

Diabetes mellitus Typ II – Therapiemöglichkeiten durch Lifestyleänderungen am Beispiel einer Kasuistik

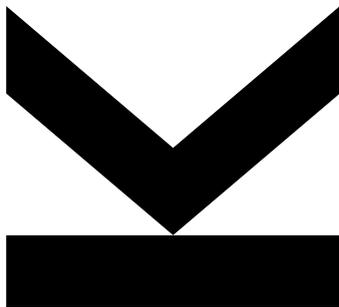
Eingereicht von
Nina Dostal,
52009612,
nina.dostal@outlook.com

Angefertigt am
Institut für Allgemeinmedizin

Beurteiler / Beurteilerin
Dr. med. Peinbauer Thomas

Modul
**Ärztliche Fähigkeiten und
Fertigkeiten**

April 2023



Bachelorarbeit

im Bachelorstudium
Humanmedizin

EIDESSTATTLICHE ERKLÄRUNG

Ich erkläre an Eides statt, dass ich die vorliegende Bachelorarbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst, andere als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt bzw. die wörtlich oder sinngemäß entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe.

Die vorliegende Bachelorarbeit ist mit dem elektronisch übermittelten Textdokument identisch.

Linz, 25.04.2023
Ort, Datum

Nina Dostal
Unterschrift

Abstrakt

Die vorliegende Bachelorarbeit gibt einen Überblick über die chronische metabolische Erkrankung Diabetes mellitus Typ 2, deren Prävalenz weltweit kontinuierlich steigt. Der Fokus dieser Arbeit liegt hierbei auf den nicht medikamentösen Therapiemöglichkeiten. Zu diesen gehören diverse Änderungen des Lebensstils, wobei die zwei größten Komponenten die Ernährung und die körperliche Aktivität darstellen. Mit einer individuell an den Patienten angepassten nicht medikamentösen Basistherapie können Lifestyleänderungen mindestens gleich gute Effekte in der Senkung des HbA1c Wertes wie manche Antidiabetika erzielen. Voraussetzung hierfür ist jedoch eine hohe Bereitschaft und Motivation des Patienten, gewisse Lebensgewohnheiten zu verändern und jene Lifestyleänderungen dann auch konsequent und auf Dauer in das Leben zu integrieren. In dieser Arbeit wird hierzu ein Patientenfall thematisiert, der veranschaulichen soll, dass man alleine durch individuell angepasste Lebensstilinterventionen, neben einer Gewichtsreduktion, nach der Diagnose mit Diabetes mellitus Typ 2, die Plasmaglukosekonzentration und den HbA1c Wert auch ohne medikamentöses Eingreifen bis in den Normbereich wieder senken kann.

Abstract

This bachelor thesis provides an overview of the chronic metabolic disease diabetes mellitus type 2, which prevalence is steadily increasing worldwide. The focus of this work is on non-drug therapy options. These include various lifestyle changes, of which the two largest components are nutrition and physical activity. With an individualised non-drug therapy, lifestyle changes can achieve at least as good effects in lowering HbA1c as some antidiabetic drugs. A precondition for this, however, is a high level of willingness and motivation on the part of the patient to change certain lifestyle habits and then integrate these lifestyle changes consistently and permanently into their lives. In this thesis, a patient case is discussed, which is intended to illustrate that the plasma glucose concentration and the HbA1c value can be reduced to the normal range by means of individually adapted lifestyle interventions in addition to weight reduction after a diagnosis with type 2 diabetes mellitus.

Abkürzungsverzeichnis

American Diabetes Association	ADA
Bioelektrische Impedanzanalyse	BIA
Body-Mass-Index	BMI
Körperzellmasse	BCM
Diabetes mellitus	DM
Diabetes mellitus Typ 2	DMT2
Disease Management Programm	DMP
Fettsäure	FS
Glucagon-like-peptide-1 – Rezeptor Agonist	GLP-1-RA
Glukose Transporter 2	GLUT2
Glukose Transporter 4	GLUT4
Glykämischer Index	GI
Internationale Diabetes Föderation	IDF
Insulin Rezeptor Tyrosin Kinase	IRTK
Islet amyloid polypeptides	IAPP
Koronare Herzkrankheit	KHK
Körpergewicht	KG
Nationale Versorgungsleitlinie	NVL
Sodium glucose linked transporter 2 – Hemmer	SGLT2-Hemmer
Tumor Nekrose Faktor α	TNF α
World Health Organization	WHO

Inhaltsverzeichnis

Gendererklärung

1. Einleitung und Zielsetzung.....	6
2. Epidemiologie	8
3. Physiologische Insulinsekretion und dessen Wirkung auf periphere Organe und Gewebe....	8
4. Pathophysiologie	10
4.1. Verminderte Insulinsekretion	10
4.2. Insulinresistenz.....	10
5. Diagnostik und Therapieschemata.....	11
5.1. Diagnosesicherung.....	11
5.2. Guidelines und Therapieschemata	11
6. Akute Komplikationen und Langzeitfolgen	12
7. „Therapie aktiv – Diabetes im Griff“.....	13
7.1. Ablauf des Therapieprogramms.....	14
7.2. Untersuchungen und Kontrollen	15
8. Guidelines zur Prävention sowie Lebensstilinterventionen bei bestehendem Diabetes mellitus Typ 2	16
8.1. Gewichtsmanagement und Ernährung	16
8.1.1. Makronährstoffe.....	16
8.1.2. Glykämischer Index.....	17
8.1.3. Getränke	18
8.2. Körperliche Aktivität.....	19
8.3. Nikotin und Alkohol.....	20
8.4. Psychischer Stress	20
9. Vorstellung und Beschreibung der Kasuistik	21
10. Lifestyleänderungen	22
10.1. Diätologische Lifestyleänderungen	23
10.2. Körperliche Aktivität.....	25
11. Allgemeine Auswirkungen der Lifestyleinterventionen auf das Leben und die Psyche der Patientin	26
12. Konklusion.....	28
13. Abbildungsverzeichnis	29
14. Tabellenverzeichnis	29
15. Quellenverzeichnis	29

Gendererklärung

In der vorliegenden Bachelorarbeit wird zur besseren Lesbarkeit darauf verzichtet, bei Personenbezeichnungen sowohl die männliche als auch die weibliche Form zu nennen. Das generische Maskulin bezieht sich, sofern es nicht anders kenntlich gemacht wird, auf alle Geschlechter.

1. Einleitung und Zielsetzung

Diabetes mellitus ist eine Erkrankung, die weltweit Millionen von Menschen betrifft. Die Mehrheit der diagnostizierten Erkrankten leiden an dem Diabetes mellitus Typ 2 (DMT2), welcher sich durch schlechte Ernährung, Adipositas, Bewegungsmangel und weiteren Risikofaktoren, auf die in dieser Arbeit unter anderem näher eingegangen werden soll, entwickelt.

Dass sich Rauchen, Übergewicht und eine geringe körperliche Aktivität schlecht auf die Gesundheit des Menschen auswirkt, ist den meisten Patienten zwar bewusst, dennoch fällt es vielen schwer, notwendige Maßnahmen in ihrem Leben zur Bekämpfung eines beispielsweise erhöhten Blutzuckerwertes, welcher nur einer von vielen Folgen der genannten Risikofaktoren ist, zu setzen. Nicht selten werden sowohl seitens der Patienten als auch der Ärzte Lifestyleänderungen eine geringere Bedeutung als einer medikamentösen Therapie zugeschrieben.

Diese Bachelorarbeit soll darstellen, inwiefern Veränderungen gewisser Lebensgewohnheiten zur Reduktion des Auftretens und Fortschreitens von DMT2 beitragen und welche Maßnahmen gesetzt werden sollten, um auf eine medikamentöse Therapie verzichten zu können. Im ersten Teil werden dazu aktuelle Datenlagen zur Epidemiologie des DMT2 dargestellt, sowie ein Überblick über die grundlegenden Mechanismen der pathophysiologischen Veränderungen der Krankheit gegeben. Zu deren besseren Verständnis wird davor in einem eigenen kurzen Kapitel die physiologische Insulinsekretion und dessen Wirkung erklärt. Des Weiteren wird die Diagnostik sowie der von der österreichischen und deutschen Nationalen Versorgungsleitlinie aktuelle, empfohlene Algorithmus der Therapie des DMT2 aufgezeigt. Ebenfalls werden akute Komplikationen und langfristige Spätfolgen beschrieben.

Im zweiten Abschnitt wird das Disease Management Programm „Therapie aktiv – Diabetes im Griff“ vorgestellt, welches eine langfristige, regelmäßige ärztliche Betreuung der Patienten sowie eine an den Patienten individuell angepasste, optimale Therapie ermöglicht und dadurch das Risiko für Folgeschäden und die Gesamtmortalität senkt. Zudem werden aktuelle Guidelines zu der Ernährung und Bewegung näher erläutert sowie andere Einflussfaktoren wie psychischer Stress und Nikotinabusus thematisiert. Gerade jedoch wenn es um die „richtige Ernährung“ und Verteilung der Makronährstoffe in den Mahlzeiten geht, darf nicht unerwähnt bleiben, dass laufend neue Meinungen und Vermutungen entstehen und nur wenige Punkte keiner kontroversen Diskussion unterliegen.

Das dritte Kapitel soll anhand einer Patientin, die es mittels gezielter Lifestyleänderungen geschafft hat, ihren HbA1c Wert deutlich zu senken und somit systemische Folgen der Krankheit frühzeitig verhindern konnte, zeigen, dass Umstellungen von Ess- und anderen Lebensgewohnheiten durchaus eine zielführende Alternative zur medikamentösen Therapie bei DMT2 darstellen.

2. Epidemiologie

Die Internationale Diabetes Föderation (IDF) gibt an, dass im Jahr 2021 ungefähr 537 Millionen Erwachsene (von 20 bis 79 Jahren) an Diabetes mellitus (DM) erkrankt und 6,7 Millionen Menschen daran verstorben sind. 2045 rechnet die IDF mit 783 Millionen Erkrankungen weltweit. Aktuell weisen 541 Millionen Erwachsene Risikofaktoren zur Entstehung von Diabetes mellitus Typ 2 auf. Mindestens 966 Billionen US-Dollar wurden zur Therapie von Diabetes mellitus im Jahr 2021 ausgegeben ("Facts & figures," 2021).

Die Prävalenz und Inzidenz von Diabetes mellitus Typ 2 variiert zudem stark mit der geographischen Region. Mehr als 80% der Erkrankten leben in Ländern mit einem niedrigen bis mittleren Einkommen (Galicia-Garcia et al., 2020).

Die Deutsche Diabetesgesellschaft gibt im Deutschen Gesundheitsbericht 2023 eine Dunkelziffer von mindestens 2 Millionen an DMT2 erkrankten Menschen an. International ist die Sterberate in den letzten Jahrzehnten um etwa ein Drittel gesunken, wobei die allgemein steigende Lebenserwartung in Kombination mit einer früh gestellten Diagnose von DM ein höheres Risiko für Begleiterkrankungen und Komplikationen mit sich bringt (Deutsche Diabetes-Gesellschaft e.V., n.d.).

Während der COVID-19 Pandemie konnte außerdem ein erhöhtes Risiko für die Diabetesentstehung beobachtet werden, dessen Ursache bei vermehrten Bewegungsmangel und Gewichtszunahme während der Lockdowns vermutet wird. Dies betrifft abermals vor allem sozial benachteiligte Bevölkerungsgruppen (Deutsche Diabetes-Gesellschaft e.V., n.d.).

Bezüglich der diabetesabhängigen Sterberate konnten Studien aus Großbritannien und Dänemark eine deutliche Verringerung in den kardiovaskulären Todesursachen bei Diabetikern im Vergleich zur Allgemeinbevölkerung zeigen. Als Ursache hierfür vermutet man den Einsatz von Antihypertensiva und Statinen (Deutsche Diabetes-Gesellschaft e.V., n.d.).

Aus dem österreichischen Gesundheitsbericht von 2017 geht hervor, dass im Jahr 2015 ungefähr 515.000 bis 809.000 Menschen an Diabetes mellitus erkrankt gewesen sind. Die Gesamtprävalenz von 7 - 11% setzt sich hierbei aus den 5 – 7% diagnostizierten Diabetikern und aus den 2 – 4% nicht diagnostizierten Diabetikern zusammen. Zu beachten sind hierbei die regionalen Unterschiede in der Verteilung der Erkrankten. Während sich im Burgenland der größte Anteil diagnostizierter Diabetiker von der Wohnbevölkerung Österreichs befindet, nämlich 6,9%, sind es in Tirol vergleichsweise 2,9%. Auch konnten in Österreich Unterschiede in der Prävalenz von Diabetes mellitus in Bezug auf Bildung, Erwerbsstatus und Migrationshintergrund gezeigt werden. So sind beispielsweise Frauen ohne Erwerbstätigkeit 4,5 Mal so häufig an Diabetes mellitus erkrankt als erwerbstätige Frauen (Schmutterer et al., 2017).

3. Physiologische Insulinsekretion und dessen Wirkung auf periphere Organe und Gewebe

Die β -Zellen der Langerhansinseln, dem endokrinen Teil der Bauchspeicheldrüse, sind für die Synthese des Insulins zuständig. Zudem wird nach der Synthese unter physiologischen Bedingungen das produzierte Insulin in Granula verpackt und in den β -Zellen gespeichert, um bei Depolarisation der Zelle von dieser sekretiert zu werden. Die Zellerregung wird hierbei hauptsächlich durch einen Anstieg des Plasmaglukosespiegel getriggert, jedoch haben auch Aminosäuren, Hormone und Fettsäuren Einfluss auf die β -Zellen. Bei postprandialem Anstieg der Glukosekonzentration nehmen die Zellen mittels dem Glukose Transporter 2 (GLUT2) Glukose auf und erzeugen durch den Glukose Katabolismus Adenosintriphosphat, welches intrazellulär an dem ATP-abhängigen Kalium Kanal binden und diesen somit blockieren kann. Sulfonylharnstoffe,

die aufgrund ihrer Wirkung auch medikamentös eingesetzt werden können, blockieren ebenfalls von außen den Kalium-Kanal und führen dadurch zu einer vermehrten Insulinausschüttung (G. A. Spinass et al., 2011; Galicia-Garcia et al., 2020).

Die Ansammlung der positiv geladenen Kalium Teilchen erzeugt nun eine Depolarisation, wodurch in weiterer Folge spannungsabhängige Ca^{2+} -Kanäle geöffnet werden. Das einströmende Calcium ermöglicht schlussendlich die Fusion der mit Insulin gefüllten Granula und somit die Exozytose des Insulins (Galicia-Garcia et al., 2020).

Im präprandialen Zustand versorgt die Leber über die Glykogenolyse, also dem Abbau der Glukosespeicherform Glykogen, den Körper mit Glukose, um eine Hypoglykämie zu verhindern. Zeitgleich kommt es in der Leber zu einer Synthese von Glukose aus Fettsäuren und Glycerol. Postprandial schütten die β -Zellen der Langerhansinseln des Pankreas nach Aufnahme von Glukose Insulin aus, um einer Hyperglykämie entgegenzuwirken. An Zellen der insulinabhängigen Gewebe bindet das Insulin an die extrazelluläre Domäne des, zur Gruppe der Tyrosinkinase-Rezeptor gehörenden, Insulinrezeptors und führt dadurch zu einer Konformationsänderung. In weiterer Folge kommt es zur Autophosphorylierung der Tyrosinreste und anderen Signaltransduktionsproteinen, sowie zur Aktivierung verschiedener intrazellulärer Signaltransduktionswege. Zu den insulinabhängigen Geweben zählt vor allem das Fettgewebe, die Skelettmuskulatur und die Leber. Letztere reagiert auf Insulin mit einer Suppression der Glykogenolyse und der Gluconeogenese und einer gesteigerten Glykogensynthese. Insulin inhibiert zudem die Glucagon-Sekretion aus den α -Zellen der Langerhansinseln und reduziert über das zentrale Nervensystem den Appetit. In Skelettmuskelzellen führt Insulin zur Aufnahme von Glukose über Glukose Transporter 4 (GLUT4) und zu einer gesteigerten Glykogensynthese sowie verminderten Glykogenolyse. Fettgewebe reagiert auf Insulin mit einer gesteigerten Lipogenese und einer verminderten Lipolyse, wodurch in weiterer Folge auch weniger Substrate zur Glukoseproduktion in der Leber zur Verfügung stehen (Lee et al., 2022).

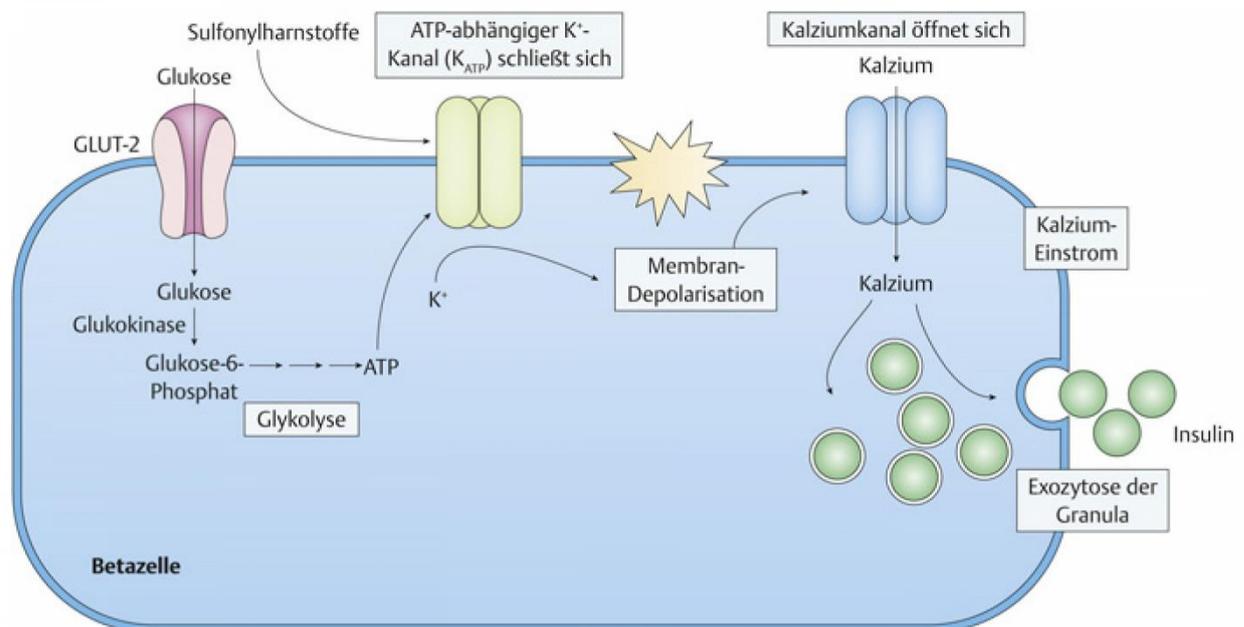


Abbildung 1: physiologische Insulinsekretion der β -Zelle

4. Pathophysiologie

Dem Diabetes mellitus Typ 2 liegen vor allem zwei pathophysiologische Vorgänge zugrunde: eine gestörte Insulinsekretion sowie eine erhöhte Insulinresistenz. In den folgenden Kapiteln soll auf beide Prozesse näher eingegangen werden.

4.1. Verminderte Insulinsekretion

Die Verminderung der Insulinsekretion geht auf die sogenannte β -Zell-Dysfunktion zurück, welche wiederum vor allem durch Glukotoxizität, Lipotoxizität und Glukolipotoxizität verursacht wird. Der Funktionsverlust der β -Zellen findet laut aktuellen Studien und Forschungen durch ein komplexes Zusammenspiel zwischen Umwelt und verschiedenen molekularen Signalwegen statt, bei dem vor allem metabolischer und oxidativer Stress sowie chronische Entzündungen den Schaden an der β -Zelle verursachen. Eine erhöhte Konzentration von gesättigten freien Fettsäuren sowie Glukose beeinflussen unter anderem über eine Aktivierung des sogenannten „unfolded protein response pathway“ das Endoplasmatische Retikulum der β -Zelle, welches für die Modifikation des noch nicht fertigen Insulins zuständig ist. Des Weiteren führt ein dauerhaft erhöhter Glukosespiegel zu einer Ansammlung von fehlgefaltetem Insulin und sogenannten „islet amyloid polypeptides“ (IAPP) in den β -Zellen (Galicia-Garcia et al., 2020).

Die IAPP, auch Amyline genannt, sind neuroendokrine Hormone welche unter physiologischen Bedingungen bei Exozytose des Insulins von der β -Zelle kosekretiert werden. Bei 90% der an DMT2 erkrankten Patienten konnte eine Ansammlung von Amyloid-Ablagerungen in dem Pankreas beobachtet werden. Die durch chronische Hyperglykämie verursachte Überexpression der Amyline und dadurch bedingte Aggregation der Amyloide verursacht in weiterer Folge durch verschiedenste pathologische Prozesse wie mitochondriale Dysfunktion, oxidativem Stress, Entzündung der Langerhansinseln und DNA-Schäden abermals Schaden an der β -Zelle (Bishoyi et al., 2021).

4.2. Insulinresistenz

Die Insulinresistenz beschreibt einen Zustand, in welchem insulinabhängige Gewebe auf das Insulin eine verminderte oder auch aufgehobene Wirkung zeigen. Zu jenen zählen vor allem die Leber sowie das Fettgewebe und die Skelettmuskulatur. Letztere hat den größten Glykogenspeicher, gefolgt von der Leber. Die genauen Mechanismen zur Entstehung der Insulinresistenz sind noch unklar, jedoch gibt es einige Theorien, die als Ursache als sehr wahrscheinlich in Betracht gezogen werden können. Zudem ist bekannt, dass die Insulinresistenz neben dem Diabetes mellitus Typ 2 auch bei Krankheiten wie beispielsweise der nicht-alkoholischen Fettlebererkrankung, dem Metabolischen Syndrom oder der Atherosklerose eine wichtige Rolle spielt (Lee et al., 2022).

Eine Deletion des GLUT4 sowie der Insulin Rezeptor Tyrosin Kinase (IRTK), welche die Entstehung einer Fettleber begünstigt, konnte bei einer Insulinresistenz der Skelettmuskelzellen nachgewiesen werden. Es wird stark vermutet, dass die abgeschwächte oder aufgehobene Wirkung des Insulins in der Skelettmuskulatur eher durch Veränderungen in den proximalen Wegen der Insulin-Signalkaskade als in dessen Transportsystem zustande kommen. So kann beispielsweise ein Defekt bei der Phosphorylierung der IRTK bei der muskulären Insulinresistenz ursächlich sein und eine verminderte muskuläre Glukoseaufnahme zur Folge haben (Lee et al., 2022).

Eine abgeschwächte Wirkung des Insulins in der Leber führt zu einer gesteigerten Glukosebereitstellung und einer reduzierten Glykogensynthese, welche wiederum mit einer veränderter Lipolyse des Fettgewebes in Verbindung steht.

Erwähnenswert ist außerdem, dass bei Vorliegen einer hepatischen Insulinresistenz auch die Lipogenese stimuliert wird, was in weiterer Folge zu einer Hyperlipidämie und -glykämie sowie einer Fettleber führen kann (Lee et al., 2022).

Chronische Entzündungen sind in der Entstehung für Diabetes mellitus Typ 2 nicht nur an der β -Zell-Dysfunktion beteiligt, sondern haben auch Einfluss auf die Insulinresistenz. So wurde beispielsweise beobachtet, dass bei einer abgeschwächten Wirkung des Insulins auf Zellen der Leber eine erhöhte Expression des Tumor Nekrose Faktors α (TNF α) vom Fettgewebe ausgeht. Der TNF α wird durch von Adipozyten rekrutierte Makrophagen ausgeschüttet und gehört zu den proinflammatorischen Zytokinen des Immunsystems, weshalb er bei systemischen chronischen Entzündungen eine wichtige Rolle spielt (Lee et al., 2022).

5. Diagnostik und Therapieschemata

5.1. Diagnosesicherung

Die American Diabetes Association (ADA) definiert Diabetes mellitus anhand des Vorliegens einer der drei folgenden Kriterien:

- Ein HbA1c Wert von 6,5% oder höher
- Eine Glukoseplasmakonzentration von mindestens 126mg/dl im nüchternen Zustand (der Patient darf acht Stunden vor der Untersuchung keine Lebensmittel oder Flüssigkeiten außer Wasser zu sich nehmen)
- Eine Glukoseplasmakonzentration von 200mg/dl oder höher, zwei Stunden nach Beginn eines oralen Glukosetoleranztestes ("Diagnosis | ADA," n.d.)

Bei einem oralen Glukosetoleranztest, abgekürzt oGTT, wird zuerst der Nüchternblutzucker erhoben. Anschließend muss der Patient 75g Glukose zu sich nehmen. Nach zwei Stunden wird abermals die Glukoseplasmakonzentration gemessen ("Diabetes mellitus - AMBOSS," n.d.).

5.2. Guidelines und Therapieschemata

Sowohl in der deutschen als auch in der österreichischen Nationalen Versorgungsleitlinie (NVL) für Diabetes mellitus Typ 2 wird stark betont, dass Therapieziele mit jedem Patienten individuell und gemeinsam festgelegt werden sollen. Um die richtige Behandlung zu wählen, werden hierbei sowohl personenbezogene als auch umweltbezogene Kontextfaktoren berücksichtigt. Der sozioökonomische Status oder der Arbeitsplatz, aber auch das Alter und die Lebensgewohnheiten sind nur wenige Beispiele, die bei einer realistischen Zielsetzung und Therapiewahl zu berücksichtigen sind. Diese sollen dann vom betreuenden Arzt dokumentiert sowie laufend mit dem Patienten reevaluiert und besprochen werden. Ein kurzes Gespräch bei jeder Konsultation, wobei dieses zumindest einmal jährlich ausführlich abgehalten werden soll, ist hierfür vorgesehen. Des Weiteren wird empfohlen, eine verständliche Risikokommunikation mitsamt den verschiedenen Therapieoptionen und deren Vor- und Nachteile mit dem Patienten zu führen. Mögliche Lösungsansätze, wenn aufgrund von Non-Adhärenz, also dem Scheitern des Patienten die besprochenen Lebensänderungen durchzuführen, Therapieziele nicht erreicht wurden, werden ebenfalls in der deutschen NVL angeführt. Beispielsweise bieten sich Technischulungen an, wenn der Patient aufgrund von Schmerzen im Bewegungsapparat eine gesteigerte körperliche Bewegung im Alltag nicht durchführen kann (Arzneimittelkommission Der Deutschen Apotheker (AMK) et al., 2021; Clodi et al., 2019).

Der Stufenplan der österreichischen NVL sieht als Basistherapie die Lebensstilmodifikation mit dem Fokus auf einer Ernährungsumstellung sowie einer gesteigerten körperlichen Aktivität vor. Bei einem HbA1c Wert von unter 6,5% ist keine weitere medikamentöse Therapie vorgesehen. Ein Wert zwischen 6,5% und 9% stellt eine Indikation zur Verschreibung von Metformin dar und bei einem Wert von über 9% empfiehlt die NVL zusätzlich zu Metformin die Einnahme einer weiteren antidiabetischen Substanzklasse. Kann keine Senkung des HbA1c Wertes bei der Reevaluation nach drei bis sechs Monaten festgestellt werden, soll eine Therapieeskalation durchgeführt werden. Diese muss unter Berücksichtigung der kardiovaskulären Gesundheit des Patienten geschehen, da bei bestehenden Vorerkrankungen eine Substanzklasse mit positiver kardiovaskulärer Wirkung als Zusatzmedikation zu Metformin zu wählen ist. Zu diesen zählt die österreichische NVL die „Sodium glucose linked transporter 2 - Hemmer“ (SGLT2-Hemmer) Empagliflozin, Canagliflozin und Dapagliflozin sowie die „Glucagon-like peptide-1 – Rezeptor Agonisten“ (GLP-1-RA) Liraglutid und Semaglutid. Bei Vorliegen einer eingeschränkten Nierenfunktion sind SGLT2-Hemmer GLP-1-RA zu bevorzugen (Clodi et al., 2019).

Vor Therapie-Eskalation sollte stets mittels partizipativer Entscheidungsfindung eine Reevaluation der Therapiestrategie zur Behebung möglicher Ursachen des Nichterreichens des Therapiezieles durchgeführt werden (Arzneimittelkommission Der Deutschen Apotheker (AMK) et al., 2021).

Als primäre Therapieziele in der antihyperglykämischen Therapie des DMT2 werden die Vermeidung von Akut- und Folgekomplikationen sowie die Symptommfreiheit hervorgehoben (Clodi et al., 2019).

6. Akute Komplikationen und Langzeitfolgen

Mit der richtigen Therapie und einer hohen Compliance des Patienten lassen sich zwar akute Komplikationen des Diabetes mellitus gut vermeiden, jedoch zählt neben Infektionen und einem neu aufgetretenen, nicht diagnostizierten Diabetes mellitus eine falsch angewandte Insulintherapie zu den häufigsten Gründen für Komplikationen. Zu diesen gehören vor allem die in Folge einer Hyperglykämie entstandene diabetische Ketoazidose, vorwiegend bei Patienten mit Diabetes mellitus Typ 1, und ein hyperosmolares hyperglykämisches Syndrom, überwiegend bei DMT2. Beide gehören zu dem diabetischen oder auch hyperglykämischen Koma und haben einen relativen oder absoluten Mangel an Insulin als Ursache. Im Gegensatz zur diabetischen Ketoazidose kommt es durch die vorhandenen Restmengen des Insulins bei einem hyperosmolaren hyperglykämischen Syndrom des DMT2 zu keiner Lipolyse, weshalb die Bildung von Ketonkörpern und die damit einhergehende Ketose sowie metabolische Azidose ausbleibt. Bei beiden Arten des diabetischen Kommas kommt es aufgrund der osmotischen Diurese zu einer Dehydration und Entgleisung des Elektrolythaushaltes, wobei bei einem hyperosmolaren hyperglykämischen Syndrom diese noch stärker ausfällt. Ein Patient mit diabetischem Koma präsentiert sich klinisch unter anderem mit einer Polyurie, also einem vermehrten Wasserlassen aufgrund der osmotischen Diurese, Übelkeit, Schwindel, eine gesteigerte Atem- und Herzfrequenz, Lethargie und im Falle einer diabetischen Ketoazidose mit einer Kussmaul Atmung. Diese kommt durch respiratorische Kompensation der metabolischen Azidose zustande (Karslioglu French et al., 2019).

Neben möglichen akuten Komplikationen bringt Diabetes mellitus jedoch auch zahlreiche chronische Folgen mit sich, deren molekulare Ursachen teilweise noch unerklärt sind und die auch trotz strikter Kontrolle des Glukosespiegels fortschreiten können. Im Folgenden werden die häufigsten Komplikationen kurz erläutert:

Fast die Hälfte aller mit DMT2 assoziierten Tode sind aufgrund von kardiovaskulären Komplikationen, zu welchen man Atherosklerose, Kardiomyopathie, Herzinsuffizienz und

Myokardinfarkte zählt. Hyperglykämie induziert zum Einen eine endothelialen Dysfunktion und führt zum Anderen zu einer Aktivierung der unterhalb der Endothelschicht liegenden glatten Muskelzellen in Gefäßen. Diese wiederum verlieren die Fähigkeit der Kontraktion, beginnen zu proliferieren und steuern einer Entzündung bei. Des Weiteren führen aktivierte glatte Muskelzellen der Gefäße zur Umwandlung von Monozyten in Schaumzellen, welche zur Plaqueentstehung an Gefäßwänden führen. Die eben beschriebenen Prozesse sind Teile der multifaktoriellen Entstehung einer Atherosklerose (Demir et al., 2021).

Die häufigsten diabetischen Mikroangiopathien beeinflussen die Niere, das Nervensystem und die Netzhaut des Auges.

Die diabetische Nephropathie gehört dabei ebenfalls zu den häufigsten mit Diabetes assoziierten Todesursachen und kennzeichnet sich durch sowohl funktionelle als auch morphologische Veränderungen aus. Podozyten verlieren den Kontakt zur glomerulären Basalmembran, welche als Folge der Anlagerung extrazellulärer Komponenten verdickt und anschließend eine Sklerose des Glomerulum und eine tubulo-interstitielle Fibrose induziert. Klinisch kommt es zu einer Albuminurie sowie einer verringerten glomerulären Filtrationsrate (Demir et al., 2021).

Beim Stellen einer Diagnose mit DM haben nahezu 20% der Patienten bereits eine diabetische Retinopathie welche unter anderem aus einer Dysfunktion der Endothelzellen der Netzhautgefäße des Auges resultiert. Des Weiteren führt die Hyperglykämie zu einer Apoptose der Perizyten, welche regulierend und versorgend auf die Endothelschicht wirken und rund um den Gefäßwänden physiologisch angelagert sind. Bei DM verlieren die Perizyten jedoch den Kontakt zu den Gefäßwänden, was wiederum auch Einfluss auf die Durchlässigkeit der Blut-Retina Schranke hat. Patienten mit einer diabetischen Retinopathie bleiben lange beschwerdefrei, können aber nach einer allmählichen Verschlechterung der Sehkraft auch an der Mikroangiopathie der Netzhaut erblinden (Demir et al., 2021).

Unter der diabetischen Neuropathie versteht man die infolge eines DM auftretende Schädigung an dem peripheren Nervensystem. Sie tritt fast bei der Hälfte der Patienten auf und führt durch Beeinflussung der peripheren sensorischen Nervenendigungen zu Symptomen wie Gefühlsstörungen, Schmerzen oder Taubheit. Diese treten in den meisten Fällen an den distalen Teilen der Extremitäten wie den Händen und Füßen auf, wobei auch Fälle bekannt sind, in denen die Schädigungen proximal, beispielsweise an der Hüfte beginnend auftreten. Bei Fortschreiten der diabetischen Neuropathie zeigen sich zudem auch Schädigungen der Motorneurone, resultierend in Gleichgewichtsstörungen. Die Hyperglykämie hat außerdem Einfluss auf die Schwannzellen – die Gliazellen des peripheren Nervensystems. Dadurch wird die Bildung der Myelinscheiden, welche für eine physiologische Reizweiterleitung essentiell sind, sowie die Regenerationsfähigkeit der Nerven reduziert (Demir et al., 2021).

7. „Therapie aktiv – Diabetes im Griff“

Disease Management Programme (DMP) sind strukturierte Behandlungsprogramme für Menschen, die an chronischen Erkrankungen wie Asthma bronchiale, koronare Herzkrankheit (KHK) oder Diabetes mellitus Typ 2 leiden. Für letztere gibt es in Österreich das DMP „Therapie aktiv – Diabetes im Griff“, welche eine langfristige, regelmäßige ärztliche Betreuung der Patienten sowie eine an den Patienten individuell angepasste, optimale Therapie ermöglicht. Dadurch wird auch das Risiko für Folgeschäden und die Gesamtmortalität gesenkt.

Das „Therapie aktiv“ - Programm gibt es seit dem Jahr 2007 und wird kostenfrei für an DMT2 erkrankte Patienten in ganz Österreich angeboten. Stand 1.12.2022 haben von allen neun Bundesländern insgesamt 1.995 Ärzte, mit 405 die meisten davon in der Steiermark, sowie 107.719 Patienten, mit 27.244 die meisten davon in Wien, an dem Programm teilgenommen. Im

April 2019 waren es im Vergleich dazu 1.777 Ärzte und 78.756 Patienten. Eine Patientenbefragung aus dem Jahr 2012 zeigt auf, dass durch das Konzept „Therapie aktiv“ eine deutlich bessere Betreuung für Diabetiker, resultierend in einem besseren gesundheitlichen Zustand sowie Wissensstand über die Erkrankung, gewährleistet wird. So wurden beispielsweise bei ungefähr 84% der am DMP teilnehmenden Patienten die jährlich empfohlene Kontrolle durch den Augenarzt veranlasst, während es bei jenen Diabetikern, die nicht am Programm teilnahmen, nur 64% waren. Durch das regelmäßige Zusammenkommen mit Ärzten sowie das gemeinsame Setzen von Zielen werden Patienten eher dazu motiviert, gewisse Gewohnheiten in ihrem Lebensstil zu ändern. Lediglich den Bekanntheitsgrad des DMP sowie die Bereitschaft zur Teilnahme an diesem sollte man, wie die Patientenbefragung aufzeigt, noch erhöhen. Nur 21% der für die Befragung ausgewählten Diabetikern, die nicht am DMP teilnahmen, gaben darüber Auskunft, „Therapie aktiv“ zu kennen. Von den restlichen 78,3% hätten 65,8% gerne mehr Informationen über das Programm (Österreichische Gesundheitskasse, n.d.).

7.1. Ablauf des Therapieprogramms

Um als Patient in das „Therapie aktiv“ - Programm aufgenommen werden zu können, muss man bestimmte Teilnahmebedingungen erfüllen. Zu diesen gehören eine gesicherte Diagnose (die Diagnosekriterien wurden im Kapitel 5.1. bereits näher erläutert), eine hohe Compliance und Bereitschaft zur aktiven Beteiligung am Programm sowie das Fehlen von etwaigen Ausschlusskriterien wie beispielsweise Alkoholabusus. Nach der Überprüfung der Teilnahmebedingungen seitens des Arztes wird der Patient ausführlich über das Programm informiert und nach Unterzeichnung einer Teilnahme- und Einwilligungserklärung vom behandelnden Arzt für das Programm angemeldet. Nach erfolgreicher Anmeldung erhalten sowohl Patient als auch Arzt eine Teilnahmebestätigung. Zusätzlich erhalten die Patienten ein Handbuch und informative Unterlagen rund um die Krankheit sowie Ernährungsumstellung und andere für den Verlauf des DMT2 wichtige Lifestyleinterventionen (Österreichische Gesundheitskasse, n.d.).

Um als niedergelassener Arzt in das DMP aufgenommen zu werden und das notwendige Basis-Seminar absolvieren zu können, müssen ebenfalls bestimmte Voraussetzungen erbracht werden. Dazu zählen der Besitz einer medizinischen Grundausstattung wie beispielsweise Blutzuckermessgeräte für eine fachspezifische Versorgung sowie der Besitz verschiedener Arzneimittel wie zum Beispiel schnell wirksames Insulin. Vor einer Registrierung als Therapie aktiv - Arzt und einer dazu notwendigen Einreichung der Beitrittserklärung ist ein verpflichtendes Basisseminar, online oder in Präsenz, über die Grundlagen des Programmes sowie über einen fachspezifischen Teil zu absolvieren (Österreichische Gesundheitskasse, n.d.).

Patienten, die am Therapie aktiv – Programm teilnehmen, werden regelmäßig untersucht, wobei die Zeitspanne zwischen den einzelnen Terminen je nach Ausmaß der Krankheit variieren kann. Mindestens einmal jährlich ist eine Reevaluation der Zielvereinbarung anhand der Untersuchungsergebnisse und des Lebensstils durchzuführen. Dabei werden die ausführlicheren jährlichen Termine sowie die Erstbetreuung vom Arzt dokumentiert. In der Zielvereinbarung werden folgende Punkte besprochen:

- Senkung des HbA1c Wertes
- Senkung des Blutdrucks
- Reduktion des Tabakkonsums
- Steigerung des Bewegungsausmaßes
- Gewichtsabnahme
- Umstellung der Ernährung

Ebenfalls zu dokumentieren ist die Erhebung der Lebensqualität anhand des EQ-5D Fragebogens. Dieser fragt körperliche Schmerzen, Beweglichkeit, Selbstversorgung, Angstzustände und das Durchführen allgemeiner Tätigkeiten ab. Der Dokumentationsbogen soll neben Informationen über die Zielvereinbarung und der Lebensqualität auch über Sekundärkomplikationen, aktuelle Symptome, Komorbiditäten, spezifische Werte wie beispielsweise das Gewicht, die aktuellen Therapiemaßnahmen sowie den Raucherstatus, Augen- und Fußuntersuchungen, abgehaltene Diabetes-Schulungen und selbst durchgeführte Kontrollmessungen wie zum Beispiel die Blutzuckermessung enthalten (Österreichische Gesundheitskasse, n.d.).

7.2. Untersuchungen und Kontrollen

DMT2 kann wie bereits im Kapitel 6 beschrieben zu einigen Begleit- und Folgeerkrankungen führen. Im Rahmen von „Therapie aktiv – Diabetes im Griff“ werden hierfür jährliche Untersuchungen und Kontrollen durchgeführt, um etwaige Komplikationen rechtzeitig und adäquat behandeln und entdecken zu können. Das Hauptaugenmerk der körperlichen Untersuchung liegt bei der Fußuntersuchung. Das diabetische Fußsyndrom kann von einfachen Infektionen bis hin zu Nekrosen und Amputationen führen und sollte deshalb mindestens jährlich, bei Vorliegen eines Risikofußes jedoch alle drei Monate, kontrolliert werden. Ein Risikofuß liegt dann vor, wenn der Patient bereits einen Ulkus hatte oder unter einer peripheren arteriellen Verschlusskrankheit oder einer Polyneuropathie leidet. Neben einer ausführlichen Anamnese mit gezielter Fragestellung auf die Symptome des diabetischen Fußsyndroms, wie beispielsweise Temperaturmissempfindungen oder stechende Schmerzen vor allem in Ruhe, sollte auch eine Inspektion des Fußes auf beispielsweise Ulzerationen, Turgor oder Hautdeformitäten stattfinden. Als nächstes erfolgt die Erhebung des Pulsstatus beidseits an der Arteria dorsalis pedis und der Arteria tibialis posterior sowie die Neuropathieprüfung. Diese umfasst neben dem Reflexstatus auch das Schmerz-, Druck- und Vibrationsempfinden. Letzteres wird mit einer Stimmgabel nach Rydel und Seiffer überprüft, welche zuvor an der Hand des Patienten ausgetestet und anschließend an den Großzehengrundgelenken in Schwingung gebracht wird. Der Patient soll mit geschlossenen Augen jenen Zeitpunkt angeben, an dem er keine Vibration mehr fühlen kann. Nun wird anhand der Stimmgabelskala der Punkt, der gerade nicht mehr in Schwingung und somit wieder ablesbar ist, in Achterschritten dokumentiert. Physiologisch sollten Patienten unter 60 Jahren ein Empfinden von 7/8 bis 8/8, Patienten über 60 6/8 und über 80-Jährige 4/8 bis 5/8 angeben können. Bei Werten darunter besteht ein Verdacht auf eine Polyneuropathie.

Zur Bewertung des Druckempfindens und der Sensibilität wird das Semmes-Weinstein-Monofilament an der Fußsohle des Patienten, der die Augen geschlossen hat, aufgesetzt und dabei so viel Druck ausgeübt, dass der Nylonfaden einknickt. Wichtig hierbei ist, dass die Überprüfung nicht direkt auf Narben, Ulzera oder Schwielen durchgeführt und dreimal in jeder Region wiederholt wird. Mindestens einmal davon soll eine Scheinanwendung durchgeführt werden. Ein Verdacht auf eine gestörte Sensibilität liegt dann vor, wenn pro Region maximal eine von drei Testungen richtig erkannt wird.

Zudem wird im Rahmen der jährlichen „Therapie aktiv“ – Kontrolle auf die ebenfalls mindestens einmal im Jahr durchzuführende Untersuchung zur Abklärung einer diabetischen Retinopathie hingewiesen.

Des Weiteren findet ein Screening auf mögliche diabetische Nephropathien mittels Bestimmung der Albumin-Kreatinin-Ratio im Spontanharn statt (Österreichische Gesundheitskasse, n.d.).

8. Guidelines zur Prävention sowie Lebensstilinterventionen bei bestehendem Diabetes mellitus Typ 2

Wie bereits im Kapitel 5.2. beschrieben besteht die Basistherapie des Diabetes mellitus Typ 2 rein in der Umstellung diverser Lifestylefaktoren, wobei die Ernährung und die Bewegung den größten Anteil hierbei darstellen. Aber auch psychischer Stress, Alkohol und Nikotin spielen eine nicht unwesentliche Rolle in der Entstehung und dem Verlauf des DMT2. Guidelines und Lifestyleänderungen zur Prävention jener Risikofaktoren sowie deren Einfluss auf die Erkrankung sollen in den folgenden Unterkapiteln näher beleuchtet werden.

8.1. Gewichtsmanagement und Ernährung

Rund um das Thema Ernährung bei Diabetes mellitus Typ 2 gibt es zahlreiche Studien und Theorien, die immer wieder von neuen Erkenntnissen abgelöst werden. Wie bei den anderen Risikoverhalten von Patienten mit DMT2 gilt auch hier wieder, individualisierte Therapieziele und Lifestyleänderungen anzustreben. Gemeinsam mit Ernährungswissenschaftlern sollen Patienten nach der Diagnosesicherung (siehe Kapitel 5.1.) im Rahmen der Basistherapie ein geeignetes Konzept entwickeln, wie sie ihr Essverhalten positiv ändern können. Regelmäßige Reevaluationen, Modifizierungen des Ernährungsplanes sowie das zur Verfügung stellen von informativen Unterlagen sind für das Erreichen eines Idealgewichts und ausgewogenen Essgewohnheiten essentiell. Mit einer effizienten Ernährungstherapie kann der HbA1c Wert von Patienten mit DMT2 um bis zu 2% gesenkt werden, bei Diabetes mellitus Typ 1 um 1,9%. Damit übertrifft die Ernährungstherapie manche medikamentösen Therapien nicht nur in ihrer Wirkung auf den Blutzuckerspiegel, sondern auch in den Kosten der Behandlung. Studien konnten zudem zeigen, dass eine Lifestyleänderung mit einhergehendem Gewichtsverlust bei adipösen Erwachsenen mit beeinträchtigter Glukose Toleranz die Inzidenz von DMT2 um 58% über drei Jahre senken konnte (Evert et al., 2019; Nussbaumer, 2019).

8.1.1. Makronährstoffe

Die Evidenzlage bezüglich einer Empfehlung zur Hauptnährstoffverteilung ist sehr gering, weshalb die American Diabetes Association hierzu größtenteils keine konkreten Empfehlungen abgibt. Die Menge und Qualität der Nährstoffe sollte deshalb individuell an den Patienten angepasst werden. Zur Ermittlung einer optimalen Kohlenhydrat-Menge eignet sich besonders gut die postprandiale Blutzucker-Messung. Erwähnenswert ist hierbei, dass Kohlenhydrate sehr heterogene Nährstoffe sind und unterschiedliche kohlenhydrathaltige Lebensmittel bei gleicher Summe unterschiedliche Anstiege des Blutzuckers verursachen. Ballaststoffe, wie beispielsweise in Haferflocken oder Vollkornprodukten enthalten, haben bezüglich DMT2 und koronaren Herzkrankheiten eine protektive Wirkung. Bei einem täglichen Verzehr von 50g konnten Senkungen des HbA1c Wertes um bis zu 0,3% beobachtet werden. Aufgrund diesen Erkenntnissen empfiehlt die ADA mehr als 40g täglich oder über 20g/1000kcal an Ballaststoffen zu sich zu nehmen (Evert et al., 2019; Nussbaumer, 2019). Zu „low carb“ – Diäten gibt es wie auch bei den meisten anderen Themen in den Ernährungswissenschaften unterschiedliche Ansichten. In Hinsicht auf den Einfluss einer kohlenhydratarmen Ernährung auf die Mortalität kam eine im Jahr 2020 veröffentlichte Kohortenstudie des „Japan Public Health Centers“ zu folgenden Ergebnissen: Eine „low carb Diät“ mit hohem Fett- und Proteinanteil geht mit einer erhöhten Mortalität und einem erhöhten Risiko für KHK einher. Ein verringertes Risiko für letzteres sowie eine geringere Mortalität konnte allerdings bei „low carb – Diäten“ mit pflanzlichen Fetten und Proteinen beobachtet werden (Akter et al., 2021).

Genauso wie für Kohlenhydrate empfiehlt die ADA auch für Proteine eine individuelle Anpassung in dem Ernährungsplan des Patienten, da es bei dieser Gruppe der Makronährstoffe abermals unterschiedliche Forschungsergebnisse, Studien und Meinungen gibt. Bewiesen ist allerdings, dass Eiweiße sich günstig auf die Stoffwechsellage von Diabetikern auswirken, zur Gewichtsreduktion beitragen und sich auch positiv auf den Blutdruck, das Lipidprofil und die Entzündungsmarker auswirken. Ein länger andauerndes Sättigungsgefühl wird laut aktuelleren Studien als Ursache für ein erfolgreicherer Diabetesmanagement mit leicht erhöhter Proteinzufuhr vermutet. Erwähnenswert ist außerdem, dass der Konsum von Milchprodukten mit einem verminderten Risiko für Stoffwechselstörungen und koronaren Herzkrankheiten assoziiert wird, wobei Kasein mit 80% und Molkenprotein mit 20% die beiden Hauptquellen darstellen. Molkenproteine stimulieren zum Einen die Insulinsekretion und aktivieren zum Anderen das „Glucagon like Peptide 1“, wodurch sie insgesamt in ihrer blutzuckersenkenden Wirkung mit dem oralen Antidiabetikum Nateglinid vergleichbar sind. Bereits seit langer Zeit wird allerdings über die nierenschädigenden Effekte von Proteinen diskutiert, wobei der aktuelle Wissensstand für Patienten mit DMT2 ohne Vorschädigung der Niere keine Einschränkungen der Proteinzufuhr in der Ernährung vorsieht und einer Zufuhr von bis zu 1,5g/kg/Körpergewicht (KG) Proteinen keine Gefahr zuschreibt. Bei eingeschränkter Nierenfunktion empfiehlt es sich jedoch eine Proteinmenge von 0,8 – 1 g/kg/KG nicht zu überschreiten. Die Proteine sollten bevorzugt aus pflanzlichen Quellen stammen (Nussbaumer, 2019).

Genaue und für jeden Patienten universell einsetzbare Mengenangaben gibt es bei Fetten nicht. Wie auch bei Kohlenhydraten weiß man aber, dass Fette in ihrer unterschiedlichen Qualität und Art sich auch unterschiedlich auf die Gesundheit auswirken. Jedoch gibt es kontroverse Diskussionen über den Einfluss von gesättigten Fettsäuren (FS) und Cholesterin auf KHK und den Verlauf von DMT2. Während diese früher weltweit und heute in manchen Ländern immer noch als Hauptrisikofaktoren galten, haben zum Beispiel die „Dietary Guidelines“ in den USA Cholesterin aus der Liste der bedenklichen Nährstoffe bereits entfernt und Begrenzungen in der Fettzufuhr aus den Empfehlungen gestrichen. Grund hierfür sind Forschungsergebnisse aktueller Studien, welche mehrheitlich zeigen, dass es, entgegen der Erwartungen und veralteter Meinungen, zu keiner Verbesserung der Homöostase von Glukose und Insulin bei reduzierter Aufnahme von gesättigten FS kommt. Für die Entstehung und dem Verlauf von DMT2 ist der glykämische Index beziehungsweise die glykämische Last von bedeutenderer Rolle, unabhängig von der Menge an aufgenommenen Nahrungsfetten. Allerdings lässt sich ein Zusammenhang von KHK, DMT2, Schlaganfall und Gesamtmortalität mit industriell hergestellten Fetten, den Transfetten, beobachten. Trotz kontroverser Diskussionen und Sichtweisen gehen Tendenzen in den Ernährungswissenschaften immer mehr in Richtung Aufhebung der Vorgaben und Richtwerte zur Gesamtfettzufuhr, vor allem da die gesättigten Fettsäuren dadurch häufig durch Kohlenhydrate ersetzt werden, was als ungünstig erwiesen wurde (Nussbaumer, 2019).

8.1.2. Glykämischer Index

Wie bereits im Kapitel 8.1.1. beschreiben, ist nicht nur die Quantität sondern auch die Qualität und Art der aufgenommen Kohlenhydrate ursächlich für deren unterschiedliche Wirkung auf den Zucker- und Insulinhaushalt des Körpers. Ein Maß für die Bestimmung jener Wirkung ist der sogenannte glykämische Index (GI). Dieser gibt den prozentuellen Anstieg des Blutzuckers nach einer Aufnahme von 50g Kohlenhydrate im Vergleich zu Glukose, welchem ein Wert von 100 zugeteilt wird, an. Um den glykämischen Index, welcher sich in niedrig, mittel und hoch einteilen lässt, eines Lebensmittels zu ermitteln, muss demnach der Anteil an Kohlenhydraten bekannt

sein. Anhand der Fläche unter der entsprechenden Blutzuckerkurve wird der GI anschließend dargestellt und bewertet. Beispielsweise bewirkt ein Apfelsaft zwar einen schnellen Anstieg der Plasmaglukosekonzentration, hat jedoch im Vergleich zum Referenzmittel Glukose einen niedrigeren GI, da der Blutzuckerwert auch rasch wieder abfällt. Der GI wird dabei von verschiedensten Faktoren, wie beispielsweise dem Reifegrad bei Obst oder die Art der Stärke, beeinflusst und führt in hohen Werten neben einem rasantem Anstieg des Blutzuckers und Insulins auch zu erhöhten Werten von Triglyceriden, einem niedrigeren HDL-Cholesterin sowie zu einer Fibrinolyse, also einer Auflösung von Blutgerinnsel. Es wird deshalb empfohlen, Lebensmittel mit einem niedrigen glykämischen Index in der Ernährung bei Patienten mit DMT2 zu bevorzugen (Nussbaumer, 2019).

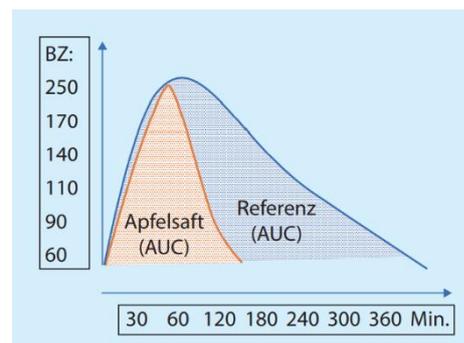


Abbildung 2: Glykämischer Index von Apfelsaft

Vlachos et al. (2020) beziehen sich in ihrem Review auf zehn verschiedene randomisierte kontrollierte Studien, die sich mit dem Effekt des GI auf den postprandialen Glukosewert beschäftigt und dabei die positiven Auswirkungen von Lebensmitteln mit niedrigem GI bei Patienten mit DMT2 bestätigt haben. Betont wird aber auch, dass eine Ernährung mit niedrigen GI ohne Beachtung der Menge und Art der zu sich genommenen Kohlenhydrate eine ineffiziente Diät darstellt. Erwähnenswert ist außerdem, dass das Frühstück jene Mahlzeit ist, die zu den höchsten Peaks postprandialer Hyperglykämie führt und man Speisen, die weniger als 50% ihrer Energie von Kohlenhydraten haben und mindestens 2g an löslichen Ballaststoffen enthalten, bevorzugen sollte. Allgemein wird also eine Reduktion in der Gesamtmenge von Kohlenhydraten und Lebensmittel mit niedrigem glykämischen Index sowie vielen löslichen Ballaststoffen empfohlen (Vlachos et al., 2020).

8.1.3. Getränke

Eine ausreichende Hydrierung ist bei Patienten mit DMT2 wichtig, um mögliche Folgeerkrankungen wie die diabetische Nephropathie zu vermeiden und den Zucker über die Niere ausscheiden zu können. Leitungswasser empfiehlt sich hierbei als Hauptquelle, während zuckerhaltige Softdrinks nur in geringen Maßen zu sich genommen werden sollten, da sich diese bewiesenermaßen negativ auf ernährungsbedingte Erkrankungen wie DMT2 auswirken. Rund um das Thema Flüssigkeitszufuhr bei DMT2 ist zudem die positive Wirkung des Kaffees hinsichtlich der Risikoreduktion des Diabetes erwähnenswert. Nussbaumer (2019) schreibt hierzu in seinem Buch über Ernährungsempfehlungen bei Typ 2 Diabetes, dass Koffein die Glukosetoleranz verbessert und bis zu sechs Tassen Kaffee pro Tag die Prävalenz von DMT2 deutlich verringern. Auch bei täglichem Konsum von Tee konnten einige Studien positive Wirkungen auf die β -Zellfunktion, Insulinresistenz, Blutzuckerspiegel und Lipidprofile nachweisen. Eine Untersuchung zu Kamillentee kam zu den Ergebnissen, dass drei Tassen pro Tag verbesserte Werte von Insulin, Serumglukose und HbA1c sowie Triglyceride und LDL-Cholesterin als Effekt mit sich brachten. Das in der Kamille enthaltene Luteolin wirkt sich zudem positiv auf die Insulinsensitivität aus und führt zu einer Zunahme der GLUT 4 (Nussbaumer, 2019).

Den Biggelaar et al. (2020) konnten in einer Studie zeigen, dass eine geringere Sensitivität der β -Zelle auf Glukose sowie eine geringere Insulinsekretion und -sensitivität mit einem moderaten Konsum künstlich gesüßter Getränke, welche oft als gesünder präsentiert werden, einhergeht. Im Gegensatz dazu konnten sie keine Verbindung von den eben genannten Vorgängen mit zuckergesüßten Getränken beobachten. Betont wird hierbei jedoch, dass noch weitere Studien

und Forschungen durchgeführt werden müssen, um die aktuellen Ergebnisse zu bestätigen (den Biggelaar et al., 2020).

8.2. Körperliche Aktivität

Die von der World Health Organization (WHO) im Jahr 2020 veröffentlichten Leitlinien zu körperlicher Bewegung für Erwachsene (zwischen 18 und 64 Jahren) empfehlen entweder ein wöchentliches Minimum von 150 bis 300 Minuten moderater, aerober körperlicher Bewegung oder zumindest 75 – 150 Minuten an stärkerer aerober Aktivität. Eine äquivalente, angepasste Kombination beider Bewegungsausmaße kann als Alternative durchgeführt werden. Für zusätzliche gesundheitliche Vorteile soll an mindestens zwei Tagen pro Woche gezieltes Muskeltraining von mittlerer bis stärkerer Intensität ausgeübt werden. Grundsätzlich sollten Erwachsene die Trainingseinheiten langsam steigern und mit einer der körperlichen Fitness angepassten physischen Aktivität starten. Vor allem aber sollte eine Reduzierung der im Sitzen verbrachten Zeit angestrebt werden, da diese mit zahlreichen Erkrankungen assoziiert wird, darunter KHK und DMT2. Für Menschen über 65 Jahren werden zusätzlich drei Mal wöchentlich vielseitige Betätigungen empfohlen, welche sowohl durch Krafttraining als auch durch Stärkung der Gleichgewichtsfähigkeit eine Sturzprophylaxe unter anderem darstellen. Auch für Menschen mit chronischen Erkrankungen, wie beispielsweise arterielle Hypertonie oder DMT2, veröffentlicht die WHO Empfehlungen zur physischen Aktivität. Diese entsprechen denen für Menschen über 65 Jahren und senken im Falle von DMT2 das Risiko der kardiovaskulären Mortalität sowie das Auftreten von Folgeerscheinungen der Erkrankungen (“WHO guidelines on physical activity and sedentary behaviour,” 2020).

Das „American College of Sports Medicine“ hat Forschungen zu den verschiedenen Trainingsarten und deren Einflüsse auf die Gesundheit und Diabetes Mellitus Typ 2 durchgeführt. Jede Art von physischer Aktivität führt zu einer vermehrten, insulinabhängigen Glukoseaufnahme in die Zellen der aktiven Skelettmuskulatur. Reduzierte Plasmaglukosespiegel sowie erhöhte Sensitivität für Insulin nach körperlicher Betätigung können bis zu 72 Stunden nach dieser beobachtet werden. Zusätzlich zu den eben genannten positiven Effekten kommt es zu einer verbesserten Gefäß- sowie β -Zell – Funktion und auch das Mikrobiom des Darmtrakts wird gestärkt. Sowohl Ausdauer- als auch Krafttraining verbessern bei Patienten mit DMT2 laut Kanaley et al. (2022) das Lipidprofil sowie die Insulinsensitivität. Ausdauertraining wirkt sich zusätzlich positiv auf die Funktion der Mitochondrien sowie den Blutdruck aus. Erwähnenswert in Bezug auf Krafttraining ist, dass Studien bessere Auswirkungen auf die Gesundheit durch hoch intensives Training als durch niedrig bis mittel intensive Aktivität beobachtet haben. Besser als alleiniges Kraft- oder Ausdauertraining ist jedoch die Kombination aus beidem, welche eine noch höhere Reduktion des HbA1c Wertes zeigt. Auch hoch intensives Intervalltraining wirkt sich positiv auf postprandiale Hyperglykämie, β -Zell Funktion und Insulinsensitivität aus. Zudem kommt es zu einer Verbesserung der diastolischen Herzfüllung und der linksventrikulären Auswurfraction. Zu beachten ist jedoch, dass bei hoch intensivem Intervalltraining das Risiko für muskuloskelettale Verletzungen erhöht ist (Kanaley et al., 2022).

Erwähnenswert ist außerdem, dass das „US Diabetes Prevention Program“ beobachten konnte, dass für jedes abgenommene Kilogramm das Risiko für die Diabetes-Entstehung um 16% gesunken ist. Dabei wurden vor allem Einschränkungen in der Ernährung sowie körperliche Aktivität als Grundbausteine für intensive Lifestyleinterventionen, zu denen die Gewichtsreduktion gehört, herangezogen. Um den HbA1c Wert, die Blutfette und den Blutdruck zu beeinflussen, ist eine Gewichtsabnahme von mindestens fünf Prozent erforderlich (Kanaley et al., 2022).

Es wird zudem vermutet, dass körperliche Betätigung neben den positiven Einflüssen auf den Glukose – Insulin – Haushalt auch vorteilhafte Effekte auf kognitive Funktionen haben könnte. Bei Patienten mit DMT2 kann es neben einer Beeinträchtigung der Konzentration und Aufmerksamkeit auch zu Veränderungen des visuellen und verbalen Gedächtnisses sowie der Verarbeitungsgeschwindigkeit verschiedener Reize kommen. Physische Aktivität könnte sich hierbei positiv auf die kognitive Dysfunktion bei Patienten mit DMT2 durch eine gesteigerte basale Glukoseaufnahme in bestimmten Hirnregionen auswirken. Allerdings gilt es noch einige Forschungen hierzu durchzuführen, bis man den genauen Effekt von körperlicher Aktivität auf die kognitive und exekutive Funktion von Patienten mit DMT2 beschreiben kann (Kanaley et al., 2022).

Bewiesen ist aber, dass physische Inaktivität mit einer gesteigerten Prävalenz für DMT2 einhergeht. Jede zusätzliche, im Sitzen verbrachte Stunde, bei erwachsenen Personen die bereits grundsätzlich neun Stunden täglich, über acht Tage insgesamt, sitzen, erhöht das Risiko an DMT2 zu erkranken um 22% (Kanaley et al., 2022).

8.3. Nikotin und Alkohol

Empfehlungen zum Alkoholkonsum bei Patienten mit Diabetes ähneln denen für gesunde Erwachsene. Frauen sollten demnach maximal 10g, Männer 20g Alkohol pro Tag zu sich nehmen. In 0,3 Liter Bier sind zur besseren Veranschaulichung der Mengen beispielsweise 11,5g Alkohol enthalten (Österreichische Gesundheitskasse, n.d.).

Studien haben ergeben, dass Wein aufgrund des darin enthaltenen Resveratrols in geringen Mengen im Vergleich zu totaler Alkoholabstinenz sogar gesundheitsfördernd und risikoreduzierend für DMT2 ist. Da es sich aber hierbei meistens um Observationsstudien handelt ist eine vollständige Kausalität nicht ableitbar. Zudem ist es schwer, die Effekte nur dem Alkohol alleine zuzuschreiben, da es sich schließlich um eine multifaktorielle Krankheitsentstehung handelt. Bewiesen ist jedoch, dass Wein gegenüber dem Konsum von Bier oder hochprozentigen Spirituosen zu bevorzugen ist (Nussbaumer, 2019).

Neben Alkohol gehört auch das beim Rauchen enthaltenen Nikotin zu jenen psychoaktiven Substanzen, die Einfluss auf die Prävalenz und Prognose von DMT2 haben. Laut Goecke und Baumeister (2021) besteht für Raucher ein etwa 30 bis 40% erhöhtes Risiko zur Entstehung von Diabetes als für Nichtraucher. Regelmäßiges Passivrauchen geht ebenfalls mit einem erhöhten Risiko einher. Als Ursache hierfür vermuten Sun et al. (2020) die durch Nikotin induzierte Seneszenz der insulinproduzierenden und -sekretierenden β -Zellen der Langerhansinseln. Auch deren Proliferation ist durch die gesteigerte Expression von den Zellzyklus beeinflussenden Proteinen wie p16 oder p21 unter Nikotinkonsum vermindert. Eine Reihe von molekularen Mechanismen werden durch Nikotin induziert, darunter zum größten Teil „Ca²⁺ - Signaling“ und die Produktion von Reaktiven Sauerstoffspezies, welche oxidativen Schaden an zellulären Makromolekülen wie den β -Zellen bewirken können (Goecke and Baumeister, 2021; Sun et al., 2020).

8.4. Psychischer Stress

Zwischen Diabetes mellitus und psychischer Erkrankungen, darunter beispielsweise Depression, Angststörungen und Essstörungen, herrscht eine nicht unwichtige, bidirektionale Beziehung, deren Zusammenhänge noch nicht vollständig erforscht sind. Bekannt ist allerdings, dass zum Einen die Inzidenz von DMT2 bei Patienten mit psychischen Erkrankungen erhöht ist und zum Anderen Menschen mit somatischen Erkrankungen wie beispielsweise Diabetes unter zusätzlicher psychischer Erkrankung eine kürzere Lebenserwartung sowie eine zwei- bis dreifach

erhöhte Mortalitätsrate prognostiziert wird. Ungünstige Wechselwirkungen zwischen kardiovaskulären Risikofaktoren, makro- und mikroangiopathischen Folgeschäden sowie dem Stoffwechsel bei Diabetes mellitus und psychischer Erkrankungen konnten beobachtet werden. Sogenannter „diabetes distress“, auf Deutsch „Diabetes spezifischer Stress“, tritt als Folge von kognitiver und emotionaler Überforderung mit dem Selbstmanagement bei 18-45% aller Diabetiker auf. Das Übermitteln zeitnaher Angebote zu Diabetesschulungen nach der Diagnosestellung sowie das Überprüfen ökonomischer und sozialer Ressourcen des Patienten sind wichtige Mittel, um „diabetes distress“ zu vermeiden. Die Folgen von Diabetes spezifischem Stress können Therapieadhärenz, resultierend aus der Überlastung und Überforderung, sein. Zur Verdeutlichung der Signifikanz psychischer Erkrankungen bei Diabetes mellitus kann erwähnt werden, dass die Mortalität von depressiven Diabetikern, abhängig vom Schweregrad der Depression, um das 1,8- bis 2,2-Fache erhöht ist. Die Österreichische Diabetes Gesellschaft empfiehlt deshalb neben der Erhebung des psychosozialen Status ein jährliches Screening auf das Vorliegen psychischer Erkrankungen sowie regelmäßige Kontrollen auf das Eintreten von Erkrankungen wie beispielsweise Dyslipidämien oder Diabetes mellitus bei psychisch Erkrankten. Als Voraussetzung für therapeutische Interventionen sowie erfolgreiche Screening- und Monitoringleitlinien wird eine interdisziplinäre Zusammenarbeit genannt („Österreichische Diabetes Gesellschaft - ÖDG LEITLINIEN,“ n.d.).

9. Vorstellung und Beschreibung der Kasuistik

Die für diese Bachelorarbeit herangezogene Kasuistik beschreibt die Patientin Frau L.¹, bei welcher am 9.8.2018 im Rahmen einer routinemäßigen Vorsorgeuntersuchung die Verdachtsdiagnose Diabetes mellitus Typ 2 gestellt wird. Alle Informationen, die in diesem Kapitel genannt werden, wurden also aus den Dokumentationen des behandelnden Arztes von Frau L. entnommen.

Frau L. stellt sich mit der Dauermedikation Nomexor 5mg (1-0-0) und folgender Dauerdiagnose vor:

- Arterielle Hypertonie
- Mortonneurinom zwischen der zweiten und dritten (10mm) sowie dritten und vierten (5mm) Zehe links
- Aplasie des vorderen oberen Labrum glenoidale
- Rezidivierende Schulterluxation links und alte Hill Sachs Delle

Im Rahmen der Vorsorgeuntersuchung kann ein Systolikum über dem Erb'schen Punkt sowie eine Adipositas festgestellt werden. Frau L. gibt darüber Auskunft, dass sie keinen Sport betreibt und mit dem Rauchen im Jahre 2001 aufgehört habe. Zudem hat sie wiederkehrende Beschwerden des Bewegungsapparates. Die Patientin hat zu diesem Zeitpunkt ein Gewicht von 110kg bei einer Größe von 1,65m. Aus diesen Werten lässt sich ein BMI von 40,4 berechnen, welcher Ausdruck

Labor		31.07.2018
- BLUTBILD:		
Ery (4-5.5 T/l)		4,84
Hämoglobin (12-16 g/dl)		13,6
Hämatokrit (35-47 %)		42,2
Leuco (4-11.3 G/l)		6,3
MCV (85-101 fl)		87,3
MCH (26-34 pg)		28
MCHC (30-38 g/dl)		32,1
PCT (0.12-0.36 %)		0,236
RDW (11-16 .)		13,5
MPV (5.9-9.9 fl)		7,9
PDW (10-18 %)		14,2
Thrombo (130-440 G/l)		300
Lympho (7-52 g/dl)		30,9
LYMA (1.1-4.5 G/l)		2
Mono (0.1-0.9 G/l)		0,4
MO (2-11 %)		6,6
Gran (45-75 %)		62,5
GRAA		3,9
- ENTZÜNDUNGSPARAMETER:		
CRP (0-0.5 mg/l)		0,63++
- GLUCOSESTOFFWECHSEL:		
BZ nüchtern (0-100 mg%)		144++
Hba1c (4.5-6 %)		7,4++
HBA1cm (20-42 mmol/mol)		58++
- GERINNUNG:		
- LEBERPARAMETER:		
Gamma-GT (7-32 U/l)		45++
- NIERENPARAMETER:		
Harnstoff (17-50 mg/dl)		34,2
BUN (8-23 mg/dl)		16
Kreat (0-1.02 mg/dl)		0,53
GFR (80-999)		130,86
ALBU (3.4-4.8 .)		3,8
- FETTSTOFFWECHSEL:		
Chol (100-200 mg/dl)		214++
HDL (55-300 mg/dl)		60
QUOT		3,6

Abbildung 3: Ausschnitt aus dem Laborbefund der Kasuistik vom 31.07.2018

¹ Aus Gründen des Datenschutzes wird der vollständige Name der Patientin nicht genannt und ein anderer Anfangsbuchstabe des Nachnamens zur Beschreibung genutzt.

einer Adipositas Grad III ist. Weiters wird eine Laboranforderung durchgeführt, bei der sich Auffälligkeiten bei den folgenden Parametern erweisen: CRP, HbA1c, Hba1cm, Gamma-GT, Blutzucker nüchtern, Cholesterin.

Mit einem HbA1c Wert von 7,4% hat Frau L. die Diagnosekriterien der ADA (siehe Kapitel 5.1.) für Diabetes mellitus erfüllt, weshalb bei ihr am 10.09.2018 DMT2 diagnostiziert wird und eine Aufnahme in das Therapieprogramm „Therapie Aktiv – Diabetes im Griff“ erfolgt. Die Erstuntersuchung im Rahmen des DMP ergibt unauffällige Befunde bei der körperlichen Fußuntersuchung, die im Kapitel 7.2. näher beschrieben wurde. Eine zufriedenstellende 24-Stunden Blutdruckmessung wird ebenfalls am 10.09.2018 durchgeführt.

Am 17.09.2018 erfolgt die diätologische Erstberatung, auf welche im Kapitel 10.1. näher eingegangen wird.

Das Programm „Therapie Aktiv“ untersucht im Rahmen der Drei-Monats-Kontrollen Frau L. am 22.11.2018. Hierbei ergibt die Laboranforderung bereits einen HbA1c Wert von 6.0%. Zudem gibt die Patientin einen Gewichtsverlust von 10kg seit Therapiebeginn an, was einem BMI von 36,7 entspricht.

Am 08.04.2019 wird Frau L. von Nomexor auf Ramipril 5mg und Amlodipin 5mg (jeweils 1-0-0) medikamentös umgestellt. Des Weiteren lässt sich nun seit der Diagnosestellung DMT2 bereits eine Gewichtsreduktion von 26kg auf derzeit 84kg (BMI von 30.9) feststellen. Am 23.05.2019 wird im Rahmen der Drei-Monats-Untersuchung von „Therapie Aktiv“ ein weiterer Gewichtsverlust von abermals 6kg (BMI von 28,6) und eine Verbesserung des Hba1c Wertes auf 5.6% festgestellt. Bei der bioelektrische Impedanzanalyse (BIA) kann eine Zunahme von 2kg Körperzellmasse (BCM), zu welcher unter anderem die Skelettmuskulatur gezählt wird, beobachtet werden.

Die Beschreibung der Kasuistik endet in dieser Arbeit mit der Jahreskontrolle von „Therapie Aktiv“ vom 29.08.2019, die eine unauffällige körperliche Untersuchung und ein Gewicht von 77kg (BMI von 28,2) verzeichnet. Wie am Dokumentationsbogen festgehalten, können auch keine Symptome des DMT2 sowie Sekundärkomplikationen oder Komorbiditäten festgestellt werden. Lediglich eine seit 2015 bekannte Hypertonie wird vermerkt. Eine Laboranforderung ergibt nun einen mit 5,6% im Normbereich liegenden HbA1c Wert.

Parameter (Einheit)	* 22.08.2019
- GLUCOSESTOFFWECHSEL:	
BZ nüchtern (0-100 mg%)	98
BZ (100-140 mg%)	92
Hba1c (4,5-6 %)	5,6
HBA1cm (20-42 mmol/mol)	37
- GERINNUNG:	
- LEBERPARAMETER:	
Gamma-GT (7-32 U/l)	
- NIERENPARAMETER:	
Harnstoff (17-50 mg/dl)	
BUN (8-23 mg/dl)	
Kreat (0-1,02 mg/dl)	0,55
GFR (80-999)	125,39
ALBU (3,4-4,8 .)	
- FETTSTOFFWECHSEL:	
Chol (100-200 mg/dl)	194
HDL (55-300 mg/dl)	60
QUOT	3,2
IND1	3,2
IND2	2,1
LDL (0-155 mg/dl)	125
TG (25-180 mg/dl)	45
- PANKREASENZYME:	
- HARN:	

Abbildung 4: Ausschnitt aus dem Laborbefund der Kasuistik vom 22.08.2019

Datum	HbA1c Wert in %	KG in kg	BMI
31.07.2018	7,4	110	40,4
22.11.2018	6,0	100	36,7
08.04.2019	-	84	30,9
23.05.2019	5,6	78	28,6
29.08.2019	5,6	77	28,2

Tabelle 1: Übersicht zu den Werten der Kasuistik

10. Lifestyleänderungen

Lifestyleänderungen werden als Umstellungen der Lebensweise von Patienten definiert, wobei die Ernährung, das Bewegungsausmaß sowie die Stressexposition im Vordergrund stehen. Somit sind Lifestyleänderungen als prophylaktische Maßnahmen zu betrachten, deren Nutzen in der

Verhinderung einer Erstmanifestation von bevorstehenden Erkrankungen sowie einer Progression bei bereits bestehenden Erkrankungen liegt (DocCheck, n.d.).

Wie bereits im Kapitel 5.2 zu Guidelines und Therapieschemata beschrieben, ist die erste Therapiemaßnahme bei Patienten mit DMT2 das Anstreben von Lifestyleänderungen, wobei neben Rauchen, Alkohol und der psychischen Verfassung des Patienten das Hauptaugenmerk auf die Ernährung und die körperliche Bewegung gelegt wird. Wichtig hierbei ist es, mit jedem Patienten individuell Therapieziele und -schritte zu vereinbaren sowie regelmäßige Kontrollen zur Reevaluation durchzuführen. In diesem Kapitel sollen die Veränderungen, die Frau L. in ihrem Lebensstil durchgeführt hat, um ihren HbA1c Wert von anfangs 7,4% auf letztlich 5,6% innerhalb eines Jahres und ohne medikamentöse Unterstützung zu senken, näher erläutert werden. Die Informationen hierzu wurden zum Großteil der Dokumentation der Diätologin sowie einem Telefonat am 03.02.2023 mit Frau L. entnommen. Direkte Zitate von der Patientin werden hierbei in kursiver, eingerückter Schrift wiedergegeben.

10.1. Diätologische Lifestyleänderungen

In der diätologischen Erstberatung, welche am 17.09.2018 erfolgt, gibt Frau L. darüber Auskunft, dass sie vor allem zu viel an Schokolade und zuckerhaltigen Säften wie Limonaden und „Römerquelle Emotion“ zu sich nehme. Die Diätologin vereinbart mit ihr deshalb eine Umstellung von Säften auf Wasser und Tee. Zudem empfiehlt sie, die Schokolade stark einzuschränken, bestenfalls darauf zu verzichten, sowie nur mehr drei fixe Mahlzeiten statt vielen kleinen Zwischenmahlzeiten zu haben und dabei auch mehr Vollkornprodukte zu integrieren.

Am 6.12.2018 kommt es zu der ersten Folgeberatung, bei der bereits ein Gewichtsverlust von anfangs 110kg im August auf 94,3kg festgestellt werden kann. Frau L. gibt an, mit Hilfe der App „Runtastic Balance“ ihre Mahlzeiten und deren Kaloriengehalt genau zu dokumentieren und zu beobachten. Allerdings wird ihr hierbei empfohlen, sich nicht auf Kalorienrechnen zu versteifen, sondern stattdessen die richtige Zusammenstellung der Mahlzeiten sowie ein Gefühl für adäquate Portionsgrößen zu erlernen. Frau L. verzichtet zu diesem Zeitpunkt bereits völlig auf Schokolade oder Kuchen und achtet auch darauf, keine Lebensmittel mit verstecktem Zucker zu sich zu nehmen. Es wird zudem der unterschiedliche Fettgehalt in verschiedenen Nahrungsmitteln, wie beispielsweise Creme fraiche oder Sauerrahm, besprochen und eine Grenze von bis zu 0,5g Kohlenhydrate pro 100g Lebensmitteln vereinbart.

Mit der Nützlichkeit von Apps wie „Runtastic Balance“ oder „LifeSum“ haben sich auch Ferrara et al. (2019) in ihrer Studie beschäftigt, in der sie sieben verschiedene „diet-tracking“ Apps unter anderem anhand deren Nutzerfreundlichkeit, gemessen an der „System Usability Scale“, miteinander verglichen haben. Die Apps funktionieren alle nach einem ähnlichen Prinzip, bei dem man die zu sich genommenen Lebensmittel eingeben und abspeichern kann. Dadurch bekommt man darüber Auskunft, wie viele Kilokalorien man bereits zu sich genommen hat beziehungsweise wie viele man noch bis zum erreichten Grundumsatz zu sich nehmen darf sowie über die Verteilung der aufgenommenen Makronährstoffe. Neben guter Nutzerfreundlichkeit durch Funktionen wie einem Barcode Scanner für Lebensmittel und Fotodokumentation konnten zudem Hinweise gefunden werden, dass „diet-tracking“ Apps Verhaltensänderungen hervorrufen können. Durch das Tracken von Lebensmitteln und dem Erreichen persönlicher Ziele, wie beispielsweise eine reduzierte Kalorienaufnahme oder ein Gewichtsverlust, wird die Selbstwirksamkeit der Patienten, also das Vertrauen in sich, persönlich schwierige Ziele wie das Aufrechterhalten einer ausgewogenen Ernährung zum Beispiel, gestärkt. In diesem Zusammenhang muss jedoch erwähnt werden, dass noch einige Forschungen hierzu betrieben werden müssen, um eindeutige Aussagen treffen zu können. Auch die Mengenangaben der einzelnen Makronährstoffe in

Lebensmitteln in den Apps, verglichen mit denen aus der „United States Department of Agriculture“ zeigt vor allem bei dem Protein- und Fettgehalt der Mahlzeiten einige Ungenauigkeiten auf. Diese könnten unter anderem daher kommen, dass vor allem die beim Kochen benutzte Fettmenge unterschiedlich und nur schwer abschätzbar ist. Die Autoren der Studie kommen jedoch schlussendlich zu der Konklusion, dass „diet-tracking“ Apps wie „LifeSum“ nützliche Mittel zur Orientierung der Kalorienaufnahme und Nährstoffverteilung sind und bei dem Erreichen, wie im Falle des DMT2, gewünschter Lifestyleänderungen hilfreich sein können (Ferrara et al., 2019).

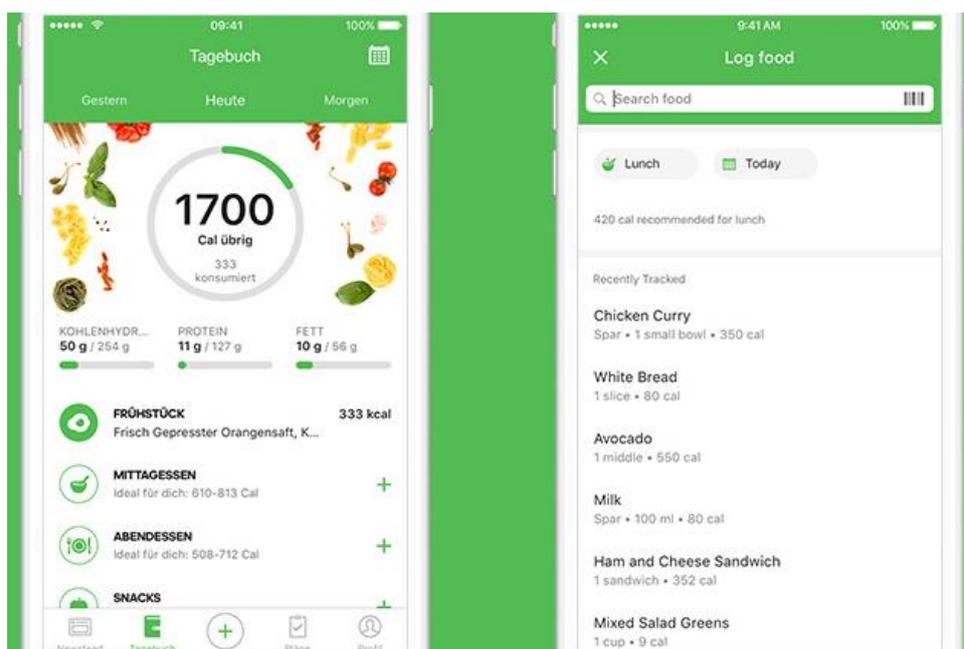


Abbildung 5: Bildschirmaufnahme während der Nutzung von "Runtastic Balance" ("adidas Runtastic Blog," n.d.)

Am 14.03.2019 kann abermals ein Gewichtsverlust von etwas über 10kg auf 83,8kg vermerkt werden, wobei die BIA eine Reduktion von 9kg Fettmasse ergibt. Frau L. hält nach wie vor an dem drei - Mahlzeiten – Prinzip fest und verzichtet auf zuckerhaltige Getränke und Lebensmittel wie Schokolade. Der derzeitige Kalorienbedarf wird auf 1605 kcal festgelegt, zu Beginn waren es im Vergleich dazu 1900 kcal. Frau L. ist zu diesem Zeitpunkt nach wie vor sehr motiviert, einen weiteren Gewichtsverlust und eine gesündere Lebensweise anzustreben, wobei sie hierbei vor allem die positiven Rückmeldungen ihres behandelnden Arztes sowie die regelmäßigen Kontroll- und Beratungstermine unterstützen.

Erneut kann ein Gewichtsverlust von 6kg am 23.5.2019 beobachtet werden, obwohl Frau L. angibt, ausreichend zu essen und keine explizite Diät zu machen. Der Cholesterinwert ist leicht gestiegen, da sie mittlerweile die Einschränkungen bei fetthaltigen Lebensmitteln etwas gelockert hat. Als Therapieziel werden 70kg vereinbart, was einer weiteren Gewichtsabnahme von 8kg entspricht.

Dreieinhalb Monate später, am 5.9.2019, wird bei der diätologischen Beratung erstmals ein Gewichtsstillstand vermerkt, wobei die Blutzuckerwerte mit einem HbA1c Wert von 5,6% und einem Blutzucker von 98 mg/dl im nüchternen Zustand nach wie vor optimal sind. Frau L. gibt nun an, wieder vermehrt Obst zu essen, sich hierbei aber an handtellergroßen Portionen zu halten. Da sie zudem wieder mehr Zwischenmahlzeiten zu sich nimmt, wird gemeinsam vereinbart, diese mit gesünderen und kalorienärmeren Lebensmitteln zu gestalten. Beispielsweise sollen Käsekrainer gegen Putenfrankfurter oder Camembert gegen Joghurtcamembert eingetauscht werden.

Am 21.11.2019 wird aufgrund einer Gewichtszunahme von einem Kilogramm ein neues Therapieziel von 77kg festgelegt, wobei eine Toleranzgrenze von 80kg vereinbart wird. Die besprochenen Lifestyleänderungen wie beispielsweise der Verzicht auf gezuckerte Getränke sowie auf Süßspeisen werden beibehalten. Ein Augenmerk wird nochmals auf das Einsparen von fettreichem Käse gelegt.

10.2. Körperliche Aktivität

Zum Zeitpunkt der Diagnosestellung gibt Frau L. an, keinerlei sportliche Betätigung gemacht zu haben. Weder hatte sie an physischer Aktivität sonderlich viel Freude, noch hatte sie Ausdauer oder Erfahrung in dieser Thematik. Als erste und - rückblickend wie sie findet - auch effizienteste Maßnahme hat sie deshalb begonnen, anstatt des Aufzuges immer die Treppen zu nehmen. Da Frau L. ihre Arbeit im zweiten Stock eines Gebäudes ausübt, konnte sie durch diese einfache Lebensstilintervention bereits Vieles bewirken. Zudem begann Frau L. regelmäßig spazieren zu gehen. Hierbei wurde sie auch oft von ihrem Mann begleitet, der seit ihrer Diagnose mit DMT2 nun ebenfalls mehr körperliche Betätigung durch Walken in seine tägliche Routine miteinbezieht.

Minute 4:30: Treppe statt Aufzug - so hab ich angefangen! Und nur drei Mal am Tag essen. Ich muss in der Arbeit immer in den zweiten Stock und dann fing ich an, daheim auch mehr zu gehen. Am Anfang musste ich dabei immer so viel schnaufen und hab ewig für eine kleine Runde gebraucht, ich denke eine Stunde für drei Kilometer oder so! Aber zum Schluss gingen wir dann schon den Kilometer in zwölf Minuten! Ein bisschen Krafttraining habe ich auch probiert, aber das meiste war eigentlich immer nur Gehen, Gehen, Gehen! Mein Mann ist dann auch mitgegangen und wir haben uns gegenseitig aufgestachelt immer weiter und schneller zu gehen.

Frau L. gibt an, mittlerweile täglich zumindest eine Stunde mit Walking-Stöcken spazieren zu gehen, wobei sie ihre Strecken je nach Wetterlage variiert und das meiste an Bewegung immer noch durch die Maßnahme „Treppe statt Aufzug“ und durch die körperliche Betätigung in ihrer Arbeit erzielt.

Minute 11:20: Ich habe mit 10.000 Schritten als Tagesziel angefangen und das habe ich auch nach wie vor noch. So wie es jetzt im Winter ist, versuche ich aber, das meiste in der Arbeit zu gehen, weil es ja auch schon dunkel ist, wenn ich heimkomme, wobei ich eine kleine Runde einfach zum Ausgleich auch jetzt jeden Tag gehe. Im Sommer gehen wir oft auch abends noch eine große Runde. Ich denke mir hier einfach, dass eine kleine Runde immer noch besser ist als gar keine Runde. Das mit der Stiege statt dem Aufzug hab ich auch nach wie vor noch. Und mehr war es eigentlich nie. Ich war nie eine große Sportlerin, also Fitnessstudios oder Hometrainer zum Beispiel mochte ich nie. Am Anfang hatte ich auch noch eine Rüttelplatte, die habe ich eine Zeit lang jeden Tag zehn Minuten benutzt.

Frau L. fühlt sich viel fitter, seitdem sie mit dem Spazierengehen begonnen hat und gibt an, dass tägliche körperliche Anstrengung mittlerweile für sie wie ein innerer Zwang ist und zu ihrer alltäglichen Routine gehört.

Minute 14:00: Mittlerweile ist das Walken ein innerer Drang, wie eine Sucht. Wirklich freuen tu ich mich nicht, wenn ich bei einem schlechten Wetter rausgehe, und früher hätte ich das auch nicht gemacht. Aber es hat sich einfach so in meine Alltag integriert, dass ich mittlerweile bei jedem Wetter rausgehe (...). Ich kann auch jetzt zum Beispiel wieder bei Wanderungen mit meiner Familie mitgehen! Früher hätte ich zehn Kilometer nie geschafft.

11. Allgemeine Auswirkungen der Lifestyleinterventionen auf das Leben und die Psyche der Patientin

Die Motivation zur Gewichtsabnahme und Lebensstiländerung kam für Frau L. mit dem Beginn der ersten Lifestyleänderungen und als sie sah, wie viel bereits kleine Maßnahmen bewirken können. Als sie nach der Diagnose im August 2018 lediglich damit begonnen hat, mehr Stiegen zu steigen und sich an das drei – Mahlzeiten – Prinzip zu halten und alleine durch diese Verhaltensänderungen innerhalb kurzer Zeit große Erfolge erzielen konnte, hat sie das dazu motiviert, die notwendigen Maßnahmen konsequent durchzuführen und die vereinbarten Therapieziele anzustreben. Im Zusammenleben mit ihrem Mann hat sich dadurch nicht viel verändert.

Minute 17:50: Ich habe eh immer noch normal gekocht. Es gab jetzt nicht so große Umstellungen beim Essen und nach wie vor auch noch Schnitzel oder Pommes statt ganz viel Gemüse, aber weil ich selber nur drei Mal am Tag gegessen habe, hab ich immer mehr abgenommen. Ich dachte mir schon ich kann essen was ich will und nehme nicht zu! Für ihn hat sich also eigentlich nicht wirklich was geändert, außer dass er jetzt auch nicht mehr auf dem Sofa liegt, sondern mit mir mitgeht beim Spazieren.

Aktuell wiegt Frau L. wieder über 90kg und berichtet nicht mehr ganz so strikt bei der Kalorien- und Zuckeraufnahme zu sein. Auch Alkohol trinke sie wieder in Maßen, wobei sie nach wie vor auf andere zuckerhaltige Getränke wie Römerquelle Emotion verzichtet und nur Tee gegen den Durst trinke.

Minute 19:45: Ich weiß eigentlich selber nicht, wieso ich dann wieder so rausgekommen bin aus dem Ganzen. Aber ich hatte dann schon so schöne Werte und dann sagt auch jeder man darf eh wieder ein bisschen mehr essen und so geht's dann wieder dahin. Jetzt sind die Werte nicht mehr so schön. Und zurück ist es nicht mehr so einfach! Aber wo es geht, spare ich nach wie vor mit dem Zucker. Aber damals war es ja direkt komisch schon, weil mir alles schon zu süß war! Ich mochte den Zucker gar nicht mehr (...)! Ich schaue ja jetzt trotzdem noch darauf, es hat sich halt wieder alles etwas eingeschlichen. Aber es ist nicht so, dass alles wieder wie vorher ist. Wenn ich jetzt einen Kuchen mache, schau ich, dass wirklich nur ganz wenig Zucker drinnen ist oder dass ich nur die selber Gemachten esse, weil ich weiß, dass da nur ganz wenig Zucker drinnen ist im Vergleich zu den Gekauften. Bei Kuchenrezepten mit 25dag Zucker nehme ich das erst gar nicht, wenn überhaupt nehme ich 10dag und der Kuchen ist noch genauso gut. Aber es ist trotzdem alles nicht mehr so streng wie früher mittlerweile (...). Das mit den drei Mahlzeiten hätte bleiben müssen, aber das ist es leider nicht.

Überfordert hat sich Frau L. während der letzten Jahre mit ihrer Diagnose und den notwendigen Lifestyleänderungen jedoch nie gefühlt. Anfangs war es, wie sie beschreibt, schwerer, doch mit der Zeit wussten alle in ihrem Umfeld, dass sie weniger Zwischenmahlzeiten essen und mehr auf ihren Zuckerkonsum achten müsse und die Lifestyleänderungen wurden Teil ihres Lebens. Lediglich das Kalorienzählen mit der Tracking App Runtastic Balance hat ihr viel Zeit und Aufwand gekostet.

Minute 22:02: Also das Runtastic Balance war schon wirklich mühsam. Alles einschreiben und dokumentieren, das hat mich schon viel gekostet und ich fühle mich jetzt schon wieder viel befreiter (...). Von den Portionsgrößen habe ich mich eigentlich nie wirklich eingeschränkt, nur bei den Zwischenmahlzeiten, dem Süßen und beim Trinken. Da trink ich jetzt nur mehr Tee gegen den Durst (...). Der Doktor hat mich sehr bestärkt in allem, er hat immer wieder „Bravo“ und „Weiter so“ kommentiert und aufgeschrieben. Dann dachte ich mir auch „okay das geht schon irgendwie, das schaff ich!“. Er hat auch kleinere Ziele aufgeschrieben als ich dann eigentlich geschafft hab von den Gewichtsabnahmen.

Ich habe ja immer anfangs sogar mehr abgenommen als ausgemacht! Aber Corona hat mich dann auch zurückgehaut. Da hatte man einfach wieder zu viel Zeit um was falsch zu machen. Aber momentan ist es jetzt einfach so, vielleicht wird es eh wieder anders. Es ist jetzt trotzdem schon anders wie davor, weil ich jetzt viel fitter bin. Aber ich versuche mich da nicht reinzusteigern.

12. Konklusion

Erkenntnisse rund um das Thema Diätologie sowie Ernährungsempfehlungen – sei es zur Makronährstoffverteilung in Lebensmitteln oder zu verschiedenen Diäten – ändern sich laufend und unterliegen meist kontroversen Diskussionen. Der Umfang dieser Arbeit reicht nicht aus, um die vielen verschiedenen Theorien der Ernährungswissenschaften miteinander zu vergleichen, weshalb nur auf einige wenige Punkte Bezug genommen wurde. Wie jedoch die in dieser Arbeit aufgearbeitete Kasuistik zeigt, ist es auch nicht immer zwangsweise notwendig, eine strenge Diät zu führen. Durch einfache Maßnahmen, wie zum Beispiel der Verzicht auf Zwischenmahlzeiten und zuckerhaltige Getränke, können bereits große Wirkungen erzielt werden. Auch in Bezug auf die physische Aktivität gibt es viele unkomplizierte Möglichkeiten, mehr Bewegung in seinen Alltag zu integrieren, beispielsweise die Treppe anstatt des Aufzuges zu nehmen. Natürlich aber braucht es eine hohe Compliance des Patienten sowie regelmäßige Termine mit dem betreuenden Arzt und Diätologen. Diese haben sich vor allem im Rahmen von Disease Management Programmen wie beispielsweise „Therapie aktiv – Diabetes im Griff“ als für den Patienten hilfreich und unterstützend erwiesen. Sie gewährleisten zum Einen regelmäßige Untersuchungen auf für Diabetes mellitus typische Folgen und geben zum Anderen mittels gemeinsam vereinbarter Therapieziele eine Struktur und Orientierung in der Therapieumsetzung. Dadurch verhelfen DMP den Patienten auch dazu, mehr Wissen über ihre Erkrankung und deren nicht medikamentöse sowie medikamentöse Behandlung zu erlangen. Die für diese Arbeit herangezogene Kasuistik verdeutlicht, wie effizient die Therapiemöglichkeiten durch einfach in den Alltag zu integrierende Lifestyleänderungen in der Behandlung des Diabetes mellitus Typ 2 sind.

13. Abbildungsverzeichnis

<i>Abbildung 1: physiologische Insulinsekretion der β-Zelle</i>	9
G. A. Spinas, St. Fischli, K. Berneis, B. Imthurn, M. Kraenzlin, 2011. Physiologische Grundlagen – Endokrinologie und Stoffwechsel: PolyBook, 2. ed. Thieme, S.259.	
<i>Abbildung 2: Glykämischer Index von Apfelsaft</i>	18
Nussbaumer, H., 2019. Ernährungsempfehlungen bei Typ-2-Diabetes: für Diabetesberatung und -schulung. Springer, Berlin [Heidelberg], S.30.	
<i>Abbildung 3: Ausschnitt aus dem Laborbefund der Kasuistik vom 31.07.2018</i>	21
Laborbefund aus der Dokumentation des behandelnden Arztes	
<i>Abbildung 4: Ausschnitt aus dem Laborbefund der Kasuistik vom 22.08.2019</i>	22
Laborbefund aus der Dokumentation des behandelnden Arztes	
<i>Abbildung 5: Bildschirmaufnahme während der Nutzung von "Runtastic Balance"</i>	24
adidas Runtastic Blog [WWW Document], n.d. . adidas Runtastic Blog. URL https://www.runtastic.com/blog/en/ (accessed 1.8.23).	

14. Tabellenverzeichnis

<i>Tabelle 1: Übersicht zu den Werten der Kasuistik</i>	22
Laborbefunde und Dokumentationen des behandelnden Arztes	

15. Quellenverzeichnis

- Akter, S., Mizoue, Tetsuya, Nanri, A., Goto, Atsushi, Noda, Mitsuhiko, Sawada, Norie, Yamaji, Taiki, Iwasaki, Motoki, Inoue, M., Tsugane, Shoichiro, Tsugane, S., Sawada, N., Iwasaki, M., Ninue, M., Yamaji, T., Goto, A., Shimazu, T.T., Charvat, H., Budhathoki, S., Muto, M., Suzuki, H., Miamizono, T., Kobayashi, Y., Iriei, M., Doi, M., Katagiri, M., Tagami, T., Sou, Y., Uehara, M., Hakubo, Y., Yamagishi, Noda, M., Mizoue, T., Kawauchi, Y., Nakamura, K., Takachi, R., Ishihara, J., Iso, H., Sovue, T., Sito, I., Yasuda, N., Mimura, M., Sakata, K., 2021. Low carbohydrate diet and all cause and cause-specific mortality. Clinical Nutrition 40, 2016–2024. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2020.09.022>
- Arzneimittelkommission Der Deutschen Apotheker (AMK), Arzneimittelkommission Der Deutschen Ärzteschaft (AkdÄ), Deutsche Dermatologische Gesellschaft E. V. (DDG), Deutsche Diabetes Gesellschaft E. V. (DDG), Deutsche Gesellschaft Der Plastischen, R.U.Ä.C.E.V. (DGPRÄEC), Deutsche Gesellschaft Für Allgemeinmedizin Und Familienmedizin E. V. (DEGAM), Deutsche Gesellschaft Für Angiologie – Gesellschaft Für Gefäßmedizin E. V. (DGA), Deutsche Gesellschaft Für Chirurgie E. V. (DGCh), Deutsche Gesellschaft Für Ernährungsmedizin E. V. (DGEM), Deutsche Gesellschaft Für Gefäßchirurgie Und Gefäßmedizin E. V. (DGG), Deutsche Gesellschaft Für Geriatrie E. V. (DGG), Deutsche Gesellschaft Für Innere Medizin E. V. (DGIM), Deutsche Gesellschaft Für Kardiologie – Herz- Und Kreislaufforschung E. V. (DGK), Deutsche Gesellschaft Für Nephrologie E. V. (DGfN), Deutsche Gesellschaft Für Neurologie E. V. (DGN), Deutsche Gesellschaft Für Pflegewissenschaft E. V. (DGP), Deutsche Gesellschaft Für Rehabilitationswissenschaften E. V. (DGRW), Deutsche Gesellschaft Für Schlafforschung Und Schlafmedizin E. V. (DGSM), Deutsche Gesellschaft Für Sportmedizin Und Prävention E. V. (DGSP), Deutsche Gesellschaft Für Urologie E. V. (DGU), Deutsche Gesellschaft Für Gastroenterologie, V.-U.S.E.V. (DGVS), Deutsche Gesellschaft Für Wundheilung Und

- Wundbehandlung E. V. (DGfW), Deutsche Ophthalmologische Gesellschaft E. V. (DOG), Deutsche Röntgengesellschaft E. V. (DRG), Deutsche Schmerzgesellschaft E. V., Deutscher Verband Für Physiotherapie E. V. (ZVK), Deutsches Kollegium Für Psychosomatische Medizin Und Psychotherapie (DKPM), Deutsche Gesellschaft Für Psychosomatische Medizin Und Ärztliche Psychotherapie E. V. (DGPM), Gesellschaft Für Phytotherapie E. V. (GPT), Verband Der Diabetesberatungs- Und Schulungsberufe In Deutschland E. V. (VDBD), Verband Medizinischer Fachberufe E. V. (VMF), Deutscher Verband Für Podologie E. V. (ZFD), Verband Deutscher Podologen E. V. (VDP), Bundesarbeitsgemeinschaft Selbsthilfe E. V. (BAG Selbsthilfe), Ärztliches Zentrum Für Qualität In Der Medizin (ÄZQ), 2021. NVL Typ-2-Diabetes – Teilpublikation der Langfassung, 2. Auflage. Bundesärztekammer (BÄK); Kassenärztliche Bundesvereinigung (KBV); Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften (AWMF). <https://doi.org/10.6101/AZQ/000475>
- Bishoyi, A.K., Roham, P.H., Rachineni, K., Save, S., Hazari, M.A., Sharma, S., Kumar, A., 2021. Human islet amyloid polypeptide (IAPP) - a curse in type II diabetes mellitus: insights from structure and toxicity studies. *Biological Chemistry* 402, 133–153. <https://doi.org/10.1515/hsz-2020-0174>
 - Clodi, M., Abrahamian, H., Brath, H., Brix, J., Drexel, H., Fasching, P., Föger, B., Francesconi, C., Fröhlich-Reiterer, E., Harreiter, J., Hofer, S.E., Hoppichler, F., Huber, J., Kaser, S., Kautzky-Willer, A., Lechleitner, M., Ludvik, B., Luger, A., Mader, J.K., Paulweber, B., Pieber, T., Prager, R., Rami-Merhar, B., Resl, M., Riedl, M., Roden, M., Saely, C.H., Schelkshorn, C., Scherthaner, G., Sourij, H., Stechemesser, L., Stingl, H., Toplak, H., Wascher, T.C., Weitgasser, R., Winhofer-Stöckl, Y., Zlamal-Fortunat, S., 2019. Antihyperglykämische Therapie bei Diabetes mellitus Typ 2 (Update 2019). *Wien Klin Wochenschr* 131, 27–38. <https://doi.org/10.1007/s00508-019-1471-z>
 - Demir, S., Nawroth, P.P., Herzig, S., Ekim Üstünel, B., 2021. Emerging Targets in Type 2 Diabetes and Diabetic Complications. *Advanced Science* 8, 2100275. <https://doi.org/10.1002/advs.202100275>
 - den Biggelaar, L.J.C.J., Sep, S.J.S., Mari, A., Ferrannini, E., van Dongen, M.C.J.M., Wijckmans, N.E.G., Schram, M.T., van der Kallen, C.J., Schaper, N., Henry, R.M.A., van Greevenbroek, M.M., Stehouwer, C.D.A., Eussen, S.J.P.M., 2020. Association of artificially sweetened and sugar-sweetened soft drinks with β -cell function, insulin sensitivity, and type 2 diabetes: the Maastricht Study. *Eur J Nutr* 59, 1717–1727. <https://doi.org/10.1007/s00394-019-02026-0>
 - Deutsche Diabetes-Gesellschaft e.V., n.d. Gesundheitsberichte [WWW Document]. Deutsche Diabetes Gesellschaft e.V. URL <https://www.ddg.info/politik/veroeffentlichungen/gesundheitsbericht> (accessed 12.26.22).
 - Diabetes mellitus - AMBOSS [WWW Document], n.d. URL <https://next.amboss.com/de/article/3g0SE2?q=oGTT#Z973b4c88e32150be7eb0cef7d63ee462> (accessed 1.11.23).
 - Diagnosis | ADA [WWW Document], n.d. . American Diabetes Association. URL <https://diabetes.org/diabetes/a1c/diagnosis> (accessed 1.10.23).
 - DocCheck, M. bei, n.d. Lifestyle-Änderung [WWW Document]. DocCheck Flexikon. URL <https://flexikon.doccheck.com/de/Lifestyle-%C3%84nderung> (accessed 4.11.23).
 - Evert, A.B., Dennison, M., Gardner, C.D., Garvey, W.T., Lau, K.H.K., MacLeod, J., Mitri, J., Pereira, R.F., Rawlings, K., Robinson, S., Saslow, L., Uelmen, S., Urbanski, P.B., Yancy, W.S., Jr., 2019. Nutrition Therapy for Adults With Diabetes or Prediabetes: A Consensus Report. *Diabetes Care* 42, 731–754. <https://doi.org/10.2337/dci19-0014>

- Facts & figures [WWW Document], 2021. . International Diabetes Federation. URL <https://www.idf.org/aboutdiabetes/what-is-diabetes/facts-figures.html> (accessed 12.19.22).
- Ferrara, G., Kim, J., Lin, S., Hua, J., Seto, E., 2019. A Focused Review of Smartphone Diet-Tracking Apps: Usability, Functionality, Coherence With Behavior Change Theory, and Comparative Validity of Nutrient Intake and Energy Estimates. *JMIR Mhealth Uhealth* 7, e9232. <https://doi.org/10.2196/mhealth.9232>
- G. A. Spinass, St. Fischli, K. Berneis, B. Imthurn, M. Kraenzlin, 2011. Physiologische Grundlagen – Endokrinologie und Stoffwechsel: PolyBook, 2. ed. Thieme.
- Galicia-Garcia, U., Benito-Vicente, A., Jebari, S., Larrea-Sebal, A., Siddiqi, H., Uribe, K.B., Ostolaza, H., Martín, C., 2020. Pathophysiology of Type 2 Diabetes Mellitus. *IJMS* 21, 6275. <https://doi.org/10.3390/ijms21176275>
- Goecke, M., Baumeister, K., 2021. Rauchen und Alkoholkonsum als Risikofaktoren für Typ-2-Diabetes – Konsequenzen für die Prävention. *Public Health Forum* 29, 335–338. <https://doi.org/10.1515/pubhef-2021-0095>
- Kanaley, J.A., Colberg, S.R., Corcoran, M.H., Malin, S.K., Rodriguez, N.R., Crespo, C.J., Kirwan, J.P., Zierath, J.R., 2022. Exercise/Physical Activity in Individuals with Type 2 Diabetes: A Consensus Statement from the American College of Sports Medicine. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 54, 353. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000002800>
- Karslioglu French, E., Donihi, A.C., Korytkowski, M.T., 2019. Diabetic ketoacidosis and hyperosmolar hyperglycemic syndrome: review of acute decompensated diabetes in adult patients. *BMJ* l1114. <https://doi.org/10.1136/bmj.l1114>
- Lee, S.-H., Park, S.-Y., Choi, C.S., 2022. Insulin Resistance: From Mechanisms to Therapeutic Strategies. *Diabetes Metab J* 46, 15–37. <https://doi.org/10.4093/dmj.2021.0280>
- Nussbaumer, H., 2019. Ernährungsempfehlungen bei Typ-2-Diabetes: für Diabetesberatung und -schulung. Springer, Berlin [Heidelberg].
- Österreichische Diabetes Gesellschaft - ÖDG LEITLINIEN [WWW Document], n.d. URL https://www.oedg.at/oedg_leitlinien.html (accessed 1.5.23).
- Österreichische Gesundheitskasse, n.d. Therapie Aktiv - Diabetes im Griff [WWW Document]. Therapie Aktiv - Diabetes im Griff. URL <https://www.therapie-aktiv.at/cdscontent/?contentid=10007.791402&portal=diabetesportal> (accessed 12.26.22).
- Schmutterer, I., Delcour, J., Griebler, R., 2017. Österreichischer Diabetesbericht 2017. Bundesministerium für Gesundheit und Frauen, Wien.
- Sun, L., Wang, X., Gu, T., Hu, B., Luo, J., Qin, Y., Wan, C., 2020. Nicotine triggers islet β cell senescence to facilitate the progression of type 2 diabetes. *Toxicology* 441, 152502. <https://doi.org/10.1016/j.tox.2020.152502>
- Vlachos, D., Malisova, S., Lindberg, F.A., Karaniki, G., 2020. Glycemic Index (GI) or Glycemic Load (GL) and Dietary Interventions for Optimizing Postprandial Hyperglycemia in Patients with T2 Diabetes: A Review. *Nutrients* 12, 1561. <https://doi.org/10.3390/nu12061561>
- WHO guidelines on physical activity and sedentary behaviour: at a glance [WWW Document], 2020. URL <https://www.who.int/publications-detail-redirect/9789240014886> (accessed 1.3.23).