50 g Weizentoast, 50 g reinem Roggenbrot (2-mal) bzw. 50 g Vollkornbrot mit 10 g Butter und Belag

Ein weiterer Faktor, der den Glukoseanstieg nach Mahlzeiten beeinflusst, ist die Insulinempfindlichkeit. Typischerweise ist sie morgens und abends am geringsten – was zu höheren postprandialen Glukoseanstiegen nach einer kohlenhydrathaltigen Mahlzeit, wie hier reinem Roggenbrot, führen kann. Bemerkenswerterweise gibt es Untersuchungen bei normalem Glukosesoffwechsel oder gestörter Glukosetoleranz (Carroll 1973, Tatò 1991), die zeigen, dass die Insulinresistenz im Vergleich zu morgens höher ist. Allerdings ist die Datenlage nicht eindeutig und die Insulinempfindlichkeit sollte individuell durch strukturierte Mahlzeitentests morgens und abends getestet werden (Trovati 1981, Forrestel 2017).

> TIPP

Wer gern Weizentoast oder reines Roggenbrot isst, kann mit einem Mahlzeitentest prüfen, ob es einen Unterschied macht, zu welcher Uhrzeit man das Nahrungsmittel isst.

Glykämische Last

Wichtiger als der GI ist die glykämische Last (GL). Sie berechnet sich nach folgender Formel: $GL = GI \times (\text{Kohlenhydratmenge} / 100 \text{ g})$. So ist die GL z. B. unterschiedlich bei 50 g Weizentost und 100 g Weizentost.

Aus Sicht der International Diabetes Federation (IDF) gilt: Eine Ernährung mit niedriger glykämischer Last kann die glykämische Kontrolle verbessern. Zudem gibt es Hinweise, dass der akute Anstieg der Glukosewerte, wie er nach einer Mahlzeit auftreten kann, in Bezug auf kardiovaskuläre Erkrankungen negative Effekte haben kann (International Diabetes Federation 2011). Auch andere Studien zeigen, dass die Ernährung mit einer geringen glykämischen Last positive Effekte z. B. auf den HbA_{1c} -Wert haben und auch das kardiovaskuläre Risiko reduzieren kann (Jenkins 2014, Wang 2015).

! MERKE

Der postprandiale Glukoseverlauf wird beeinflusst durch den GI eines Nahrungsmittels und durch die in der Mahlzeit enthaltene Menge der Kohlenhydrate. Aus GI und Kohlenhydratmenge ergibt sich die GL. Empfohlen wird, Lebensmittel mit einer geringen glykämischen Last zu bevorzugen.

Trotz der Verfügbarkeit des GI und der GL kann man daraus keine für jeden gültigen Empfehlungen ableiten. Auch andere Faktoren beeinflussen die Nahrungsresorption und damit die postprandialen Glukoseverläufe.

! MERKE

Gründe für die Variabilität der Glukoseverläufe der gleichen Mahlzeit können, auch unabhängig vom Diabetes, sein (Kessler 2017, Matthan 2016, Zeevi 2015):

- Geschwindigkeit der Mahlzeitaufnahme,
- vorangegangene Bewegung oder körperliche Aktivität,
- glykämische Stoffwechselsituation (HbA_{1c} , Nüchternglukose),
- Zeitpunkt der Mahlzeit,
- Body-Mass-Index (BMI),
- Alter,
- Diabetestherapie.

Zucker – als natürlicher Nahrungsbestandteil oder extra zugesetzt

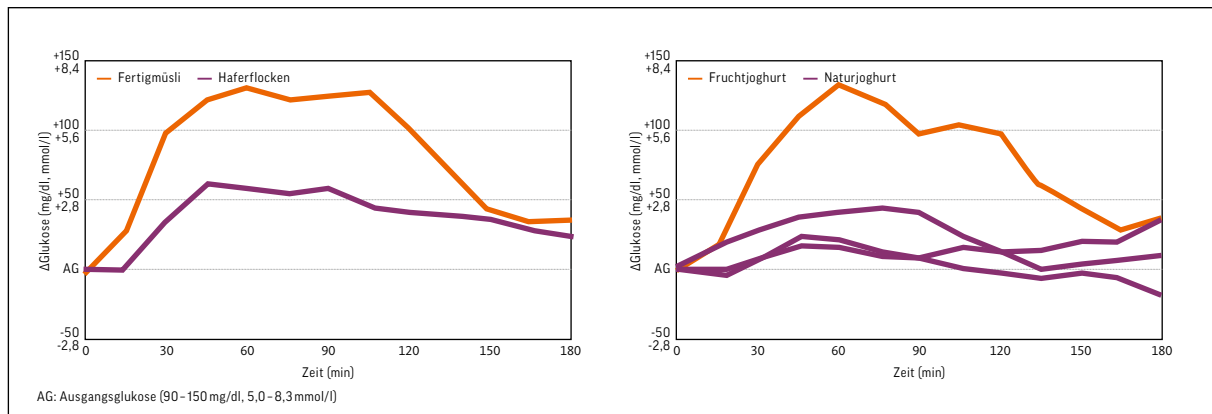
Zucker finden sich in vielen Nahrungsmitteln. Während Glukose (Traubenzucker) und Saccharose (Haushaltszucker) vielen ein Begriff sind, sind viele andere Zuckerarten eher unbekannt – kommen aber ebenfalls in Lebensmitteln vor, auch in als gesund geltenden. So enthält Obst größere Mengen Fruktose (Fruchtzucker), die aber bei mäßigem Verzehr (2 bis 3 Portionen am Tag) unbedenklich sind. Kritisch sind Fertigprodukte, die mit großen Mengen Fruktose hergestellt sind. Für Fruktose wurde in Studien gezeigt, dass sie u. a. das Risiko für kardiovaskuläre Erkrankungen erhöht (Malik 2015).

! MERKE

In Zutatenlisten von Lebensmitteln findet man Zucker mit unterschiedlichsten Bezeichnungen, u. a. Dextrose (Traubenzucker), Glukose (Traubenzucker), Isoglukose, Laktose (Milchzucker), Maltose (Malzzucker), Saccharose (Haushaltszucker), Dextrin, Maltodextrin, Weizendextrin, Farin, Invertzucker, Raffinade, Raffinose, Fruktose- und Glukosesirup, Ahornsirup, Karamellsirup, Stärkesirup, Gerstenmalz, Gerstenmalz- und Malzextrakt, Honig, Agavendicksaft und andere Dicksäfte, Fruchtkonzentrate oder -püree, Traubenfruchtsüße und Süßmolkenpulver.

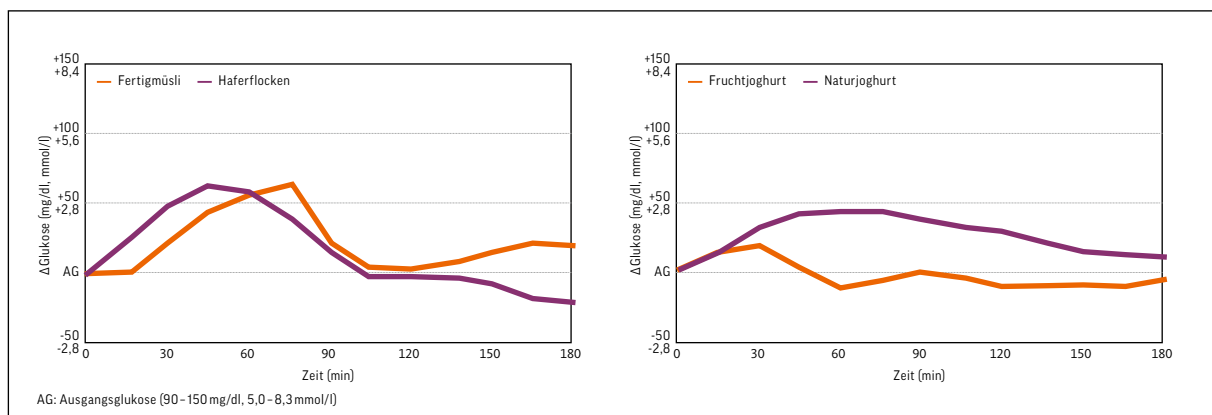
Zucker spielt auch in Getränken eine große Rolle. Was bei mit Zucker gesüßten Limonaden offensichtlich ist, kann z. B. bei Kaffee schnell übersehen werden. Wer morgens regelmäßig einen Glukoseanstieg feststellt und das möglicherweise für ein Dawn-Phänomen hält, könnte die Ursache auch in einem direkt nach dem Aufstehen getrunkenen Milchkaffee finden. Die enthaltene Laktose erhöht die Glukosewerte natürlich. Gleiches gilt für viele weitere Getränke, auch Milchersatzdrinks wie Hafer- oder Reisdrinks.

In den Mahlzeitentests wurde anschaulich bestätigt, dass Lebensmittel mit zugesetztem Zucker die postprandialen Glukosewerte stärker erhöhen können als solche ohne Glukosezusatz, z. B. bei **Menschen mit Typ-2-Diabetes und oraler Diabetes-therapie** (Metformin, DPP-4-Hemmer):



Glukoseverläufe eines Menschen mit Typ-2-Diabetes und oraler Therapie (Metformin und DPP-4-Hemmer) nach dem Verzehr von 60 g Fertigmüsli bzw. 40 g Haferflocken mit 1 Esslöffel Walnüssen und 10 g Obst (links) und 150 g Fruchtjoghurt bzw. 150 g Naturjoghurt mit 10 g Obst (3 × getestet) (rechts)

Allerdings gilt das nicht immer. Bei diesem Patienten mit Typ-2-Diabetes und Metformin-Therapie war dieser Unterschied nicht zu erkennen:

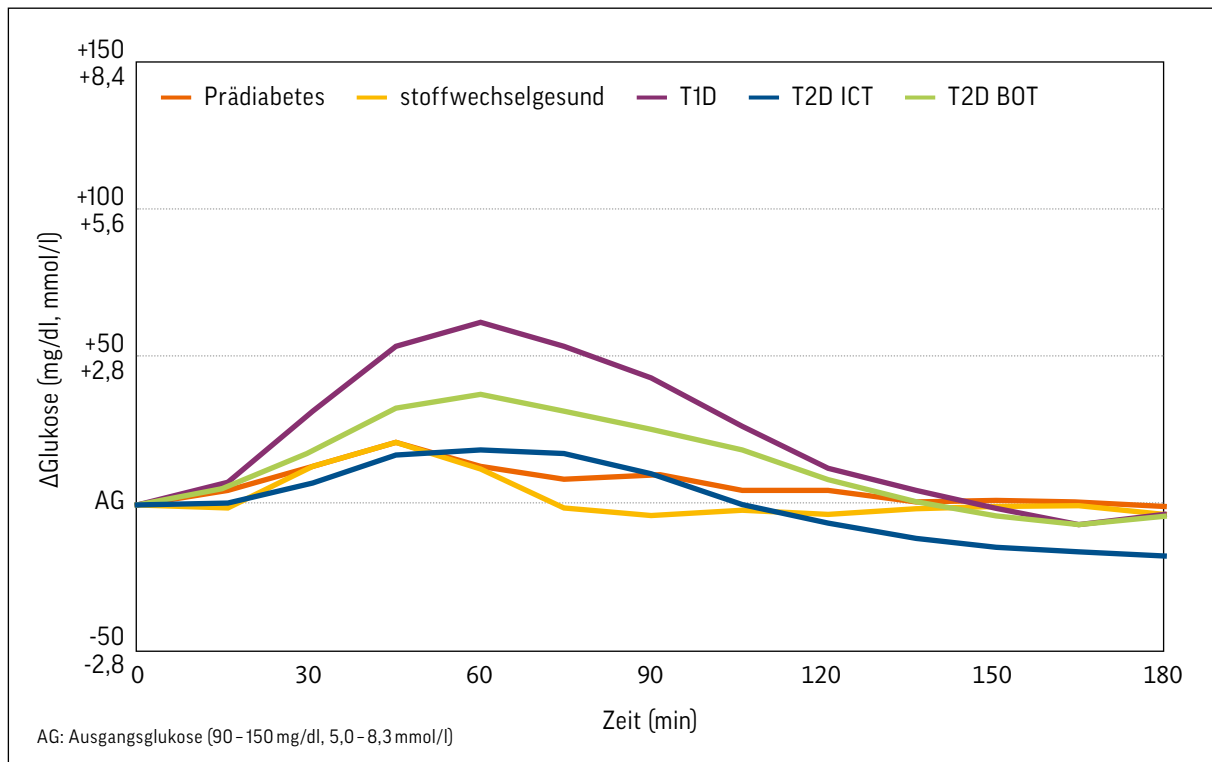


Glukoseverläufe eines Menschen mit Typ-2-Diabetes und oraler Therapie (Metformin) nach dem Verzehr von 60 g Fertigmüsli bzw. 40 g Haferflocken mit 1 Esslöffel Walnüssen und 10 g Obst (links) und 150 g Fruchtjoghurt bzw. 150 g Naturjoghurt mit 10 g Obst (rechts)

! MERKE

Wichtig ist, mit Mahlzeitentests auszuprobieren, wie jeder Einzelne auf welches Nahrungsmittel reagiert – um individuelle Empfehlungen geben zu können. Auch intraindividuell können Mahlzeitentests unterschiedliche Verläufe zeigen, deshalb den selben Test mehrfach wiederholen.

Die Notwendigkeit, Empfehlungen auch anhand der Therapie anzupassen, zeigt sich an dem Vergleich der Ergebnisse der Mahlzeitentests mit Fruchtojoghurt bei den einzelnen Gruppen:



Mittlere Glukoseverläufe der verschiedenen Teilnehmer-Gruppen nach dem Verzehr von 150 g Fruchtojoghurt

! MERKE

In der Graphik ist zu erkennen, dass je nach Diabetesstadium und -typ die Glukoseanstiege unterschiedlich ausfallen.

Stoffwechselgesunde und Menschen mit Prädiabetes zeigen nahezu keinen Anstieg, bei Prädiabetes bleiben die Werte aber länger erhöht. Bei Menschen mit Typ-1-Diabetes ist ein stärkerer Anstieg zu sehen. Menschen mit Typ-2-Diabetes und einer Insulintherapie reagieren ebenfalls unter Umständen mit einem Anstieg.

Die Praxisempfehlung Therapie des Typ-2-Diabetes der Deutschen Diabetes Gesellschaft (Landgraf 2019) empfiehlt kein generelles Zuckerverbot, jedoch das Vermeiden großer Mengen an Saccharose, Fruchtzucker, Zuckeraustauschstoffen bzw. von Getränken, die diese Stoffe enthalten. Die Weltgesundheitsorganisation (WHO) empfiehlt eine maximale Zuckeraufnahme von 10 % der täglichen Gesamtenergie-

aufnahme, was ungefähr 25 bis 50 g entspricht (World Health Organization 2015). Alternativ zu Zucker können Menschen mit Diabetes ihre Speisen und Getränke mit kalorienfreien Süßstoffen süßen. Auch sollte überdacht werden, wie süß Nahrungsmittel tatsächlich sein müssen, um zu schmecken. Evert et al. weisen außerdem ausdrücklich darauf hin, dass bei einem Verwenden von Süßstoffen zur Kalorienreduktion dies nicht kompensiert werden soll durch die Aufnahme einer größeren Lebensmittelmenge (Evert 2019).

Isoglukose gehört nicht zu den Süßstoffen, sondern ist ein Zuckersirup und deshalb nicht zu empfehlen.

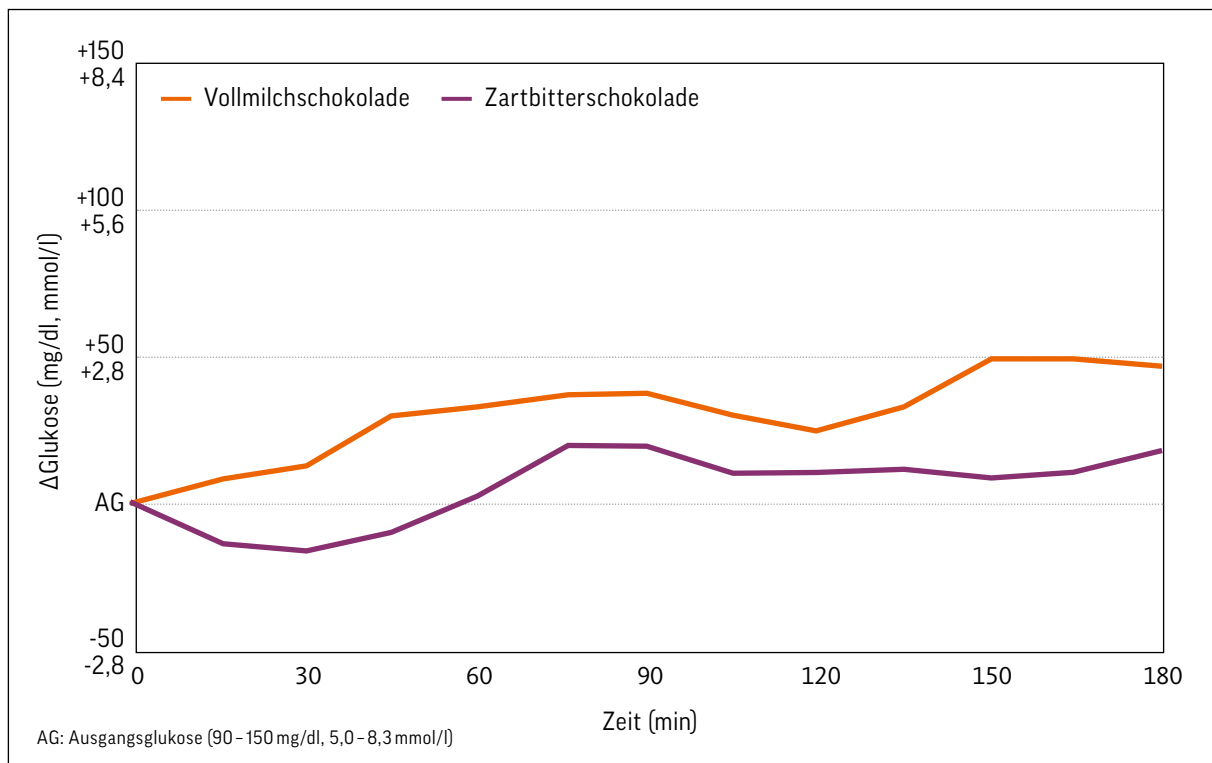
Bei diesem Mahlzeitentest (Seite 24) wurden u.a. Fertigmüsli und selbstgemachtes Müsli mit Haferflocken verglichen. Unabhängig von den Effekten von Zucker auf die postprandialen Glukoseverläufe wirkt sich der Verzehr einer größeren Menge Haferflocken selbst positiv auf die postprandialen Glukoseverläufe aus, wie eine chinesische Studie zeigen konnte (Ma 2013). Zusätzlich beeinflusst Hafer weitere Faktoren des Metabolischen Syndroms wie die Blutfette und Entzündungsparameter positiv (Hou 2013)

> TIPP

Menschen mit Diabetes sollten versuchen, ihren Zuckerkonsum einzuschränken. Das kann z.B. bedeuten, beim Backen den Anteil von Zucker einfach um 20 % zu reduzieren. Geschmacklich gesehen merkt man dies kaum. Süßstoffe in Maßen können eine Alternative zum Süßen von Getränken sein.

Schokolade: Zucker in Kombination mit Fett

Zartbitterschokolade (Fett 42,1 %, Protein 11,9 %, Kohlenhydrate 35,2 %) kann günstige Effekte auf Entzündungsparameter wie hsCRP, TNF- α und Interleukin-6 haben (Jafarirad 2018). Aber sie kann im Vergleich zu Vollmilkschokolade, die einen höheren Zuckergehalt hat, auch zu geringeren postprandialen Glukoseanstiegen führen, sogar zu einem primären Glukoseabfall, weil die Resorption aufgrund des hohen fetthaltigen Kakaoanteils verlangsamt wird:



Glukoseverläufe eines Menschen mit Typ-2-Diabetes und ICT nach Verzehr von 50 g Vollmilchschokolade bzw. 50 g Zartbitterschokolade

Auch hier lohnt es sich, mit einem Mahlzeitentest die individuelle Reaktion auszuprobieren.

> TIPP

Falls für die Kohlenhydrate der Schokolade Insulin gegeben wird, muss die durch das Fett verzögerte Aufnahme der Glukose bei der Bolusgabe berücksichtigt werden.

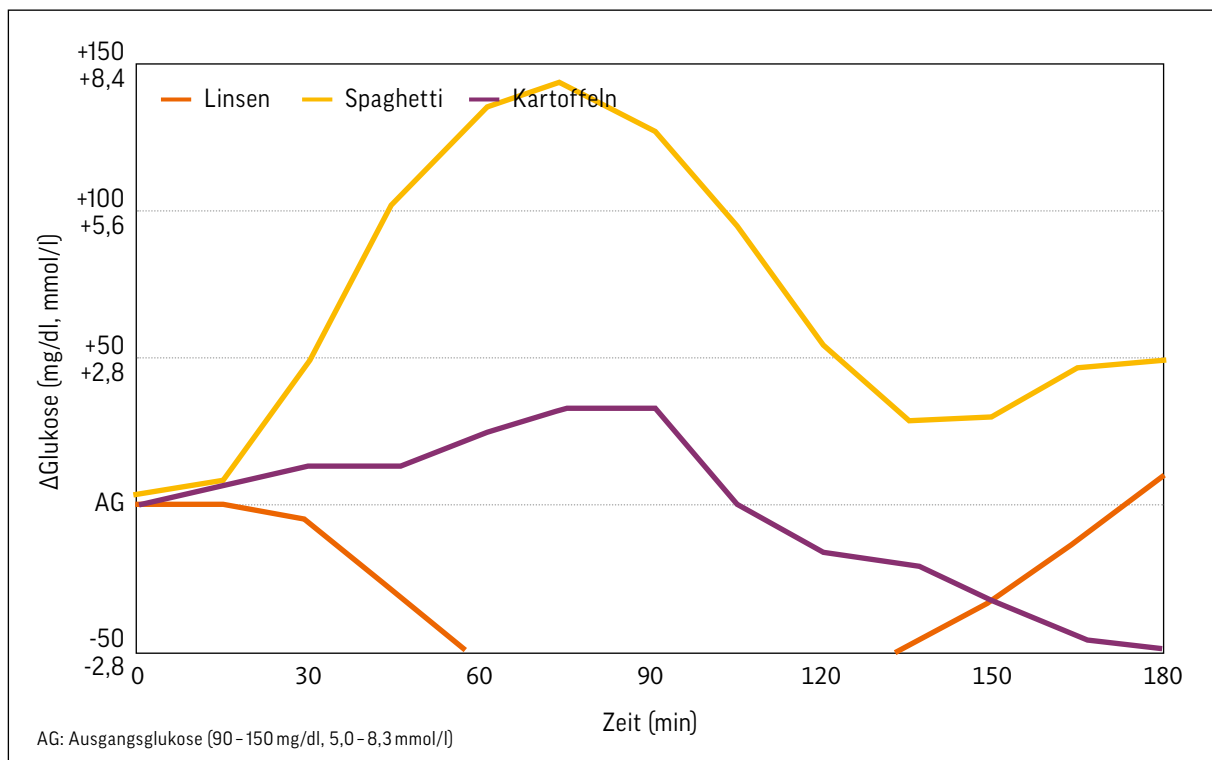
Kartoffeln, Nudeln, Linsen ...

Eine hohe Ballaststoffaufnahme ist assoziiert mit einer geringeren Mortalität bei Menschen mit Typ-2-Diabetes und einer Reduktion des HbA_{1c}-Werts (Evert 2019). Die amerikanische Konsens-Empfehlung lautet deshalb, dass Menschen mit Diabetes oder einem Risiko dafür mindestens die Menge an Ballaststoffen verzehren sollen, die für die Allgemeinheit empfohlen wird. Bevorzugt werden dabei Gemüse, Hülsenfrüchte, Obst und Vollkornprodukte (Evert 2019). Empfohlen wird

eine Mindestaufnahme von 14 g Ballaststoffen pro 1000 kcal. Um Ballaststoffmengen in Lebensmitteln zu ermitteln, gibt es viele Nährwerttabellen in gedruckter und digitaler Form, z. B. das Buch „Kalorien mündgerecht“ und die Internet-Datenbank „fddb.info“. Mindestens die Hälfte der Ballaststoffe sollte aus dem intakten vollen Korn oder nicht stärkehaltigen Gemüsesorten oder Hülsenfrüchten (z. B. Erbsen, Linsen, Kichererbsen, Bohnen und Lupinen) kommen, die reich an Ballaststoffen, Vitaminen und Mineralien sind.

Beilagen unterscheiden sich in ihrem Ballaststoffgehalt. So enthalten Linsen 15 % Kohlenhydrate vor allem in Form von Stärke und 5,6 % Ballaststoffe. Hingegen liegt der Kohlenhydratanteil in gekochten Kartoffeln bei 15 % und der Ballaststoffanteil nur bei 2 %, bei gekochten Spaghetti bei 23 % bzw. 1,4 %.

In den Mahlzeitentests, die jedem zu empfehlen sind, wurden Spaghetti, Kartoffeln und Linsen verglichen. Sie zeigen genau das, was durch den unterschiedlichen Ballaststoffgehalt zu erwarten war: Ist der Ballaststoffanteil hoch, reduziert sich der Anstieg der postprandialen Glukosewerte bzw. er führt zuerst zu einem Abfall:



Glukoseverläufe eines Menschen mit Typ-1-Diabetes und ICT nach dem Verzehr von 400 g Linsen, 200 g gekochten Spaghetti bzw. 4 gekochten Kartoffeln; der KH-Faktor war bei allen Mahlzeiten gleich

! MERKE

Ballaststoffe sind beim Berechnen der Insulindosis nicht zu berücksichtigen, da sie nicht verdaut werden. Ansonsten kann durch die dann zu hohe Dosis eine Hypoglykämie auftreten.

Tricks zur Reduktion von verdaulicher Stärke

Die Glukosewirksamkeit von gekochten Beilagen wie Nudeln und Kartoffeln lässt sich durch die Zubereitung beeinflussen. Zum einen spielt die Kochzeit bei Nudeln eine Rolle: Je länger man die Teigwaren kocht, desto schneller kann die Stärke durch die Alpha-Amylase aufgeschlossen werden, so dass die Stärke leicht verdaulich wird (Ye 2006). Deshalb ist der Verzehr von al dente gekochten Nudeln zu empfehlen; noch besser sind al dente gekochte Vollkornnudeln.

Für alle Beilagen wie Nudeln, Kartoffeln und auch Reis gibt es einen weiteren Trick, die leicht verdauliche in unverdauliche Stärke umzuwandeln: Kühlt man die gekochten Beilagen ab, wandelt sich die Stärke um – und aus leicht verdaulicher Stärke wird zu einem Teil resistente Stärke, die durch die Amylase nicht mehr abgebaut werden kann (Kaur 2016). Am besten probiert man das selbst einmal in einem Mahlzeitentest aus.

> TIPP

Wieder aufgewärmte Nudeln, Kartoffeln und Reis sind, was den Effekt auf postprandiale Glukoseanstiege angeht, besser geeignet als frisch gekochte durch die entstandene resistente Stärke.

In neuen Untersuchungen mit resistenter Stärke wurde gezeigt, dass bei Mahlzeiten mit einem hohen Anteil an resistenter Stärke bei Menschen mit Typ-1- und Typ-2-Diabetes geringere postprandiale Glukoseschwankungen entstanden und die Zeit im Zielbereich (TIR) erhöht werden konnte im Vergleich zu Mahlzeiten mit einem niedrigen Anteil an resistenter Stärke (Breyton 2019, Strozyk 2019).

Proteine mit positiven Effekten

Ein erhöhter Anteil an Proteinen, wie sie auch in Hülsenfrüchten zu finden sind, unterstützt in Kombination mit hypokalorischer Nahrung eine kurz- bis mittelfristige Gewichtsreduktion und eine moderate Reduktion des HbA_{1c}-Werts (Pfeiffer

2015). Ernähren sich Menschen mit Diabetes proteinreich und damit kohlenhydrat-reduziert, sinkt der Insulinbedarf und die Sättigung besteht länger (Pfeiffer 2015).

> TIPP

Eine proteinbetonte Ernährung mit Eiern, Milch, Quark, Joghurt, Käse, magerem Fleisch und Fisch sowie Hülsenfrüchten und Sojaprodukten kann eine Gewichtsreduktion begünstigen.

Eine Ernährung mit hohem Proteingehalt führt zu weiteren positiven Effekten. So reduzierten sich in einer Studie Entzündungsfaktoren wie Interleukin 18 und Tumor-Nekrose-Faktor, außerdem die Konzentration gesättigter und einfach ungesättigter Fettsäuren, intrahepatischer Lipide und der Leberenzyme (Markova 2017). Mit der Reduktion von Blutdruck, Gesamt- und LDL-Cholesterin, CRP und Harnsäure wurden zudem kardiovaskuläre Risikofaktoren reduziert (Sucher 2017).

Obst genießen – aber in Maßen

! MERKE

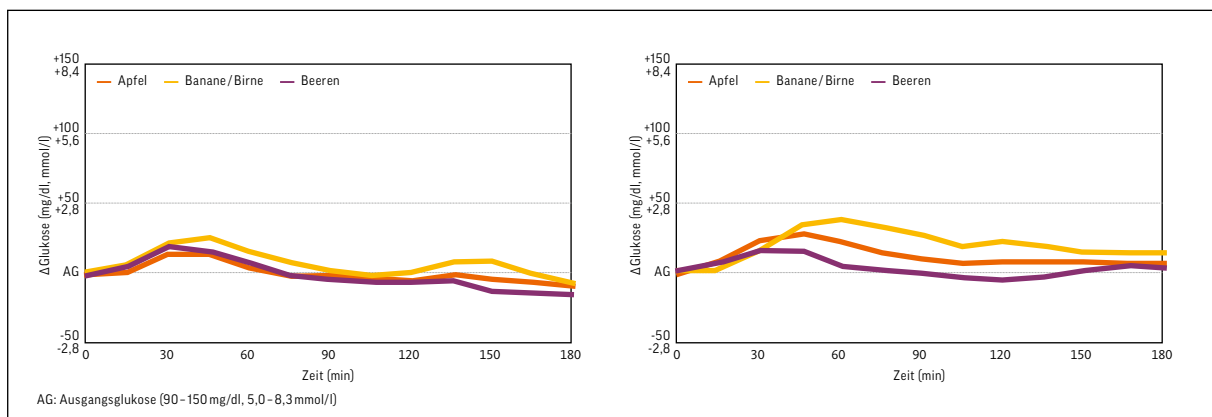
Obst ist nicht gleich Obst – das wird auf den ersten Blick klar, wenn man unterschiedliche Obstsorten betrachtet.

Obst unterscheidet sich nicht nur im Äußeren, sondern auch im Gehalt an Fruktose und Glukose neben Saccharose. Und dieser Unterschied ist nicht nur relevant zwischen den Obstsorten, sondern auch zwischen verschiedenen Sorten einer Obstsorte, z. B. bei Äpfeln. So enthält ein Elstar durchschnittlich 2,31 g Fruktose pro 100 g Frucht und 0,56 g Glukose – ein Jonagold hingegen ist deutlich süßer und enthält 7,31 g Fruktose und 2,06 g Glukose. Ein Braeburn liegt mit 4,24 g Fruktose und 1,33 g Glukose dazwischen. Anders sieht das Fruktose/Glukoseverhältnis bei Bananen aus: Sie enthalten 2,31 g Fruktose und 2,38 g Glukose (Hermann 2018). Die Angaben zu den Inhaltsstoffen sind aber nur Durchschnittswerte und hängen u. a. von der Anbauregion und den Wachstumsbedingungen ab (Fießinger 2012). So können sich in verschiedenen Datenbanken unterschiedliche Angaben finden. Unter www.naehrwertrechner.de, deren Angaben laut eigener Angabe im Wesentlichen auf den Daten des Bundeslebensmittelschlüssels basieren, wird z. B. für 100 g Banane angegeben, dass sie 3,6 g Fruktose, 3,8 g Glukose und 11,0 g Saccharose enthalten. In 100 g

Apfel, nicht unterschieden nach Sorten, sind demzufolge 2,0 g Fruktose, 5,7 g Glukose und 2,5 g Saccharose (Poplutz 2019). Bei 100 g frischen Erd-, Heidel-, Him- und Brombeeren liegt der Fruktosegehalt auch zwischen 1,3 und 4,1 g, der Glukosegehalt aber nur zwischen 1,0 und 2,2 g und der Saccharosegehalt ist mit 0,3 bis 1,0 g im Vergleich zu Äpfeln und Bananen sehr niedrig (Poplutz 2019).

> TIPP

Allgemein aber gilt: Je reifer ein Obst ist, desto höher ist der Glukosegehalt. Und: Je ballaststoffreicher ein Obst ist, desto langsamer erfolgt die Glukoseresorption. Auch das können Mahlzeiten-tests bestätigen.



Glukoseverläufe von Stoffwechselgesunden (links) und von Menschen mit Typ-2-Diabetes und maximal einer BOT (rechts) nach dem Verzehr von 150 g Apfel, 150 g Banane oder Birne bzw. 150 g Beeren

Bei **stoffwechselgesunden Menschen** machen sich die Unterschiede im Glukosegehalt nicht im Glukoseverlauf bemerkbar – bei **Menschen mit Diabetes** hingegen können sie sich zeigen.

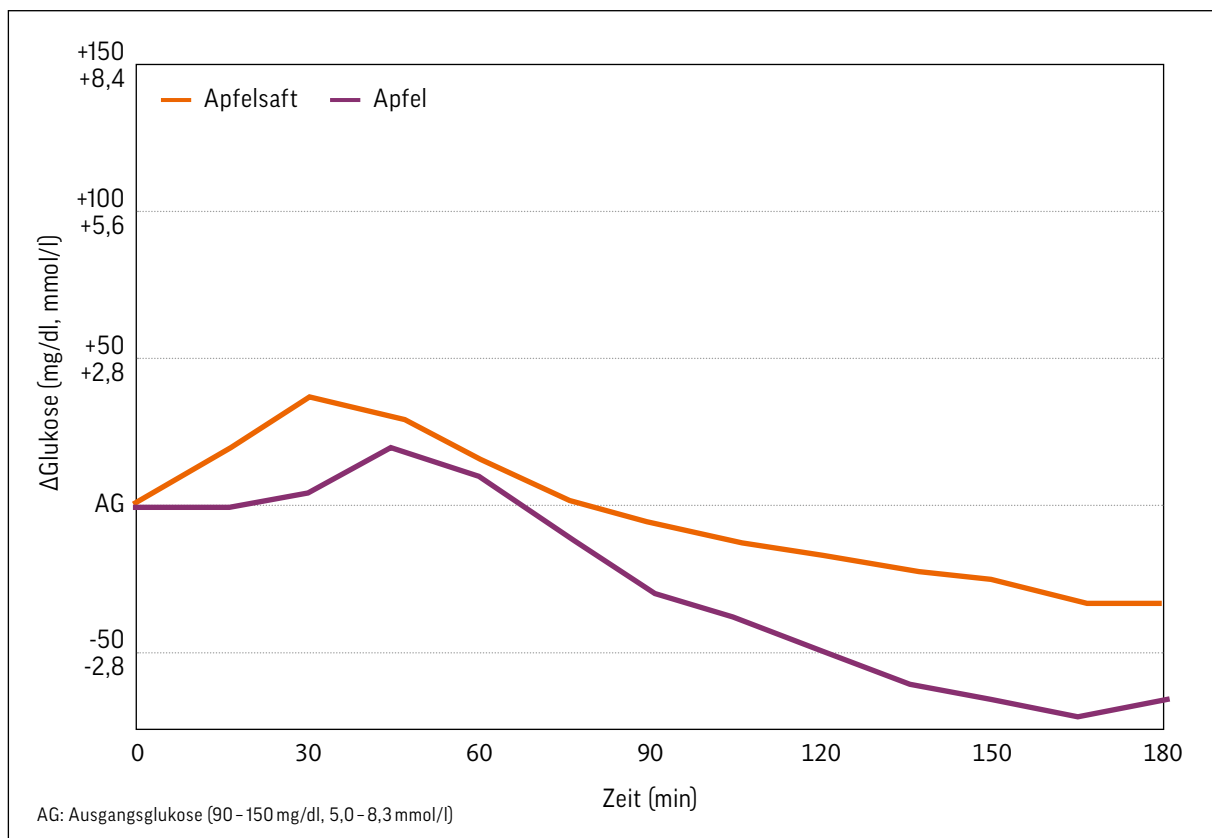
! MERKE

Trotz der nur geringen postprandialen Glukoseanstiege nach Obst in diesem Test wird aufgrund des Zuckergehalts der Verzehr nur in Maßen empfohlen (2 bis 3 Portionen am Tag) (VDBD 2017).

Obst: fest oder flüssig

Was Ballaststoffe für postprandiale Glukosewerte bedeuten, zeigt sich auch im Vergleich von Obst und Saft. Wenn man einen Apfel isst, also Ballaststoffe mit aufnimmt und kleine Stückchen vom Kauen, die langsamer verdaut werden, zeigt sich ein späterer und geringerer Glukoseanstieg als beim Trinken der gleichen Menge Saft ohne Zuckerzusatz. Zudem sättigt das Kauen besser, während Saft keine Sättigung erzeugt. Deshalb wird empfohlen, besser das Obst als Frucht zu essen.

Eine Ausnahme bilden Hypoglykämien: Hier ist ein schneller Glukoseanstieg wichtig – also ein Saft die bessere Wahl. Hier kann es sogar gut sein, einen Saft mit Zuckerzusatz oder ein Softgetränk zu wählen.



Glukoseverläufe eines Menschen mit Typ-1-Diabetes und Insulinpumpentherapie nach dem Verzehr von 150 ml Apfelsaft bzw. 150 g Apfel

! MERKE

Ganze Früchte sollten beim Obstverzehr verarbeitetem Obst vorgezogen werden. Jedoch gilt: Durch den schnelleren Glukoseanstieg ist Saft zum Behandeln von Hypoglykämien besser geeignet.

Auf die Qualität der Fette kommt es an

Fette gehören zu einer gesunden Ernährung. Laut amerikanischem Konsensus-Report (Evert 2019) und europäischen/deutschen Empfehlungen (Mann 2004) soll der Anteil an der Tagesgesamtkalorienmenge 35 % nicht übersteigen. Allerdings haben Ernährungsformen, die einen höheren Fettanteil zulasten des Kohlenhydratanteils haben, Vorteile bezüglich des Glukosestoffwechsels und verschiedener kardiovaskulärer Risikofaktoren gezeigt. Entscheidend dabei ist, welche Fette verzehrt werden. Gesättigte Fettsäuren sollten dezimiert und einfach und vor allem mehrfach ungesättigte Fettsäuren aus pflanzlichen Quellen bevorzugt gewählt werden. Synthetische Transfette sollten auf ein Mindestmaß reduziert werden. (Evert 2019)

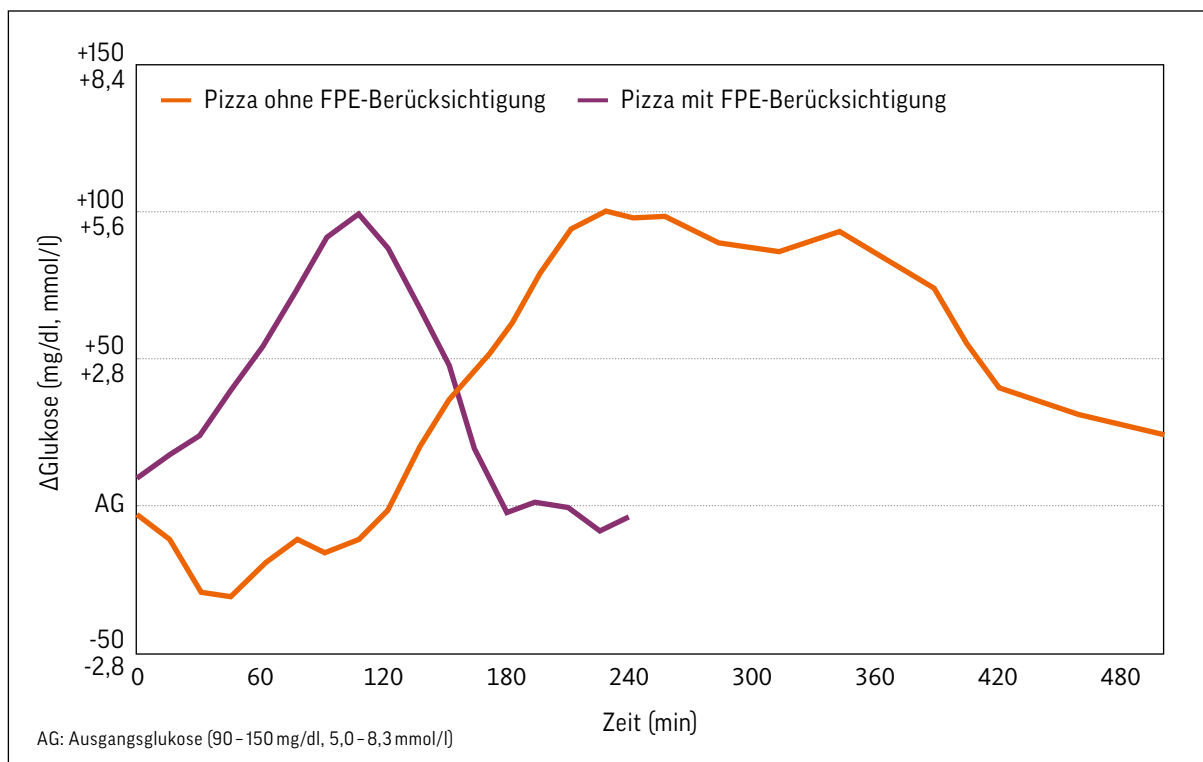
Geht es um die Prävention des Typ-2-Diabetes, sind ein- und mehrfach ungesättigte Fettsäuren vorteilhaft. Außerdem unterstützt laut PREDIMED-Studie der Verzehr von Olivenöl (einfach ungesättigte Fettsäuren) und Nüssen (einfach und mehrfach ungesättigte Fettsäuren), wie er in als mediterrane Ernährung bezeichneten Ernährungsformen zu finden ist, die Prävention (Evert 2019).

! MERKE

Fette mit einem hohen Gehalt an einfach oder mehrfach ungesättigten Fettsäuren (z. B. Ölsäure, Omega-3- und Omega-6-Fettsäuren) sind empfehlenswert und kommen in Leinöl und Rapsöl vor. Olivenöl als wichtiger Bestandteil der „mediterranen Ernährung“ kann die Inzidenz von Typ-2-Diabetes reduzieren.

Insulin für Fette und Proteine

Bei fett- und proteinhaltigen Mahlzeiten können langanhaltend (sehr) hohe Glukosewerte auftreten:



Glukoseverläufe eines Menschen mit Typ-1-Diabetes und ICT nach dem Verzehr von 320 g Pizza Margherita ohne bzw. mit Berechnung der Fett-Protein-Einheiten (FPE)*

Ein hoher Fett-/Protein-Anteil verlangsamt die Resorption der Kohlenhydrate – was bei der Wahl der Bolusoption berücksichtigt werden sollte. Es kann sinnvoll sein, bei fett- und proteinreichen Mahlzeiten nicht nur für die Kohlenhydrate Insulin zu geben, sondern auch für Fette und Proteine (Pańkowska 2009).

Mit einer ICT ist es möglich, durch Splitten des Bolus in einen Bolus direkt zur Mahlzeit und einen ein paar Stunden später das Insulin für die schnelleren Kohlenhydrate und das Insulin für die Fette und Proteine zu geben (siehe auch Seite 9). Einfacher funktioniert das mit einer Insulinpumpentherapie: Hiermit kann man einen dualen Bolus

* Nährwerte der Mahlzeit: 83 g Kohlenhydrate (6,9 KE), 44 g Fett und 33 g Protein (5,3 FPE); Insulinbedarf: KE-Faktor 1,0 E/KE, FPE-Faktor 0,33 E/FPE; Berechnung ohne FPE-Berücksichtigung: 7 E (Bolus vor der Mahlzeit); Berechnung mit FPE-Berücksichtigung: 5 E (Bolus vor der Mahlzeit; Rechenweg: $7\text{ E} - 2\text{ E}$, um Hypoglykämierisiko zu vermindern) UND zusätzlich 2 E (Bolus 2 Stunden nach der Mahlzeit; Rechenweg: $5,3\text{ FPE} \times 0,33 = 1,7\text{ E}$, gerundet 2 E) (bei einer Insulinpumpentherapie wäre ein dualer Bolus sinnvoll, Bolusarten siehe Seiten 9 und 10)

geben, d.h. einen Teil des berechneten Bolus sofort und die restliche Menge verzögert über einen frei wählbaren Zeitraum, der in Abhängigkeit von der FPE-Menge variiert.

> TIPP

Ein hoher Fett- oder Proteingehalt kann die Resorption von Kohlenhydraten verzögern, was zu einem langanhaltend erhöhten Glukoseverlauf führen kann. Hier hilft es, mit einem Bolus mit Verzögerung zu arbeiten, um starke Glukoseexkursionen zu verhindern (Paterson 2015, Thurm 2019).

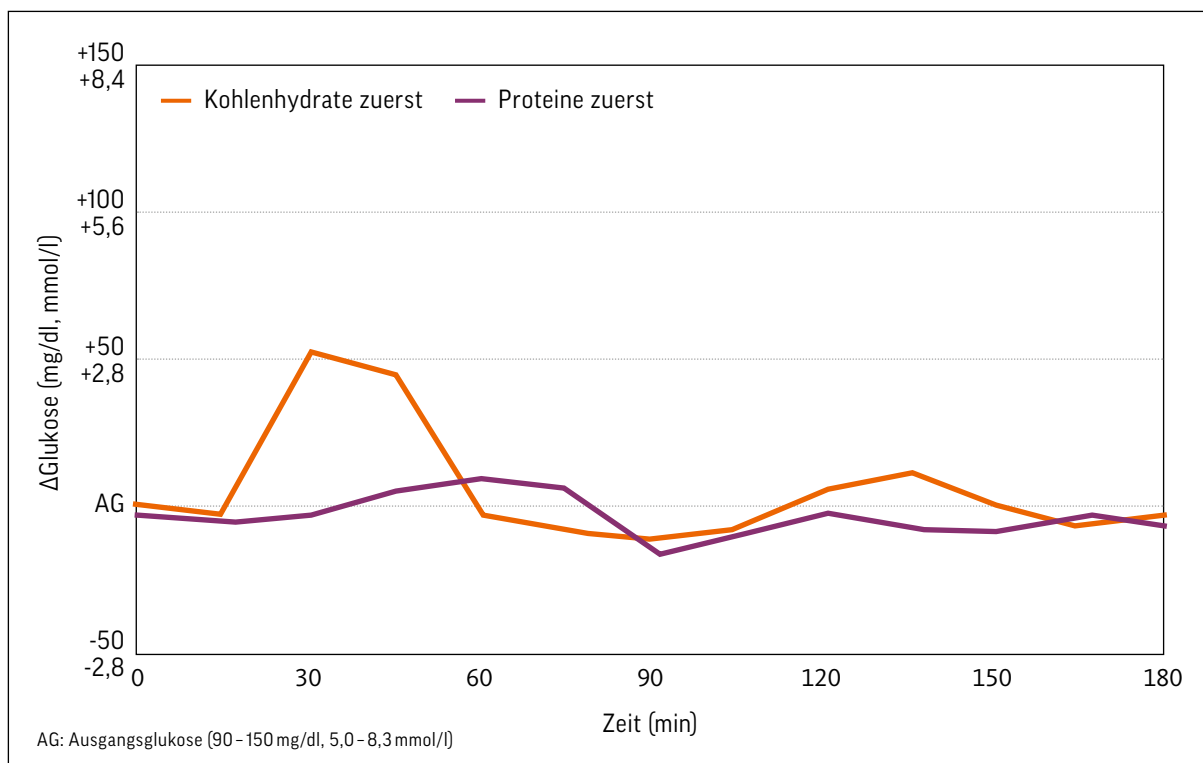
Zur Berechnung der notwendigen Insulindosis wurde die Fett-Protein-Einheit (FPE) eingeführt. Dabei entsprechen 100 kcal aus Fett und Protein einer FPE. Eine FPE berechnet man folgendermaßen (Pańkowska 2009, Keuthage 2017): 100 kcal aus Fett und Protein = 1 FPE. Daraus folgt: 11 g Fett = 1 FPE und 25 g Protein = 1 FPE.

Unser Vorschlag: Um nun dafür die Insulindosis zu ermitteln, beginnt man vorsichtig und nimmt zum Berechnen ein Drittel des zu diesem Zeitpunkt gültigen KE-Faktors und berücksichtigt Fette und Proteine erst ab 2 FPE. Die so ermittelte Insulindosis wird wegen der langsamen Resorption und Verstoffwechselung verzögert abgegeben, z.B. über 4 Stunden bei 2 FPE, 5 Stunden bei 3 FPE und ab 4 FPE können es auch bis zu 8 Stunden sein (Pańkowska 2009). Bei Mahlzeiten mit Kohlenhydraten und einer entsprechenden Menge an FPEs sollte der duale Bolus genutzt werden. Bei Mahlzeiten mit hohem Anteil an Fetten und Proteinen (ohne Kohlenhydrate) ist der verzögerte Bolus sinnvoll (gilt nur bei Insulinpumpentherapie).

Erst Proteine und Gemüse, dann Kohlenhydrate

Einfluss auf den postprandialen Glukoseverlauf nimmt auch die Reihenfolge, in der eine Mahlzeit gegessen wird. Zeigen konnte das eine Studie mit Menschen mit Prädiabetes (HbA_{1c} 5,7–6,4 %) (Shukla 2018). Aßen die Probanden zuerst Proteine und Gemüse und erst danach Kohlenhydrate, stiegen die postprandialen Glukosewerte geringer an als bei umgekehrter Reihenfolge. Das Gleiche galt für die Reihenfolge: zuerst Gemüse, danach Kohlenhydrate.

Vergleichbare Ergebnisse ergaben auch die in dieser Fibel dargestellten Mahlzeintests bei **Teilnehmern mit Prädiabetes**:



Glukoseverläufe von Menschen mit Prädiabetes nach dem Verzehr von Kohlenhydraten zuerst (1 Weizenbrötchen mit Butter und Belag – 10 Minuten Pause – dann 150 g Naturjoghurt mit 1,5 % Fett und 1 Ei) bzw. Proteinen zuerst (150 g Naturjoghurt mit 1,5 % Fett und 1 Ei – 10 Minuten Pause – dann 1 Weizenbrötchen mit Butter und Belag)

Wie realistisch das Umsetzen einer solchen Empfehlung ist, hängt sehr vom Essverhalten des Einzelnen, z. B. seiner Essgeschwindigkeit, ab. Aber es gibt aus dem Alltag konkrete Beispiele, wie diese Strategie umgesetzt werden kann. So ist eine kohlenhydratfreie Vorsuppe üblich, bis zum Servieren des Hauptgangs vergeht immer etwas Zeit. Oder der Salat, der zum Gericht gehört, wird vorher serviert und gegessen. Gemüsesticks mit Dip oder gegrilltes Gemüse sind auch eine geeignete Vorspeise – bevor es die Kohlenhydrate im Hauptgericht gibt. Beim Frühstück kann man z. B. mit dem gekochten Ei beginnen und erst danach das Brötchen essen.

Wie lange die Pause zwischen den proteinhaltigen und den kohlenhydrathaltigen Nahrungsmitteln sein sollte, lässt sich nicht verallgemeinern. Hier gilt, wie immer beim Essen: Das muss jeder für sich selbst ausprobieren. Beim einen sollten es vielleicht 10 Minuten sein, beim anderen reichen vielleicht schon 5 Minuten.

! MERKE

Das Ändern der Reihenfolge einer Mahlzeit kann genutzt werden, um postprandiale Glukoseanstiege zu reduzieren. Die Effektivität muss jedoch individuell getestet und die Insulindosisanpassung gemeinsam mit dem Diabetesteam besprochen werden.

Gesunde Ernährung – die Kernaussagen der Fibel

- zuckerhaltige Lebensmittel erhöhen den Glukosespiegel
- Vollkornprodukte (mind. 50 % volles Korn) bevorzugen
- die glykämische Last ist entscheidend
- Hülsenfrüchte haben viele Ballaststoffe und Proteine
- frisches Obst ist zu empfehlen – verarbeitetes Obst (wie in Säften) nur in Maßen
- Pizza und Mahlzeiten mit einem hohen Fettanteil erhöhen den Glukosespiegel nach Stunden
- Schokolade mit mind. 70 % Kakaoanteil bevorzugen
- unterschiedliche Insulinempfindlichkeit im Tagesverlauf beachten und einkalkulieren
- erst Proteine und danach Kohlenhydrate essen, um geringere und verzögerte Glukoseanstiege zu erzielen

Analyse von postprandialen Glukoseverläufen mit CGM

Strukturierte AGP-Analyse

> TIPP

Bevor sich Patient und Diabetesteam mit der Frage auseinandersetzen, ob über eine Änderung des Ernährungsverhaltens ein positiver Einfluss auf die Glukoseverläufe zu erreichen ist, sollte eine strukturierte AGP-Analyse erfolgen.

So können im Vorfeld Therapieprobleme erkannt und das Verhindern möglicher Hypoglykämien, die häufig Ursache für instabile Verläufe sind, in den Fokus genommen werden. Erst wenn dieses Prozedere abgeschlossen ist, ist es sinnvoll, sich intensiver mit postprandialen Glukoseverläufen und somit der Ernährung zu befassen.

! MERKE

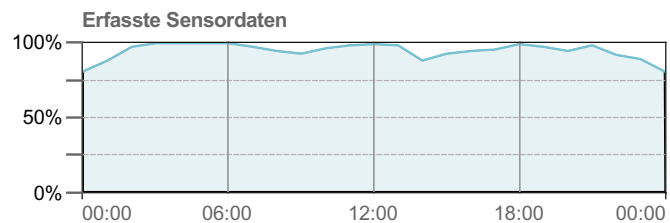
Die Schritte der strukturierten AGP-Analyse sind (Kröger 2018):

- Schritt 1: Wie ist die Datenqualität?
- Schritt 2: Wie sind der Zielbereich und die Time in Range?
- Schritt 3: Sind Hypoglykämien aufgetreten?
- Schritt 4: Wie sieht es mit der Glukosevariabilität bzw. den Glukoseschwankungen aus?
- Schritt 5: Wie stabil ist das Glukoseprofil?

Schritt 1: Wie ist die Datenqualität?

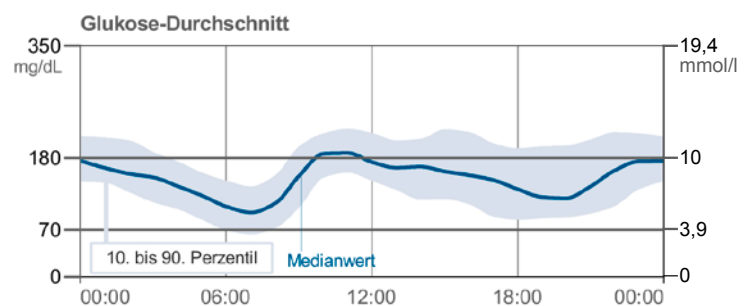
 Sensorbenutzung

ERFASSTE SENSORDATEN	96 %
Tägliche Scans	11



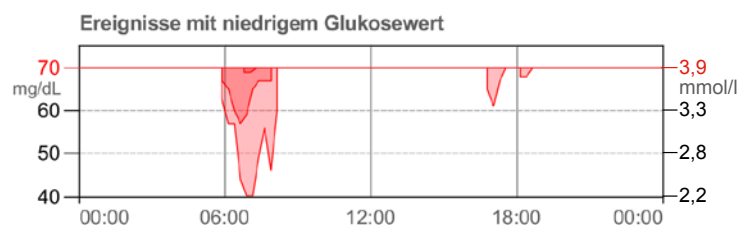
Schritt 2: Wie sind der Zielbereich und die Time in Range?

GLUKOSE-DURCHSCHNITT	151 mg/dL
% über Zielbereich	26 %
% im Zielbereich	72 %
% unter Zielbereich	2 %

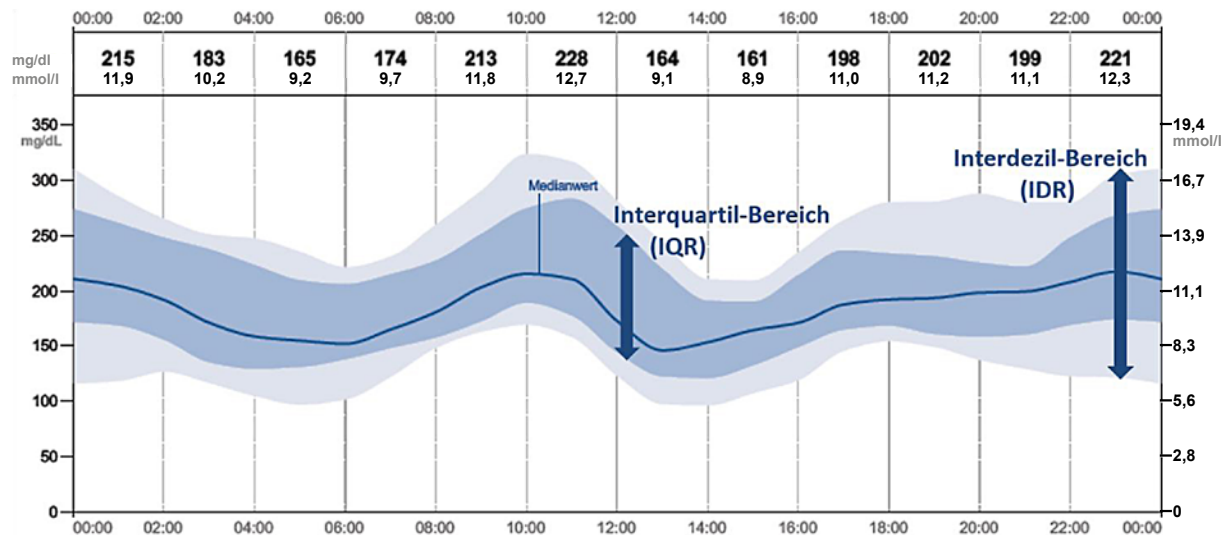


Schritt 3: Sind Hypoglykämien aufgetreten?

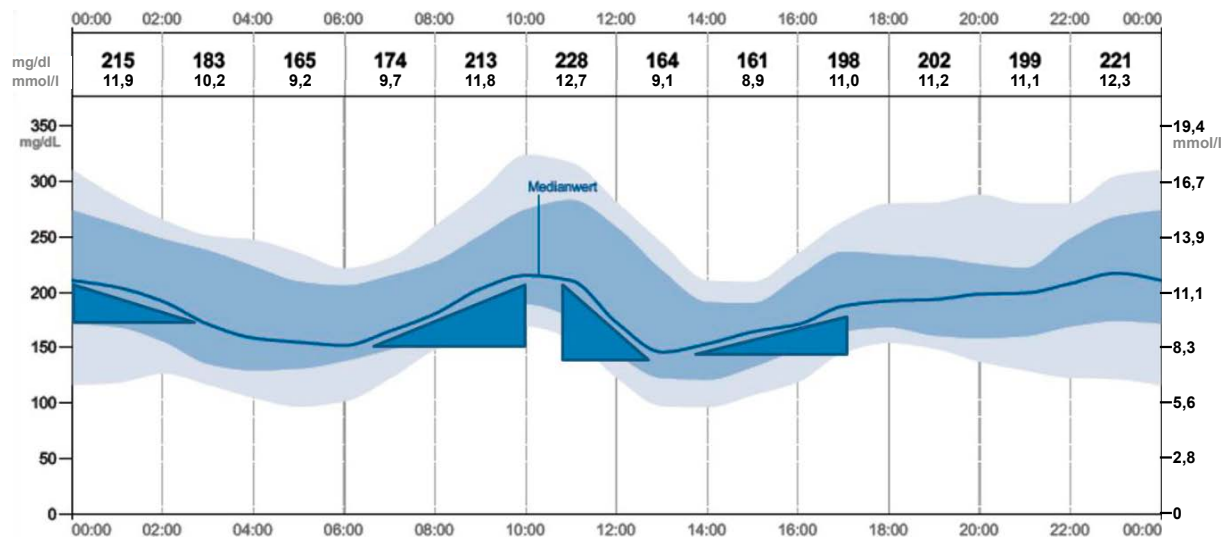
EREIGNISSE MIT NIEDRIGEM GLUKOSEWERT	5
Durchschnittliche Dauer	106 Min.



Schritt 4: Wie sieht es mit der Glukosevariabilität bzw. den Glukose-schwankungen aus?



Schritt 5: Wie stabil ist das Glukoseprofil?



Analyse postprandialer Glukoseverläufe

Wenn in der AGP-Analyse eine hohe Variabilität und/oder ein hohes Glukoseniveau zu erkennen sind, wird empfohlen, das Ernährungs- und Bewegungsverhalten zu analysieren und ggf. anzupassen. Dabei ist wichtig, auf die Alltagstauglichkeit der Empfehlungen zu achten.

Postprandiale Glukoseverläufe unterliegen, wie ausführlich dargestellt, vielen Einflüssen und sind sehr individuell. Beeinflussbar dabei sind für Menschen mit insulinbehandeltem Diabetes u. a. folgende Faktoren:

- Bestimmen der Kohlenhydratmenge einer Mahlzeit oder eines Getränks: Während noch bis vor wenigen Jahrzehnten kohlenhydrathaltige Lebensmittel penibel abgewogen oder abgemessen wurden, auf das Gramm genau, ist es heute üblich, die Mengen nur noch einzuschätzen. Das kann funktionieren, trotzdem aber ist es sinnvoll und wichtig, das Auge immer wieder zu trainieren. Deshalb sollten auch erfahrene Menschen mit Diabetes gelegentlich ihre Lebensmittelportionen abwägen bzw. bei Getränken abmessen – dann funktioniert auch das Schätzen im Alltag besser. Definierte Portionsgrößen sind eine gute Unterstützung.
- Insulindosis zu einer Mahlzeit korrekt berechnen und Bolusoption wählen: Menschen mit einer ICT oder einer Insulinpumpentherapie können anhand ihrer KE-Faktoren (und ggf. Korrektur-Faktoren) die passende Insulindosis berechnen und durch die Bolusart (vorher, sofort, verzögert, dual) Einfluss auf postprandiale Glukoseverläufe nehmen, anders als Menschen mit Diabetes ohne Insulintherapie.

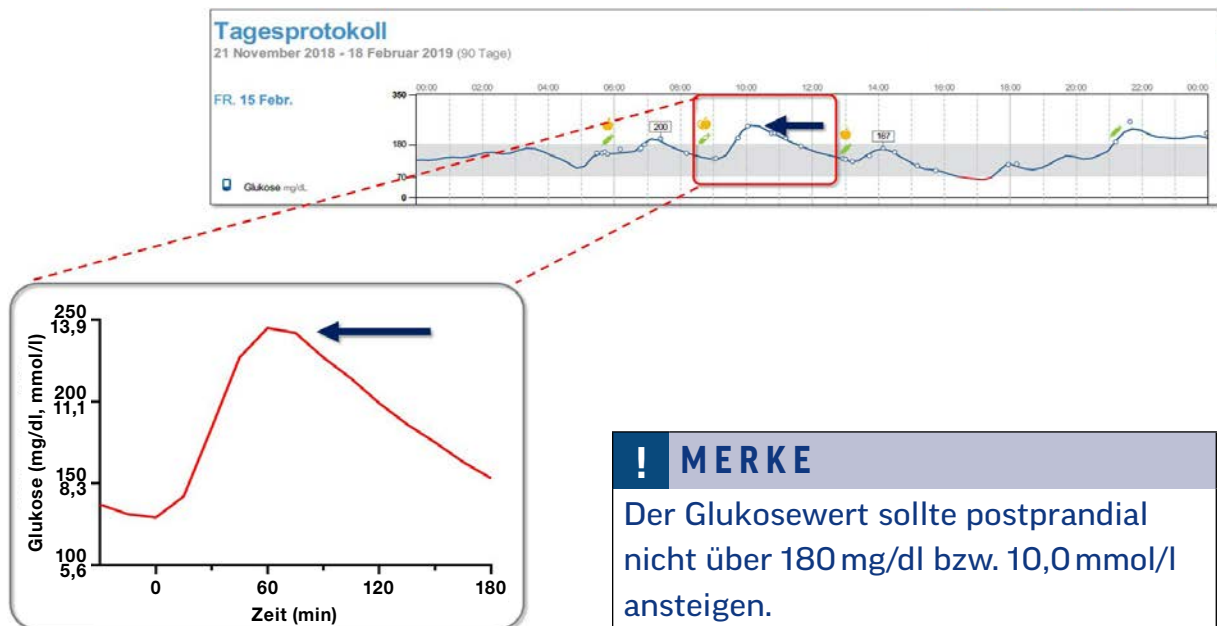
Wie die AGP-Analyse sollte auch die Analyse postprandialer Glukoseverläufe strukturiert erfolgen. Hierbei spielen andere Faktoren eine Rolle als in der allgemeinen AGP-Analyse, wie sie auch aus den Mahlzeitentests in dieser Fibel erschließbar sind.

! MERKE

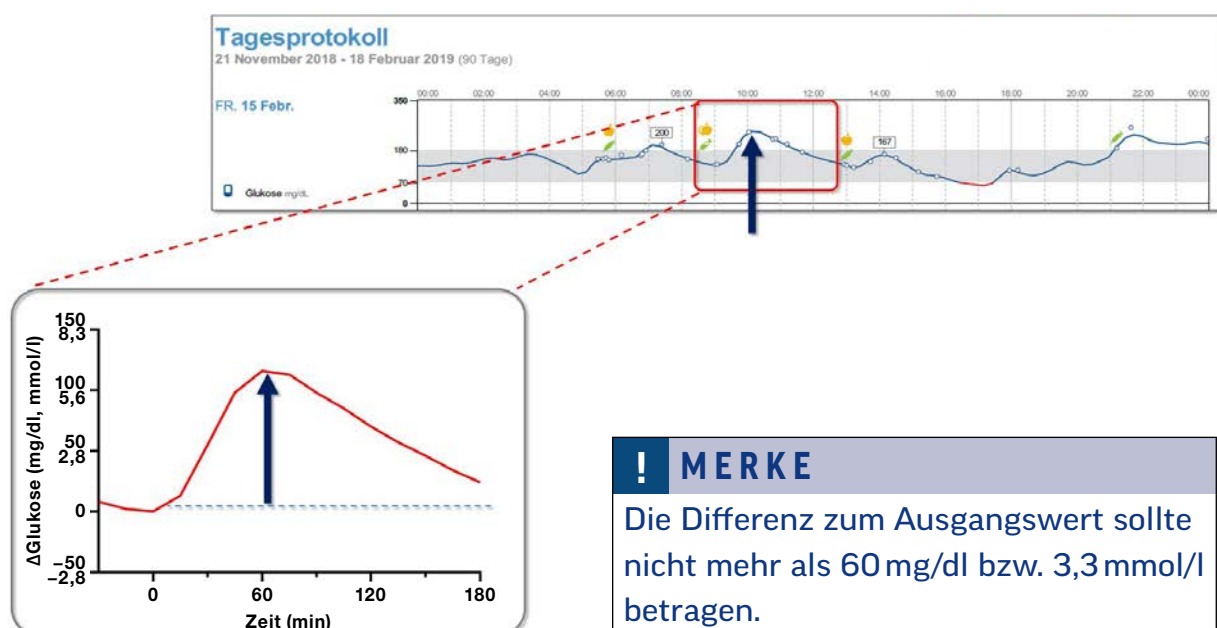
Die Parameter für die strukturierte Analyse postprandialer Glukoseverläufe sind (adaptiert nach Thomas 2017):

1. die absolute Höhe des Glukoseanstiegs
2. die maximale Differenz zum Ausgangswert (Δ Glukose)
3. die Aufnahmegeschwindigkeit der Kohlenhydrate/Steilheit der Kurve
4. die Dauer erhöhter Glukosewerte
5. besondere (individuelle) Auffälligkeiten

1. die absolute Höhe des Glukoseanstiegs

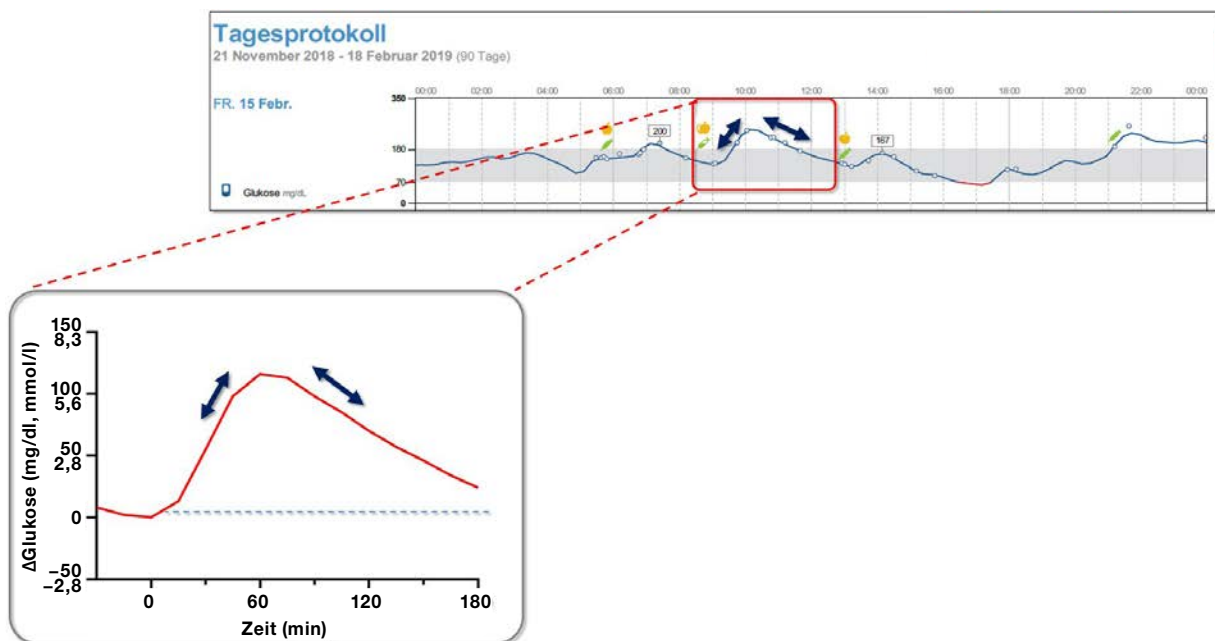


Der Glukosewert sollte postprandial idealerweise nicht über 180 mg/dl bzw. 10,0 mmol/l ansteigen. Dieser Wert wird korreliert mit dem vermehrten Auftreten von Diabeteskomplikationen und findet deshalb auch seinen Niederschlag in der empfohlenen Zeit im Zielbereich für Nutzer von Systemen zum kontinuierlichen Glukosemessen. Der Bereich, in dem die TIR betrachtet wird, sollte nach einem Konsens aus dem Jahr 2019 von 70 bis 180 mg/dl (3,9 bis 10,0 mmol/l) reichen (Battelino 2019).

2. die maximale Differenz zum Ausgangswert (Δ Glukose)

Der Glukosewert sollte nach unserer Empfehlung postprandial idealerweise um nicht mehr als 60 mg/dl bzw. 3,3 mmol/l ansteigen. Allerdings liegen bisher keine Studien vor, die konkrete Zahlen für einen maximalen postprandialen Glukoseanstieg nennen.

3. die Aufnahmegeschwindigkeit der Kohlenhydrate/Steilheit der Kurve

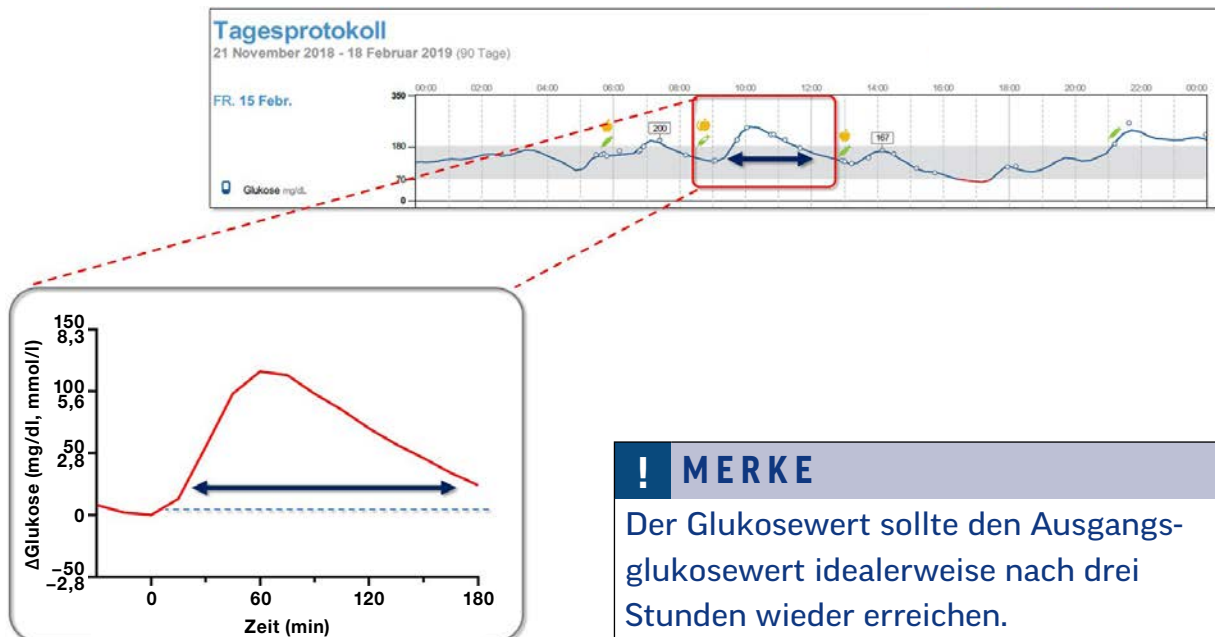


Die Geschwindigkeit des Anstiegs und des Abfalls nach einer Mahlzeit sollte nicht zu schnell sein, d. h. die Kurvenverläufe nicht zu steil. Abhängig ist das von der Resorption der Glukose und der Insulinantwort bzw. dem Insulinbolus zur Mahlzeit – und kann durch die Auswahl der Lebensmittel und den Zeitpunkt und die Art des Insulinbolus beeinflusst werden. Auch hier basiert die Empfehlung auf Erfahrungswerten.

! MERKE

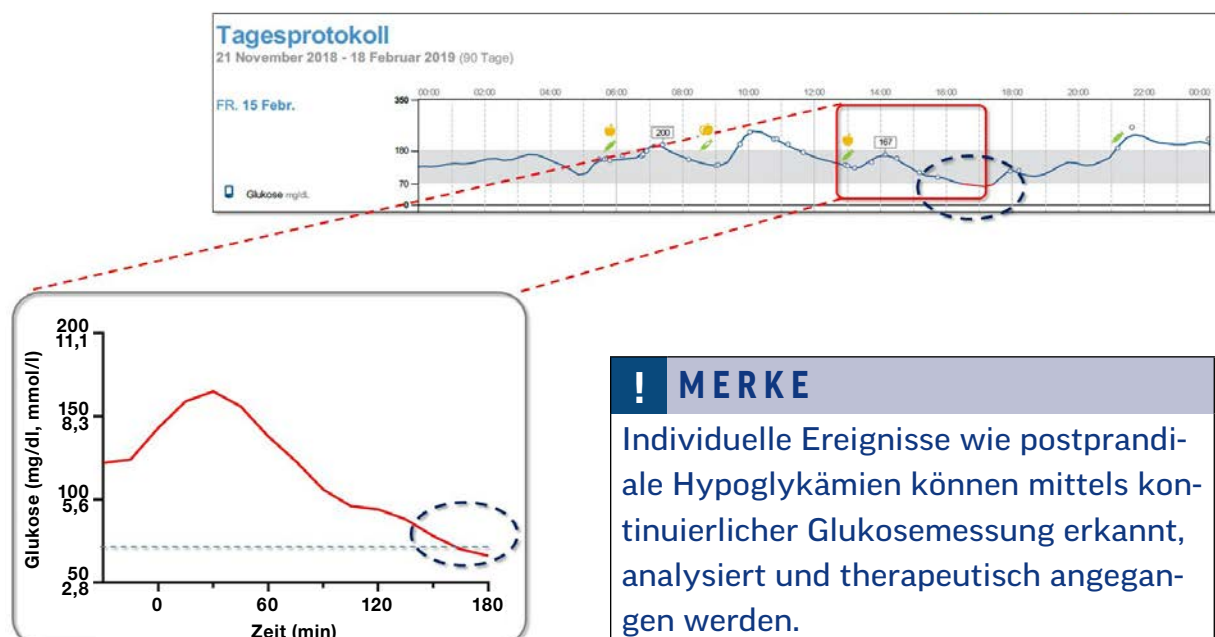
Die individuelle Geschwindigkeit des Anstiegs und des Abfalls nach einer Mahlzeit beinhaltet sowohl die Resorption der Glukose als auch die Insulinantwort bzw. den Insulinbolus zu der Mahlzeit. Dies ist für die Auswahl der Mahlzeit/Kohlenhydratzusammensetzung und den Zeitpunkt und die Art des Insulinbolus von Bedeutung, um hohe Glukoseanstiege zu verhindern.

4. die Dauer erhöhter Glukosewerte



Die postprandialen Glukosewerte sollten idealerweise (bei „normalen“ Ausgangswerten) nach drei Stunden den Ausgangsglukosewert wieder erreichen. Dies ist nach unserer Vorstellung eine Idealsituation und wird in bisherigen Leitlinien bisher nicht thematisiert.

5. Individuelle Auffälligkeiten



Individuelle Ereignisse wie postprandiale Hypoglykämien können mittels kontinuierlicher Glukosemessung erkannt und zukünftig verhindert werden. Eingegangen werden kann hier auch auf die Bedeutung der Trendpfeile vor einer Mahlzeit, weil natürlich auch präprandiale Glukoseabfälle oder -anstiege einen Einfluss auf den postprandialen Verlauf haben.

Nach dem Analysieren der genannten Parameter sollte eine umfassende Bewertung erfolgen, bei der auch Aspekte wie das Alter des Patienten, sein HbA_{1c}-Ziel und seine Präferenzen berücksichtigt werden. Erst dann sollte die Entscheidung getroffen werden, ob ein intensiver Blick auf die Ernährung und ggf. eine Ernährungsumstellung erfolgen sollen.

! MERKE - ZUSAMMENGEFASST

- Der Glukosewert sollte postprandial nicht über 180 mg/dl bzw. 10,0 mmol/l ansteigen und den Ausgangsglukosewert nach drei Stunden idealerweise wieder erreichen.
- Die Differenz zum Ausgangswert sollte nicht mehr als 60 mg/dl bzw. 3,3 mmol/l betragen.
- Die individuelle Geschwindigkeit des Anstiegs und des Abfalls nach einer Mahlzeit beinhaltet sowohl die Resorption der Glukose als auch die Insulinantwort bzw. den Insulinbolus zu der Mahlzeit. Dies ist für die Auswahl der Mahlzeit/Kohlenhydratzusammensetzung und den Zeitpunkt und die Art des Insulinbolus von Bedeutung, um hohe Glukoseanstiege zu verhindern.
- Individuelle Ereignisse wie postprandiale Hypoglykämien können mittels kontinuierlicher Glukosemessung erkannt, analysiert und therapeutisch angegangen werden.

Bewertung postprandialer Glukoseverläufe

Nach strukturierter Analyse postprandialer Glukoseverläufe hilft dem Menschen mit Diabetes und dem Diabetesteam eine Einordnung der Güte der Verläufe – unter der Voraussetzung, dass der jeweilige Glukoseausgangswert „normal“ war. Je häufiger man diese Bewertung vornimmt, desto leichter wird einem die Blickdiagnose im Praxisalltag fallen. Als Grundlage dieser Einordnung sollten folgende Aspekte bewertet werden:

	grün	gelb	orange
postprandiale Glukosewerte	bis 180 mg/dl bzw. 10,0 mmol/l	180–250 mg/dl bzw. 10,0–13,9 mmol/l	über 250 mg/dl bzw. 13,9 mmol/l
Differenz des Anstiegs	bis 60 mg/dl bzw. 3,3 mmol/l	60–100 mg/dl bzw. 3,3–5,6 mmol/l	über 100 mg/dl bzw. 5,6 mmol/l
Geschwindigkeit des Glukoseanstiegs	langsam	mittel	schnell
Wiedererreichen des Ausgangswerts	bis 3 Stunden	bis 4 Stunden	über 4 Stunden
individuelle Auffälligkeiten			
Zusammenfassung	optimal	individuelle Entscheidung	auffällig

Mahlzeitentests in der Praxis

Die Darstellung postprandialer Glukoseverläufe kann Menschen mit Diabetes und Diabetestteams dabei unterstützen, die Diabetestherapie zu optimieren. Durch diese Erfahrungen und das Beschäftigen mit dem Ernährungsverhalten können Menschen mit Diabetes und Prädiabetes wichtige Erkenntnisse hinsichtlich des individuellen Ernährungsverhaltens gewinnen. Die strukturierte Analyse von Mahlzeitentests, wie sie exemplarisch auf den vorhergehenden Seiten dargestellt sind, kann dabei noch weitere Informationen bringen. Wie wird ein solcher Mahlzeitentest durchgeführt?

> TIPP

Die genannten Lebensmittel in den Beispiel-Formularen sind nur Vorschläge. Jeder, der Mahlzeitentests durchführen möchte, sollte dafür „seine“ Lebensmittel wählen – nach persönlichen Vorlieben, kulturellen Besonderheiten, Verfügbarkeiten usw.

Standardisierte Vorgehensweise für Mahlzeitentests:

- 3 Stunden vor und nach dem Mahlzeitentest sollen keine Mahlzeiten gegessen oder kohlenhydrathaltigen Getränke getrunken werden
- 3 Stunden vor und nach dem Mahlzeitentest soll keine körperliche Betätigung wie Sport, Hausarbeit oder Gartenarbeit durchgeführt werden
- der Ausgangsglukosewert soll zwischen 90 und 150 mg/dl bzw. 5,0 und 8,3 mmol/l liegen
- der Mahlzeitentest soll nur bei stabilem Glukoseverlauf (horizontalem Trendpfeil) durchgeführt werden
- dem Mahlzeitentest darf keine Hypoglykämie vorangegangen sein, weil sonst die Aussagekraft problematisch ist
- nach Scannen des Glukosesensors sollen der aktuelle Glukosewert als auch der Trendpfeil dokumentiert werden
- jeder Mahlzeitentest umfasst mehrere identische Mahlzeiten, die miteinander verglichen werden sollen
- die Kohlenhydrate in den Testmahlzeiten sollen nicht abgeschätzt, sondern abgewogen und genau berechnet werden, um hierdurch keine Unwägbarkeiten in der Beurteilung des Verlaufs zu haben

Ernährungsanpassung mit kontinuierlich gemessenen Glukosedaten **Teilnehmer-Dokumentation Testmahlzeit**

Hinweise zur Durchführung

Bitte verwenden Sie für die Notizen zu den Testmahlzeiten die vorgegebenen Dokumentationsbögen und tragen Sie jeweils alle angefragten Details ein. Achten Sie in der Testphase auf eine lückenlose Aufzeichnung der Glukosedaten. Wenn Sie ein CGM-System benutzen, bei dem Sie zum Ablesen der Werte den Sensor scannen, tun Sie dies bitte mindestens alle 8 Stunden, d.h. ebenfalls vor dem Schlafengehen und nach dem Aufstehen.

Bitte notieren Sie alle Angaben vollständig und gehen zu den Mahlzeiten wie folgt vor:

- **1.** Bitte achten Sie darauf, dass Sie mindestens drei Stunden vor der Testmahlzeit keine Nahrung oder kohlenhydrathaltigen Getränke zu sich genommen haben und keine Bewegung vorgenommen haben (siehe Punkt 2).
- **2.** Bitte führen Sie keinen Test durch, wenn Sie sich drei Stunden vor oder nach einem Test körperlich betätigt haben oder dies vorhaben (z.B. Gartenarbeit, Hausarbeit, Sport usw.).
- **3.** Lesen Sie Ihren kontinuierlich gemessenen Glukosewert ab und notieren Sie das Datum, die Uhrzeit und den aktuellen Glukosewert für jede Testmahlzeit. Die Testmahlzeit darf ausschließlich dann eingenommen werden, wenn kein oder ein horizontaler Trendpfeil zu sehen ist und Sie somit einen stabilen Glukoseverlauf haben.
- **4.** Bitte führen Sie einen Test nur durch, wenn Ihr Ausgangsglukosewert zwischen 90 und 150 mg/dl bzw. 5,0 und 8,3 mmol/l liegt.
- **5.** Für jeden Test finden Sie auf dem Bogen verschiedene Nahrungsmittel, die miteinander verglichen werden sollen. Füllen Sie die Details zu jeder Mahlzeit auf dem dafür vorgesehenen Bogen aus. Sie können aber natürlich auch andere Nahrungsmittel miteinander vergleichen, die zu Ihrer täglichen Ernährung gehören.
- **6.** Notieren Sie ebenfalls für jede Testmahlzeit die berechnete KE-Menge und die Gesamtmenge an Insulineinheiten, die Sie für diese Mahlzeit gegeben haben. Bitte vermerken Sie gegebenenfalls den Anteil der Insulindosis, den Sie zur Korrektur hinzugegeben oder abgezogen haben.
- **7.** Geben Sie den Insulinbolus zur Mahlzeit 0 bis 5 Minuten vor Beginn der Testmahlzeit, unabhängig von der Mahlzeitenzusammensetzung oder -reihenfolge.

Wir wünschen gutes Gelingen!

Ernährungsanpassung mit kontinuierlich gemessenen Glukosedaten Teilnehmer-Dokumentation Testmahlzeit

BROT

Sie sind:

Bei der Testmahlzeit „Brot“ werden **helles Weizenbrot (Weizentoast)**, **reines Roggenbrot** und **Vollkornbrot** verglichen. Bitte vermeiden Sie Beläge oder Getränke mit einem hohen Kohlenhydrat-/Zuckergehalt wie Marmelade, Schokoladencreme oder Orangensaft und nehmen ausschließlich 10 g Butter mit einer Scheibe Schinken oder Käse. Trinken Sie zu dieser Mahlzeit ausschließlich Wasser oder kohlenhydratfreie Getränke wie Cola light oder Zero.

Bitte tragen Sie vor jeder Testmahlzeit alle Informationen unten ein und gehen wie folgt vor:

- Lesen Sie Ihren kontinuierlich gemessenen Glukosewert ab und notieren Sie das Datum und die Uhrzeit, den aktuellen Glukosewert, den Trendpfeil und die berechneten KE mit Insulineinheiten zur Mahlzeit.
- Zeigt Ihr Glukosemesssystem keinen oder einen horizontalen Trendpfeil und liegt Ihr aktueller Glukosewert zwischen 90 und 150 mg/dl bzw. 5,9 und 8,3 mmol/l? Dann können Sie fortfahren.

Bitte direkt vor der Testmahlzeit ausfüllen:

aktueller Glukosewert, Trendpfeil	Datum	Uhrzeit	KE	Insulin- einheiten	Mahlzeit

Ernährungsanpassung mit kontinuierlich gemessenen Glukosedaten Teilnehmer-Dokumentation Testmahlzeit

BEILAGEN

Sie sind:

Bei der Testmahlzeit „Beilagen“ werden Beilagen verglichen, die häufig zu einer Hauptmahlzeit gegessen werden: **4 kleine Kartoffeln (gekocht) mit Tomatensoße, 1 Dose Linsen (400 g) und gekochte Spaghetti (200 g) mit Tomatensoße.** Bitte reduzieren Sie den Kohlenhydrat-/Zuckeranteil der Tomatensoße und der Linsen (aus der Dose). Trinken Sie zu dieser Mahlzeit ausschließlich Wasser oder kohlenhydratfreie Getränke wie Cola light oder Zero.

Bitte tragen Sie vor jeder Testmahlzeit alle Informationen unten ein und gehen wie folgt vor:

- Lesen Sie Ihren kontinuierlich gemessenen Glukosewert ab und notieren Sie das Datum und die Uhrzeit, den aktuellen Glukosewert, den Trendpfeil und die berechneten KE mit Insulineinheiten zur Mahlzeit.
- Zeigt Ihr Glukosemesssystem keinen oder einen horizontalen Trendpfeil und liegt Ihr aktueller Glukosewert zwischen 90 und 150 mg/dl bzw. 5,0 und 8,3 mmol/l? Dann können Sie fortfahren.

Bitte direkt vor der Testmahlzeit ausfüllen:

aktueller Glukosewert, Trendpfeil	Datum	Uhrzeit	KE	Insulin- einheiten	Mahlzeit

Ernährungsanpassung mit kontinuierlich gemessenen Glukosedaten Teilnehmer-Dokumentation Testmahlzeit

OBSTSORTEN

Sie sind:

Bei der Testmahlzeit „Obstsorten“ werden heimische oder exotische Obstsorten verglichen:

1 Banane oder Birne (150 g), 1 Apfel (150 g) und 1 Handvoll Beeren (150 g). Bitte beachten Sie die angegebene Menge. Trinken Sie zu dieser Mahlzeit ausschließlich Wasser oder kohlenhydratfreie Getränke wie Cola light oder Zero.

Bitte tragen Sie vor jeder Testmahlzeit alle Informationen unten ein und gehen wie folgt vor:

- Lesen Sie Ihren kontinuierlich gemessenen Glukosewert ab und notieren Sie das Datum und die Uhrzeit, den aktuellen Glukosewert, den Trendpfeil und die berechneten KE mit Insulineinheiten zur Mahlzeit.
- Zeigt Ihr Glukosemesssystem keinen oder einen horizontalen Trendpfeil und liegt Ihr aktueller Glukosewert zwischen 90 und 150 mg/dl bzw. 5,9 und 8,3 mmol/l? Dann können Sie fortfahren.

Bitte direkt vor der Testmahlzeit ausfüllen:

aktueller Glukosewert, Trendpfeil	Datum	Uhrzeit	KE	Insulin- einheiten	Mahlzeit

Ernährungsanpassung mit kontinuierlich gemessenen Glukosedaten Teilnehmer-Dokumentation Testmahlzeit

FAST FOOD

Sie sind:

Bei der Testmahlzeit „Fast Food“ wird eine **Tiefkühlpizza Margherita (300 g)** mit einem **Standard-Fast-Food-Menü mit Hamburger und einer mittelgroßen Portion Pommes (ohne Soße wie Ketchup oder Mayo)** verglichen. Trinken Sie zu dieser Mahlzeit ausschließlich Wasser oder kohlenhydratfreie Getränke wie Cola light oder Zero.

Bitte tragen Sie vor jeder Testmahlzeit alle Informationen unten ein und gehen wie folgt vor:

- Lesen Sie Ihren kontinuierlich gemessenen Glukosewert ab und notieren Sie das Datum und die Uhrzeit, den aktuellen Glukosewert, den Trendpfeil und die berechneten KE mit Insulineinheiten zur Mahlzeit.
- Zeigt Ihr Glukosemesssystem keinen oder einen horizontalen Trendpfeil und liegt Ihr aktueller Glukosewert zwischen 90 und 150 mg/dl bzw. 5,9 und 8,3 mmol/l? Dann können Sie fortfahren.

Bitte direkt vor der Testmahlzeit ausfüllen:

aktueller Glukosewert, Trendpfeil	Datum	Uhrzeit	KE	Insulin- einheiten	Mahlzeit

Ernährungsanpassung mit kontinuierlich gemessenen Glukosedaten Teilnehmer-Dokumentation Testmahlzeit

SCHOKOLADE

Sie sind:

Bei der Testmahlzeit „Schokolade“ wird **Bitterschokolade** mit **Milchschokolade** verglichen.
Trinken Sie zu dieser Mahlzeit ausschließlich Wasser oder kohlenhydratfreie Getränke wie Cola light oder Zero.

Bitte tragen Sie vor jeder Testmahlzeit alle Informationen unten ein und gehen wie folgt vor:

- Lesen Sie Ihren kontinuierlich gemessenen Glukosewert ab und notieren Sie das Datum und die Uhrzeit, den aktuellen Glukosewert, den Trendpfeil und die berechneten KE mit Insulineinheiten zur Mahlzeit.
- Zeigt Ihr Glukosemesssystem keinen oder einen horizontalen Trendpfeil und liegt Ihr aktueller Glukosewert zwischen 90 und 150 mg/dl bzw. 5,0 und 8,3 mmol/l? Dann können Sie fortfahren.

Bitte direkt vor der Testmahlzeit ausfüllen:

aktueller Glukosewert, Trendpfeil	Datum	Uhrzeit	KE	Insulin- einheiten	Mahlzeit

Ernährungsanpassung mit kontinuierlich gemessenen Glukosedaten Teilnehmer-Dokumentation Testmahlzeit

JOGHURT

Sie sind:

Bei der Testmahlzeit „Joghurt“ wird **industriell hergestellter Fruchtojoghurt (3,5% Fett, kein Light- oder Diätprodukt)** mit **Naturjoghurt (1,5% Fett)** verglichen. Zu dem Naturjoghurt können Sie 10 g Obst, z. B. Himbeeren, Blaubeeren oder Äpfel, hinzugeben. Bitte fügen Sie keinen zusätzlichen Zucker, Honig, Birnendicksaft usw. hinzu. Trinken Sie zu dieser Mahlzeit ausschließlich Wasser oder kohlenhydratfreie Getränke wie Cola light oder Zero.

Bitte tragen Sie vor jeder Testmahlzeit alle Informationen unten ein und gehen wie folgt vor:

- Lesen Sie Ihren kontinuierlich gemessenen Glukosewert ab und notieren Sie das Datum und die Uhrzeit, den aktuellen Glukosewert, den Trendpfeil und die berechneten KE mit Insulineinheiten zur Mahlzeit.
- Zeigt Ihr Glukosemesssystem keinen oder einen horizontalen Trendpfeil und liegt Ihr aktueller Glukosewert zwischen 90 und 150 mg/dl bzw. 5,0 und 8,3 mmol/l? Dann können Sie fortfahren.

Bitte direkt vor der Testmahlzeit ausfüllen:

aktueller Glukosewert, Trendpfeil	Datum	Uhrzeit	KE	Insulin- einheiten	Mahlzeit

Ernährungsanpassung mit kontinuierlich gemessenen Glukosedaten Teilnehmer-Dokumentation Testmahlzeit

MÜSLI

Sie sind:

Bei der Testmahlzeit „Müsli“ wird **industriell zusammengestelltes Früchte-Müsli (z. B. Premium Müsli Früchte & Nüsse von Aldi, 60 g, mit 150 ml Milch) mit Haferflocken (40 g) mit 1 EL geschälten Walnüssen und 10 g Obst** verglichen. Verwenden Sie als Obst ausschließlich Beeren (z. B. Himbeeren oder Blaubeeren) oder Äpfel. Trinken Sie zu dieser Mahlzeit ausschließlich Wasser oder kohlenhydratfreie Getränke wie Cola light oder Zero.

Bitte tragen Sie vor jeder Testmahlzeit alle Informationen unten ein und gehen wie folgt vor:

- Lesen Sie Ihren kontinuierlich gemessenen Glukosewert ab und notieren Sie das Datum und die Uhrzeit, den aktuellen Glukosewert, den Trendpfeil und die berechneten KE mit Insulineinheiten zur Mahlzeit.
- Zeigt Ihr Glukosemesssystem keinen oder einen horizontalen Trendpfeil und liegt Ihr aktueller Glukosewert zwischen 90 und 150 mg/dl bzw. 5,9 und 8,3 mmol/l? Dann können Sie fortfahren.

Bitte direkt vor der Testmahlzeit ausfüllen:

aktueller Glukosewert, Trendpfeil	Datum	Uhrzeit	KE	Insulin- einheiten	Mahlzeit

Ernährungsanpassung mit kontinuierlich gemessenen Glukosedaten Teilnehmer-Dokumentation Testmahlzeit

REIHENFOLGE

Sie sind:

Bei dem Test „Reihenfolge“ werden der protein- und kohlenhydrathaltige Teil des Frühstücks nicht gemeinsam, sondern nacheinander mit einem 10-minütigen Abstand gegessen, und zwar einmal **Proteine zuerst** und einmal **Kohlenhydrate zuerst**. Proteinhaltiger Teil: 1 Ei und 150 g Naturjoghurt (1,5 % Fett), kohlenhydrathaltiger Teil: 1 Weizenbrötchen (45 g) mit 10 g Butter und 1 Scheibe Schinken oder Käse. Trinken Sie zu dieser Mahlzeit ausschließlich Wasser oder kohlenhydratfreie Getränke wie Cola light oder Zero.

Bitte tragen Sie vor jeder Testmahlzeit alle Informationen unten ein und gehen wie folgt vor:

- Lesen Sie Ihren kontinuierlich gemessenen Glukosewert ab und notieren Sie das Datum und die Uhrzeit, den aktuellen Glukosewert, den Trendpfeil und die berechneten KE mit Insulineinheiten zur Mahlzeit.
- Zeigt Ihr Glukosemesssystem keinen oder einen horizontalen Trendpfeil und liegt Ihr aktueller Glukosewert zwischen 90 und 150 mg/dl bzw. 5,0 und 8,3 mmol/l? Dann können Sie fortfahren.

Bitte direkt vor der Testmahlzeit ausfüllen:

aktueller Glukosewert, Trendpfeil	Datum	Uhrzeit	KE	Insulin- einheiten	Mahlzeit

Ernährungsanpassung mit kontinuierlich gemessenen Glukosedaten Teilnehmer-Dokumentation Testmahlzeit

Sie sind:

Testmahlzeit:

Testmahlzeit:

Testmahlzeit:

Bitte tragen Sie vor jeder Testmahlzeit alle Informationen unten ein und gehen wie folgt vor:

- Lesen Sie Ihren kontinuierlich gemessenen Glukosewert ab und notieren Sie das Datum und die Uhrzeit, den aktuellen Glukosewert, den Trendpfeil und die berechneten KE mit Insulineinheiten zur Mahlzeit.
- Zeigt Ihr Glukosemesssystem keinen oder einen horizontalen Trendpfeil und liegt Ihr aktueller Glukosewert zwischen 90 und 150 mg/dl bzw. 5,0 und 8,3 mmol/l? Dann können Sie fortfahren.

Bitte direkt vor der Testmahlzeit ausfüllen:

aktueller Glukosewert, Trendpfeil	Datum	Uhrzeit	KE	Insulin- einheiten	Mahlzeit



Alter: 38 Jahre
Geschlecht: männlich
BMI: 26,0 kg/m²
Diabetes mellitus: Typ 1
letzter HbA_{1c}-Wert: 7,6 %
Diabetesdauer: 16 Jahre
Therapieform: ICT

Peter sagt, dass er im Alltag als Bürokaufmann sehr auf seine Glukosewerte achtet und die Therapievorgaben befolgt. Dennoch ist er aufgrund der zum Teil sehr hohen Glukosewerte nicht zufrieden.

Therapieparameter:

- Insulin aspart (faster): KE-Faktoren: 2-2-2 E/KE
Korrekturfaktor: 1 Einheit/35 mg/dl bzw. 1,9 mmol/l / Zielwert: 120 mg/dl bzw. 6,7 mmol/l
- Insulin degludec: 30 E/24 h

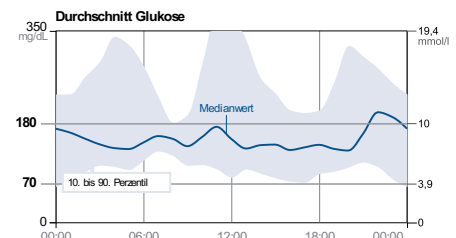
MOMENTAUFNAHME

21 November 2018 - 18 Februar 2019 (90 Tage)

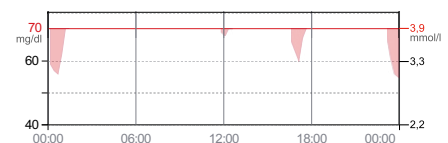
Glukose

Geschätzter HbA_{1c} **7,3 %** bzw **56 mmol/mol**

GLUKOSE-DURCHSCHNITT	9,1 mmol/l	164 mg/dL
% über Zielbereich		30 %
% im Zielbereich		68 %
% unter Zielbereich		2 %

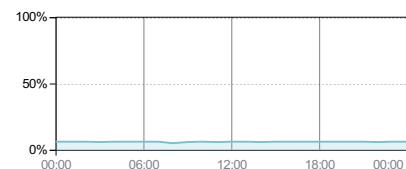


EREIGNISSE MIT NIEDRIGEM GLUKOSEWERT	3
Durchschnittliche Dauer	80 Min.



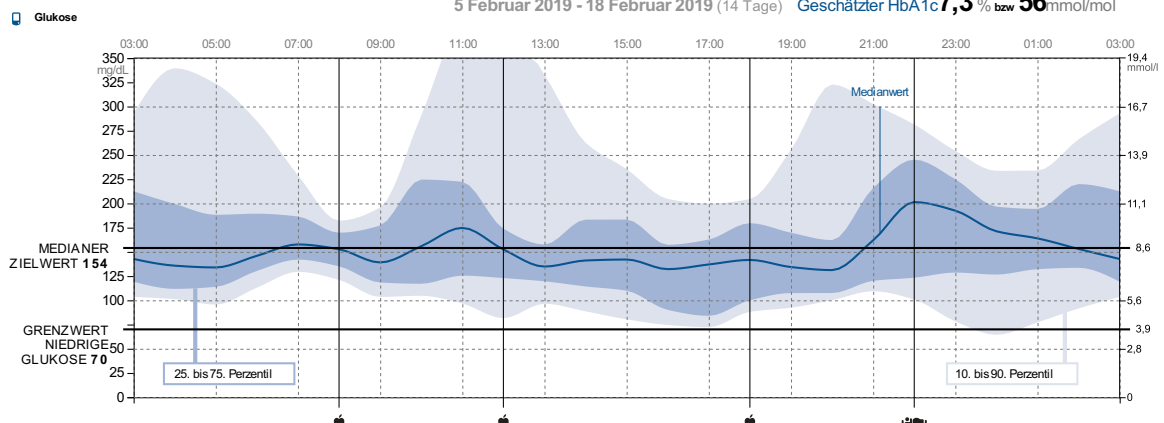
Sensorbenutzung

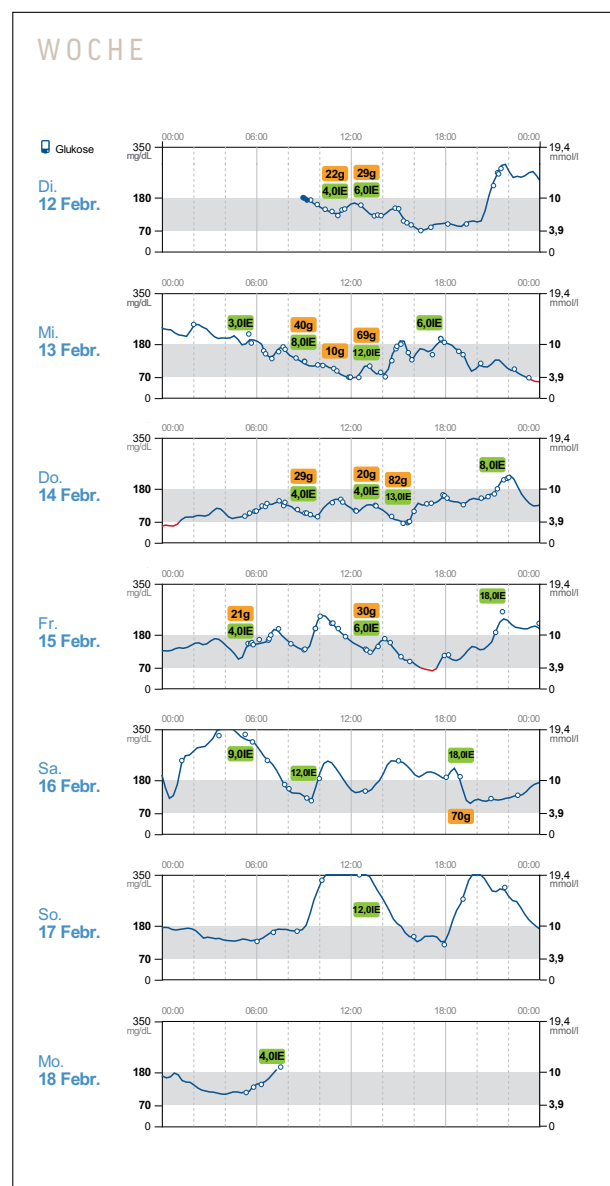
ERFASSTE SENSORDATEN	7 %
Tägliche Scans	2

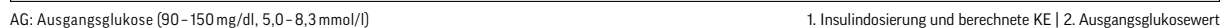


TAGESMUSTER

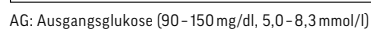
5 Februar 2019 - 18 Februar 2019 (14 Tage) Geschätzter HbA_{1c} **7,3 %** bzw **56 mmol/mol**



Strukturierte AGP-Analyse:Schritt 1 ☒**Datenqualität**Schritt 2 ☐**Zielbereich und TIR**Schritt 3 ☐**Hypoglykämien**Schritt 4 ☐**Glukosevariabilität**Schritt 5 ☐**Glukosestabilität****Einzeltageanalyse:**



Praktische Empfehlung:



1. Insulindosierung und berechnete KE | 2. Ausgangsglukosewert

Praktische Empfehlung:



Alter: 37 Jahre
Geschlecht: weiblich
BMI: 29 kg/m²
Diabetes mellitus: Typ 2
letzter HbA_{1c}-Wert: 6,0 %
Diabetesdauer: 17 Jahre
Therapieform: ICT

Vera freut sich über ihren guten HbA_{1c}-Wert. Seit ihrer Diabetesdiagnose hat sie gegen ihr Übergewicht gekämpft. Veras Ziel ist es, ihre Insulindosis weiter zu reduzieren.

Therapieparameter:

- Insulin aspart (faster): KE-Faktoren: 2-1-2 E/KE
Korrekturfaktor: 1 Einheit/30 mg/dl bzw. 1,7 mmol/l / Zielwert: 100 mg/dl bzw. 5,6 mmol/l
- Insulin glargin: 25 E/24h
- Dapagliflozin/Metformin 5/1000: 1-0-1, Dulaglutid 0,75 mg 1x wöchentlich

MOMENTAUFNAHME

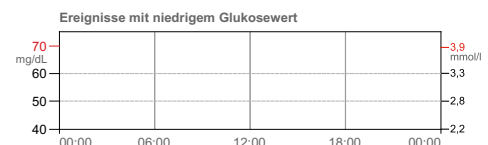
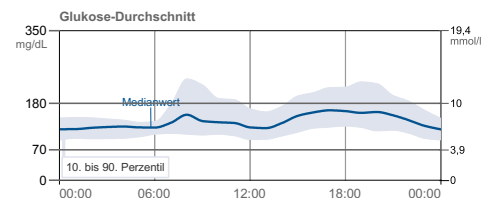
4. Februar 2019 - 4. März 2019 (29 Tage)

Glukose

Geschätzter HbA_{1c} 6,5% oder 48 mmol/mol

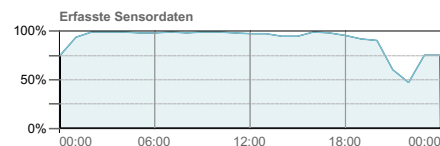
GLUKOSE-DURCHSCHNITT	7,8 mmol/l	141 mg/dL
% über Zielbereich		13 %
% im Zielbereich		87 %
% unter Zielbereich		0 %

EREIGNISSE MIT NIEDRIGEM GLUKOSEWERT	0
Durchschnittliche Dauer	0 Min.



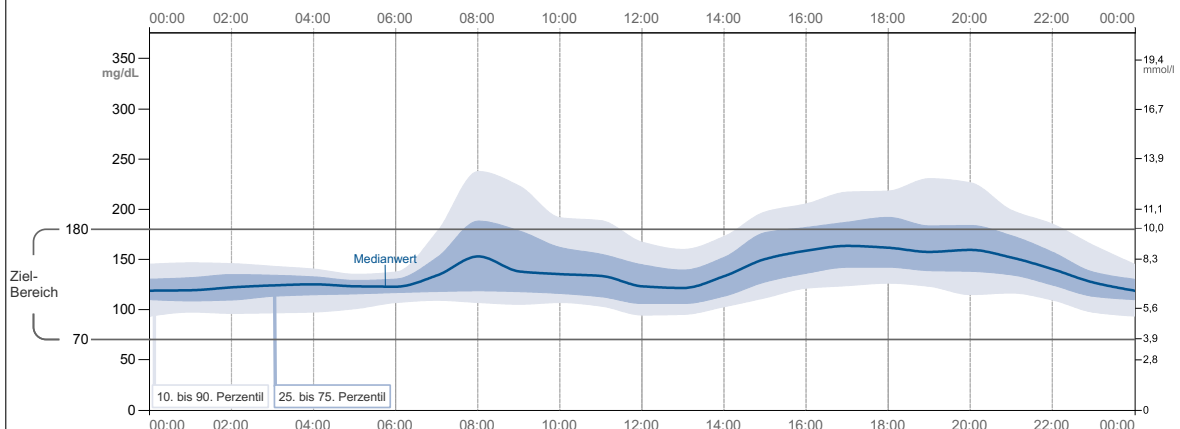
Sensorbenutzung

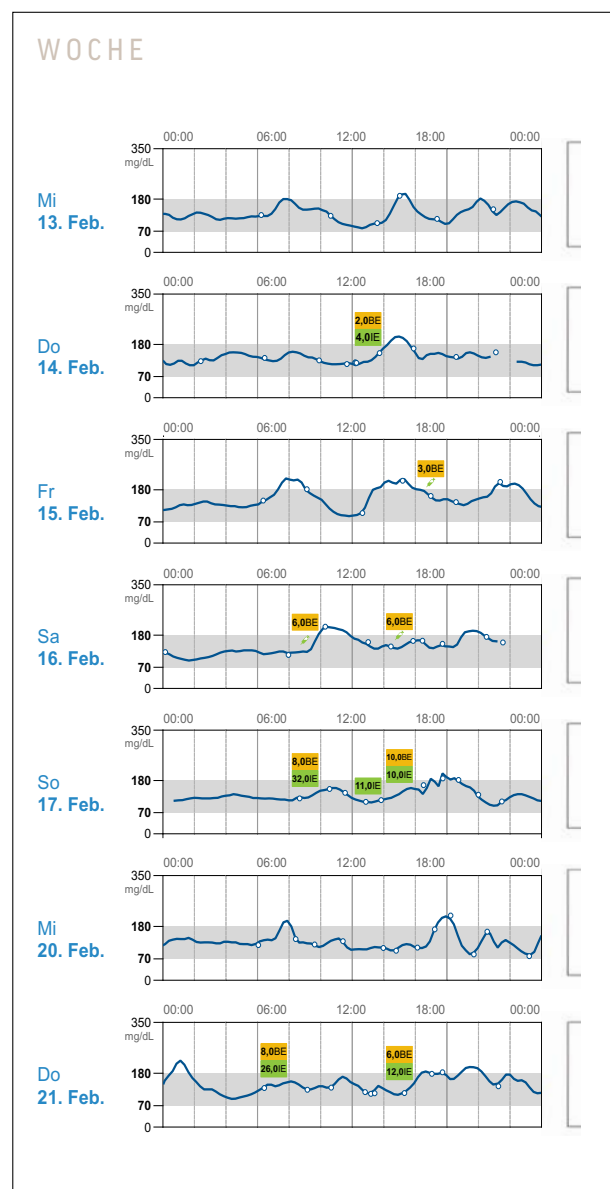
ERFASSTE SENSORDATEN	92 %
Tägliche Scans	8

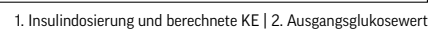


TAGESMUSTER

Glukose 4. Februar 2019 - 4. März 2019 (29 Tage) Geschätzter HbA_{1c} 6,5% oder 48 mmol/mol



Strukturierte AGP-Analyse:Schritt 1 ☒**Datenqualität**Schritt 2 ☐**Zielbereich und TIR**Schritt 3 ☐**Hypoglykämien**Schritt 4 ☐**Glukosevariabilität**Schritt 5 ☐**Glukosestabilität****Einzeltageanalyse:**



	Fertigmüsli	Haferflocken
1. Postprandialer Glukosewert:		
2. Differenz des Anstiegs:		
3. Glukoseanstieg:		
4. Dauer:		
5. Individuelle Auffälligkeiten:		
Zusammenfassung:		

Praktische Empfehlung:

1. Insulindosierung und berechnete KE | 2. Ausgangsglukosewert

	Fruchtjoghurt	Naturjoghurt mit Obst
1. Postprandialer Glukosewert:		
2. Differenz des Anstiegs:		
3. Glukoseanstieg:		
4. Dauer:		
5. Individuelle Auffälligkeiten:		
Zusammenfassung:		



Alter: 52 Jahre
Geschlecht: weiblich
BMI: 27 kg/m²
Diabetes mellitus: Typ 1
letzter HbA_{1c}-Wert: 7,1%
Diabetesdauer: 35 Jahre
Therapieform: CSII

Irene sieht sich nach ihrer Schulung im letzten Jahr regelmäßig ihre Glukoseverläufe zu Hause an. Mit den großen Schwankungen während des gesamten Tages ist sie nicht zufrieden. Gemeinsam mit ihrem Diabetes-team betrachtet sie ihre Glukoseverläufe.

Therapieparameter:

- Insulin aspart (faster): KE-Faktoren: 1,3-1,5-1,75-1,3 E/KE
 Korrekturfaktor: 1 Einheit/50 mg/dl bzw. 2,8 mmol/l / Zielwert: 100 mg/dl bzw. 5,6 mmol/l
- Basalrate: 17 E/24 h

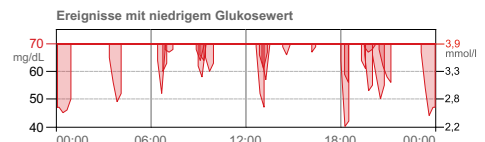
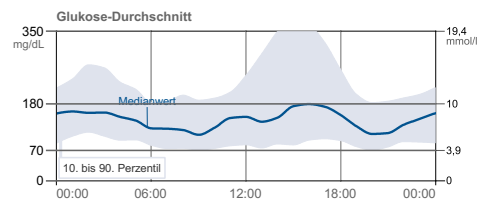
MOMENTAUFNAHME

Glukose

Geschätzter HbA_{1c} 7,1% oder 54 mmol/mol

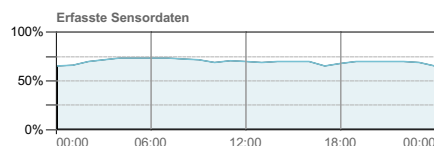
GLUKOSE-DURCHSCHNITT	8,7 mmol/l	156 mg/dL
% über Zielbereich		26 %
% im Zielbereich		70 %
% unter Zielbereich		4 %

EREIGNISSE MIT NIEDRIGEM GLUKOSEWERT	21
Durchschnittliche Dauer	50 Min.



Sensorbenutzung

ERFASSTE SENSORDATEN	70 %
Tägliche Scans	18

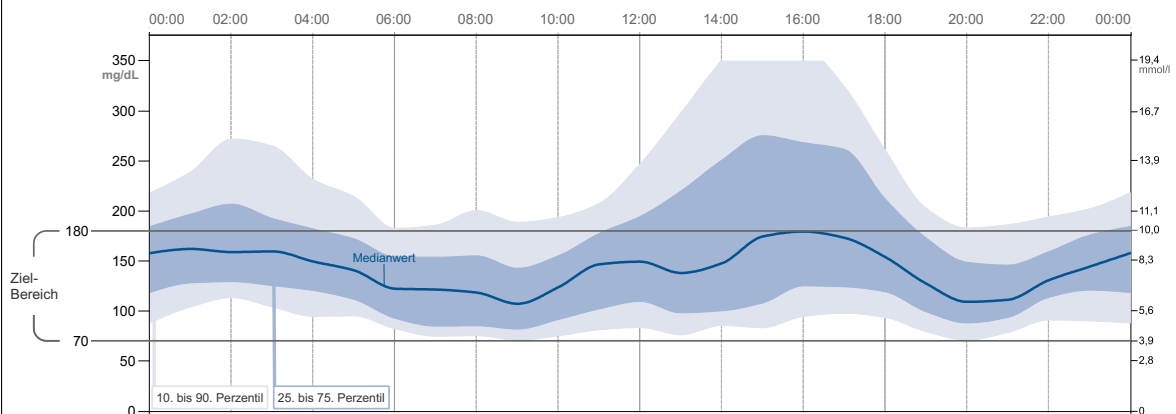


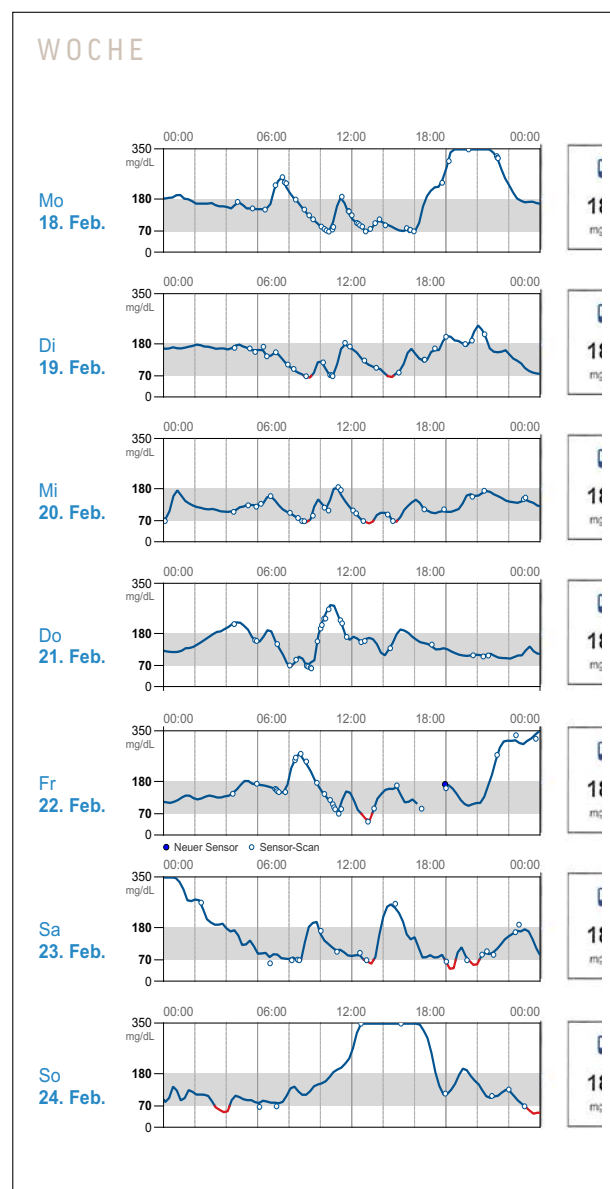
TAGESMUSTER

Glukose

1. Februar 2019 - 28. Februar 2019 (28 Tage)

Geschätzter HbA_{1c} 7,1% oder 54 mmol/mol

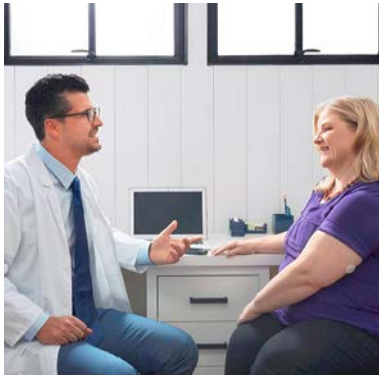


Strukturierte AGP-Analyse:Schritt 1 ☒**Datenqualität**Schritt 2 ☐**Zielbereich und TIR**Schritt 3 ☐**Hypoglykämien**Schritt 4 ☐**Glukosevariabilität**Schritt 5 ☐**Glukosestabilität****Einzeltageanalyse:**



Praktische Empfehlung:

	Apfel	Banane/Birne	Beeren
1. Postprandialer Glukosewert:			
2. Differenz des Anstiegs:			
3. Glukoseanstieg:			
4. Dauer:			
5. Individuelle Auffälligkeiten:			
Zusammenfassung:			



Alter: 47 Jahre
Geschlecht: weiblich
BMI: 39 kg/m²
Diabetes mellitus: Typ 2
letzter HbA_{1c}-Wert: 8 %
Diabetesdauer: 17 Jahre
Therapieform: ICT

Therapieparameter:

- Insulin: KE-Faktoren: 5-5-6 E/KE
Korrekturfaktor: 1 Einheit/20mg/dl bzw. 1,1mmol/l / Zielwert: 120mg/dl bzw. 6,7mmol/l
- Insulin glargin: 25 E/24h
- Sitagliptin/Metformin 50/1000: 1-0-1

Brigitte ist nicht zufrieden mit ihrer Glukoseeinstellung und möchte gern Gewicht reduzieren. Dazu fragt sie ihren Diabetologen um Rat.

MOMENTAUFNAHME

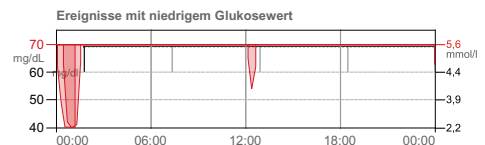
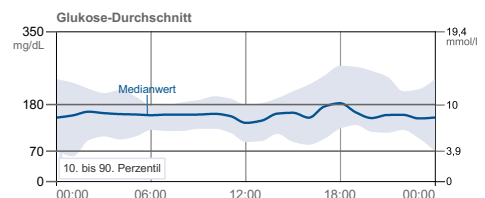
14. Februar 2019 - 26. Februar 2019 (13 Tage)

Glukose

 Geschätzter HbA_{1c} 7,2% oder 55 mmol/mol

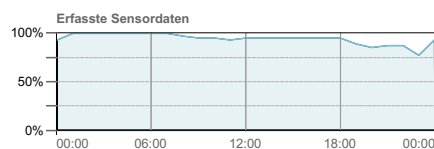
GLUKOSE-DURCHSCHNITT	8,9 mmol/l	160 mg/dL
% über Zielbereich	26 %	
% im Zielbereich	73 %	
% unter Zielbereich	1 %	

EREIGNISSE MIT NIEDRIGEM GLUKOSEWERT	3
Durchschnittliche Dauer	70 Min.



Sensorbenutzung

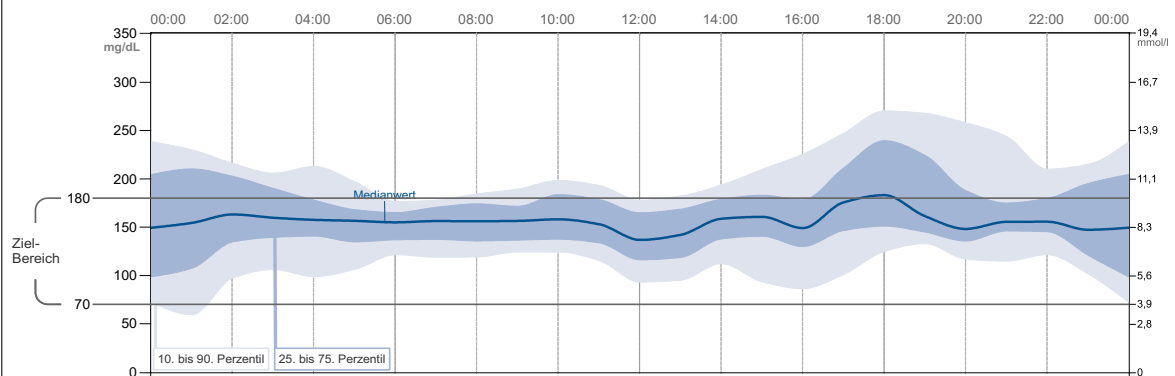
ERFASSTE SENSORDATEN	95 %
Tägliche Scans	10

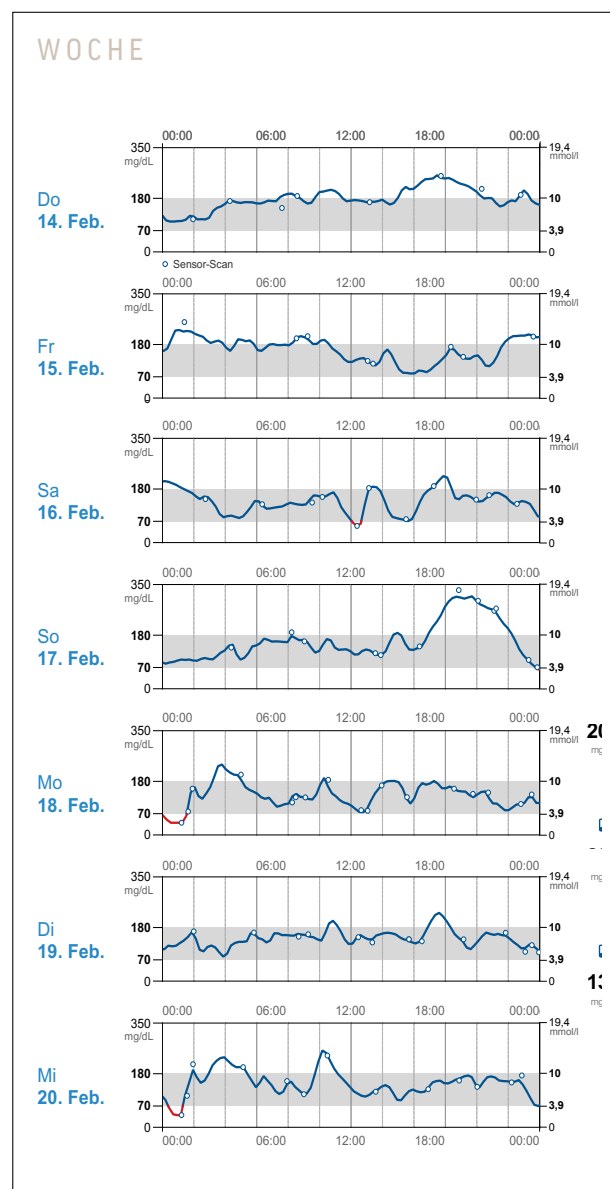


TAGESMUSTER

Glukose

14. Februar 2019 - 26. Februar 2019 (13 Tage)

 Geschätzter HbA_{1c} 7,2% oder 55 mmol/mol


Strukturierte AGP-Analyse:Schritt 1 ☒**Datenqualität**Schritt 2 ☐**Zielbereich und TIR**Schritt 3 ☐**Hypoglykämien**Schritt 4 ☐**Glukosevariabilität**Schritt 5 ☐**Glukosestabilität****Einzeltageanalyse:**



Praktische Empfehlung:



Praktische Empfehlung:

Strukturierte AGP-Analyse

Schritt 1 	Auswertezeitraum umfasst Tage ohne Sensortragen, Datenqualität ungenügend; daher nur Tage betrachten, an denen der Sensor getragen wurde; Auswertezeitraum sollte 14 bis 28 Tage sein
Datenqualität	
Schritt 2 	Zielbereich richtig eingestellt, TIR erreicht fast Mindestanforderung von 70%, 30% der Glukosewerte liegen über Zielbereich
Zielbereich und TIR	
Schritt 3 	Auswertezeitraum entspricht nicht Empfehlung, aber keine Hypoglykämien unter 54 mg/dl bzw. 3,0 mmol/l; keine wesentliche Hypoglykämie-Problematik
Hypoglykämien	
Schritt 4 	IQR zu den Mahlzeiten und in der Nacht verbreitert, ansonsten akzeptabel; IDR weist starke Schwankungen besonders zu den Mahlzeiten und in der Nacht auf
Glukosevariabilität	
Schritt 5 	Stabilität kann aufgrund der hohen Schwankungen zu den Mahlzeiten nicht betrachtet werden
Glukosestabilität	

Einzeltaganalyse

Peter hat nach seinem letzten Gespräch die KE-Faktoren eigenständig angepasst und die Insulinmenge erhöht. Dies wird in der Dokumentation sichtbar. Allerdings passen die gespritzten Einheiten und die aufgenommene Kohlenhydratmenge nicht immer zusammen.

Es ist eine hohe Variabilität zu erkennen, die nicht einheitlich ist. Mahlzeiten sind teilweise nicht dokumentiert.

Peter isst morgens und abends gern Brot. Um den Einfluss von Peters Ernährungsweise auf seine Blutzuckervariabilität zu bewerten, empfehlen sich Mahlzeitentests und die Dokumentation der Ernährung.

Mahlzeitentest 1

	50 g Weizentost	50 g Roggenbrot	50 g Vollkornbrot
1. Postprandialer Glukosewert:	<180/10,0	<180/10,0	<180/10,0
2. Differenz des Anstiegs:	<60/3,3	<60/3,3	<60/3,3
3. Glukoseanstieg:	mittel	langsam	langsam
4. Dauer:	<4	<3	<3
5. Individuelle Auffälligkeiten:	nein	nein	postprandialer Glukoseabfall
Zusammenfassung:	gelb	grün	grün

Praktische Empfehlung:

Von den getesteten Brotsorten zeigt sich bei Vollkornbrot der beste postprandiale Verlauf. Peter sollte Vollkornbrot mit ganzen Körnern gegenüber Brotsorten aus fein gemahlenem Weißmehl bevorzugen. Aufgrund des höheren Ballaststoffanteils im Vollkornbrot ist der GI niedriger als bei reinem Roggen- und bei Weizentost. Er sollte beim Bäcker nachfragen, ob die jeweilige Brotsorte Vollkornmehl enthält oder bei abgepacktem Brot auf die Zutatenliste schauen. Dabei ist Vollkornbrot vorteilhafter als Vollkorntost, der zwar Ballaststoffe enthält, die Körner jedoch gemahlen wurden. Vollkorntost ist wegen der Inhaltsstoffe vorteilhafter als einfaches Weizentost. Die unterschiedlichen Effekte auf seinen postprandialen Glukoseverlauf sollte Peter sowohl mit den von ihm bevorzugten Brotsorten als auch mit verschiedenen Portionsgrößen testen (GL).

Wissenschaftliche Einordnung:

► Siehe Seite 17 ff.

Definitionsgemäß gilt ein Vollkornbrot als vollwertig, wenn mindestens 50 % im Brot einem vollen Korn entsprechen (van der Kamp 2014). Im Gegensatz dazu enthalten reines Roggenbrot und Weizentost fein gemahlene Körner. Für den GI ist die Größe der Körner entscheidend und erklärt daher den unterschiedlichen Effekt der Brotsorten auf den postprandialen Glukoseverlauf. Vollkorntost enthält zwar Ballaststoffe, aufgrund der feinen Mahlung haben diese jedoch nur einen geringen Einfluss auf den glykämischen Verlauf (Goletzke 2016, Scanzina 2013). Enthalten sind hier vor allem lösliche Ballaststoffe, wie Pektine, Inulin, Oligofruktose und lösliche Hemizellulosen, die ebenfalls in Obst und Gemüse zu finden sind. Sauerteig hat durch die Fermentierung einen niedrigeren GI als Weizentost. Der positive Effekt von Vollkorn auf den postprandialen Glukoseverlauf und somit auf die glykämische Kontrolle resultiert somit aus der intakten Struktur der Körner und den darin enthaltenen Ballaststoffen (Wang 2015, van der Kamp 2014). Dabei ist Vollkornweizen ebenso vorteilhaft wie andere Getreidesorten (Wang 2015). Zu beachten ist, dass Vollkornbrot und reines Roggenbrot mit Zucker gefärbt sein können, sodass die Glukoseverläufe anders ausfallen.

Wichtig für die Beurteilung einer Mahlzeit ist aber auch die intraindividuelle Variabilität des GI. Mögliche Gründe für diese Variabilität sind Zeit nach dem Aufstehen, Schlaf, Sport, Mahlzeiten, Hypoglykämien, Stress, Krankheit, Zeitpunkt der Mahlzeit aufgrund der tageszeitlich (circadian) unterschiedlichen Insulinresistenz (Kessler 2017, Matthan 2016, Zeevi 2015).

Mahlzeitentest 2

	50 g Weizentost	100 g Weizentost
1. Postprandialer Glukosewert:	<180/10,0	>250/13,9
2. Differenz des Anstiegs:	<60/3,3	>100/5,6
3. Glukoseanstieg:	mittel	schnell
4. Dauer:	<4	>4
5. Individuelle Auffälligkeiten:	nein	nein
Zusammenfassung:	gelb	orange

Praktische Empfehlung:

Peter liebt Weizentost. Er hatte in dem vorangegangenen Test erkannt, dass nach Genuss von Vollkornbrot bessere postprandiale Verläufe zu erzielen sind. Er testet jetzt aus, wie die postprandialen Verläufe nach Verdopplung der GL bei Weizentost für ihn sind. Auch der Brotbelag ist entscheidend für den postprandialen Verlauf und kann gut in Mahlzeitentests überprüft werden.

Wissenschaftliche Einordnung:

► Siehe Seite 22

GI und GL von Broten können zwischen Brotsorten und individuell variieren, daher empfehlen sich Mahlzeitentests. Die Kohlenhydratmenge pro Mahlzeit kann deutliche Unterschiede im Glukoseverlauf herbeiführen. Dass diese Komponente einen Effekt hat, muss jedoch nicht immer zutreffen.

Mahlzeitentest 3

	Kohlenhydrate zuerst	Proteine zuerst
1. Postprandialer Glukosewert:	180 – 250 / 10,0 – 13,9	< 180 / 10,0
2. Differenz des Anstiegs:	> 100 / 5,6	< 60 / 3,3
3. Glukoseanstieg:	mittel	langsam
4. Dauer:	> 4	< 3
5. Individuelle Auffälligkeiten:	nein	postprandialer Glukoseabfall
Zusammenfassung:		

Praktische Empfehlung:

Da Peter auch gern Weizenbrötchen und Ei zum Frühstück isst, ist die Änderung der Reihenfolge der Mahlzeit für ihn eine einfach umzusetzende Möglichkeit, um den postprandialen Glukoseverlauf positiv zu beeinflussen. Ei und Joghurt sind eine Möglichkeit, wobei z.B. auch Quark oder Gemüse einen ähnlichen Effekt erzielen können. Wie viel er davon essen sollte und in welchem zeitlichen Abstand, muss er ausprobieren. Hierbei kann eine sinnvolle Strategie sein, dass Peter langsam isst. Beim Mittag- und Abendessen kann auch der Verzehr von Gemüse, Salat und Fleisch vor den Kohlenhydraten sinnvoll sein. Die Insulintherapie muss er dafür eventuell anpassen.

Auch bei Typ-2-Diabetes ist es empfehlenswert, erst die Proteine zu essen. Die Proteine stimulieren die körpereigene Insulinsekretion, was wie ein „Morgengupf“ wirkt.

Wissenschaftliche Einordnung:

► Siehe Seite 35 ff.

Einen positiven Effekt auf den postprandialen Glukoseverlauf kann durch den „Protein Preload“-Effekt erzielt werden (Kuwata 2016). Wenn zuerst Proteine oder Gemüse gegessen werden, werden die Magenentleerung verzögert und die Kohlenhydratresorption verlangsamt. Ideale Proteinquellen zum Frühstück sind dabei Eier, Quark und Naturjoghurt, andere Proteinquellen wie Fisch, Fleisch oder Käse hätten dieselben Effekte.

Die Autoren Mignone und Jakubowicz (Mignone 2015, Jakubowicz 2015) beschreiben bei Menschen mit Typ-2-Diabetes eine Stimulation der Insulinsekretion durch die primäre Aufnahme von Proteinen, welche als „Morgengupf“ vergleichbar ist mit einer kleinen Insulindosis.

Beim Intervallfasten gibt es eine Besonderheit und zwar bedingt durch das Auslassen des Frühstücks, „Breakfast Skipping“ genannt (Jakubowicz 2015). Die durch das Fasten bedingte Glukagonsekretion bewirkt im Tagesverlauf einen höheren Insulinbedarf.

Strukturierte AGP-Analyse

Schritt 1 ☒	Datenqualität	Datenqualität ausreichend, aber Lücke zwischen ca. 21 und 0 Uhr
Schritt 2 ☒	Zielbereich und TIR	Zielbereich entsprechend Empfehlung eingestellt; TIR 87% (Mindestanforderung erreicht), 13% der Glukosewerte über Zielbereich
Schritt 3 ☒	Hypoglykämien	in 29 Tagen keine Hypoglykämien
Schritt 4 ☒	Glukosevariabilität	IQR über den Tag hinweg schmal, IDR nach Frühstück und ab Nachmittag breiter
Schritt 5 ☒	Glukosestabilität	Stabilität zufriedenstellend, morgens und nachmittags könnten Stabilitätsverbesserungsmöglichkeiten besprochen werden

Einzeltaganalyse

Vera strebt an, weiter die Variabilität zu reduzieren und die Insulindosis zu verringern. Durch die Kombination von Insulin, SGLT-2-Hemmer, GLP-1-Rezeptoragonist, angepasstem Ernährungsverhalten und Fitnessverbesserung ließ sich das Gewicht über Jahre im Rahmen halten bzw. stabilisieren und die Insulinmenge deutlich reduzieren.

Tipp: Vera sollte direkt vor dem Schlafengehen scannen, um die Datenlücke möglichst kurz zu halten. Gründe für Datenlücken können neben nicht regelmäßigem Scannen alle acht Stunden folgende sein: starke Kälte (z.B. Skifahren im T-Shirt) oder starke Hitze (z.B. Sauna) oder ein Sensorwechsel.

Mahlzeitentest 1

	Fertigmüsli	Haferflocken
1. Postprandialer Glukosewert:	<180/10,0	<180/10,0
2. Differenz des Anstiegs:	60 – 100/3,3 – 5,6	<60/3,3
3. Glukoseanstieg:	mittel	langsam
4. Dauer:	<4	<3
5. Individuelle Auffälligkeiten:	nein	nein
Zusammenfassung:	gelb	grün

Praktische Empfehlung:

Der Verlauf des Mahlzeitentests von Vera mit Fertigmüsli und selbst hergestelltem Müsli entspricht den Erwartungen, indem Fertigmüsli aufgrund des zugesetzten Zuckers zu einem höheren und langanhaltenden Glukoseverlauf führt. Für sie wird deutlich, dass sie durch das eigenständige Mischen von Müsli mit Haferflocken einen günstigeren Glukoseverlauf beobachten und zudem Kalorien und Insulin sparen kann. Zu empfehlen sind dabei kernige Haferflocken, weil diese normalerweise eine niedrigere glykämische Last haben als zarte Haferflocken. Vera möchte daher das eigenständig zusammengestellte Müsli in ihren Alltag integrieren und somit Gewicht reduzieren. Da Glukoseverläufe individuell sehr unterschiedlich sein können, sollte sie die für sie passende Müslivariante mit Haferflocken auswählen und während der Gewichtsreduktion den Glukoseverlauf noch einmal betrachten und die Insulinmenge gegebenenfalls reduzieren.

Wissenschaftliche Einordnung:

► Siehe Seite 23 ff.

Durch das Vermeiden von Zucker in Verbindung mit einer hypokalorischen Ernährungsweise und Bewegung kann eine Gewichtsreduktion erreicht werden. Dieser Effekt wird zudem begleitet von einer geringeren Insulinresistenz, sodass im Verlauf die Insulinmenge voraussichtlich reduziert werden kann (Kempf 2017). Ein Hauptproblem von Zucker ist das Suchtpotenzial, da durch den Konsum Belohnungshormone (z. B. Dopamin) ausgeschüttet werden (Lennerz 2018). Für eine langfristige Umstellung der Ernährung ist es daher ratsam, unterschiedliche Mahlzeiten-Varianten auszuprobieren, die mit einer stetigen Reduktion von Süße dennoch als geschmackvoll empfunden und so langfristig in den Alltag integriert werden. Haferflocken unterscheiden sich stark in ihrer Wirkung auf den postprandialen Glukoseverlauf. Kernige Haferflocken haben einen niedrigeren GI und für deren Verzehr konnte ein positiver Effekt auf den postprandialen Glukoseverlauf und den Lipidstoffwechsel bei Menschen mit Typ-2-Diabetes nachgewiesen werden (Hollaender 2015, Hou 2015, Othmann 2011). Im Gegensatz dazu bewirken Instant- und zarte Haferflocken mit einem hohen GI entsprechend höhere postprandiale Glukoseverläufe. Die Empfehlung schließt daher kernige Haferflocken als auch die Betrachtung der Zusammensetzung von Müsli im Handel als Fertigmischung (vgl. Inhaltsangabe auf dem Nahrungsmittel) mit ein.

Mahlzeitentest 2

	Fruchtjoghurt	Naturjoghurt mit Obst
1. Postprandialer Glukosewert:	<180/10,0	<180/10,0
2. Differenz des Anstiegs:	<60/3,3	<60/3,3
3. Glukoseanstieg:	langsam	langsam
4. Dauer:	<3	<3
5. Individuelle Auffälligkeiten:	nein	nein
Zusammenfassung:	grün	grün

Praktische Empfehlung:

Beim Vergleich der Glukoseverläufe fällt Vera auf, dass sowohl Fruchtjoghurt als auch Naturjoghurt zu einem ähnlichen Glukoseverlauf führen. Dennoch sollte sie Zucker möglichst weglassen und sich für Naturjoghurt entscheiden, den sie mit Obst ergänzen kann. Bei reduziertem Zuckerkonsum konnte Vera die Insulinmenge reduzieren.

Achtung: In der Nährwertanalyse wird zwar Zucker genannt, aber es wird nicht zwischen unterschiedlichen Zuckerarten unterschieden. Bitte auf die Zutatenliste schauen – hinter folgenden Begriffen versteckt sich Zucker: Dextrose, Isoglukose, Laktose, Maltose, Saccharose, Dextrin, Invertzucker und Raffinade. Da Glukose nicht die alleinige Zuckerart ist, muss z.B. auch die Menge an enthaltener Fruktose beachtet werden.

Andere Patienten sehen bei dem Vergleich unterschiedlicher Joghurtarten einen deutlich günstigeren Glukoseverlauf bei dem Naturjoghurt ohne Zuckerzusatz. Diese Variante enthält von Natur aus weniger Zucker und Zusatzstoffe.

Die WHO empfiehlt einen maximalen Konsum von 25g Zucker pro Tag. Empfehlenswerte Milchprodukte sind die ohne zusätzlichen Zuckerzusatz wie Naturjoghurt, Buttermilch, Kefir und Sauermilch.

Wissenschaftliche Einordnung:

► Siehe Seite 23 ff.

Im Gegensatz zu Glukose wird Fruktose im Körper insulinunabhängig verstoffwechselt. Vor allem in Hinblick auf den Leberstoffwechsel ist dies von Bedeutung, da Fruktose in der Leber direkt in Fett umgewandelt wird, sodass das Süßen von Lebensmitteln mit Fruktose das Risiko für eine Fettleber erhöht. Zu beachten ist, dass Saccharose zu jeweils 50 % aus Fruktose und Glukose besteht. Somit steht nur die Hälfte des Süßungsmittels in Form von Glukose für Muskeln und Gehirn als Energie bereit (Lyssiotis 2013). Zudem fördert der tägliche Konsum von 250 ml zuckerhaltigen Getränken, die mit einem hohen Fruktosegehalt gesüßt wurden, das Entstehen von Typ-2-Diabetes nachweislich (Schulz 2004).

Präventive Effekte für Typ-2-Diabetes durch den Verzehr von Naturjoghurt konnte Panahi (Panahi 2016) nachweisen sowie Mozaffarian (Mozaffarian 2016) kardiovaskuläre Erkrankungen.

Strukturierte AGP-Analyse:

Schritt 1 ☒	Datenqualität ausreichend
Datenqualität	
Schritt 2 ☒	Zielbereich entsprechend Empfehlung eingestellt; 70% der Werte im Zielbereich (entspricht Mindestanforderung), 4% unter Zielbereich (Ziel: <4%)
Zielbereich und TIR	
Schritt 3 ☒	mehrere Glukosewerte unter 54 mg/dl bzw. 3,0 mmol/l: Stufe 3 (Einteilung der Hypoglykämien siehe Kröger 2018), Intervention wird empfohlen
Hypoglykämien	
Schritt 4 ☒	IQR in der Nacht und am Vormittag akzeptabel, jedoch zum Mittag stark verbreitert; IDR ebenfalls eher breit, mit erhöhter Variabilität nachts und besonders mittags
Glukosevariabilität	
Schritt 5 ☐	hohe Variabilität, Bewertung der Stabilität zunächst zurückgestellt
Glukosestabilität	

Einzeltaganalyse:

Es gibt einzelne Ausreißer mit hohen Glukosewerten, besonders am Nachmittag und Abend. Nach einer Hypoglykämie kann zudem ein Glukoseanstieg beschrieben werden, der vermutlich durch eine Gegenregulation verursacht wurde. Irene sollte verschiedene Mahlzeiten strukturiert testen.

Zur weiteren Analyse fehlt die Dokumentation der Mahlzeiten und Insulindosen.

Das Verhindern von Hypoglykämien steht im ersten therapeutischen Schritt im Vordergrund. Die Anzahl der Hypoglykämien unter 70 mg/dl bzw. 3,9 mmol/l sollte <4% sein, unter 54 mg/dl bzw. 3,0 mmol/l <1%. Liegen tiefe Glukosewerte vor, sollte Irene den Blutzucker gegenmessen. Da bei Irene vermehrt Hypoglykämien auftreten, sollte besprochen werden, ob sie diese im Verlauf des Tages bemerkt und was die Ursache für die Hypoglykämien sein könnte.

Die Einzeltaganalyse zeigt, dass Irene über den Tag vor allem am Vormittag sehr häufig scannt und die Anzahl am Nachmittag bzw. Abend als auch am Wochenende nachlässt.

Mahlzeitentest 1

	Linsen	Spaghetti	Kartoffeln
1. Postprandialer Glukosewert:	<180/10,0	180-250/10,0-3,9	<180/10,0
2. Differenz des Anstiegs:	<60/3,3	>100/5,6	60-100/3,3-5,6
3. Glukoseanstieg:	langsam (Abfall)	schnell	schnell
4. Dauer:	<3	>4	<3
5. Individuelle Auffälligkeiten:	postprandialer Glukoseabfall	nein	nein
Zusammenfassung:			

Praktische Empfehlung:

Für Irene sind Hülsenfrüchte wegen des günstigen Glukoseverlaufs empfehlenswert. Für Hülsenfrüchte sollte sie die Insulindosis reduzieren, um postprandiale Hypoglykämien zu verhindern.

Weichgekochte Spaghetti führen bei Irene zu einem hohen Glukoseanstieg. Spaghetti werden oft nicht so stark gekaut, sodass die Aufnahme der Kohlenhydrate langsam erfolgt und oftmals ein lange erhöhter Glukosewert beobachtet wird. Sie kann alternativ ausprobieren, wie sich al dente gekochte Spaghetti oder Vollkornspaghetti auswirken. Zu beachten ist, dass Vollkornspaghetti oftmals hinzugefügten Zucker enthalten.

Ebenfalls hat die zeitliche Veränderung der Insulingabe vor der Mahlzeit, der Spritz-Ess-Abstand (SEA), eine günstige Wirkung auf den postprandialen Glukoseverlauf.

Irene könnte außerdem ausprobieren, Salat als Vorspeise zu essen. Kartoffeln und Reis könnte sie außerdem abkühlen lassen und dann wieder aufwärmen, um die Menge der verwertbaren Kohlenhydrate zu reduzieren.

Wissenschaftliche Einordnung:

► Siehe Seite 27 ff.

Hülsenfrüchte, zu denen z. B. Bohnen, Linsen, Erbsen, Soja und Lupinen gehören, bieten einen hohen Anteil an Ballaststoffen und pflanzlichen Proteinen. Aus diesem Grund weisen sie eine niedrige GL auf und sollten bei der Berechnung der Insulindosis nur zur Hälfte berücksichtigt werden, d. h. die berechnete Insulinmenge sollte halbiert werden. Hülsenfrüchte leisten einen guten Beitrag zu einer vollwertigen und gesunden Ernährungsweise.

Frisch gekochte Kartoffeln können durch die enthaltene Stärke zu hohen postprandialen Glukosewerten führen. Daher hat auch frisch gekochter Reis einen hohen GI und eine erhöhte GL. Die postprandialen Anstiege begründen sich beim Reis durch die Schälung der Randschichten des Korns. Parboiled-Reis bildet eine Ausnahme, da das Korn in geschälter Form vorliegt, jedoch restliche Randschichten zum großen Teil vorhanden sind, die weniger postprandiale Auslenkungen als weißer Reis hervorrufen. Brauner Naturreis erzeugt im Vergleich den geringsten postprandialen Glukoseanstieg. Wildreis zählt botanisch gesehen nicht zu Reis, sondern kann als Wasserpflanze klassifiziert werden. Bezüglich der GL wirkt sich dieser am wenigsten auf die postprandialen Glukosewerte aus.

Beim Abkühlen von stärkehaltigen Nahrungsmitteln, wie Kartoffeln, Reis und Nudeln, entsteht resistente Stärke. Deren Abbau im Körper durch die Amylase ist daher erschwert und resultiert in vergleichsweise niedrigeren Glukoseschwankungen (Breyton 2019, Kaur 2016, Strozyk 2019).

Mahlzeitentest 2

	Apfel	Banane/Birne	Beeren
1. Postprandialer Glukosewert:	<180/10,0	<180/10,0	<180/10,0
2. Differenz des Anstiegs:	<60/3,3	60-100/3,3-5,6	<60/3,3
3. Glukoseanstieg:	langsam	schnell	langsam
4. Dauer:	<3	<3	<3
5. Individuelle Auffälligkeiten:	postprandialer Glukoseabfall	nein	postprandialer Glukoseabfall
Zusammenfassung:	grün	grün	grün

Praktische Empfehlung:

Beim Austesten von allen Obstsorten kommt heraus, dass der Glukoseverlauf unbedenklich aussieht. Dabei sollte Irene unverarbeitetes Obst, besonders Beeren, bevorzugen, weil es hinsichtlich der Menge an aufgenommenem Zucker und der Glukoseverläufe günstiger ist als Saft und Smoothies, die – ob mit oder ohne Zuckerzusatz – keinen Ersatz für unverarbeitetes Obst darstellen.

Geht es um eine Gewichtsreduktion, ist zu beachten, dass für Banane oft mehr Insulin benötigt wird, weshalb Beeren wegen ihrer geringeren glykämischen Last und somit einem geringeren Insulinbedarf zu bevorzugen sind.

Wissenschaftliche Einordnung:

► Siehe Seite 30 ff.

Obst enthält hauptsächlich Glukose, Fruktose und Saccharose, die entsprechend dem Reifegrad und der Sorte variieren und somit den Glukoseverlauf unterschiedlich beeinflussen. Beispielsweise enthält ein Apfel der Sorte Jonagold im Vergleich mit der Sorte Elstar mehr Glukose (Hermann 2018).

Beeren sind aufgrund des geringeren Gehalts an Glukose und Fruktose als z. B. dem einer Banane vorteilhaft. Bei Äpfeln können die enthaltenen Ballaststoffe den geringeren postprandialen Anstieg im Vergleich zu Bananen erklären.

Strukturierte AGP-Analyse

Schritt 1 	<i>gute Datenqualität, kleine Lücke zwischen ca. 22 und 0 Uhr, jedoch ausreichend Daten zu jedem Zeitpunkt</i>
Datenqualität	
Schritt 2 	<i>Zielbereich entsprechend Empfehlung eingestellt, TIR von 73% (Mindestanforderung erreicht), 26% (Ziel: <25%) der Glukosewerte über Zielbereich</i>
Zielbereich und TIR	
Schritt 3 	<i>Hypoglykämien unter 54 mg/dl bzw. 3,0 mmol/l: formal Level 3; Ursache unklar aufgrund fehlender Dokumentation</i>
Hypoglykämien	
Schritt 4 	<i>IQR über den Tag hinweg schmal, jedoch abends und nachts verbreitert; IDR ab morgens bis nachmittags schmal, jedoch besonders abends und nachts breit</i>
Glukosevariabilität	
Schritt 5 	<i>Stabilität abends und nachts sollte nach Verbesserung der Variabilität beurteilt werden; morgens ist Stabilität gut</i>
Glukosestabilität	

Einzeltaganalyse

Wenn der Sensor niedrige Glukosewerte anzeigt, sollte Brigitte bei fehlender Symptomatik ihren Blutzucker messen, um die Werte zu verifizieren. Niedrige Glukosewerte in der Nacht könnten verursacht sein durch Liegen auf dem Sensor.

Die Qualität der Mahlzeiten sollte thematisiert werden, auch um die Gewichtsabnahme von Brigitte zu unterstützen. Die Variabilität der Glukoseverläufe vor allem abends ist noch zu verbessern.

Dass das Labor-HbA_{1c} und das aufgrund der kontinuierlichen Glukosewerte in dem Auswertezeitraum errechnete HbA_{1c} (eHbA_{1c}) unterschiedlich sind, kann dadurch erklärt werden, dass das Labor-HbA_{1c} einen längeren Zeitraum von 2–3 Monaten betrachtet. Zudem unterliegt das Labor-HbA_{1c} zahlreichen Einflüssen, sodass der gemessene Wert die tatsächliche glykämische Situation nicht adäquat widerspiegeln muss.

Mahlzeitentest 1

	Zartbitterschokolade	Vollmilchschokolade
1. Postprandialer Glukosewert:	$<180/10,0$	$180-250/10,0-13,9$
2. Differenz des Anstiegs:	$<60/3,3$	$60-100/3,3-5,6$
3. Glukoseanstieg:	keiner	mittel
4. Dauer:	<3	>4
5. Individuelle Auffälligkeiten:	nein	nein
Zusammenfassung:		

Praktische Empfehlung:

Für Brigitte ist Schokolade mit einem Kakaoanteil von mindestens 70% – als Snack! – eher zu empfehlen als die mit einem niedrigeren Kakaoanteil. Trotz des guten Glukoseverlaufs bei Zartbitterschokolade sollte sie jeweils nur eine moderate Menge essen. Mit ihr ist zu klären, ob sie es schafft, nach einem Riegel Schokolade aufzuhören. Der Verzehr einer größeren Menge ist aufgrund des Kaloriengehalts (ca. 500kcal pro Tafel) nicht zu empfehlen.

Wissenschaftliche Einordnung:

➤ Siehe Seite 26f.

Zartbitterschokolade weist neben einem geringeren postprandialen Anstieg im Vergleich mit Vollmilchschokolade auch einen positiven Effekt auf den Blutdruck und die Gefäßfunktion auf, der auf die enthaltenen Polyphenole zurückzuführen ist (Magrone 2017, Rostami 2015). Entsprechend diesen Ergebnissen gilt ein hoher Kakaoanteil mit wenig Zucker in Schokolade als empfehlenswert, sodass eine moderate Menge als Snack im Alltag geeignet ist.

Mahlzeitentest 2

	Pizza	Hamburger
1. Postprandialer Glukosewert:	180 – 250 / 10,0 – 13,9	180 – 250 / 10,0 – 13,9
2. Differenz des Anstiegs:	60 – 100 / 3,3 – 5,6	60 – 100 / 3,3 – 5,6
3. Glukoseanstieg:	schnell	mittel
4. Dauer:	> 4	> 4
5. Individuelle Auffälligkeiten:	nein	nein
Zusammenfassung:		

Praktische Empfehlung:

Bei Brigitte wirkt sich Pizza postprandial noch weniger günstig aus als Hamburger. Beide Mahlzeiten mit hohem Kohlenhydrat- und Fettgehalt führen zu langanhaltend erhöhten Glukosewerten. Als regelmäßige Mahlzeit ist weder Pizza noch Hamburger zu empfehlen.

Mit diesen Glukoseverläufen kann Brigitte verdeutlicht werden, dass Fast Food auch im Hinblick auf die Glukoseverläufe nicht günstig ist. Da Brigitte abnehmen möchte, wäre es möglicherweise sinnvoll, eine individuelle Ernährungsberatung oder eine Formula-Diät, zu der sie gut beraten werden sollte, durchzuführen. Wenn alle konservativen Möglichkeiten im Hinblick auf eine Gewichtsabnahme ausgeschöpft sind, kann eine adipositaschirurgische Maßnahme infrage kommen. Auch eine Selbsthilfegruppe könnte helfen.

Für Menschen mit Insulinpumpentherapie ist es sinnvoll, bei kohlenhydrathaltigen Mahlzeiten mit einem hohen Fett- und Proteingehalt einen dualen Bolus abzugeben. Ab 2 FPE (1 FPE sind 100 kcal aus Fett und Eiweiß oder 11 g Fett und 25 g Protein) können auch die FPEs bei der Bolusabgabe berücksichtigt werden (siehe Seite 34 f.).

Wissenschaftliche Einordnung:

► Siehe Seite 33 ff.

Fettreiche Mahlzeiten sollten generell eher vermieden werden. Dies gilt insbesondere dann, wenn eine Gewichtsreduktion angestrebt wird. Ein wichtiger Bestandteil ist eine gute Stoffwechseleinstellung und das Vermeiden einer weiteren Gewichtszunahme; im Gespräch sollte motivierend darauf hingewiesen werden. Es besteht außerdem die Chance, hohe Insulindosen zu reduzieren. Bei erfolgreicher Gewichtsabnahme sollte zudem thematisiert werden, dass eine Reduktion der Insulindosis möglich bzw. notwendig sein kann.

Als Unterstützung der Gewichtsreduktion kann über einen begrenzten Zeitraum von drei Monaten auch eine Formula-Diät eingesetzt werden. Dies sollte jedoch nicht ohne ärztliche Empfehlung und eine entsprechende Therapieanpassung erfolgen, da bei Beginn einer Formula-Diät der Insulinbedarf sehr stark sinkt. Zudem stellt die bariatrische Chirurgie eine Möglichkeit der Gewichtsabnahme dar, die gemeinsam besprochen werden kann.

Bei dem Verzehr von fettreichen Mahlzeiten ist zu beachten, dass durch die gleichzeitige Aufnahme von Kohlenhydraten und Fetten die Resorption der Kohlenhydrate verlangsamt wird, was vor allem bei der Therapieführung mit prandialem Insulin zu beachten ist. ►

In der Ernährung ist die Qualität der Fette von entscheidender Bedeutung und sollte bei der Nahrungsmittelauswahl beachtet werden. Wissenschaftlich belegt sind die positiven Effekte von mehrfach ungesättigten Fettsäuren (z. B. Omega-3- und Omega-6-Fettsäuren). Diese kommen z. B. in Fisch und Oliven vor und sollten daher bevorzugt werden (Evert 2019, Wolfram 2015). Hingegen sollte besonders bei Fertigprodukten darauf geachtet werden, dass der Anteil an gesättigten Fettsäuren maximal $\frac{1}{3}$ beträgt und mindestens $\frac{2}{3}$ ungesättigte Fettsäuren enthalten sind (Wolfram 2015).

LITERATUR

- Arbeitsgemeinschaft Diabetes und Schwangerschaft der DGG, Arbeitsgemeinschaft Geburtshilfe und Pränatalmedizin in der DGGG: S3-Leitlinie Gestationsdiabetes mellitus (GDM), Diagnostik, Therapie und Nachsorge. 2. Auflage, 2018. AWMF-Registernummer: 057-008
- Battelino T, Danne T, Bergenstal RM, Amiel SA, Beck R, Bieser T, Bosi E, Buckingham BA, Cefalu WT, Close KL, Cobelli C, Dassau E, DeVries JH, Donaghue KC, Dovc K, Doyle FJ 3rd, Garg S, Grunberger G, Heller S, Heinemann L, Hirsch IB, Hovorka R, Jia W, Kordonouri O, Kovatchev B, Kowalski A, Laffel L, Levine B, Mayorov A, Mathieu C, Murphy HR, Nimri R, Nørgaard K, Parkin CG, Renard E, Rodbard D, Saboo B, Schatz D, Stoner K, Urakami T, Weinzimer SA, Phillip M: Clinical targets for continuous glucose monitoring data interpretation: recommendations from the international consensus on time in range. *Diabetes Care* 2019; 42: 1593–1603
- Beck RW, Bergenstal RM, Riddlesworth TD, Kollman C, Li Z, Brown AS, Close KL: Validation of time in range as an outcome measure for diabetes clinical trials. *Diabetes Care* 2019; 42: 400–405
- Breyton AE, Goux A, Lambert-Porcheron S, Meynier A, Sothier M, VanDenBerghe L, Brqack O, Disse E, Laville M, Vinoy S, Nazare JA: Effect of starch digestibility modulation on glycaemic variability and postprandial glycaemic excursions in type 2 diabetic subjects: a pilot randomised controlled trial. *Diabetologia* 2019; 62 (Suppl 1): 336
- Buyken A: Glykämischer Index: Revolution oder Sturm im Wasserglas? UGB-Forum 2003; (4): 201–204. <https://www.ugb.de/glykaemischer-index/glykaemischer-index-tabelle/> (Zugriff: 25.08.2019)
- Carroll KF, Nestel PJ: Diurnal variation in glucose tolerance and in insulin secretion in man. *Diabetes* 1973; 22: 333–348
- Cheng D, Fei Y, Liu Y, Li J, Xue Q, Wang X, Wang N: HbA1c variability and the risk of renal status progression in diabetes mellitus: a meta-analysis. *PLoS One* 2014; 9: e115509
- Deutsche Diabetes Gesellschaft: S3-Leitlinie Therapie des Typ-1-Diabetes. 2. Auflage, 2018a. AWMF-Registernummer: 057-013
- Deutsche Diabetes Gesellschaft: S2k-Leitlinie Diagnostik, Therapie und Verlaufskontrolle des Diabetes mellitus im Alter. 2. Auflage, 2018b. AWMF-Registernummer: 057-017
- Diabetes Austria: Glykämischer Index. https://diabetes-austria.com/fileadmin/diabetes_austria/downloads/glykaemischer_index.pdf (Zugriff: 25.08.2019)
- Evert AB, Dennison M, Gardner CD, Garvey WT, Lau KHK, MacLeod J, Mitri J, Pereira RF, Rawlings K, Robinson S, Saslow L, Uelmen S, Urbanski PB, Yancy WS Jr: Nutrition therapy for adults with diabetes or prediabetes: a consensus report. *Diabetes Care* 2019; 42: 731–754
- Fießinger A, Höhne F: Neue Erkenntnisse über die Inhaltsstoffe des Apfels Teil 1 – Primäre Inhaltsstoffe und Vitamine. 2012. http://www.bund-lemgo.de/download/LFA_Inhaltsstoffe_des_Apfels_499.pdf (Zugriff: 25.08.2019)
- Forrestel AC, Miedlich SU, Yurcheshen M, Wittlin SD, Sellix MT: Chronomedicine and type 2 diabetes: shining some light on melatonin. *Diabetologia* 2017; 60: 808–822
- Goletzke J, Atkinson FS, Ek KL, Bell K, Brand-Miller JC, Buyken AE: Glycaemic and insulin index of four common German breads. *Eur J Clin Nutr* 2016; 70: 808–811
- Gorst C, Kwok CS, Aslam S, Buchan I, Kontopantelis E, Myint PK, Heatlie G, Loke Y, Rutter MK, Mamas MA: Long-term glycaemic variability and risk of adverse outcomes: a systematic review and meta-analysis. *Diabetes Care* 2015; 38: 2354–2369
- Hollænder PL, Ross AB, Kristensen M: Whole-grain and blood lipid changes in apparently healthy adults: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled studies. *Am J Clin Nutr* 2015; 102: 556–572
- Hou Q, Li Y, Li L, Cheng G, Sun X, Li S, Tian H: The metabolic effects of oats intake in patients with type 2 diabetes: a systematic review and meta-analysis. *Nutrients* 2015; 7: 10369–10387
- International Diabetes Federation: 2011 Guideline for management of postmeal glucose in diabetes. 2011
- International Organization for Standardization: ISO 26642:2010(en) – Food products — Determination of the glycaemic index (GI) and recommendation for food classification. 2010. <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:26642:ed-1:v1:en> (Zugriff: 04.11.2019)
- Hirsch IB, Sherr JL, Hood KK: Connecting the dots: validation of time in range metrics with microvascular outcomes. *Diabetes Care* 2019; 42: 345–348
- Jafarirad S, Ayoobi N, Karandish M, Jalali MT, Haghighizadeh MH, Jahanshahi A: Dark chocolate effect on serum adiponectin, biochemical and inflammatory parameters in diabetic patients: a randomized clinical trial. *Int J Prev Med* 2018; 9: 86
- Jakubowicz D, Wainstein J, Ahren B, Landau Z, Bar-Dayana Y, Froy O: Fasting until noon triggers increased postprandial hyperglycemia and impaired insulin response after lunch and dinner in individuals with type 2 diabetes: a randomized clinical trial. *Diabetes Care* 2015; 38: 1820–1826
- Jenkins DJ, Kendall CW, Vuksan V, Faulkner D, Augustin LS, Mitchell S, Ireland C, Srichaikul K, Mirrahimi A, Chiavaroli L, Blanco Mejia S, Nishi S, Sahye-Puduru S, Patel D, Bashyam B, Vidgen E, de Souza RJ, Sievenpiper JL, Coveney J, Josse RG, Leiter LA: Effect of lowering the glycemic load with canola oil on glycemic control and cardiovascular risk factors: a randomized controlled trial. *Diabetes Care* 2014; 37: 1806–1814
- Kaur A, Shevkani K, Katyal M, Singh N, Ahlawat AK, Singh AM: Physicochemical and rheological properties of starch and flour from different durum wheat varieties and their relationships with noodle quality. *J Food Sci Technol* 2016; 53: 2127–2138
- Kempf K, Altpeter B, Berger J, Reuß O, Fuchs M, Schneider M, Gärtner B, Niedermeier K, Martin S: Efficacy of the telemedical lifestyle intervention program TeLiPro in advanced stages of type 2 diabetes: a randomized controlled trial. *Diabetes Care* 2017; 40: 863–871
- Kessler K, Hornemann S, Petzke KJ, Kemper M, Kramer A, Pfeiffer AF, Pivovarova O, Rudovich N: The effect of diurnal distribution of carbohydrates and fat on glycaemic control in humans: a randomized controlled trial. *Sci Rep* 2017; 7: 44170
- Keuthage W, Schüngel R: Fett und Protein beim Insulinbolus berechnen. *Diabetes-Forum* 2017; 29 (12): 30–32

- Kröger J, Reichel A, Siegmund T, Ziegler R: AGP-Fibel. Kirchheim, Mainz, 2018
- Kuwata H, Iwasaki M, Shimizu S, Minami K, Maeda H, Seino S, Nakada K, Nosaka C, Murotani K, Kurose T, Seino Y, Yabe D: Meal sequence and glucose excursion, gastric emptying and incretin secretion in type 2 diabetes: a randomised, controlled crossover, exploratory trial. *Diabetologia* 2016; 59: 453–461
- Landgraf R, Aberle J, Birkenfeld AL, Gallwitz B, Kellerer M, Klein H, Müller-Wieland D, Nauck MA, Reuter HM, Siegel E: DDG-Praxisempfehlung: Therapie des Typ-2-Diabetes. *Diabetologie* 2019; 14 (Suppl 2): S167–S187
- Lennerz B, Lennerz JK: Food addiction, high-glycemic-index carbohydrates, and obesity. *Clin Chem* 2018; 64: 64–71
- Lyssiotis CA, Cantley LC: Metabolic syndrome: F stands for fructose and fat. *Nature* 2013; 502 (7470): 181–182
- Ma X, Gu J, Zhang Z, Jing L, Xu M, Dai X, Jiang Y, Li Y, Bao L, Cai X, Ding Y, Wang J, Li Y, Li Y: Effects of *Avena nuda* L. on metabolic control and cardiovascular disease risk among Chinese patients with diabetes and meeting metabolic syndrome criteria: secondary analysis of a randomized clinical trial. *Eur J Clin Nutr* 2013; 67: 1291–1297
- Magrone T, Russo MA, Jirillo E: Cocoa and dark chocolate polyphenols: from biology to clinical applications. *Front Immunol* 2017; 8: 677
- Malik VS, Hu FB: Fructose and cardiometabolic health: what the evidence from sugar-sweetened beverages tells us. *J Am Coll Cardiol* 2015; 66: 1615–1624
- Mann JI, De Leeuw I, Hermansen K, Karamanos B, Karlström B, Katsilambros N, Riccardi G, Rivellese AA, Rizkalla S, Slama G, Toeller M, Uusitupa M, Vessby B; Diabetes and Nutrition Study Group (DNSG) of the European Association: Evidence-based nutritional approaches to the treatment and prevention of diabetes mellitus. *Nutr Metab Cardiovasc Dis* 2004; 14: 373–394
- Markova M, Pivovarov O, Hornemann S, Sucher S, Frahnöw T, Wegner K, Machann J, Petzke KJ, Hierholzer J, Lichtinghagen R, Herder C, Carstensen-Kirberg M, Roden M, Rudovich N, Klaus S, Thomann R, Schneeweiss R, Rohn S, Pfeiffer AF: Isocaloric diets high in animal or plant protein reduce liver fat and inflammation in individuals with type 2 diabetes. *Gastroenterology* 2017; 152: 571–585
- Matthan NR, Ausman LM, Meng H, Tighiouart H, Lichtenstein AH: Estimating the reliability of glycemic index values and potential sources of methodological and biological variability. *Am J Clin Nutr* 2016; 104: 1004–1013
- Mignone LE, Wu T, Horowitz M, Rayner CK: Whey protein: the “whey” forward for treatment of type 2 diabetes? *World J Diabetes* 2015; 6: 1274–1284
- Monnier L, Lapinski H, Colette C: Contributions of fasting and postprandial plasma glucose increments to the overall diurnal hyperglycemia of type 2 diabetic patients: variations with increasing levels of HbA1c. *Diabetes Care* 2003; 26: 881–885
- Mozaffarian D: Dietary and policy priorities for cardiovascular disease, diabetes, and obesity: a comprehensive review. *Circulation* 2016; 133: 187–225
- Othman RA, Moghadasian MH, Jones PJ: Cholesterol-lowering effects of oat β -glucan. *Nutr Rev* 2011; 69: 299–309
- Panahi S, Tremblay A: The potential role of yogurt in weight management and prevention of type 2 diabetes. *J Am Coll Nutr* 2016; 35: 717–731
- Pańkowska E, Szypowska A, Lipka M, Szpotańska M, Błazik M, Groele L: Application of novel dual wave meal bolus and its impact on glycated hemoglobin A1c level in children with type 1 diabetes. *Pediatr Diabetes* 2009; 10: 298–303
- Paterson M, Bell KJ, O'Connell SM, Smart CE, Shafat A, King B: The role of dietary protein and fat in glycaemic control in type 1 diabetes: implications for intensive diabetes management. *Curr Diab Rep* 2015; 15: 61
- Pfeiffer AFH, Gebauer S, Rubin D, Schulze M, Buchholz G, Klein H, von Lilienfeld-Toal H, Reinert G, Simon MC, Müssig K, Skurk T, Hauner H, Tombek A, Müller MJ, Fischer S, Weickert MO, Hoffmann D: Ernährungsempfehlungen zur Behandlung des Diabetes mellitus – Empfehlungen zur Proteinzufuhr. S3-Leitlinie – Version 1.0; aktueller Stand: Oktober 2015. AWMF-Registernummer: 057-025
- Poplutz SC: Nährwertrechner. 2019. www.naehrwertrechner.de (Zugriff: 05.11.2019)
- Ranjan A, Schmidt S, Damm-Frydenberg C, Holst JJ, Madsbad S, Nørgaard K: Short-term effects of a low carbohydrate diet on glycaemic variables and cardiovascular risk markers in patients with type 1 diabetes: a randomized open-label crossover trial. *Diabetes Obes Metab* 2017; 19: 1479–1484
- Richter M, Baerlocher K, Bauer JM, Elmadfa I, Heseker H, Lechik-Bonnet E, Stangl G, Volkert D, Stehle P; on behalf of the German Nutrition Society (DGE): Revised reference values for the intake of protein. *Ann Nutr Metab* 2019; 74: 242–250
- Rostami A, Khalili M, Haghighat N, Eghtesadi S, Shidfar F, Heidari I, Ebrahimpour-Koujan S, Eghtesadi M: High-cocoa polyphenol-rich chocolate improves blood pressure in patients with diabetes and hypertension. *ARYA Atheroscler* 2015; 11: 21–29
- Scazzina F, Siebenhandl-Ehn S, Pellegrini N: The effect of dietary fibre on reducing the glycaemic index of bread. *Br J Nutr* 2013; 109: 1163–1174
- Schulze MB, Manson JE, Ludwig DS, Colditz GA, Stampfer MJ, Willett WC, Hu FB: Sugar-sweetened beverages, weight gain, and incidence of type 2 diabetes in young and middle-aged women. *JAMA* 2004; 292: 927–934
- Shukla AP, Dickison M, Coughlin N, Karan A, Mauer E, Truong W, Casper A, Emiliano AB, Kumar RB, Saunders KH, Igel LI, Aronne LJ: The impact of food order on postprandial glycaemic excursions in prediabetes. *Diabetes Obes Metab* 2019; 21: 377–381
- Strozyk S, Rogowicz-Frontczak A, Pilacinski S, Zozulinska-Zielkiewicz D: Does the cooling of starch products decrease the postprandial glycaemia in type 1 diabetes? *Diabetologia* 2019; 62 (Suppl 1): 339
- Sucher S, Markova M, Hornemann S, Pivovarov O, Rudovich N, Thomann R, Schneeweiss R, Rohn S, Pfeiffer AFH: Comparison of the effects of diets high in animal or plant protein on metabolic and cardiovascular markers in type 2 diabetes: a randomized clinical trial. *Diabetes Obes Metab* 2017; 19: 944–952
- Tatò F, Tatò S, Beyer J, Schrezenmeier J: Circadian variation of basal and postprandial insulin sensitivity in healthy individuals and patients with type-1 diabetes. *Diabetes Res* 1991; 17: 13–24

Thomas A, Kolassa R, von Sengbusch S, Danne T: CGM interpretieren. Kirchheim, Mainz, 2017

Thurm U, Gehr B: CGM- und Insulinpumpenfibel. Kirchheim, Mainz, 2019: 155–167

Trovati M, Bruno A, Lorenzati R, Caselle MT, Pagani A, Gorzegno G, Pagano G: Preprandial and postprandial variations of insulin sensitivity in different times of the day assessed by the artificial pancreas in type I diabetics. *Chronobiologia* 1981; 8: 333–340

van der Kamp JW, Poutanen K, Seal CJ, Richardson DP: The HEALTHGRAIN definition of 'whole grain'. *Food Nutr Res* 2014; 58: 22100

VDBD: Diabetes und Ernährung. 2017. https://www.vdbd.de/fileadmin/portal/redaktion/Publikationen/171018_vdbd_ernahrung_download_end.pdf (Zugriff: 28.01.2020)

Wang ML, Gellar L, Nathanson BH, Pbert L, Ma Y, Ockene I, Rosal MC: Decrease in glycemic index associated with improved glycemic control among Latinos with type 2 diabetes. *J Acad Nutr Diet* 2015; 115: 898–906

Wolever TM, Brand-Miller JC, Abernethy J, Astrup A, Atkinson F, Axelsen M, Björck I, Brighenti F, Brown R, Brynes A, Casiraghi MC, Cazaubiel M, Dahlqvist L, Delpont E, Denyer GS, Erba D, Frost G, Granfeldt Y, Hampton S, Hart VA, Hätönen KA, Henry CJ, Hertzler S, Hull S, Jerling J, Johnston KL, Lightowler H, Mann N, Morgan L, Panlasigui LN, Pelkman C, Perry T, Pfeiffer AF, Pieters M, Ramdath DD, Ramsingh RT, Robert SD, Robinson C, Sarkkinen E, Scazzina F, Sison DC, Sloth B, Staniforth J, Tapola N, Valsta LM, Verkooijen I, Weickert MO, Weseler AR, Wilkie P, Zhang J: Measuring the glycemic index of foods: interlaboratory study. *Am J Clin Nutr* 2008; 87: 247S–257S

Wolfram G, Bechthold A, Boeing H, Ellinger S, Hauner H, Kroke A, Leschik-Bonnet E, Linseisen J, Lorkowski S, Schulze M, Stehle P, Dinter J; German Nutrition Society: Evidence-based guideline of the German Nutrition Society: fat intake and prevention of selected nutrition-related diseases. *Ann Nutr Metab* 2015; 67: 141–204

World Health Organization: Guideline: Sugars intake for adults and children. World Health Organization, Geneva, 2015

Ye X, Sui Z: Physicochemical properties and starch digestibility of Chinese noodles in relation to optimal cooking time. *Int J Biol Macromol* 2016; 84: 428–433

Zeevi D, Korem T, Zmora N, Israeli D, Rothschild D, Weinberger A, Ben-Yacov O, Lador D, Avnit-Sagi T, Lotan-Pompan M, Suez J, Mahdi JA, Matot E, Malka G, Kosower N, Rein M, Zilberman-Schapira G, Dohnalová L, Pevsner-Fischer M, Bikovsky R, Halpern Z, Elinav E, Segal E: Personalized nutrition by prediction of glycemic responses. *Cell* 2015; 163: 1079–1094

