



Hochschule für Angewandte
Wissenschaften Hamburg
Hamburg University of Applied Sciences

Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg
Fakultät Life Sciences
Studiengang Ökotrophologie

Telemedizin als Instrument zur Steigerung der Lebensqualität von Diabetes Typ 2
Patienten – Eine systematische Literaturanalyse
Bachelorarbeit

Tag der Abgabe: 20. Januar 2020

Vorgelegt von:
Hannes Hatten

Betreuende Prüferin: *Prof. Dr. Annegret Flothow*
Zweite Prüferin: *Prof. Dr. Nina Riedel*

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	3
Tabellenverzeichnis	3
Abkürzungsverzeichnis	4
1. Einleitung	6
1.1. Problemstellung	6
1.2. Zielsetzung	6
1.3. Aufbau der Arbeit	7
2. Theoretischer Hintergrund.....	7
2.1. Diabetes Mellitus Typ 2.....	7
2.1.1. Definition	7
2.1.2. Prävalenz	8
2.1.3. Ätiologie	10
2.1.4. Pathophysiologie.....	12
2.1.5. Symptomatik und Folgeerkrankungen	15
2.1.6. Diagnostik und Folgeuntersuchungen	21
2.1.7. Therapie.....	24
2.2. Telemedizin	29
2.2.1. Definition	29
2.2.2. Anwendungsprinzip	31
2.2.3. Ziele und Perspektiven.....	32
2.2.4. Anforderungen	33
2.2.5. Herausforderungen	34
2.2.6. Projekte in Deutschland	39
2.3. Hypothese.....	40
3. Methodik.....	41
4. Ergebnisse	44
5. Diskussion	52
6. Fazit	53

Zusammenfassung.....	54
Abstract.....	54
Literaturverzeichnis	55
Eidesstattliche Erklärung.....	71

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Diabetes-Prävalenz in Deutschland	6
Abbildung 2: Diabetes-Prognose für 2040 im Vergleich zu 2015	9
Abbildung 3: Merkmale und Klassifikation des metabolischen Syndroms	11
Abbildung 4: Krankheitsverlauf des DMT2.....	12
Abbildung 5: Fettakkumulation in den Pankreaszellen.....	15
Abbildung 6: Übersicht der Folgeerkrankungen des DMT2.....	16
Abbildung 7: Elektromikroskopische Aufnahme Kapillaren.....	17
Abbildung 8: Abwesenheit von normaler Fenestrierung.....	20
Abbildung 9: Stadien der diabetischen Retinopathie.....	21
Abbildung 10: Algorithmus zur Diagnose eines Typ-2-Diabetes mellitus.....	23
Abbildung 11: Grundzüge der Behandlung des Typ-2-Diabetes	25
Abbildung 12: Stufenprogramm zur körperlicher Aktivität bei DM	27
Abbildung 13: Medikamentöse Stufenbehandlung des DMT2.....	28
Abbildung 14: Grafische Darstellung des Begriffes „Telemedizin“.....	30
Abbildung 15: Darstellung des Anwendungsprinzips von Telemedizin.....	31
Abbildung 16: Wahrnehmung möglicher Barrieren der Telemedizin.....	36
Abbildung 17: Ursprüngliches Akzeptanzmodell für Diabetiker	37
Abbildung 18: Akzeptanzmodell für Diabetiker mit Signifikanzniveau	37
Abbildung 19: Akzeptanzmodell bezogen auf hohes Alter.....	39
Abbildung 20: FLOW-Diagramm der Literaturrecherche	43

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Manifestationsfördernde Faktoren des DMT2.....	11
Tabelle 2: Wagner-Armstrong-Klassifizierung	18
Tabelle 3: Unterteilung der Themengebiete des eHealth	30
Tabelle 4: Erläuterung von Begrifflichkeiten	38
Tabelle 5: Ablauf der PubMed-Recherche	42
Tabelle 6: PICOR-Tabelle aller verwendeten Studien.....	51

Abkürzungsverzeichnis

2h-oGTT-PG	2-Stunden-Plasmaglukose nach Glukosetoleranz-Test
CESD-10	Center for Epidemiologic Studies Depression Scale
CHOL	Cholesterin
CMG	Continous Glucose Monitoring
DDG	Deutsche Diabetes Gesellschaft e.V.
DDP	Diabetes Prevention Program
DDZ	Deutsches Diabetes Zentrum
DGIM	Deutsche Gesellschaft für Innere Medizin e.V.
DHP-18	Diabetes Health Profile
DM	Diabetes Mellitus
DMT1	Diabetes Mellitus Typ 1
DMT2	Diabetes Mellitus Typ 2
DN	Diabetesassoziierte Nephropathie
DSGVO	Datenschutz-Grundverordnung
EQ5D	Fragebogen zur Erhebung des Gesundheitszustandes
FBS	Fasting Blood Sugar
FDPS	Finnish Diabetes Prevention Study
GFR	Glomeruläre Filtrationsrate
HAD	Hospital Anxiety and Depression Scale
HbA1c	Hämoglobin A1c
HDL	High Density Lipoprotein

IGF	Insulin-like growth factor
IIS	Insulin-like signaling
LDL	Low Density Lipoprotein
LSM	Lifestyle-Modifikation
MBO-Ä	(Muster-)Berufsordnung für Ärztinnen und Ärzte
NPDR	Nicht-Proliferative Retinopathie
NPG	Nüchtern-Plasmaglukose
oGGT	oraler Glukose Toleranztest
PAVK	Periphere arterielle Verschlusskrankheit
PDR	Proliferative Retinopathie
PPBS	Post Prandial Blood Sugar
QoL	Quality of Life
SF-12	Gesundheitsfragebogen Short Form 12
SF-12v2	Gesundheitsfragebogen Short Form 12 (Unterkategorie)
SF-36	Gesundheitsfragebogen Short Form 36
SGB V	Fünftes Buch Sozialgesetzbuch
STAI-6	State-Trait.Angstinventar
TGs	Thyroglobuline
WHO	World Health Organization

1. Einleitung

1.1 Problemstellung

Die Prävalenz der Stoffwechselerkrankung Diabetes Mellitus Typ 2 (DMT2) hat in den letzten Jahrzehnten deutschlandweit, wie auch weltweit, stark zugenommen und bildet eine gesundheitliche Gefahr für zahlreiche Menschen (Robert-Koch-Institut, 2015, S. 35 ff). Neben den körperlichen Aspekten der Krankheitsentwicklung degeneriert bei vielen Patienten zusätzlich die mentale Gesundheit in Korrelation mit den entstehenden diabetesassoziierten Komorbiditäten (Wexler et al., 2006, S. 1492). Folglich kann die Lebensqualität der Betroffenen sogar so stark sinken, dass sie in eine Depression verfallen (R. J. Anderson, Freedland, Clouse, & Lustman, 2001, S. 1072 ff). Eine sich hieraus ergebende Fragestellung ist die nach dem effektivsten Behandlungsansatz für diese Patientengruppe, die eine Degeneration der Lebensqualität verhindert oder die Umstände sogar verbessert.

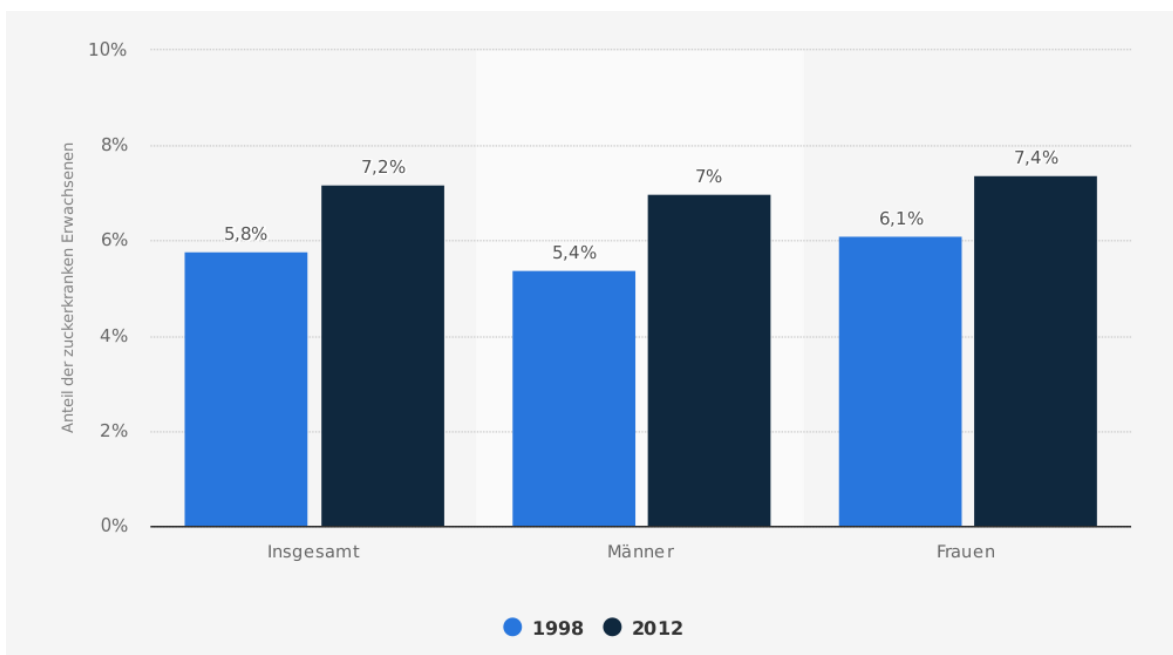


Abbildung 1: Diabetes-Prävalenz in Deutschland, Vergleich 1998 zu 2012 (Statista, 2013)

1.2 Zielsetzung

Die vorliegende Arbeit behandelt die Anwendung von Telemedizin als Werkzeug zur Steigerung der Lebensqualität von Diabetes Typ 2 Patienten. Auf Basis einer Literaturrecherche aktueller Studien aus den letzten fünf Jahren wird die Verwendung unterschiedlicher telemedizinischer Ansätze analysiert.

1.3 Aufbau der Arbeit

Zu Beginn der Arbeit werden die theoretischen Hintergründe des Diabetes Mellitus Typ 2 sowie der Telemedizin näher beleuchtet. Im Rahmen der Fragestellung ist hier ein Schwerpunkt auf die Folgeerkrankungen als auch -untersuchungen sowie die Therapieansätze des DMT2 zu setzen. Die Hypothese wird erhoben und näher erläutert. Die Vorgehensweise der Recherchearbeit wird deutlich und durch eine grafische Darstellung simplifiziert. Es folgen die Ergebnisse der Literaturanalyse in Form einer tabellarischen sowie schriftlichen Auswertung. Diese Ergebnisse werden im Schlussteil der Arbeit diskutiert und abschließend als Fazit und Handlungsempfehlungen zusammengefasst.

2. Theoretischer Hintergrund

2.1 Diabetes Mellitus Typ 2

2.1.1 Definition

Unter dem Begriff Diabetes Mellitus (DM) versteht man eine Gruppe von endokrinen, Ernährungs- und Stoffwechselerkrankungen (World Health Organization, 2019). Hauptmerkmal dieser Erkrankungen ist die Störung der Sekretion des blutzuckerstabilisierenden Hormons Insulin und/oder eine gestörte Sensitivität des Körpers auf dieses Hormon. Die Folge dieser Störung ist die Hyperglykämie – die Überzuckerung –, da die im Blut gelöste Glukose nicht in die Körperzellen einströmen kann (Bundesministerium für Gesundheit, 2019).

Eine chronische Hyperglykämie liegt vor, wenn der HbA1c $\geq 6,5\%$ ist oder die Konzentration der Plasmaglukose im nüchternen Zustand $\geq 7,0$ mmol/l (126 mg/dl) und/oder zwei Stunden postprandial $\geq 11,1$ mmol/l (200 mg/dl) beträgt (Nauck et al., 2017, S. 92). Die chronische Überzuckerung des Körpers ist mit akuten Störungen und Symptomen als auch mit Langzeitschäden assoziiert. Diese Langzeitschäden können verschiedene Zellen und Organe sowie deren Funktionen komprimieren. Betroffen sind bei den Diabetikern hauptsächlich Augen, Niere, Herz, Gehirn sowie, durch eine diabetisch induzierte Arteriosklerose, das Herz-Kreislauf-System (Bundesärztekammer et al., 2014, S. 24). Diese Multimorbidität ist neben gesundheitlichen Einschränkungen zusätzlich mit einer Senkung der Lebensqualität assoziiert (American Diabetes Association, 2000).

Der DMT2 ist der Typ dieser Stoffwechselerkrankungen, die durch eine Insulinresistenz gekennzeichnet ist. Die Funktion der sich im Pankreas befindlichen Beta-Zellen zur Insulinsekretion ist bei diesem Typ hingegen nur eingeschränkt.

Der DMT2 stellt per Definition somit keinen insulinabhängigen Diabetes dar (Ärzteblatt, 2014). Hauptcharakteristisch für Diabetiker des Typ 2 ist das physische Merkmal des Übergewichts und oftmals auch eine krankhafte Fettleibigkeit. Zudem können weitere klinische Merkmale wie eine arterielle Hypertonie den DMT2 begleiten. Diese Merkmale stellen einige der grundlegenden manifestationsfördernden Faktoren der Krankheit dar (Bundesärztekammer et al., 2014, S. 24).

2.1.2 Prävalenz

DM gehört neben den Herz-Kreislauf-, Krebs-, chronischen Lungenerkrankungen, psychischen Störungen und den Erkrankungen des Muskel-Skelett-Systems zu den häufigsten chronischen Krankheiten in Deutschland (Robert-Koch-Institut, 2015, S. 35 ff). Etwa 90 bis 95 % der DM Erkrankungen gehören dem Typ 2 an (Centers for Disease Control and Prevention, 2019). Die Prävalenz der Erkrankung hat sowohl in Deutschland als auch weltweit in den letzten Jahrzehnten erheblich zugenommen (Robert-Koch-Institut, 2017).

In Deutschland sind derzeit etwa 6-8 % der erwachsenen Bevölkerung an DMT2 erkrankt sind. Diese Zahlen variieren je nach Datensatz und erhobenem Altersbereich (Jacobs & Rathmann, 2017, S. 438).

Eine Analyse aller gesetzlich Krankenkassenversicherten, die mindestens ein Jahr in der jeweiligen Krankenkasse versichert waren (65 Millionen Versicherte einer undefinierten Altersgruppe) ergab eine DMT2 Prävalenz von 7,1 % (Tamayo, Brinks, Hoyer, Kuß, & Rathmann, 2016, S. 180). Zusätzlich liegt die Dunkelziffer nach Schätzungen des Robert Koch Institutes, basierend auf einer Teilstichprobe, bei 2,0 % und bedeutet eine geschätzte Gesamtprävalenz von 9,1 %. Dieser Dunkelzifferwert entspricht einem Anteil der Gesamtprävalenz von 22 % im Jahr 2011. Der Vergleich zu dem Jahr 1997, mit einem Anteil der Gesamtprävalenz von 41 %, zeigt eine Senkung des nicht diagnostizierten Diabetes und demnach eine Steigerung des diagnostizierten Diabetes (Du et al., 2015, S. e000135). Der DMT2 ist hauptsächlich – im Gegensatz zu dem DMT1 – eine Erkrankung, die im Erwachsenenalter auftritt. Vorstufen (wie der Prädiabetes oder andere Störungen des Glukosestoffwechsels) sind bei Jugendlichen nachweisbar, bilden aber nur einen minimalen Prozentsatz der Erkrankungen in Deutschland (Herder et al., 2007, S. 1086-1088). Die Diagnose DMT2 ist mit einer Prävalenz bei Kindern und Jugendlichen bis zu dem 19. Lebensjahr mit insgesamt unter 0,04 % (Jungen 0,03 % und Mädchen 0,04 %) sehr selten (Tamayo et al., 2016). Insgesamt betrachtet stellen diese Zahlen Deutschland in Europa an zweiter Stelle (International Diabetes Federation, 2017).

Global betrachtet ist die Anzahl an Diabetes Erkrankungen (sowohl Typ 1 als auch Typ 2 sowie weitere Formen der Erkrankung) von 1980 mit 108 Millionen auf 422 Millionen Erkrankungen gestiegen. Dieser Anstieg beträgt in Bezug auf die jeweilige globale Bevölkerungszahl der Jahre einen Anstieg von 4,7 % auf 8,5 % (World Health Organization, 2018). Prognosen zeigen einen kontinuierlichen Anstieg dieser Zahlen bis zu dem Jahr 2040. So prognostizieren Wissenschaftler des Deutschen Diabetes-Zentrum sowie des Robert-Koch-Institutes einen Anstieg der Diabetes Erkrankungen in Deutschland von über 50 % im Vergleich zu den Erkrankungen 2015. Diese Prognose basiert jedoch nicht nur auf einer steigenden Inzidenzrate, sondern beinhaltet weitere Einflussfaktoren. Die Hochrechnung bezieht die Prävalenz, die Inzidenzrate, die Mortalitätsrate von Diabetespatienten und nicht Diabetespatienten sowie der Diabetesbezogenen Übersterblichkeit – sprich die Relation der Sterberate zwischen Diabetikern und nicht Diabetikern – mit ein (Scheidt-Nave & Icks, 2019, S. 62). Durch die Entwicklung der Altersstruktur in Deutschland und einer mit der Zeit sinkenden Mortalitätsrate bedeutet dies auch, dass sich ein großer Teil der Diabeteserkrankungen – wie auch zum jetzigen Zeitpunkt – auf die ältere Bevölkerung verteilen wird (Deutsche Diabetes Gesellschaft, 2019, S. 12).

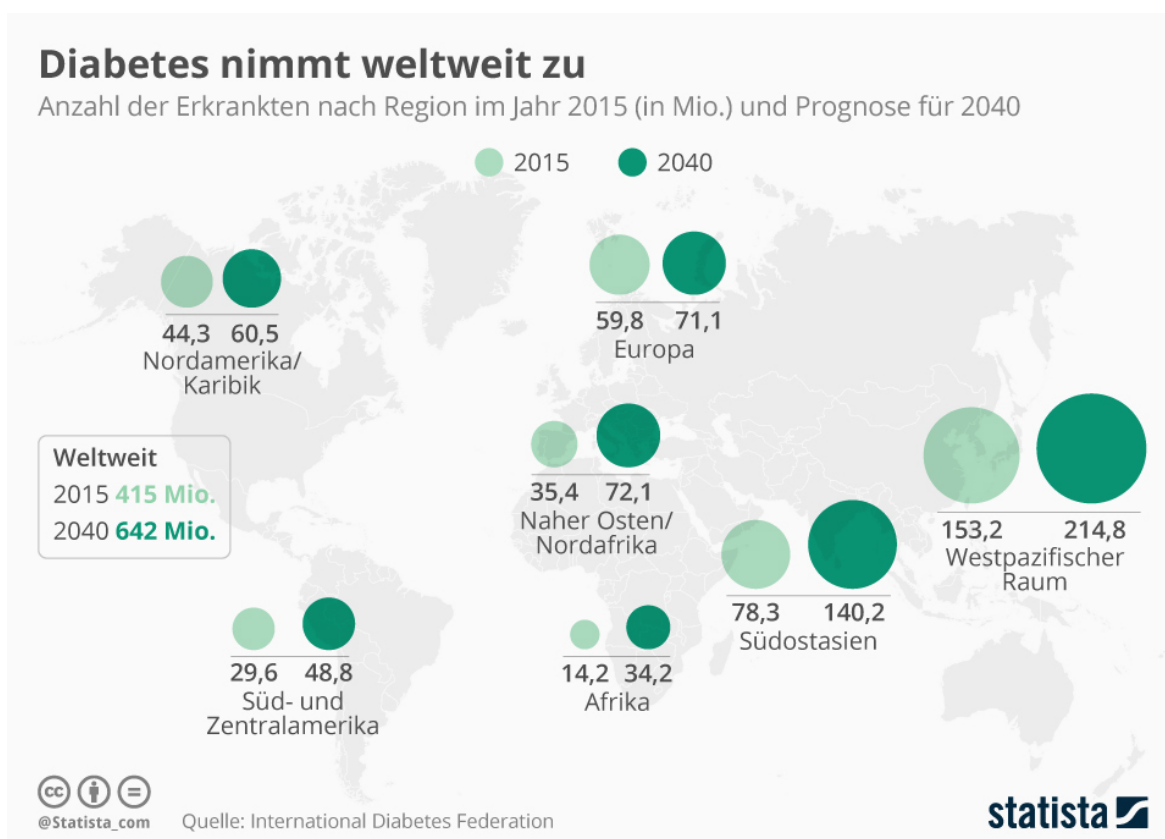


Abbildung 2: Diabetes Prognose 2040 im Vergleich zu 2015 (Suhr, 2016)

2.1.3 Ätiologie

Der DMT2 ist eine multifaktorielle Stoffwechselerkrankung und beruht auf verschiedenen Ursachen. Nach heutiger Erkenntnis ist die genetisch bedingte Prädisposition ein wichtiger Faktor, welche zusammen mit anderen manifestationsfördernden Faktoren den Ausbruch eines Diabetes fördert (U.S. Department of Health & Human Service, 2019).

Diese Risikofaktoren lassen sich in sieben Kategorien klassifizieren. Die bereits angesprochene genetische Prädisposition bildet eine dieser sieben Kategorien.

Das Lebensalter bildet die zweite Kategorie. Lebensstilfaktoren, einschließlich sozialem Status, Mangel an Bewegung, ballaststoffarmer sowie fettreicher Ernährung oder der Konsum von Nikotin, stellen die dritte Kategorie dar. Merkmale des metabolischen Syndroms formen die vierte Kategorie und beinhalten je nach Institution unterschiedliche Faktoren. Merkmale eines metabolischen Syndroms bilden die vierte Kategorie und beinhalten je nach Institution unterschiedliche Faktoren. Die Hauptmerkmale des metabolischen Syndroms sind eine abdominale Adipositas (unabhängig vom BMI – „Body Mass Index“ – ein Taillenumfang von > 94 cm bei Männern und > 80 cm bei Frauen), eine Insulinresistenz, eine Hyperinsulinämie (eine abnormal hohe Konzentration des Hormons Insulin im Blut), eine gestörte Glukosetoleranz, eine Dyslipoproteinämie (ein gestörtes Verhältnis der Lipoproteine im Körper) oder eine arterielle Hypertonie (siehe Abbildung 3). Die drei weiteren Kategorien der manifestationsfördernden Faktoren umfassen Medikamente, die den Glukosestoffwechsel negativ beeinträchtigen, Gestrationsdiabetes sowieso das Polyzystisches Ovarsyndrom und weitere endokrinen Erkrankungen (Bundesärztekammer et al., 2014, S. 70). Die Gewichtung der genannten Risikofaktoren ist unterschiedlich und kann über verschiedene Fragebögen unterschiedlicher Diabetesinstitutionen eingesehen und somit das konkrete Diabetesrisiko erhoben werden. Ein bekannter Fragebogen für die Erhebung des Risikos ist der des Deutschen Instituts für Ernährungsforschung Potsdam-Rehbrücke (DIfE). Dieser Fragebogen erstreckt sich über zehn Themen und verteilt, je nach Antwort, eine passende Anzahl an Risikopunkten. Diese werden am Ende addiert und ergeben ein prozentuales Diabetesrisiko (Deutsches Institut für Ernährungsforschung Potsdam-Rehbrücke, 2013).

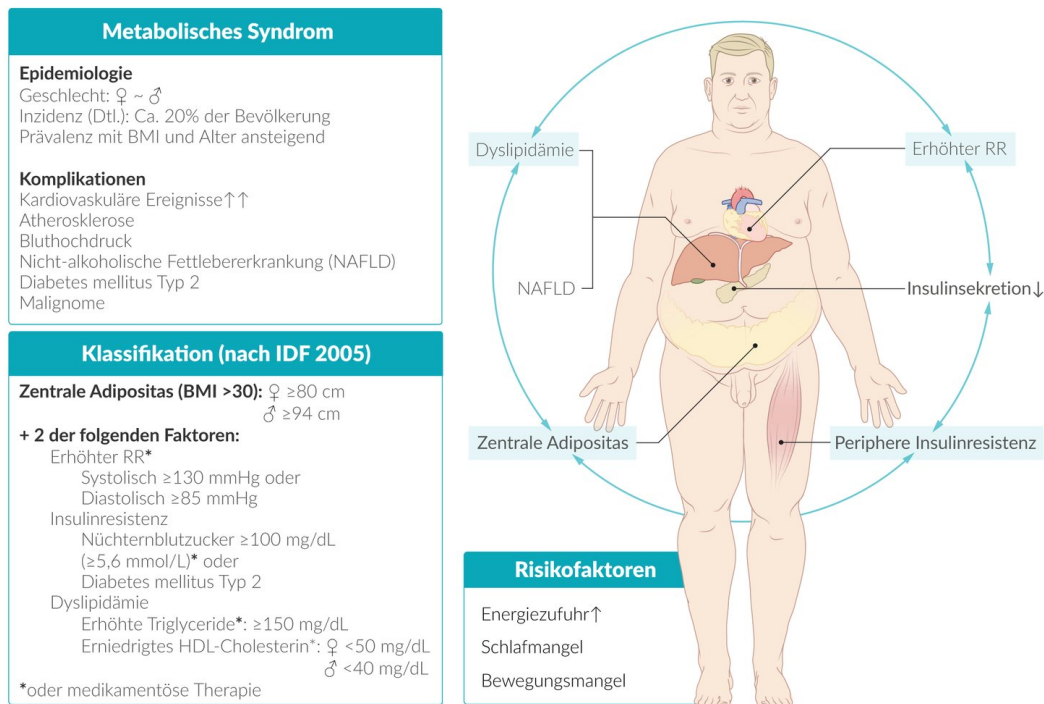


Abbildung 3: Merkmale und Klassifikation des metabolischen Syndroms (AMBOSS, 2019)

Manifestationsfördernde Faktoren
Familiäre Belastung
Höheres Lebensalter
Lebensstilfaktoren Sozialer Status, Bewegungsmangel, ballaststoffarme, fettreiche Kost, Rauchen
Metabolisches Syndrom Hauptmerkmale: abdominale Adipositas (Taillenumfang: Männer > 94 cm, Frauen > 80 cm), Insulinresistenz, Hyperinsulinämie, gestörte Glukosetoleranz, Dyslipoproteinämie, Albuminurie*, Hypertonie
Medikamente, die den Glukosestoffwechsel verschlechtern
Gestrationsdiabetes
Polyzystisches Ovarsyndrom und andere endokrine Erkrankungen
* Merkmal nur in Definition der WHO

Tabelle 1: Manifestationsfördernde Faktoren des DMT2, eigene Darstellung nach Bundesärztekammer et al., 2014, S. 25

Es ist zu beachten, dass unterschiedliche Institutionen, die Gewichtung anders klassifizieren beziehungsweise anders in den einzelnen Risikofaktoren differenzieren oder sogar weitere Risikofaktoren in ihre Rechnung einbeziehen. So beinhaltet die „American Diabetes Association“ Faktoren wie das Geschlecht und die ethnische Zugehörigkeit der Befragten mit ein (American Diabetes Association, 2019b). Die genetische Prädisposition der ethnischen Herkunft wird hier mit einbezogen, da es laut Studien zu einer unterschiedlichen Prävalenz der Erkrankung in verschiedenen ethnischen Gruppierung kommt (Spanakis & Golden, 2013, S. 2 ff). Das Geschlecht spielt weniger eine genetische Rolle, sondern es wird argumentiert, dass Männer häufiger unter einem unentdeckten Diabetes Typ 2 leiden als Frauen, was auf Lebensstilunterschiede und verschiedener Inanspruchnahmen von ärztlichen Leistungen zurückzuführen ist (American Diabetes Association, 2019b). In Deutschland finden diese Faktoren jedoch weder in der Leitlinie noch in den Risikobögen Berücksichtigung (Bundesärztekammer et al., 2014, S. 24; Deutsches Institut für Ernährungsforschung Potsdam-Rehbrücke, 2013).

2.1.4 Pathophysiologie

Die Pathophysiologie des DMT2 kann grob betrachtet in drei Phasen eingeteilt werden. Die erste Phase ist die Normoglykämie mit einsetzender Insulinresistenz, die zweite Phase umfasst den Prädiabetes (eine bereits gestörte Insulinresistenz und/oder Glukosetoleranz) und die dritte Phase beinhaltet die Manifestierung des eigentlichen Diabetes Mellitus Typ 2 (AMBOSS, 2019). Diese drei Phasen werden in Abbildung 4 grafisch dargestellt.

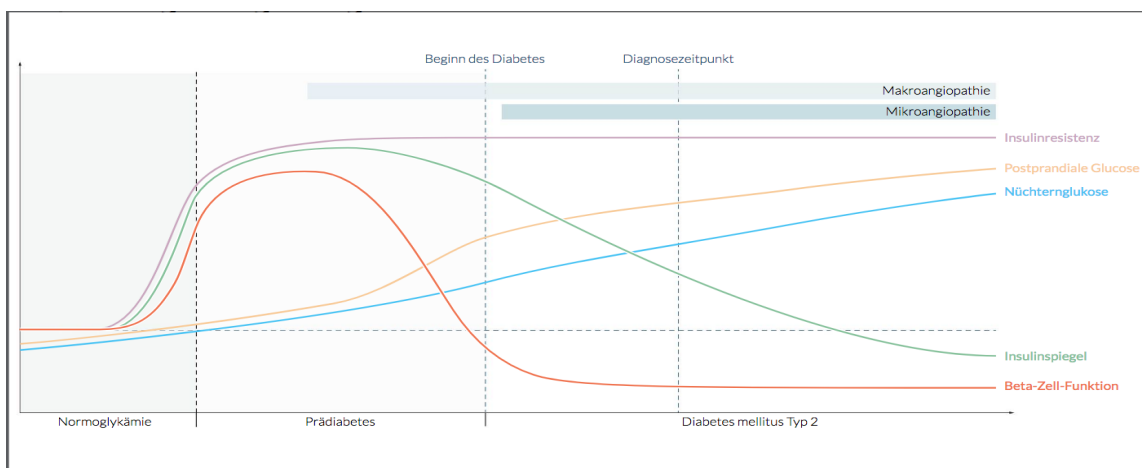


Abbildung 4: Krankheitsverlauf des DMT2 mit relevanten klinischen Markern (AMBOSS, 2019)

Es ist der Verlauf von fünf relevanten medizinischen Markern in den Phasen zu erkennen. Während der ersten Hälfte der Normoglykämie verlaufen die Nüchternglukose, die postprandiale Glukose sowie die Insulinresistenz, der Insulinspiegel als auch die Beta-Zell-Funktion generell normal. In der zweiten Hälfte der Phase beginnt die Insulinresistenz drastisch zu steigen.

Auf Grund der daraus entstehenden Problematik, den Blutzucker in die Zellen zu transportieren, reagiert der Körper mit einer gesteigerten Funktion der insulinsezernierenden Beta-Zellen und daraus resultierend einer gesteigerten Insulinproduktion, um die körpereigene Resistenz gegen das Hormon auszugleichen (Fonseca, 2009, S. 153). Da der Körper nicht langfristig einen Ausgleich der steigenden Insulinresistenz gewährleisten kann, steigen die Blutzuckerwerte, sowohl nüchtern als auch postprandial, an.

Die Beta-Zell-Funktion erreicht ihre maximale Kapazität kurz vor dem Beginn des Diabetes. Die übermäßige Belastung der Pankreaszellen führt zu einer Senkung der Funktion (Leahy, 2005, S. 197 ff). Die Funktionsfähigkeit der Beta-Zellen kann (bei fehlgeschlagener Therapie) so stark abnehmen, dass eine subkutane Gabe des Hormons notwendig ist, beschreibt aber keine zwangsläufig mit der Krankheit einhergehende Folge (Harvard Health Publishing, 2018). Auf Grund der eingeschränkten Funktion der Beta-Zellen fällt der Insulinspiegel bei gleichbleibender Insulinresistenz. Die Folge ist der Eintritt in den Beginn des Diabetes und die erhöhte Steigerung des Blutzuckers (Cerf, 2013, S. 1-2). Ist die dritte Phase erreicht, ist deutlich zu erkennen, dass die Insulinresistenz zusammen mit den Glukosewerten so hohe Werte erreicht hat, dass die Beta-Zell-Funktion und damit einhergehend der Insulinspiegel ihr Minimum erreicht haben. Gleichzeitig kann es bereits in der Phase des Prädiabetes zu Makroangiopathien und der Phase des Diabetes zu Mikroangiopathien kommen (Ziegler et al., 2008, S. 464-468). Beide Begriffe umschreiben Erkrankungen der Blutgefäße, welche im anschließenden Kapitel näher aufgegriffen werden.

Wie deutlich in Abbildung 4 zu erkennen, sind zwei pathophysiologische Entwicklungen der Stoffwechselkrankheit essenziell für das Verlassen der Normoglykämie und die Manifestierung des Diabetes. Diese zwei Faktoren sind hauptsächlich die Insulinresistenz und die Dysfunktion der Beta-Zellen (Stumvoll, Goldstein, & van Haeften, 2005, S. 1334 ff).

Die **Insulinresistenz** beschreibt die fehlende Fähigkeit des eigenen Körpers, Insulin effizient zu verwenden, um die sich im Blut befindliche Glukose in die Körperzellen zu transportieren (NIDDK, 2018b). Es wird (vor allem noch in der Phase des Prädiabetes) zwischen der hepatischen und der muskulären Insulinresistenz unterschieden (Cefalu, 2016, S. 1472). Symptom einer hepatischen Insulinresistenz ist die IFG (*engl. Impaired Fasting Glucose*), ein gestörter Nüchternglukosewert. Dieser entsteht durch eine verminderte Funktion der Leber als Speicherorgan, Insulin-induziert Glukose aufzunehmen.

Es kommt zu einem erhöhten Glukosewert im nüchternen Zustand. Symptom einer muskulären Insulinresistenz ist die IGT (*engl. Impaired Glucose Tolerance*), eine gestörte Glukosetoleranz mit einem daraus resultierenden erhöhten postprandialen Glukosewert (Nathan et al., 2007, S. 753 ff).

Die gesteigerte Resistenz des Körpers führt zu einer starken Belastung der Beta-Zellen, die versuchen, durch eine gesteigerte Sekretion des Insulins die Resistenz auszugleichen (Fonseca, 2009, S. 153). Hauptsächlich wird die Insulinresistenz des DMT2 durch Übergewicht bzw. Adipositas hervorgerufen. Denn Adipokine – eine Gruppe von Zytokinen, die im Fettgewebe entstehen – können die Signalfähigkeit des Insulins beeinträchtigen (Knights, Funnell, Pearson, Crossley, & Bell-Anderson, 2014, S. 88).

Eine **Dysfunktion der Beta-Zellen** ist charakterisiert durch einen progressiven Verlust der Funktionsfähigkeit. Die Dysfunktion ist dabei in der Entwicklung der Krankheit relevanter als ein Verlust der Beta-Zellen (Talchai, Xuan, Lin, Sussel, & Accili, 2012, S. 1223 ff). Eine zu einer komprimierten Funktionsfähigkeit führende Belastung der Zellen kann durch proinflammatorische Zytokine (Gurgul-Convey, Mehmeti, Lortz, & Lenzen, 2011, S. 785-798), eine Insulinresistenz, Übergewicht bzw. Adipositas als auch einen übermäßigen Verzehr an gesättigten und freien Fettsäuren hervorgerufen werden (Cernea & Dobreanu, 2013, S. 269 ff). Die Belastung durch proinflammatorische Zytokine – sofern sie das Pankreas infiltriert haben – beruht möglicherweise auf der daraus eventuell folgenden Zerstörung der Beta-Zellen (Gurgul-Convey et al., 2011, S. 785-789).

Der langzeitige übermäßige Verzehr an gesättigten und freien Fettsäuren in Kombination mit Adipositas korreliert positiv mit einem gesteigerten Fettanteil in den Pankreasinzellen (Pinnick et al., 2008, S. 528). Eine beispielhafte grafische Darstellung der Einlagerung von Adipozyten im endokrinen Parenchym des Pankreas liefert Abbildung 5. Dieser gesteigerte Fettanteil korreliert invers mit der glukose-stimulierten Insulinsekretion und induziert somit eine Dysfunktion der Beta-Zellen (Tushuizen et al., 2007, S. 2919). Eine Einlagerung von Fetten in den Pankreasinzellen kann zusätzlich zur lokalisierten Synthese von proinflammatorischen Zytokinen und den bereits angesprochenen Folgen führen (Donath & Shoelson, 2011, S. 99 ff). Die Manifestierung des DMT2 geht mit einer chronischen Hyperglykämie einher. Diese Überzuckerung führt zu oxidativem Stress und kann möglicherweise die Regulierung der Genexpression beeinflussen, welche mit einer gestörten Insulinsekretion einhergehen kann (Gilbert & Liu, 2012, S. 847 f). Die Beeinflussung der Genexpression kann darüber hinaus zu einer gesteigerten Apoptose (dem programmierten Zelltod) und einer Minderung der funktionsfähigen Beta-Zellen führen (Marchetti et al., 2007, S. 2486–2494).

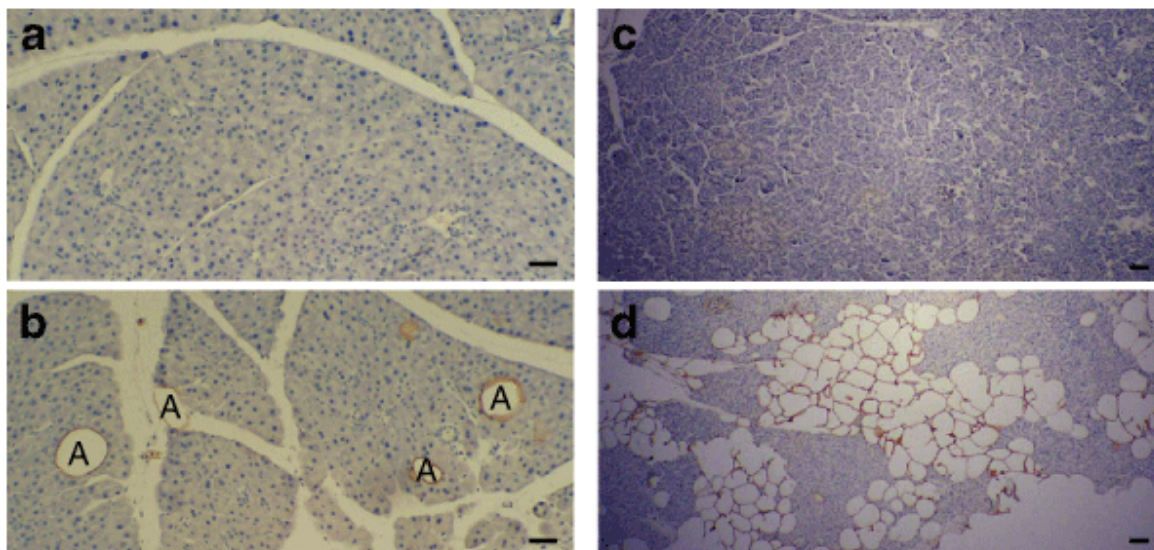


Abbildung 5: Fettakkumulation in den Pankreaszellen von Mäusen und Menschen. Nach 15 Wochen wurden weniger Adipozyten (**A**) im exokrinen Parenchym der Kontrollmäuse (**a**) im Vergleich zu den High Fat Diet (HFD) Mäusen (**b**) gefunden. Ähnliche Beobachtung konnte bei Menschen gemacht werden (**c**) zu (**d**), wobei die Größe der Adipozyten-Population variierte zwischen den Probanden. Bis zu 20% des Pankreas wurde von Adipozyten eingenommen (Pinnick et al., 2008, S. 528).

2.1.5 Symptome und Folgeerkrankungen

Zu den gängigen **Symptomen** des DMT2 gehören ein übermäßiges Gefühl der Erschöpfung und Müdigkeit, exzessiver Durst (oftmals in Kombination mit einem trockenem Mundgefühl), häufiges Wasserlassen, ein Kribbeln oder Taubheitsgefühl in den Fingern und/oder Füßen, nächtliche Wadenkrämpfe, eine verlangsamte Wundheilung als auch auftretende Probleme des Sehvermögens in Form einer verschwommenen Sicht (Mayo Foundation for Medical Education and Research, 2019a).

Der exzessive Durst hängt mit einer erhöhten Harnproduktion (Polyurie) zusammen. Diese ist auf eine chronische Hyperglykämie und damit einhergehender osmotischer Diurese bei Überschreitung der Nierenschwelle zurückzuführen. Der hohe Glukosegehalt des Blutes führt zu einer Überforderung der Rückresortionsfähigkeit der Nieren, die Glukose nach der Filtration aus dem Harn zurückzuführen. Die Glukose verweilt im Harn und wird renal ausgeschieden (Deutsche Diabetes Hilfe, 2019). Zusätzlich kann so ein Ungleichgewicht des Elektrolythaushaltes hervorgerufen werden. Dem Körper wird Wasser entzogen, die glomeruläre Filtrationsrate sinkt (Koenig, 2015, S. 347–351). Um den Flüssigkeitsverlust der Polyurie auszugleichen, tendieren die Diabetes Patienten zu einer erhöhten Flüssigkeitsaufnahme hervorgerufen durch ein verstärktes Durstgefühl. Auf Grund des Flüssigkeitsverlust kommt es zu einem trockenem Mundgefühl (Mayo Foundation for Medical Education and Research, 2019b).

Bei einer Schädigung der Nerven durch eine chronische Hyperglykämie kann es zu dem genannten Kribbeln als auch der Taubheit in den Extremitäten wie Händen und Füßen kommen (National Health Service, 2017).

Die Probleme des Sehvermögens – sofern sie akut auftreten und nicht auf eine diabetische Retinopathie (eine Schädigung der Netzhaut) zurückzuführen sind – beruhen auf einem glukose-induzierten osmotischen Ungleichgewicht. Ein Teil der Glukose wird zu Sorbit metabolisiert und sammelt sich im Zytoplasma der Zellen in der Linsen ab. Der dadurch hervorgerufene erhöhte osmotische Druck lässt Flüssigkeit in die Zellen einfließen, diese schwellen an, und die Sehschärfe nimmt ab (Flynn & Smiddy, 2000, S. 266).

Ein für die Diabetiker essenzielles Symptom mit möglichen Langzeitkomplikationen, wie dem diabetischen Fuß, ist die verlangsamte Wundheilung (Malone, 2017, S. 41-56).

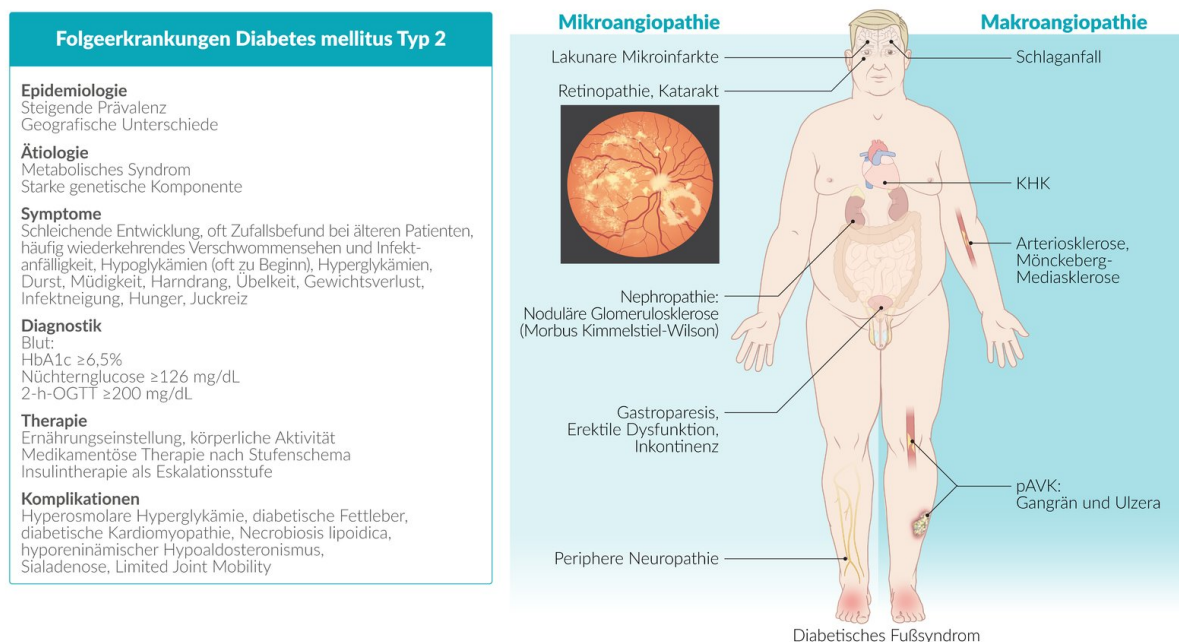


Abbildung 6: Übersicht der Folgeerkrankungen des DMT2 (AMBOSS, 2019)

Die diabetische Neuropathie ist eine Erkrankung des peripheren Nervensystems, die auf den DM zurückzuführen ist (American Diabetes Association, 2019a). Sie beruht auf einer durch den hohen Blutzucker hervorgerufenen Mikroangiopathie, bei der die Kapillarwände an Durchmesser gewinnen, wodurch der Lumen reziprok an Durchmesser verliert (siehe Abbildung 7) (Malik et al., 1993). Die klinisch-manifeste oder subklinische Erkrankung des Nervensystems kann sowohl das vegetative (autonome) als auch das somatische Nervensystem betreffen (Ziegler, Keller, Maier, & Pannek, 2017, S. 101). Die diabetische Neuropathie bildet die Grundlage vieler anderer Folgeerkrankungen und -komplikationen des DMT2. Darunter fallen das diabetische Fußsyndrom, chronische Schmerzen und Depressionen (NIDDK, 2018a).

So ist eine sensomotorische distal-symmetrische (weit von der Körpermitte entfernte) Neuropathie in etwa 80-90 % der Fälle an der Pathophysiologie des diabetischen Fußsyndroms beteiligt (Ziegler et al., 2017, S. 101). Etwa 50 % aller Diabetespatienten entwickeln im Krankheitsverlauf eine Form der diabetischen Neuropathie (Feldman et al., 2019).

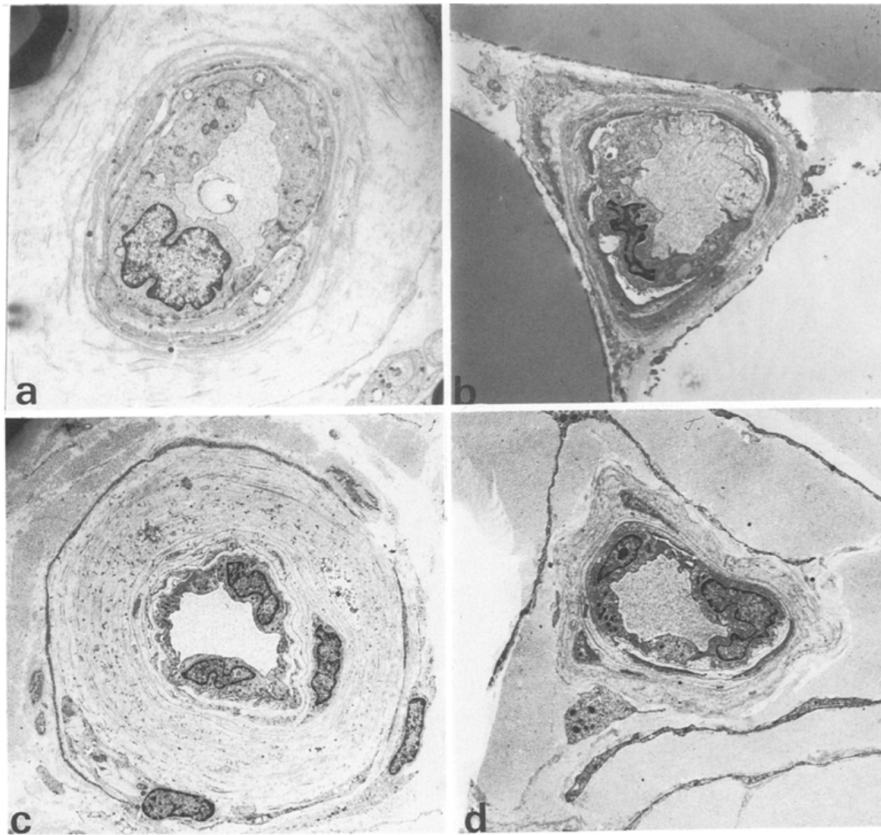


Abbildung 7: Elektromikroskopische Aufnahme der enoneuralen (a) und epineuralen (b) Kapillaren eines Kontrollprobanden im Vergleich zu denen einer Diabetes Patientin (c) und (d). Es ist im inneren der Kapillare eine deutliche Verkleinerung des Lumens zu sehen (Malik et al., 1993, S. 456)

Die Behandlung der diabetischen Neuropathie basiert auf einem 3-Säulen-Schema. Die drei Säulen der Therapie bilden als erste Säule die Lifestyle-Änderungen mit dem Ziel der Behandlung der Ursprungserkrankung (DMT2) in Form einer Optimierung des Blutzuckerspiegels. Die Blockierung von pathogenen Stoffwechselwegen bildet die zweite Therapie-säule. Die dritte Säule schließt die symptomatische Schmerztherapie ein. Die Lifestyle-Änderungen spiegeln bei der Behandlung der Neuropathie den wichtigsten Baustein wieder, da diese den größten Einfluss auf die Salutogenese erzielen kann (Stracke, 2018, S. 44). Ein Screening auf die Neuropathie ist, auf Grund ihrer Auswirkung im Krankheitsverlauf des DMT2, Teil der Praxisempfehlung (Bundesärztekammer et al., 2014, S. 33).

Das diabetische Fußsyndrom ist umgangssprachlich auch unter dem Begriff „diabetischer Fuß“ bekannt. Diese Komplikation des DMT2 beschreibt allgemein eine pathophysiologische Veränderung des Fußes der Patienten in Kombination mit einer Polyneuropathie (Morbach et al., 2018, S. 244). Die Folgen sind Ulzera (Geschwüre und/oder schlecht heilende Wunden in der Haut oder Schleimhaut) sowie Nekrosen (Absterben des Gewebes) des Fußes (Tuttolomondo, Maida, & Pinto, 2015). Die Wahrscheinlichkeit im Krankheitsverlauf des DMT2 eine Ulzera zu entwickeln, beträgt in Deutschland etwa 19-34 %. Die jährliche Inzidenz liegt bei etwa 2 % (Morbach et al., 2018, S. 244).

Der Schweregrad des diabetischen Fußsyndroms wird in der Praxis durch die Wagner-Armstrong-Klassifikation vorgenommen, um eine einheitliche Diagnose stellen zu können (AOK, 2013). Diese lässt eine Klassifizierung der Wunde auf einer 5x4 Tabelle vom behandelnden Personal zu und gewährleistet so ein einheitliches Klassifizierungssystem (siehe Tabelle 2).

	0	1	2	3	4	5
A	Prä- oder postulcerative Läsion	Oberflächliche Wunde	Wunde bis zur Ebene von Sehne und Kapsel	Wunde bis zur Ebene von Knochen und Gelenk	Nekrose von Fußteilen	Nekrose des gesamten Fußes
B	mit Infektion					
C	mit Ischämie					
D	mit Infektion und Ischämie					

Tabelle 2: Wagner-Armstrong-Klassifizierung, eigene Darstellung nach Fußnetz Bayern, 2015

Die Pathophysiologie des diabetischen Fußsyndroms ist hauptsächlich auf zwei Faktoren zurückzuführen. Die diabetische Neuropathie und die periphere arterielle Verschlusskrankheit (PAVK). Das Resultat dieser Komplikationen ist eine verlangsamte Wundheilung bei vermindertem Schmerzempfinden (Tresierra-Ayala & García Rojas, 2017).

Die gestörte Wundheilung ist multifaktoriell und nicht nur auf die beiden bereits angesprochenen Aspekte zurückzuführen. Einer der Gründe ist eine Neuropathie lokalisiert in der Umgebung der aufgetretenen Verletzung (S. Guo & DiPietro, 2010). Die Schädigung der Nerven führt zu einer verschlechterten Durchblutung. Dadurch ist es dem Körper erschwert, Wunden in normaler Geschwindigkeit zu heilen. Eine verlängerte Ausschüttung von Zytokinen unterhält zudem die Entzündung und hindert folglich die Heilung.

Zusätzlich zu den Durchblutungsstörungen ist es vielen Diabetikern im Verlaufe ihrer Erkrankung nicht mehr möglich, die Wundentstehung zu bemerken (K. Anderson & Hamm, 2014). Durch die ggf. auftretende Taubheit in den Füßen bleibt den Patienten die Entstehung einer Verletzung unbemerkt. In Kombination mit der verlangsamten Wundheilung kann es zu extremen Komplikationen wie der diabetischen Neuro-Osteoarthropathie (auch Charcot-Fuß) kommen. Diese zeichnet sich durch eine Deformierung in Folge eines unbemerkten und unbehandelten skelettalen Traumas und/oder einer inflammatorisch-induzierten Knochendegeneration aus (Rogers et al., 2011, S. 2123).

Kakanj et al. belegten in einer Studie zusätzlich die relevante Funktion des *insulin and insulin-like growth factor (IGF) signaling (IIS) pathways* für die Wundheilung.

Sie zeigten, dass eine Aktivierung des IIS in den umliegenden Zellen einer epidermalen Verletzung stattfindet. IIS und andere Signalwege sind somit essenziell für die Wundheilung. Es wird für „die effiziente Bildung eines Actomyosin-Kabels um die Wunde herum“ benötigt. Die für den DMT2 charakteristische Insulinresistenz führt zu einer gestörten IIS und somit gegebenenfalls auch zu einer verzögerten Wundheilung (Kakanj et al., 2016, S. 2-14). Die Behandlung eines solchen diabetischen Fußes – als auch erste Anzeichen davon – wird nach S2 Praxisempfehlungen unter anderem durch die Behandlung der Ursprungs-krankheit (DMT2), der Kontrolle von möglichen Infektionen, einer effektiven Druckentlastung (ggf. durch spezielles Schuhwerk), der Therapie von Gefäßerkrankungen, einer stadiengerechten Wundbehandlung sowie der Schulung von Patienten erzielt (Morbach et al., 2018, S. 245 ff).

Die diabetesassoziierte Nephropathie (DN) beschreibt alle Formen der renalen Schädigung, die auf Grund des DMT2 und der damit einhergehenden Symptomatik auftreten. Die klinisch messbaren Symptome einer DN sind die pathophysiologische Ausscheidung von Albumin über den Urin, glomeruläre Läsionen sowie eine Minderung der glomerulären Filtrationsrate (GFR) (Merker et al., 2018, S. 217). Viele dieser Erkrankungen sind im Frühstadium durch eine Blutzucker- als auch Blutdruckkontrolle positiv zu beeinflussen (Gross et al., 2005, S. 167).

Nach Schätzungen der Techniker Krankenkasse sind etwa 20-40% aller Diabetiker (DMT1 sowie DMT2) in Deutschland von einer diabetesassoziierten renalen Erkrankung betroffen (Lütke, Neufang-Sahr, Erdmann, Scherbaum, & Schullan, 2019). Die Pathophysiologie der DN verläuft sowohl funktional als auch strukturell. Strukturell ist eine Verdickung der glomerulären Membran, als auch eine mögliche Infiltrierung von Makrophagen in die Glomeruli und einer daraus folgenden Entzündung festzustellen (Lim, 2014, S. 363).

Zudem kommt es zu einem Verlust an Podozyten (Zellen in den Nierenkörperchen) sowie einer verminderten endothelen Fenestrierung (siehe Abbildung 8). Auf funktioneller Ebene ist eine Hyperfiltration und eine erhöhte Albuminausscheidung mit einer verminderten GFR zu erwarten (Weil et al., 2012, S. 1010 ff).

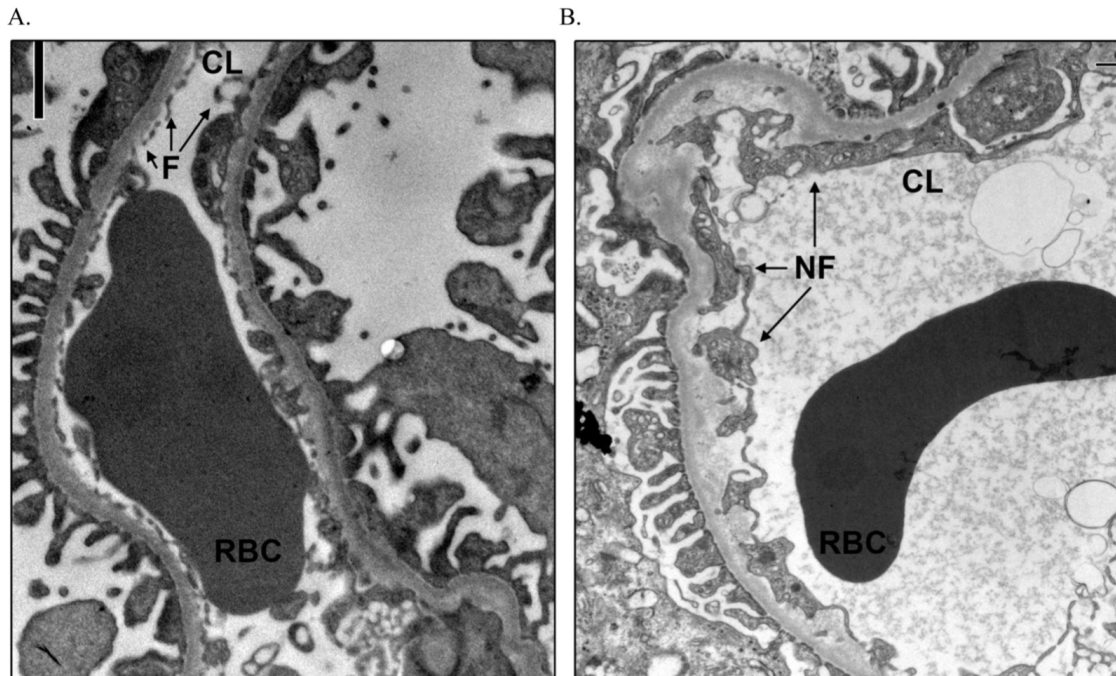


Abbildung 8: Abwesenheit von normaler Fenestrierung der endothelen Zellen. **(A)** Normale Fenestrierung eines gesunden Probandens. **(B)** Abwesenheit von normaler Fenestrierung eines Diabetikers. **CL**, Lumen; **F**, Fenestrierung; **NF** fehlende Fenestrierung; **RBC**, Rotes Blutkörperchen (Weil et al., 2012, S. 1010 ff)

Da die renale Ausscheidung von Stoffwechselendprodukten eine der wichtigsten Funktionen für die Gesundheit des Menschen spielt, ist eine Schädigung der Nierenfunktion durch ein Voranschreiten der DN zu vermeiden. Auch bei dieser Folgeerkrankung des DMT2 ist eine Lifestyle-Änderung ein relevanter Faktor der Salutogenese. Durch die Senkung des Blutzuckerspiegels kann die DN vermieden oder gegebenenfalls verzögert werden. Der Verzicht auf Nikotin und das Erreichen eines gesunden Gewichtes spielen hier eine besondere Rolle. Zusätzlich können Medikamente eine Verzögerung des Voranschreitens der DN bewirken (Merker et al., 2018, S. 218).

Die diabetische Retinopathie ist eine Form der Netzhautkomplikationen bei Diabetes Patienten, die mit einer Verschlechterung der Sehfunktion oder sogar dem kompletten Sehverlust assoziiert ist. Es wird generell zwischen einem nichtproliferativem (NPDR) und einem proliferativem (PDR) Stadium unterschieden. Der Erkrankung liegen hauptsächlich zwei Gefäßveränderungen des Auges zugrunde.

Zum einen eine gesteigerte Kapillarpermeabilität, zum anderen ein Kapillarverschluss mit Minderdurchblutung (Ischämie) und Gefäßproliferation. Die Folge sind mitunter Glaskörperblutung, eine traktive Netzhautablösung und ein neovaskuläres Glaukom (Bundesärztekammer et al., 2015, S. 12).



Abbildung 9: Stadien der diabetischen Retinopathie, von links nach rechts: Milde NPDR, mäßige NPDR, schwere NPDR, PDR mit Blutung (Bundesärztekammer et al., 2015, S. 12)

Weitere Symptome einer Progression können eine verschwommene Sicht, dunkle beziehungsweise leere Felder im Blickfeld oder eine geschädigte Farbwahrnehmung darstellen (American Academy of Ophthalmology, 2019).

Risikofaktoren der Erkrankung sind die Diabetesdauer und der Grad der Hyperglykämie, sowie eine arterielle Hypertonie aber auch eine Nephropathie (Lima, Cavalieri, Lima, Nazario, & Lima, 2016, S. 3 ff).

Durch eine intensive Blutzuckersenkung kann unter Umständen eine Verzögerung der Progression und der damit einhergehenden Vermeidung der Erblindung erzielt werden (Hemmingsen et al., 2013, S. 35-36).

2.1.6 Diagnostik und Folgeuntersuchungen

Laut der nationalen Versorgungsleitlinie zur Therapie des Typ 2 Diabetes markiert die Anamnese den ersten Schritt der Diagnostik. Sie beruht auf einer Familienanamnese, einer körperlichen Messung, Laborwerten, technischen Untersuchungen und einer generellen Überprüfung möglicher diabetesspezifischer Symptome. Die Diagnostik beginnt mit auftretenden Symptomen und/oder einem erhöhten Risiko. Das Diabetesrisiko kann durch verschiedene Fragebögen erhoben werden. Ein weiterer Indikator für den Beginn einer genaueren Untersuchung ist eine auffällige Gelegenheitsplasmaglukose. Liegt eine der drei Indikatoren für einen möglichen DM vor, kann entweder der Zugang über den HbA1c oder über die venöse Plasmaglukose verwendet werden. Sofern ein oder mehrere diabetesspezifische Symptome vorliegen, ist eine sofortige Glukosemessung über den venösen Zugang vorzunehmen. Eine Messung der Plasmaglukose ist zudem erforderlich, wird eine Verfälschung des HbA1c vermutet (Bundesärztekammer et al., 2014, S. 32).

Kann der HbA1c für eine Diagnose herangezogen werden, liegt dieser in einem von drei Bereichen. Wenn der HbA1c < 39 mmol/mol (5,7 %) ist die Diagnose negativ und es liegt kein Diabetes vor. Bewegt sich der HbA1c zwischen 39 mmol/mol (5,7 %), und < 48 mmol/mol (6,5 %), besteht ein Prädiabetes. Es wird als weiteres Vorgehen eine Bestimmung der Plasmaglukose veranlasst, um eine Bestätigung zu erzielen. Liegt der HbA1c in einem Bereich von ≥ 48 mmol/mol (6,5 %) existiert ein Diabetes (American College of Endocrinology, 2010, S. 155; American Diabetes Association, 2010, S. 62 ff). Sollte aus oben genannten Gründen der HbA1c nicht für die Diagnose herangezogen werden können oder sollte das Ergebnis der Untersuchung unschlüssig sein, wird der Zugang über die venöse Plasmaglukose verwendet. Die Bestimmung der Nüchternplasmaglukose (NPG) sowie die Bestimmung der postprandialen Plasmaglukose (2h-oGGT-PG) erfolgt über die Entnahme von Blut bzw. einem Blutstropfen. Die postprandialen Plasmaglukose wird mit Hilfe des Oralen Glukose-Toleranz-Tests (oGTT) gemessen. „Beim oralen Glukose-Toleranz-Test trinkt der Patient in einem Zeitraum von 3 bis 5 Minuten 75 g Glukose, welche in 300 ml Wasser gelöst wurde. Der Test wird morgens nüchtern nach zwölfstündiger Nahrungskarenz durchgeführt. Vor der zwölfstündigen Nahrungskarenz hat der Patient zwei Tage lang eine kohlenhydratreiche Ernährung zu sich genommen.“ (Bundesärztekammer et al., 2014, S. 33)

Auch bei der Plasmaglukose können die gemessenen Werte in drei Kategorien zusammengefasst werden. Liegt die NPG $< 5,6$ mmol/l (< 126 mg/dl) und/oder die 2h-oGTT-PG $< 7,8$ mmol/l (< 140 mg/dl) ist die Diagnose negativ. Es liegt kein Diabetes vor. Bewegt sich die NPG in einem Bereich zwischen 5,6 und 6,9 mmol/l (100 und 125 mg/dl respektive) und/oder die 2h-oGTT-PG zwischen 7,8 und 11,0 mmol/dl (140 und 199 mg/dl respektive) befindet sich der Patient in dem Prädiabetes (American Diabetes Association, 2015, S. 9). Es erfolgt eine Aufklärung über das Diabetesrisiko, eine Lebensstil-Intervention, die Behandlung von Risikofaktoren als auch eine erneute Risikobestimmung und HbA1c nach einem Jahr. Die Diagnose *Diabetes* liegt vor, wenn der NPG bei $\geq 7,0$ mmol/l (≥ 126 mg/dl) liegt und/oder die 2h-oGTT-PG bei $\geq 11,1$ mmol/l (≥ 200 mg/dl) (Bundesärztekammer et al., 2014, S. 32).

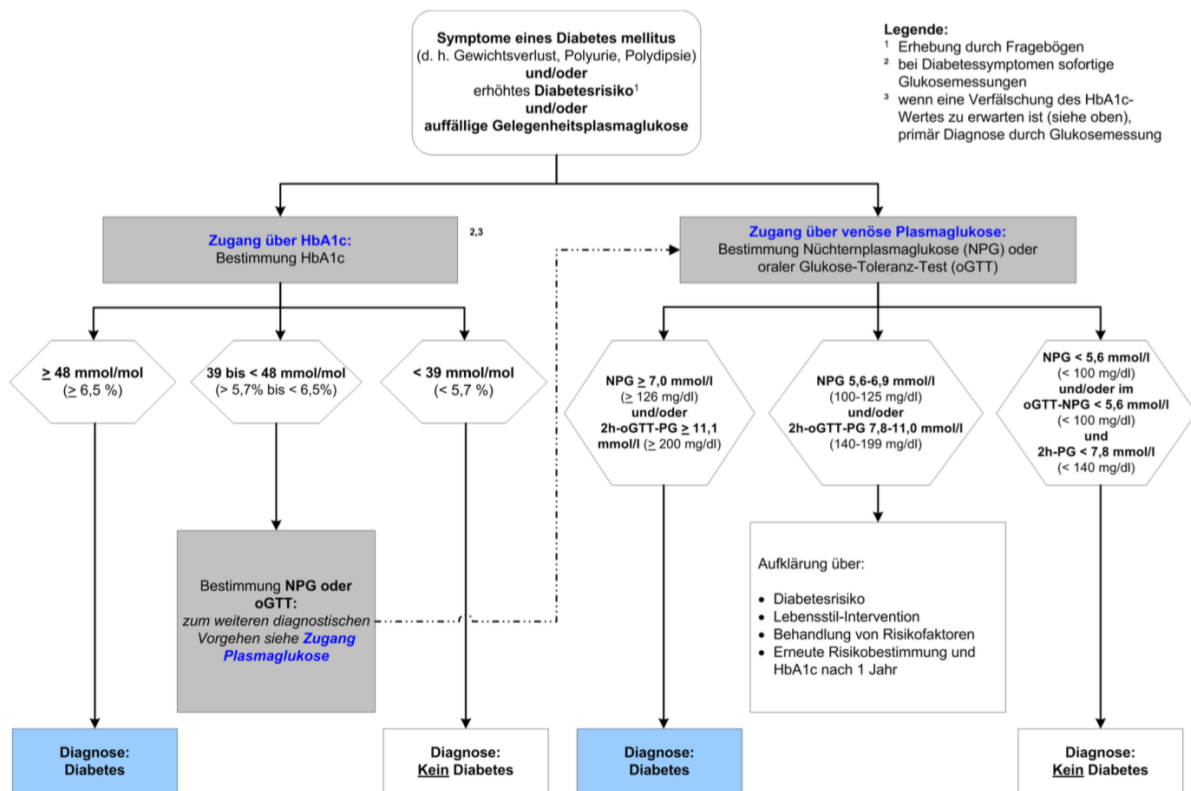


Abbildung 10: Algorithmus zur Diagnose eines Typ-2-Diabetes mellitus (Bundesärztekammer et al., 2014, S. 31)

Ist ein Diabetes diagnostiziert worden, stehen weitere **Verlaufskontrollen und Screenings** für mögliche Folgeerkrankungen an. Die standartmäßigen Untersuchungen werden in die Kategorien Anamnese, körperliche und technische Untersuchungen und Laborwerte unterteilt. Die Anamnese untersucht Faktoren wie „Diabetesdauer, Gewicht/BMI, ggf. Taillen-Größen-Relation (Gewichtsverlauf, Übergewicht), Blutdruck, Fußstatus, bisherige Diabetestherapie (inklusive Diabetesmedikation), körperliche Aktivität, Ernährungsgewohnheiten, Rauchen, durchgeführte Diabetesschulung, Selbstkontrolle der Plasmaglukose, Hypoglykämien, Depression und erektile Dysfunktion“ (Bundesärztekammer et al., 2014, S. 32). Die Körperlichen und technischen Untersuchungen beinhalten die Faktoren „Gewicht, Blutdruck, periphere Arterien, Augen- und Fußuntersuchungen, Untersuchungen des peripheren Nervensystems [...] und Untersuchung der Injektionsstellen bei insulinbehandelten Menschen mit Diabetes“ (Bundesärztekammer et al., 2014, S. 32). Die Begutachtung der Laborwerte gibt Aufschluss über die Parameter „HbA1c, Kreatinin (eGFR), Lipidprofil, Urinanalysen, Ketonkörper im Urin (nur bei hohen Plasmaglukosewerten), Albuminurie [...]“ (Bundesärztekammer et al., 2014, S. 32).

Die Häufigkeit des Screenings der Patienten auf die Folgeerkrankungen wird je nach Krankheit gehandhabt. Insgesamt empfiehlt die Leitlinie das Screening auf sechs Komplikationen. Das Screening auf eine diabetische Neuropathie sollte ab dem Zeitpunkt der Diabetesdiagnose einmal jährlich stattfinden.

Das Screening auf Fußläsionen ist abhängig von der Neuropathie. Sollten Diabetespatienten keine Befunde einer sensomotorischen Neuropathie aufweisen, genügt die jährliche Untersuchung. Liegt hingegen ein entsprechender Befund vor, wird die Untersuchung der Füße alle drei bis sechs Monate empfohlen. Das Screening auf eine Nephropathie sollte ebenso jährlich stattfinden, um kardiovaskuläre und renale Erkrankungen zu vermeiden. Netzhautkomplikationen sollten einmal im Jahr gescreent werden. Liegt bereits eine Schädigung des Auges (beispielsweise in Form einer Retinopathie) vor, so liegen die Untersuchungsintervalle im Ermessen des behandelnden Augenarztes. Für eine Abschätzung des Gesamtrisikos für eine makro- und mikrovaskuläre Schädigung sollten Patienten mindestens ein bis zwei Mal jährlich untersucht werden. Ebenso sollen Kreislaufparameter kontrolliert werden. Außerdem wird eine Untersuchung auf eine depressive Störung empfohlen, sobald ein bestehendes Verdachtsmoment im Patientengespräch auffällig wird (Bundesärztekammer et al., 2014, S. 33). Für das psychologische Screening werden verschiedene weitere Testverfahren wie spezifische Fragebögen nach der S3-Leitlinie für Unipolare Depressionen empfohlen (DGPPN et al., 2015, S. 37 ff).

2.1.7 Therapie

Die Nationale Versorgungsleitlinie für die DMT2 Behandlung ist in ihren Empfehlungen unterteilt in Grade (Grades of Recommendation). Diese sind klassifiziert als Empfehlungsgrad A (Starke Empfehlung – „soll“ und „soll nicht“), Empfehlungsgrad B („sollte“ und „sollte nicht“) sowie dem Empfehlungsgrad 0 („kann“) (Bundesärztekammer, Kassenärztliche Bundesvereinigung, & Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften, 2010, S. 9). Um einen Überblick zu bekommen, welche Schwerpunkte in der Therapie gelegt werden, ist in diesem Kapitel lediglich der Empfehlungsgrad A beachtet worden. Die Indikationsstellung zur Therapie beinhaltet Aspekte wie die Symptome, das individuelle Risiko für die Manifestierung diabetesassoziierter Komplikationen, soll aber auch Alter und Lebensqualität berücksichtigen (Bundesärztekammer et al., 2014, S. 34). Abbildung 11 zeigt grafisch den angedachten Therapieverlauf, der in vier Stufen eingeteilt ist, welche im Folgenden näher erläutert werden.

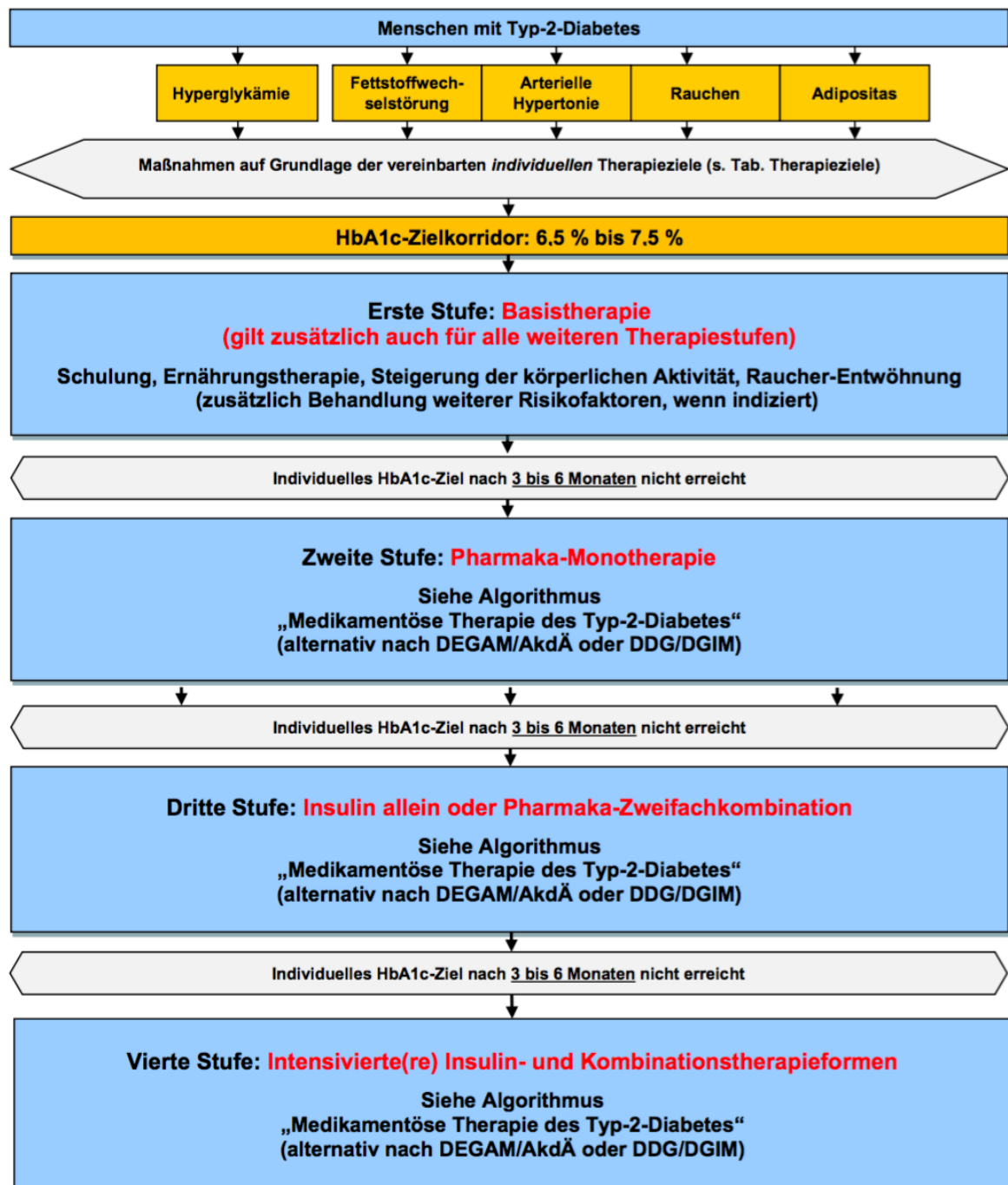


Abbildung 11: Grundzüge der Behandlung des Typ-2-Diabetes (Bundesärztekammer et al., 2014, S. 35)

Auf der ersten Stufe befindet sich die Basistherapie. Sie zieht sich durch alle folgenden Stufen und bildet somit das Fundament der Therapie. Sie beinhaltet Schulungen, Ernährungstherapie, Steigerung der körperlichen Aktivität sowie ggf. die Raucher-Entwöhnung und die Behandlung zusätzlicher Risikofaktoren, die möglicherweise auf den Patienten zutreffen (Bundesärztekammer et al., 2014, S. 36).

Die Schulung ist ein unverzichtbarer Aspekt der Basistherapie und soll allen Diabetespatienten sowie ggf. deren Angehörigen auf eine strukturierte Weise Schulungs- und Bildungsprogramme bieten. Diese müssen sowohl themen- als auch zielgruppenorientiert, sowie evaluiert sein (Bundesärztekammer et al., 2014, S. 36).

Die Ernährungstherapie hat das Ziel, die individuell erhobenen mit dem Patienten abgesprochenen und von diesem akzeptierten Ziele für den HbA1c, Lipide, Blutdruck, aber auch der Lebensqualität zu erreichen und langfristig zu erhalten. Dies soll erreicht werden, indem während der Ernährungstherapie Themen, wie die Motivation, zu einer gesunden und ausgewogenen Kostform sowie der Verzicht auf industrielle Fertiggerichte, die als „Diabetesnahrung“ deklariert werden. Durch die Anwendung der Ernährungstherapie soll ein erwünschtes Körpergewicht erzielt werden, welches langfristig ohne eine erneute Gewichtszunahme gehalten werden kann. Zudem wird somit die Entstehung ungewollter Folgeerkrankungen und Komplikationen präventiv bekämpft beziehungsweise verzögert. Generell sollten Menschen mit DMT2 einer Ernährung näher gebracht werden, die große Mengen an Mono- und Disacchariden (und Produkte, in denen diese vorkommen) meidet, diese aber nicht verbietet, den Verzehr von fetten Produkten wie auch Chips, Schokolade und anderen Snacks meidet, pflanzliche Fette wie die aus Ölen, Nüssen und Samen bevorzugt sowie den regelmäßigen Verzehr von Fisch einplant. Zusätzlich sollten ballaststoffreiche Lebensmittel in die Ernährung implementiert werden und die Vielfalt des Lebensmittelangebots genutzt werden (Bundesärztekammer et al., 2014, S. 39-41).

Als letzten Baustein der Basistherapie, der auf alle Patienten zutrifft, wird eine Steigerung der körperlichen Aktivität empfohlen. DMT2 Patienten sollen an Bewegungsprogrammen teilnehmen und über die Aspekte der körperlichen Bewegung aufgeklärt und beraten werden. Es ist aber individuell abzuklären, welche Form der körperlichen Aktivität für den jeweiligen Patienten empfehlenswert ist (Bundesärztekammer et al., 2014, S. 42-43). Ein Flussdiagramm dieser Entscheidung in der Praxis bietet Abbildung 12.

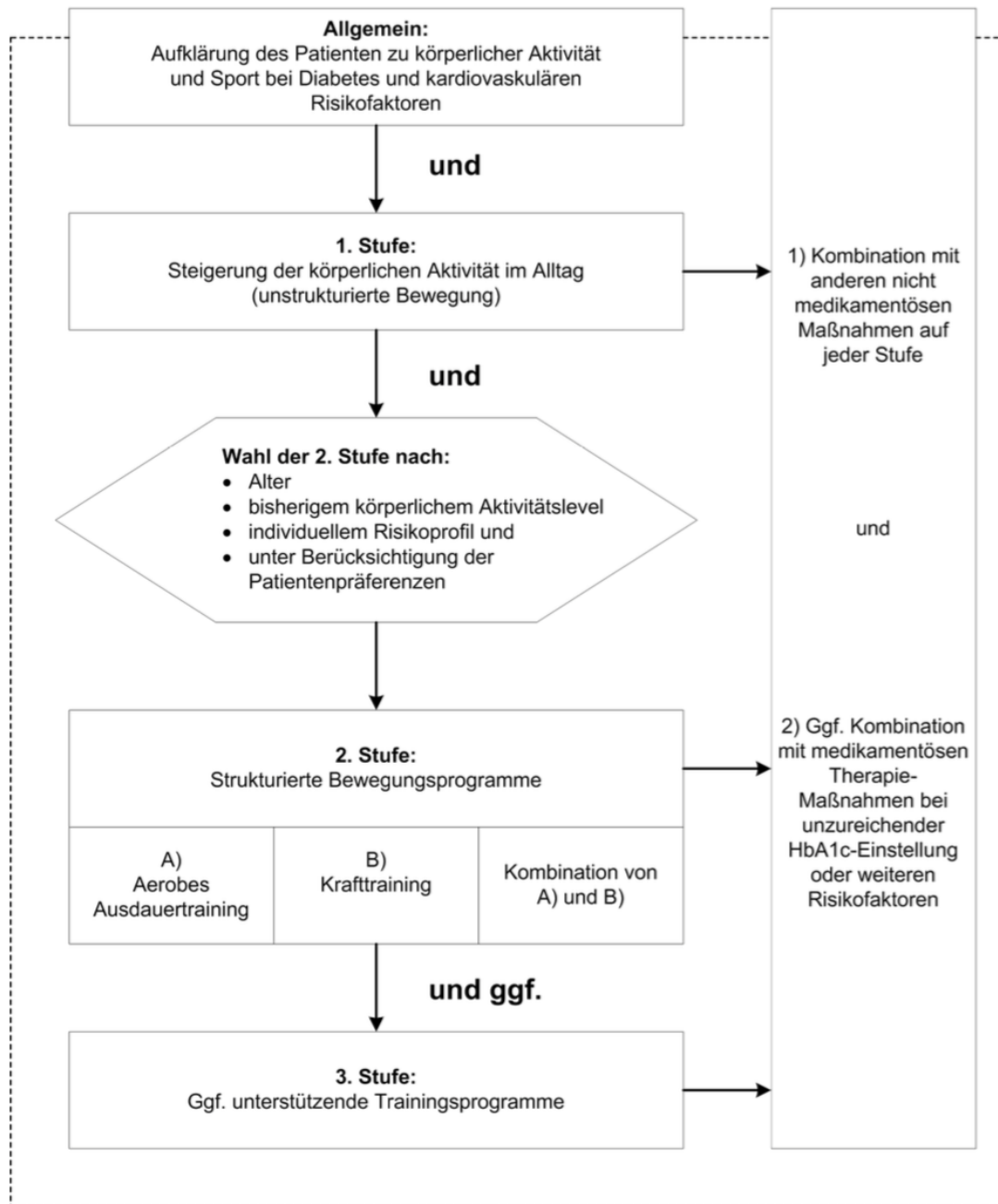


Abbildung 12: Stufenprogramm körperlicher Aktivität bei DM nach Leitlinie (Bundesärztekammer et al., 2014, S. 42)

Die zweite Stufe der Therapie umfasst die Pharmakotherapie. Diese Form der Therapie ist deutlich komplexer und enthält keine eindeutigen Empfehlungen des Grades A. „Aufgrund unterschiedlicher Konzepte der Experten der die Inhalte der NVL verantwortenden Organisationen – inklusive unterschiedlicher Interpretation und klinischer Gewichtung der berücksichtigten Evidenz – konnte bei einzelnen Schritten der Pharmakotherapie des Typ-2-Diabetes keine Einigung erreicht werden.“

DDG und DGIM empfehlen ab Stufe 2 des Therapiealgorithmus ein in einigen Punkten vom gemeinsamen Vorschlag der AkdÄ und der DEGAM abweichendes therapeutisches Vorgehen (Bundesärztekammer et al., 2014, S. 46)“.

Der sehr komplexe und sich in die Stufe drei und vier erstreckende Prozess der Pharmakotherapie wird in Abbildung 12 dargestellt.

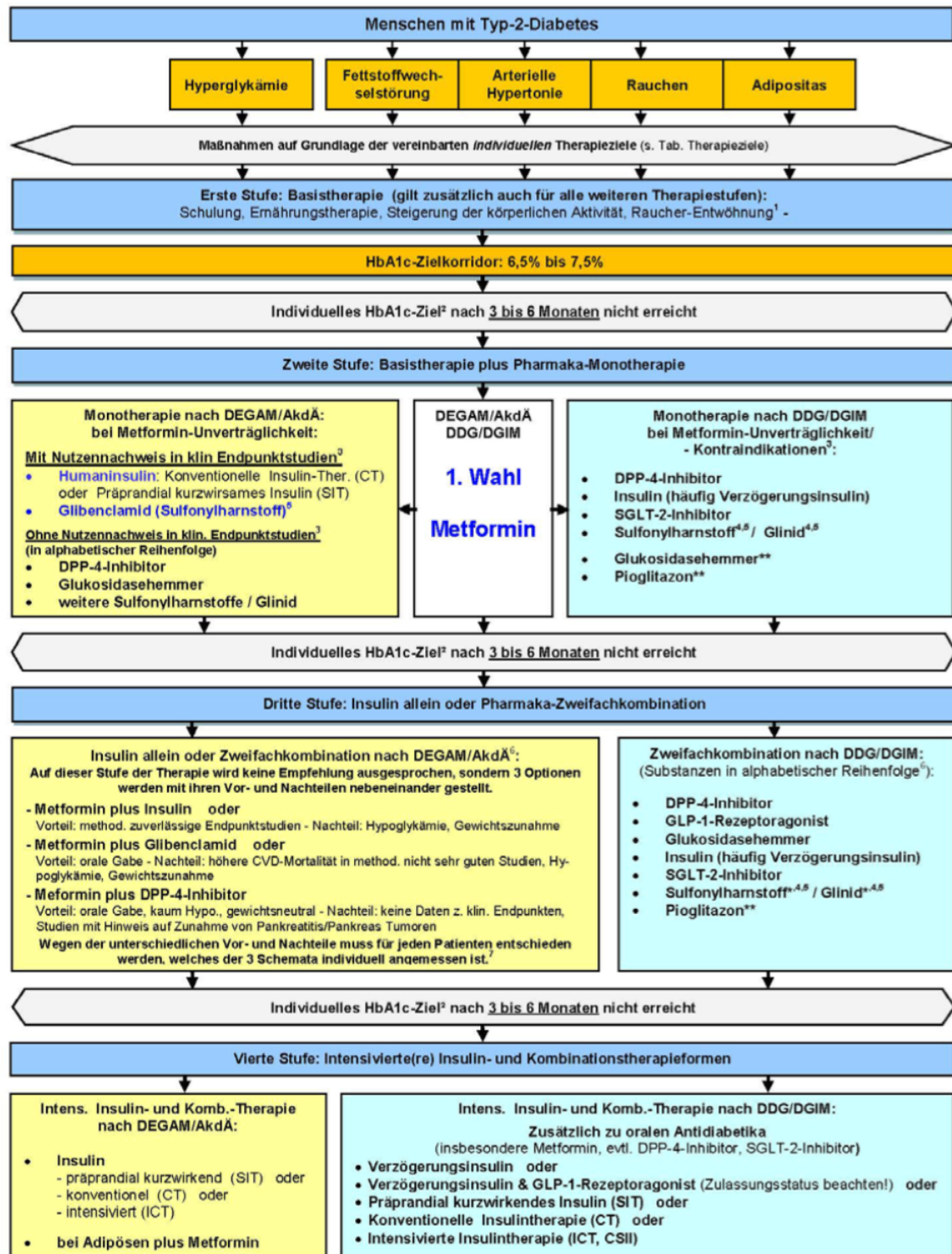


Abbildung 13: Medikamentöse Stufenbehandlung des DMT2 nach Leitlinie (Bundesärztekammer et al., 2014, S. 48)

Generell wird nach einer fehlgeschlagenen drei bis sechs monatigen Phase des Erreichens eines individuell festgelegten HbA1c-Ziels in der zweiten Stufe die Pharmaka-Monotherapie zu der bereits bestehenden Basistherapie hinzugefügt. Die erste Wahl eines Medikaments fällt auf Metformin. Lediglich bei einer Unverträglichkeit werden andere Medikamente in Betracht gezogen. Die Empfehlungen dieser Medikamente sind von Institution zu Institution unterschiedlich. Nach einem Fehlschlagen weiterer drei bis sechs Monate wird in der dritten Stufe entweder Insulin als Monotherapie oder eine Pharmaka-Zweifachtherapie angewendet. Die vierte Stufe beinhaltet eine intensivierete Insulintherapie ggf. zusätzlich zu der bereits bestehenden medikamentösen Therapie (Bundesärztekammer et al., 2014, S. 48).

2.2. Telemedizin

2.2.1 Definition

Der Begriff der Telemedizin ist nicht eindeutig definiert. Es existieren mehrere Definitionen, die grob gesehen ähnliche Aspekte umschreiben, aber trotzdem ein Grad an Unschärfe aufweisen (Bundesärztekammer, 2015, S.1). Die AG-Telemedizin der Bundes-Ärztekammer schlägt folgende Definition vor: „Telemedizin ist ein Sammelbegriff für verschiedenartige ärztliche Versorgungskonzepte, die als Gemeinsamkeit den prinzipiellen Ansatz aufweisen, dass medizinische Leistungen der Gesundheitsversorgung der Bevölkerung in den Bereichen Diagnostik, Therapie und Rehabilitation sowie bei der ärztlichen Entscheidungsberatung über räumliche Entfernungen (oder zeitlichen Versatz) hinweg erbracht werden. Hierbei werden Informations- und Kommunikationstechnologien eingesetzt“ (Bundesärztekammer, 2015, S. 2).

Telemedizin wird in diesem Kontext als Teilgebiet des eHealth (electronic Health) angesehen. Das Bundesministerium für Gesundheit definiert den Begriff eHealth als den kostengünstigen und sicheren Einsatz von technologischen Hilfsmitteln zur Förderung der allgemeinen Gesundheit sowie den gesundheitsbezogenen Bereichen wie der Gesundheitssysteme, der Gesundheitsberichterstattung, der Gesundheitsförderung als auch dem Allgemeinwissen und der Forschung (Bundesministerium für Gesundheit, 2018b).

Darüber hinaus kann eHealth in fünf Kategorien unterteilt werden, die im Zusammenspiel die Funktion des eHealth erfüllen. Tabelle 3 verdeutlicht sie anhand ausgewählten Beispielen. Es ist anzumerken, dass die einzelnen Kategorien nicht als alleinstehende Komponente verstanden werden sollten. Es gibt interkategorische Überschneidungen, da sich die Teilgebiete untereinander ergänzen. So ist beispielsweise eAdministration meistens in Form von elektronischen Akten ein fester Bestandteil der eCare (Bundesärztekammer, 2015, S.1).

eHealth		Beispiele
eCare	Gesundheitsversorgung	Telekonsil, Telekonsultation, Telemonitoring, Remote Patient Management
eAdministration	Administrative Prozesse	eGK, eArztausweis, elektronische Akten, eRezept
ePrevention	Prävention	Altersgerechte Assistenzsysteme, Coaching
eResearch	Forschung	Genomforschung mittels IKT, Trendanalysen Internet (z.B. Google Flu)
eLearning	Lehre	Blended Learning über Plattformen

Tabelle 3: Unterteilung der Themengebiete des eHealth (Bundesärztekammer, 2015, S. 2)

Die Abbildung 14 veranschaulicht die Komplexität des Begriffes „Telemedizin“ auf drei Ebenen, unterteilt in Kategorie, Dimension und Verfahren. Es wird deutlich, warum eine simple Definition des Begriffes und der tatsächlichen Methode nicht möglich ist. Dies wirft zusätzlich Probleme in der Bewertung des Outcomes der Telemedizin auf, da teilweise komplett unterschiedliche Verfahren unter denselben Begriff fallen. Dies sollte im weiteren Verlauf der Arbeit im Hinterkopf behalten werden. Genauer wird dieser Aspekt aber in Kapitel 5 diskutiert.

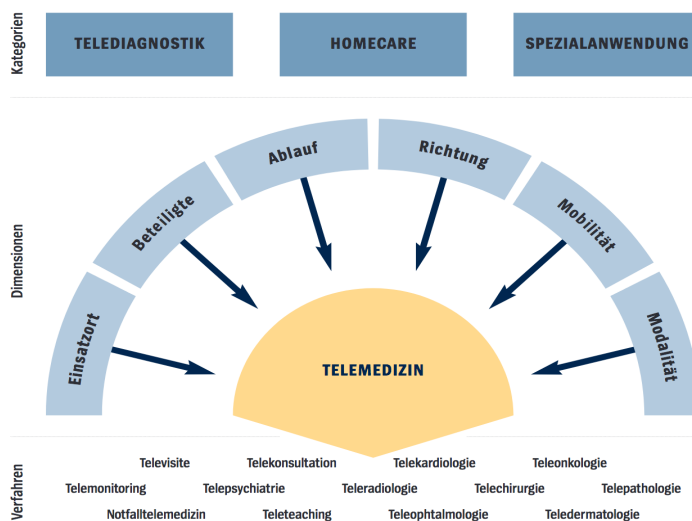


Abbildung 14: Grafische Darstellung des komplexen Begriffes „Telemedizin“ mit den Dazugehörigen Kategorien, Dimensionen und einzelnen Verfahren (Dittmar, Wohlgemuth, & Nagel, 2009, S. 19)

2.2.2 Anwendungsprinzip

Abbildung 15 stellt beispielhaft dar, wie das Anwendungsprinzip der Telemedizin auf der Kommunikationsebene zwischen Patient und behandelndem Arzt funktionieren kann. Der Patient ist in der Lage durch technologische Hilfsmittel (Waage, Blutzuckermessgerät etc.) seine krankheitsrelevanten Daten selbst Zuhause zu erheben. Diese Daten werden über den Computer, das Mobiltelefon oder eine dafür konstruierte Station an das telemedizinische Zentrum weitergeleitet. So wird die räumliche Distanz auf technologischem Weg zügig überwunden. Von dort aus werden die Daten an den Hausarzt kommuniziert. Dieser ist nun in der Lage die Daten auszuwerten und den Patienten über den Fortschritt der Behandlung, Diagnostiken zu informieren und mögliche Therapieansätze zu besprechen. Abhängig von der verwendeten Technologie können Daten auch automatisch übertragen werden (Trill, 2018, S. 54).

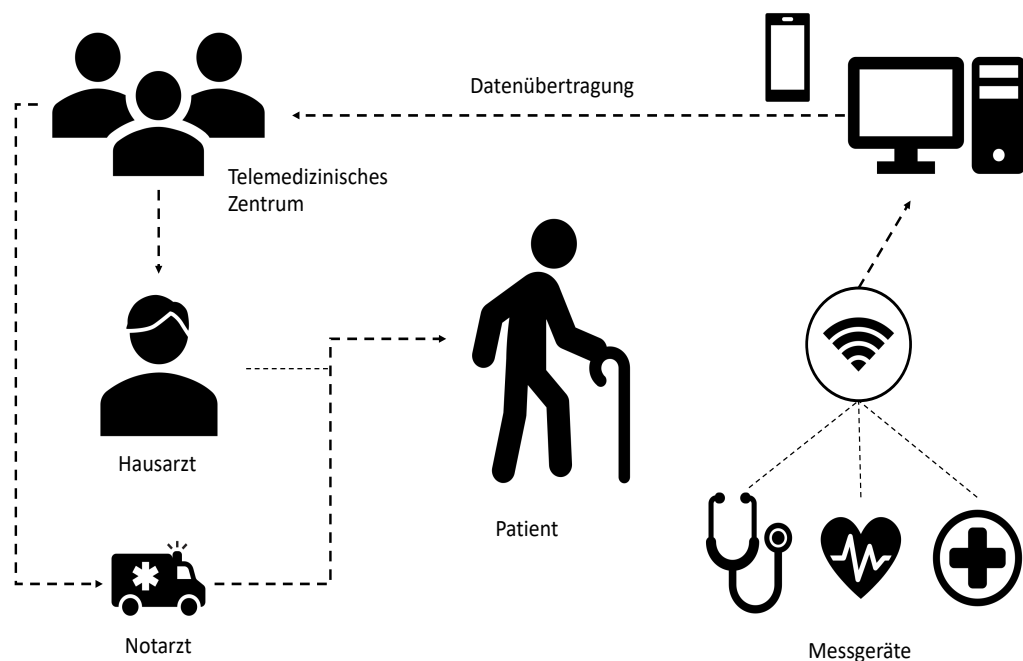


Abbildung 15: Darstellung des Anwendungsprinzips von Telemedizin, eigene Darstellung nach Trill, 2018, S. 54

2.2.3 Ziele und Perspektiven

Die **Ziele** des eHealth, als übergeordneter Begriff der darin etablierten Telemedizin, sind sehr vielfältig. Diese verfolgen alle das übergreifende Ziel einer Verbesserung der Gesundheitsversorgungsqualität (Fischer & Krämer, 2016, S. 12).

Diese kann durch verschiedene Ebenen der Datenübertragung im Rahmen des eHealth erfolgen: *Doc2doc* (Kontakte zwischen verschiedenen Ärzten und/oder behandelndem Fachpersonal), *doc2patient* (der Kontakt zwischen den behandelnden Ärzten und dem Patienten – hierunter fallen jegliche telemedizinischen Maßnahmen im Verlaufe einer Behandlung), *doc2admin* (generelle administrative Vorgänge), *patient2patient* (Kontakttausch zwischen Patienten) und *patient2admin* (jegliche Form der Weitergabe von Daten an den Dienstleister in (oftmals) nicht medizinischem Rahmen (Fischer & Krämer, 2016, S. 10). Die Ziele der Telemedizin sind großteils bereits in der Definition wiederzufinden. Das primäre Ziel ist die Bereitstellung medizinischer Leistungen (wie unter anderem Diagnostik, Behandlung und Beratung) unabhängig von räumlichen und/oder zeitlichen Grenzen.

Durch diese Möglichkeiten werden den Patienten als auch Ärzten diverse neue Möglichkeiten der Behandlung eröffnet (Bundesärztekammer, 2015, S. 1). Somit erfüllt das Ziel der Telemedizin dem übergeordneten Ziel des eHealth eine Verbesserung der Gesundheitsversorgungsqualität zu gewährleisten.

Eine der ausschlaggebendsten **Perspektiven** der Telemedizin liegt in der Versorgung von spezifischen Patientengruppen. Durch die Überwindung der räumlichen Distanz bietet sie einen Angriffspunkt, mögliche Versorgungslücken zu schließen. Dies ist hauptsächlich für Patienten relevant, die auf Grund ihres Wohnortes nicht in der Lage sind, Teil einer flächendeckenden und/oder wohnortnahen Versorgung zu sein. Zusätzlich können ältere Patienten, die ggf. bereits Einbußen in ihrer Mobilität verkraften mussten, in der Theorie besser versorgt werden. Dies setzt voraus, dass sie in der Lage sind, die Technik zu bedienen oder Angehörige ihnen in diesem Schritt behilflich sind (van den Berg, Schmidt, Stentzel, Mühlhan, & Hoffmann, 2015, S. 367-371).

Zeitgleich können telemedizinische Methoden, wie das Telemonitoring auch präventiv eingesetzt werden. So kann der Gesundheitszustand der Patienten kontinuierlich überwacht werden, unabhängig davon, ob sie sich vor Ort befinden oder Zuhause sind. Dadurch können Risiken minimiert und ernstere Gefahren rechtzeitig erkannt werden (Budysh et al., 2013, S. 20-26).

Ein Beispiel dieser präventiven Maßnahme ist die moderne Behandlung von Diabetes Patienten (oftmals derer, die auf eine Insulin Therapie angewiesen sind). Hier können sogenannte CGM (Continuous Glucose Monitoring) Geräte kontinuierlich den Blutzucker messen und die Daten an prädestinierte Personen automatisch weiterleiten.

So können Familie und/oder Freunde als auch das behandelnde Personal des Patienten auf dem aktuellen Stand sein. Dem behandelnden Personal bietet dies die Möglichkeit, eventuelle Probleme aufzudecken und ggf. die Insulindosierung anzupassen (Adolfsson, Rentoul, Klinkenbijn, & Parkin, 2018, S. 54).

Eine weitere wichtige Perspektive ist die der Verbesserung des patientenbezogenen Outcomes der Behandlung. Durch die bereits angesprochenen Perspektiven kann theoretisch ein verbessertes Outcome erzielt werden. So kann die Behandlung einfacher verlaufen, die nötigen Arztbesuche verringert werden oder aber bestimmte krankheitsbezogene Parameter schneller und nachhaltiger verbessert werden (Armaignac et al., 2018, S. 728-735). Es scheint, als wäre die gesteigerte Effektivität der Behandlung – gemessen anhand des Outcomes – fachspezifisch und abhängig von weitaus Faktoren als nur der Implementierung telemedizinischer Maßnahmen. Eine Perspektive ist es dennoch (Fischer & Krämer, 2016, S. 15). Zuletzt kann Telemedizin kosteneffektiv sein. Bezogen auf die unterversorgten Regionen, in denen es an Fachpersonal mangelt, kann dieser durch die Verwendung bereits etablierter telemedizinischer Infrastrukturen umgangen werden.

Der herrschende Mangel an Personal kann kostensparend ausgeglichen werden, indem auf der *doc2doc* Ebene Kommunikation und Austausch über verschiedene Behandlungsmöglichkeiten stattfindet (van den Berg et al., 2015, S. 367-371). Auch dieser Aspekt ist abhängig von mehreren Faktoren wie dem medizinischen Fachgebiet, dem verwendeten Telemedizin-Anbieter sowie der geografischen Lage und den damit möglicherweise einhergehenden finanziellen Problemen (Armaignac et al., 2018, S. 728-735; J. Y. Lee & Lee, 2018, S. 493; Schenkel et al., 2013, S. 405-412).

2.2.4 Anforderungen und Regelungen

Die Anforderungen an das eHealth (und somit die Telemedizin) sind in Deutschland seit Ende 2015 rechtlich festgehalten. Das sogenannte „E-Health-Gesetz“ enthält die rechtlichen Rahmenbedingungen einer eHealth-Implementierung (Bundesministerium für Gesundheit, 2018a). Folgende Schwerpunkte lassen sich den Gesetztestexten entnehmen: Es sollen Anreize für die Einführung sowie Nutzung moderner, medizinischer Anwendungen geschaffen werden, wie der elektronische Arztbrief oder einheitliche Medikationspläne. Die Telematikinfrastruktur soll geöffnet werden, um somit als die maßgebliche und vor allem sichere Infrastruktur für das deutsche Gesundheitswesen entwickelt zu werden. Die einheitliche Verbesserung der elektronischen Kommunikation im Gesundheitswesen. Die Förderung telemedizinischer Leistungen wie beispielsweise der Video-/Onlinesprechstunde (Bundesministerium für Gesundheit, 2018a).

In den Paragraphen 291a – 291g SGB V werden neben den oben genannten Anforderungen auch explizit regulatorische Aspekte des eHealth adressiert. Diese zielen hauptsächlich auf neun Gebiete des eHealth ab. Den Medikationsplan, telemedizinische Anwendungen, den elektronischen Arztbrief, die Digitalisierung vereinbarter Vordrucke, das Notfalldatenmanagement, die Aktualisierung von Versichertendaten, das Praxisverwaltungssystem, die elektronische Patientenakte und das elektronische Patientenfach. Interessant sind in Bezug auf die Telemedizin vor allem die Kapitel „Vereinbarung über technische Verfahren zur konsiliarischen Befundbeurteilung und zur Videosprechstunde“ und „Übermittlung elektronischer Briefe in der vertragsärztlichen Versorgung“, Paragraph 291g zusammen mit Paragraph 87 Absatz 2 und Paragraph 291f SGB V, respektive (Kassenärztliche Bundesvereinigung, 2017).

Bezogen auf die telemedizinischen Anwendungen der Videosprechstunde wurden bisherige Vorgaben spezifischer Krankheitsbilder aufgehoben (§ 87 Absatz 2a Satz 12 SGB V). Zusätzlich zu dieser Lockerung wurden Vergütungen für die Videosprechstunde vorgesehen. So können telemedizinische Maßnahmen zur Betreuung der Patienten einfacher eingesetzt werden, um beispielsweise Verlaufskontrollen abzuwickeln (§ 87 Absatz 2b Satz 1 und 2 SGB V). Auch eine Förderung des elektronischen Arztbriefes in Form einer Erhöhung der „[...] Pauschale von 55 Cent pro Übermittlung eines elektronischen Briefs zwischen den an der vertragsärztlichen Versorgung teilnehmenden Ärzten und Einrichtungen, wenn die Übermittlung durch sichere elektronische Verfahren erfolgt und dadurch der Versand durch Post-, Boten- oder Kurierdienste entfällt [...]“ (§ 291f Absatz 1 Satz 1 SGB V) wurde festgehalten.

2.2.5 Herausforderungen

Juristisch betrachtet ist das Gebiet der telemedizinischen Dienstleistungen von einigen potenziellen Problemen durchzogen. Diese etablieren sich sowohl auf einer oberflächlichen beziehungsweise generellen, als auch einer, sich auf spezielle Medizinische, Fachgebiete beziehenden Ebene. Auf genereller Ebene besteht allein in dem Sinn und Zweck der Telemedizin eine juristische Herausforderung. Die gesundheitsbezogene Behandlung von Patienten, unabhängig von räumlichen Gegebenheiten, bedeutet auf der einen Seite, dass die Erbringung der Dienstleistung an einem anderen Ort stattfindet als dem Erfolgsort der Dienstleistung.

Das Loslösen räumlichen Grenzen kann dazu führen, dass Probleme der Zuweisungen von zuständigen Rechtskreisen und Gerichten im Streitfall entstehen können (Niederlag, Dierks, Rienhoff, & Lemke, 2006, S. 13).

Auf der anderen Seite bedeutet Telemedizin in jedem Fall eine Erhebung und die darauf folgende Verarbeitung von Gesundheitsdaten der betroffenen Personen. Was in Arztpraxen standartmäßig durchgeführt wird, ist außerhalb der Praxen nicht gängig und unterliegt sogar rechtskräftiger Verbote. Die Verarbeitung von personenbezogenen Gesundheitsdaten ist – sofern keine spezifische Ausnahme vorliegt – sowohl im deutschen als auch europäischem Raum verboten. Die Datenschutz-Grundverordnung (DSGVO) untersagt nach Artikel 9 generell „Die Verarbeitung personenbezogener Daten, aus denen die rassische und ethnische Herkunft, politische Meinungen, religiöse oder weltanschauliche Überzeugungen oder die Gewerkschaftszugehörigkeit hervorgehen, sowie die Verarbeitung von genetischen Daten, biometrischen Daten zur eindeutigen Identifizierung einer natürlichen Person, Gesundheitsdaten oder Daten zum Sexualleben oder der sexuellen Orientierung einer natürlichen Person [...]“ (Artikel 9 Absatz 1 Satz 1 DSGVO).

Im medizinischen Kontext existieren in vielen Fällen Ausnahmen. So benötigt die Erhebung von personenbezogenen Gesundheitsdaten in einer Arztpraxis generell keine Einwilligung der Patienten, da die Verarbeitung der Daten durch Personen, die „[...] nach dem Unionsrecht oder dem Recht eines Mitgliedstaats [...] dem Berufsgeheimnis unterliegt, oder wenn die Verarbeitung durch eine andere Person erfolgt, die ebenfalls [...] einer Geheimhaltungspflicht unterliegt.“ (Artikel 9 Absatz 3 Satz 1 DSGVO).

Da sich die telemedizinischen Maßnahmen noch nicht ausreichend etabliert haben, aber auch weil die Personen, welche die erhobenen Gesundheitsdaten verarbeiten oftmals nicht einer Geheimhaltungspflicht unterliegen, wird häufig eine gesonderte Einverständniserklärung der Patienten benötigt (Niederlag et al., 2006, S. 13).

Ein weiterer relevanter Punkt ist der Aspekt der Fernbehandlung. Da ein ausschlaggebender Punkt der Telemedizin die Behandlung unabhängig von räumlichen Grenzen darstellt, ist die Rechtslage der Fernbehandlung für die Anwendung essenziell. Die (Muster-)Berufsordnung für in Deutschland tätigen Ärztinnen und Ärzte (MBO-Ä) hat in dem letzten Jahr (2018) eine Lockerung des ursprünglichen Fernbehandlungsverbotes in § 7 Absatz 4 aus dem Jahr 2015 durchlebt. So durften Ärztinnen und Ärzte 2015 keine Behandlung und/oder Beratung ausschließlich über Kommunikationsmedien vollziehen, hierzu zählen auch telemedizinische Maßnahmen. Seit 2018 ist dieses Fernbehandlungsverbot aufgehoben worden. Eine ausschließliche Fernbehandlung liegt nun in dem Ermessen des behandelnden Arztes (§7 Absatz 4 Satz 1 und 2 MBO-Ä).

Somit ist es möglich, ggf. Patienten über telemedizinische Kommunikationsmedien zu behandeln, obwohl kein persönlicher Kontakt „also unter gleichzeitiger physischer Anwesenheit von Ärztin oder Arzt und Patientin oder Patient“ (Bundesärztekammer, 2019, S. 2) besteht.

Die Rechtstexte verbieten somit die Fernbehandlung nicht, Formulierungen lassen trotzdem darauf schließen, dass der Goldstandard einer Behandlung und/oder Beratung zwischen Patient und Arzt immer noch auf persönlicher Ebene liegt. Telemedizin als Unterstützung hingegen ist völlig legitim (§7 Absatz 4 Satz 1 und 2 MBO-Ä).

Der Aspekt einer möglichen ökonomischen bzw. **finanziellen Herausforderung** der Telemedizin liegt weniger in der tatsächlichen Anwendung sondern der Anschaffung. Auch wenn die Studienanzahl zur Kosteneffizienz der telemedizinischen Maßnahmen eher gering ausfällt, ist eine positive Tendenz (in einigen medizinischen Fachgebieten sogar eine eindeutige Tendenz) zu vermerken (Armaignac et al., 2018, S. 728–735; J. Y. Lee & Lee, 2018, S. 493).

Trotz gegebener Kosteneffizienz sind mit der Implementierung der Technologien Ausgaben verbunden. Seitens der Praxis/des Krankenhauses/der Klinik müssen die technologischen Mittel gegeben sein, von externer Seite muss eine telemedizinische Infrastruktur gegeben sein. Letzteres wird häufig von externen Anbietern zur Verfügung gestellt, wie beispielsweise *DELL Technologies* (DELL Technologies, 2019).

Unabhängig von den tatsächlichen Kosten der Telemedizin ist die Wahrnehmung dieser einer der großen (2010 sogar der größte) Faktoren der Ablehnung dieser Technologie (siehe Abbildung 16) (World Health Organization, 2010, S. 66-73).

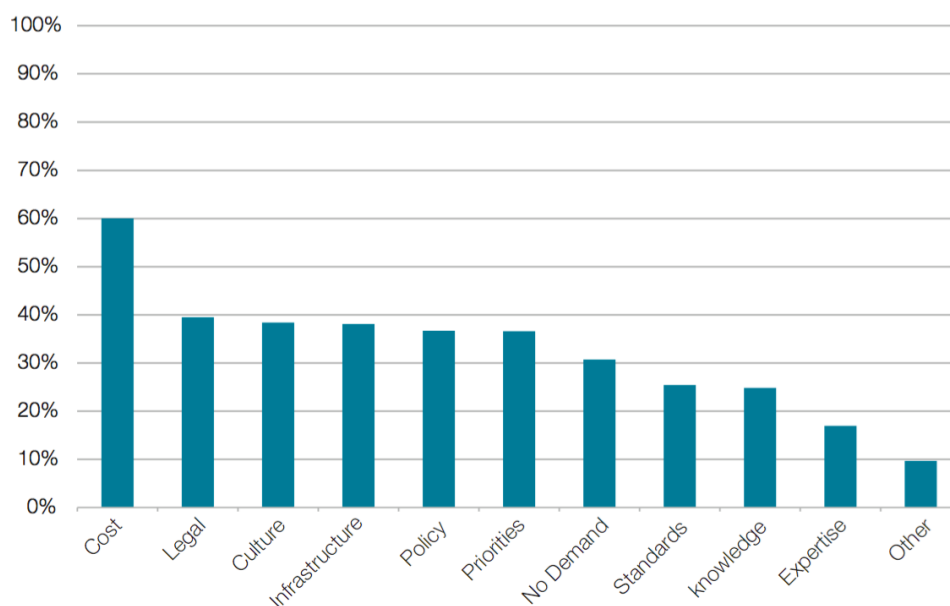


Abbildung 16: Globale Ergebnisse der Umfrage zur Wahrnehmung möglicher Barrieren der Telemedizin in Prozent (World Health Organization, 2010, S. 69)

Zusätzlich zu den finanziellen Barrieren beziehungsweise der Wahrung dieser, spielt bei der Telemedizin sowie jeglicher andere Aspekte des eHealth, **Akzeptanz** eine wichtige Rolle. Telemedizinische Maßnahmen zählen bis heute eher zu den (technologischen) Innovationen.

Der Standard der Behandlung ist noch immer die persönliche Betreuung (§7 Absatz 4 Satz 1 und 2 MBO-Ä). Die Implementierung einer neuen Technologie – unabhängig von dem tatsächlichen Nutzen und dem eigentlichen Einsatzgebiet – benötigt die Akzeptanz derer, die sie nutzen sollen (Davis, Bagozzi, & Warshaw, 1989, S. 984).

Die Faktoren der Akzeptanz von telemedizinischen Maßnahmen für Diabetes Patienten wurden in einer veröffentlichten Studie aus dem Jahr 2014 erhoben. Rho et al. stellten basierend auf einem Akzeptanz-Modell (siehe Abbildung 18) mit 5 Faktoren (siehe Tabelle 4) fest, welche Faktoren einen signifikanten Einfluss auf die Akzeptanz zu haben scheinen (Rho, Kim, Chung, & Choi, 2015, 321 ff).

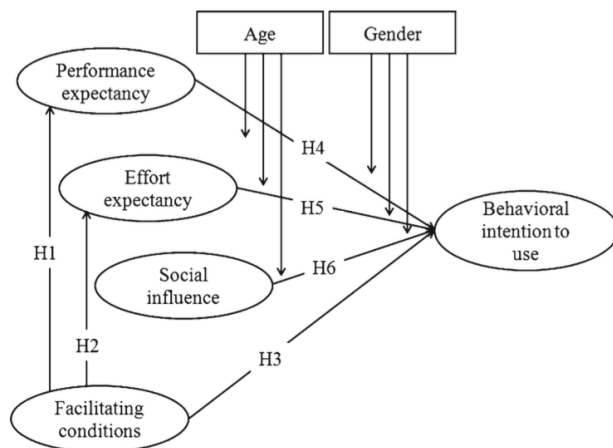


Abbildung 17: Ursprüngliches Akzeptanzmodell von telemedizinische Maßnahmen für Diabetiker (Rho et al., 2015, S. 323)

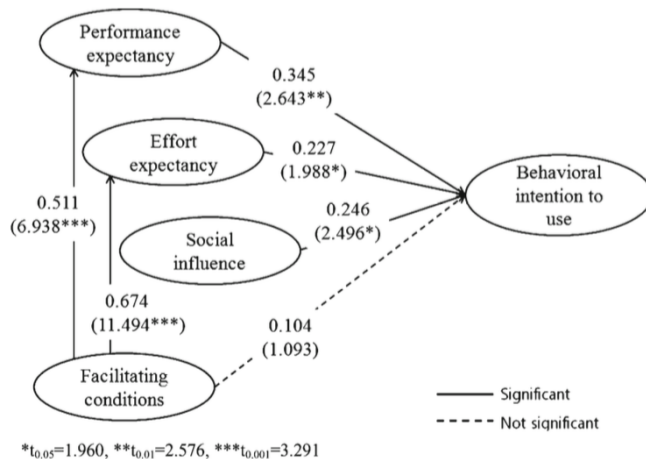


Abbildung 18: Akzeptanzmodell von telemedizinischen Maßnahmen für Diabetiker mit Signifikanzniveau (Rho et al., 2015, S. 327)

Construct	Deutsche Übersetzung	Definition
Performance expectancy	Leistungserwartung	Degree to which a diabetic patient believes that using telemedicine service for diabetes management will help improve his or her diabetic symptoms
Effort expectancy	Aufwandserwartung	Degree of ease that diabetic patients associate with the use of telemedicine service for the enhanced management of diabetes
Social Influence	Soziale Erwartungshaltung	Degree to which diabetic patients perceive that important others believe that the patient should use telemedicine service for the enhanced management of diabetes
Facilitation conditions	Moderationsbedingungen	Degree to which a patient believes that an organizational and technical infrastructure exists to support the use of telemedicine service and the resources offering the knowledge necessary to use the telemedicine service
Behavioral intention to use	Nutzungsintention	Degree of a patient's behavioral intention to use telemedicine service

Tabelle 4: Erläuterung der in Abbildung 16 verwendeten Begrifflichkeiten zum besseren Verständnis, eigene Darstellung nach (Rho et al., 2015, S. 323)

Die Leistungserwartung, Aufwandserwartung als auch die Erwartungshaltung bezogen auf die soziale Auswirkung der Telemedizin haben einen signifikanten Einfluss auf die Intention der Nutzung. Die Leistungserwartung als auch die Aufwandserwartung werden direkt von den Moderationsbedingungen beeinflusst.

Die Bestimmung der genannten Punkte als Einflussfaktoren der Akzeptanz informationsbasierter Technologien in der Behandlung von Diabetespatienten deckt sich mit den Ergebnissen anderer Studien (Aggelidis & Chatzoglou, 2009, S. 122 ff). Ein weiterer (aber unbeflussbarer) Faktor bildet möglicherweise das Geschlecht der Nutzer. Es wird suggeriert, dass Unterschiede in der Akzeptanz neuer Technologien zwischen geschlechtlichen Gruppierungen bestünden. Diese Aussage ist hingegen nicht eindeutig bewiesen und kann ggf. bei unterschiedlichen Technologien anders ausfallen (Terzis & Economides, 2011, S. 2118 ff).

Trotzdem wird das Geschlecht in dem Modell von Rho et al. sowie anderen Studien als Einflussfaktoren genannt (siehe in Abbildung 17) und demnach in diesem Kapitel mit erwähnt. Zuletzt ist das Alter der Nutzer von hoher Relevanz. Hier ergeben sich in Bezug auf die DMT2 Erkrankung direkt mehrere Probleme, die eine Adaption der Telemedizin verhindern können. Da steigendes Alter ein Risikofaktor für die Manifestierung eines DMT2 darstellt, sind unter anderem hauptsächlich ältere Menschen von der Erkrankung betroffen (Tamayo et al., 2016, S. 177 ff). Ein hohes Alter korreliert oftmals mit einer Resistenz gegen Änderung. Eine neue Behandlungsmethode kann abgelehnt werden, obwohl sie eine vermeidliche Verbesserung darstellt, um Änderungen aus dem Weg zu gehen. Zusätzlich kommen weitere Einflussfaktoren in erhöhtem Alter hinzu, die den Faktor der Leistungserwartung aus dem vorherigen Model (siehe Abbildung 16) primär oder sekundär beeinflussen. Dazu können, neben der Veränderungsresistenz, Angst vor Technologie oder Probleme bei der Nutzung dieser die Akzeptanz beeinflussen (X. Guo, Sun, Wang, Peng, & Yan, 2013, S. 49-61). Abbildung 19 stellt diese, mit dazugehörigem Signifikanzniveau, dar.

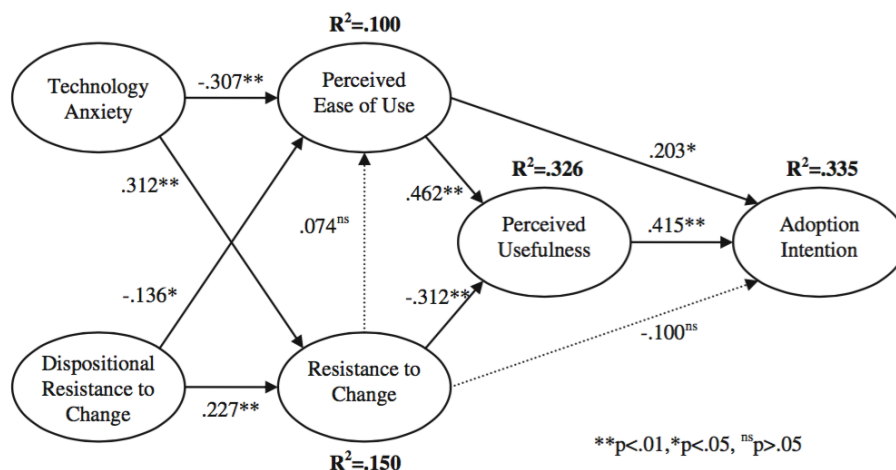


Abbildung 19: Akzeptanzmodell mobiler Gesundheitsservices bezogen auf hohes Alter (X. Guo et al., 2013, S. 60)

2.2.6 Diabetes Projekte in Deutschland

In diesem Kapitel sollen einige bereits etablierte Projekte im telemedizinischen Bereich für Diabetes Patienten vorgestellt werden, um einen kurzen Überblick über die Situation in Deutschland zu schaffen.

In diesem Jahr soll, laut einer Pressemitteilung der Deutschen Diabetes Gesellschaft (DDG), ein telemedizinisches Versorgungskonzept für eine der häufigsten und zugleich extrem kostspieligen Komplikationen des Diabetes gestartet werden. Das Versorgungskonzept für das Diabetische Fußsyndrom soll einer zeitnahen Einholung von Zweitmeinungen dienen, um die Behandlung so schnell wie möglich abzuwickeln. Risikopatienten sollen so schneller identifiziert werden, Wartezeiten reduziert, und möglicherweise anstehende Amputationen durch ein drastisches Voranschreiten der Erkrankung vermieden werden.

Diese Ziele sollen durch eine Zusammenarbeit der DDG mit dem Bund der Internisten (BDI) erreicht werden (Deutschen Gesellschaft für Endokrinologie, 2016, S. 1 ff).

Ein weiteres im Jahr 2019 gestartetes Projekt ist das TeLIPro-Online-Portal. Das von der AOK initialisierte Projekt bietet in Zusammenarbeit mit dem Deutschen Diabetes-Zentrum (DDZ) neben der Erhebung und Auswertung von Lebensstil-Daten, wie den täglich absolvierten Schritten und anthropometrischen Daten wie Gewicht, Blutdruck und Blutzucker, auch eine individuelle Beratung. Das Coaching zu den unterschiedlichen Gebieten der Erkrankung außerhalb der Praxis – sowohl über das Portal als auch telefonisch – stellt eine ergänzende Behandlung des Arztes da.

Die persönliche Betreuung ist in diesem Modell zwar immer noch der Standard, dennoch finden telemedizinische Aspekte einen wichtigen Anschluss in der Betreuung der Patienten. Eine signifikante Wirksamkeit ist hingegen noch nicht evaluiert. Die Evaluation ist in Form einer Studie Teil des Pilot-Projektes (AOK Rheinland/Hamburg, 2019).

Ein durchaus detaillierteres und (telemedizinisch betrachtet) umfangreicheres als auch bereits evaluiertes Angebot ist das Diabetiva[®]-Programm der SHL Telemedizin GmbH. In Kooperation mit dem Westdeutschen Zentrum für Diabetes im Verbund Katholischer Kliniken wurden die teilnehmenden Patienten betreut. Durch einen telefonischen Dienst, Patientenschulungen, Notfallmanagement und vor allem der Nutzung von modernen EKG-, Blutdruck- und Blutzuckermessgeräten wurden relevante Daten automatisch an das telemedizinische Zentrum weitergeleitet und ausgewertet (SHL Telemedizin, 2019). Durch diese Form der Patientenbetreuung konnten sogar signifikante Besserungen des HbA1c sowie der Risikofaktoren wie Übergewicht und die Lebensqualität verbessert werden (Dienstl, Kempf, Schulz, Kruse, & Martin, 2011, S. 164-169).

2.3 Hypothese

DMT2, wie jede diabetische Erkrankung, geht oftmals mit einer verringerten Lebensqualität einher (Wexler et al., 2006, S. 1492). Ein wichtiger Faktor in diesem Rahmen ist das Selbstmanagement. Der direkte Umgang, in Form einer Steigerung des Empowerments (Selbstbestimmung und Autonomie), mit der Erkrankung kann helfen, die Lebensqualität der Betroffenen zu steigern (Cheng et al., 2019, S. 6-7). Telemedizinische Maßnahmen könnten daher als Form des Empowerments eine Steigerung des Diabetes-Selbstmanagements, des Empowerments, der Adhärenz sowieso eine Senkung des diabetesassoziierten Stresses erzielen und die Frequenz der Arztbesuche durch die Funktion der Telemedizin reduzieren.

Es wird deshalb in dieser Arbeit die Hypothese erhoben, dass Telemedizin ein Werkzeug zur Steigerung der Lebensqualität von Diabetes Typ 2 Patienten darstellt. Es wird angenommen, dass durch die Verwendung telemedizinischer Maßnahmen signifikante Verbesserungen bestimmter Marker im Bereich der psychologischen Evaluation der Lebensqualität erzielt werden. Zusätzlich zu dem psychologischen Aspekt wird präsumiert, dass eine signifikante Verbesserung des medizinischen Markers HbA1c erfolgt.

Der HbA1c ist kein primärer Indikator für die Lebensqualität, dient aber im Rahmen der Untersuchung zur Objektivierung der Ergebnisse. Als direkter Einflussfaktor auf das Fortschreiten der DMT2 Erkrankung (Lind, Odén, Fahlén, & Eliasson, 2009, S. e4412) kann er so sekundäre Auswirkung auf die Lebensqualität haben. Ein Fortschreiten führt zu Folgekomplikationen, welche die Lebensqualität der Patienten weiter verringern (Trikkalinou, Papazafiropoulou, & Melidonis, 2017, S. 121). Demnach kann angenommen werden, dass eine Besserung des HbA1c auch eine Steigerung der Lebensqualität nach sich zieht. Darum wird der HbA1c, sofern Teil der Datenerhebung der untersuchten Studien, ebenfalls analysiert und bewertet.

3. Methodik

Zu aktuellem Zeitpunkt scheint es keine systematischen Literaturanalysen oder gleichwertige wissenschaftliche Dokumente zu geben, die dieselbe oder eine ähnliche Fragestellung versuchen zu beantworten. Die Recherche aktueller Übersichtsarbeiten wurde über die Datenbank „PubMed“ als auch „Google Scholar“ im September sowie November 2019 ohne Ergebnisse durchgeführt.

Für diese Arbeit wurden ausschließlich randomisiert kontrollierte Studien herangezogen. Die Dauer der Interventionsmaßnahmen, die Follow-Up Dauer und regionale Unterschiede der Studien wurden nicht beachtet.

Bezogen auf die Studienpopulationen, an denen die telemedizinischen Maßnahmen getestet wurden, gab es mit Ausnahme des Lebensalters, keine weiteren Ausschlusskriterien. Da sich diese systematische Literatanalyse mit dem Diabetes Typ 2 auseinandersetzt, wurde bei dem Zusammentragen der Literatur darauf geachtet, dass die Studienpopulationen nur aus DMT2 Patienten bestehen. Da sich dies als sehr schwierig erwies, wurden auch Studien einbezogen die zwar DMT1 Patienten in der Population einbeziehen, verhältnismäßig aber nur einen kleinen Anteil an der Gesamtpopulation darstellen. So können trotzdem Rückschlüsse der Ergebnisse auf die Mehrheit der Population gezogen werden. Die größte Ungleichheit der Diabetes Verteilung liegt bei einem Verhältnis von 6:1 von DMT2 zu DMT1 (Baron, Hirani, & Newman, 2017, S. 207-216).

Weitere Einschlusskriterien waren die Sprache, so wie das Jahr der Veröffentlichung. Es wurden lediglich Studien in den Sprachen Deutsch und Englisch für die Analyse verwendet.

Bei der untersuchten Interventionsmethode handelt es sich um eine technologiegestützte Maßnahme. Um zwischen den Studien ähnliches technologisches Niveau zu erzielen, liegen die Veröffentlichungsjahre deshalb nicht länger als 5 Jahre in der Vergangenheit. Die Recherche lief über die Internet-Datenbank „PubMed“ und wurde im Laufe der Zeit durch verschiedene Key-Words mit der „Advanced“ Suchfunktion zur Eingrenzung der Suchergebnisse ergänzt. Es wurden in der finalen Recherche die Key-Words „telehealth“, „telemonitoring“, „telephonic“, „telecare“, „diabetes“, „diabetic“ und „quality of life“ verwendet.

Suchabfolge	Abfrage/Keywords	Anzahl der Ergebnisse
1	(telehealth AND quality of life AND diabetes)	203
2	(telehealth AND quality of life AND diabetes) Filters: published in the last 5 years	117
3	((((telehealth[Title] OR telemonitoring[Title] OR telephonic[Title] OR telecare[Title])) AND (diabetes[Title] OR diabetics[Title])) AND (Quality of Life) Filters: published in the last 5 years	20
4	((((telehealth[Title] OR telemonitoring[Title] OR telephonic consultation[Title])) AND (diabetes[Title] OR diabetic[Title])) AND (Quality of Life OR QoL) Filters: published in the last 5 years	21

Tabelle 5: Geordneter Ablauf der PubMed-Recherche mit Keywords und Anzahl von Ergebnissen, eigene Darstellung

Die Suche ergab 21 Treffer. Im Laufe des Screenings wurden elf Arbeiten auf Grund ihres Titels und/oder ihrer Form der Datenerhebung exkludiert. Die verbleibenden acht Veröffentlichungen wurden im Volltext auf ihre Eignung geprüft. Zwei Studien fielen auf Grund von fehlender Informationen wie dem Diabetes Typ der Studienpopulation, nicht eindeutigen Ergebnissen und mangelnder Qualität heraus. Die verbleibenden sechs Studien wurden alle in die Analyse inkludiert. Eine detaillierter Ablauf des Screening Prozesses wird in dem Flow Diagramm in Abbildung 19 grafisch dargestellt. Zur Beantwortung der in dieser Arbeit gestellten Fragestellung wurden die nötigen Ergebnisse in Bezug auf den HbA1c sowie jegliche mit der Lebensqualität zu assoziierenden Parameter untersucht.

Für die Auswertung der Ergebnisse wurde für alle inkludierten Studien ein 95% Konfidenzintervall verwendet und ggf. Ergebnisse individueller Studien an dieses angepasst, sollten sie eine anderes Konfidenzintervall aufweisen.

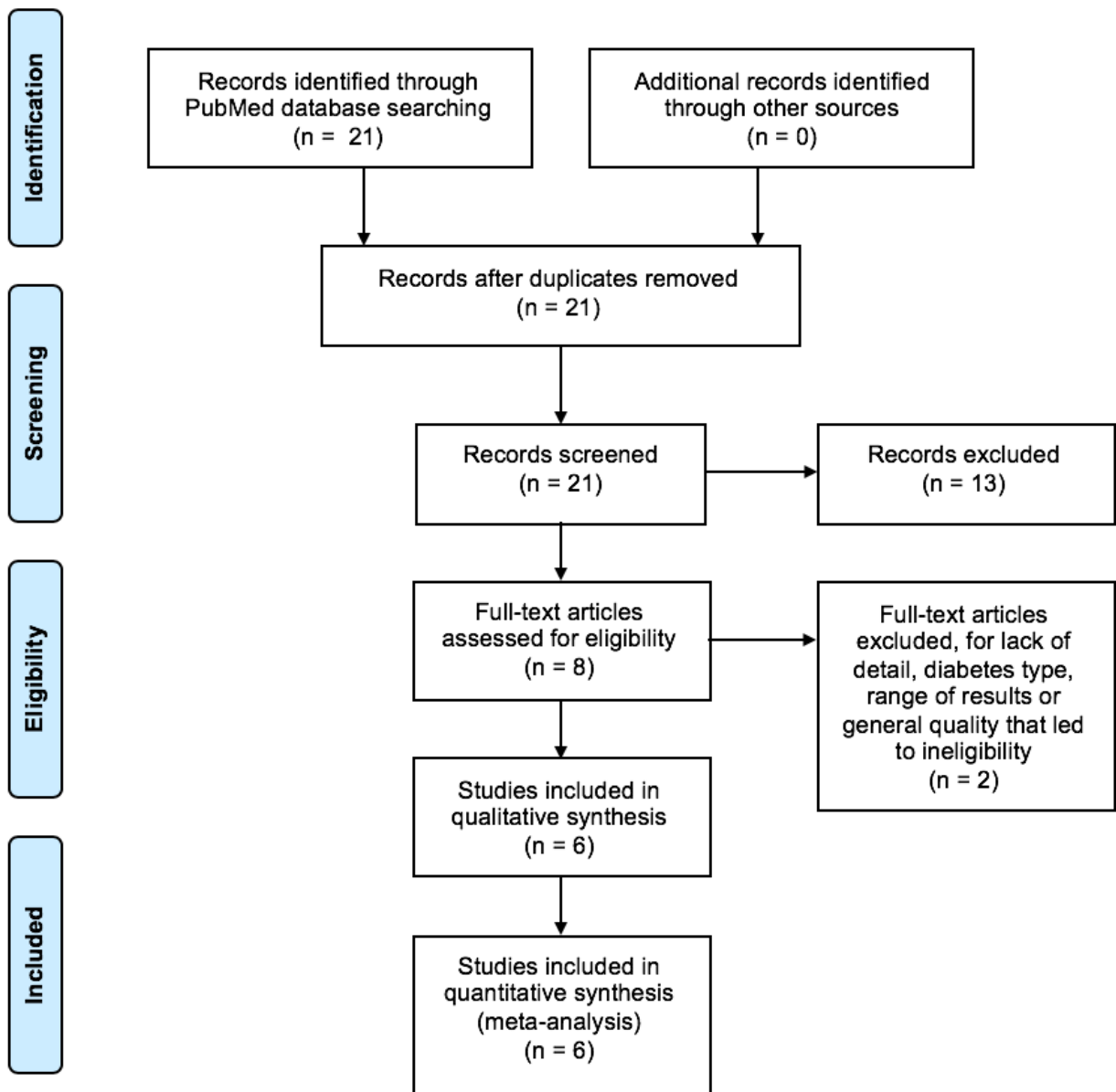


Abbildung 20: FLOW Diagramm der Literaturrecherche, Darstellung nach PRISMA, 2015

4. Ergebnisse

Insgesamt entsprachen sechs Studien den in Kapitel 3 angesprochenen Anforderungen und wurden in die Analyse inkludiert. Die Studienpopulation reichte von 81 bis 455 Probanden. Diese sind alle mindestens 18 Jahre alt. Die Dauer der Interventionen betrug mindestens drei, maximal zwölf Monate. In den Studien wurden insgesamt acht Fragebögen zur quantitativen Erhebung der Lebensqualität von Patienten verwendet. Diese unterscheiden sich demnach jeweils in den Fragestellungen, dem Aufbau und somit der Aussagekraft. Verwendet wurden der SF-36, HAD, SF-12v2, DHP-18, CESD-10, STAI-6, SF-12 sowie der EQ5D Fragebogen.

Nicolucci et al. untersuchten bei 302 Personen die Auswirkungen von Telemonitoring auf das metabolische und kardiovaskuläre Risiko als auch die Lebensqualität. *Nicolucci et al.* konnten signifikante Unterschiede zwischen den beiden Gruppen auf Ebene des HbA1c, der physischen Funktionalität, der emotionalen und der mentalen Gesundheit sowie der mentalen Komponente (p 0.001, p 0.01, p 0.02, p 0.005 und p 0.03 respektive) feststellen. *Nicolucci et al.* kamen zu dem Schluss, dass die Verwendung von telemedizinischen Maßnahmen (in diesem Fall das Telemonitoring) eine positive Auswirkung auf die Senkung des metabolischen Markers HbA1c sowie die allgemeine Steigerung der Lebensqualität der Patienten hat. Es wird spekuliert, dass die verbesserte metabolische Kontrolle der Patienten ein Resultat der gesteigerten Lebensqualität ist (Nicolucci, Cercone, Chiriatti, Muscas, & Gensini, 2015, S. 563-570).

Baron et al. analysierten auf ähnlicher Ebene den Effekt telemedizinischer Maßnahmen auf das klinische und „patient reported“ Outcome wie bereits *Nicolucci et al.* ein Jahr zuvor. Die Interventionsdauer betrug 9 Monate mit einer Studienpopulation von insgesamt 81 Diabetespatienten, die randomisiert in Interventions- und Kontrollgruppe zugeteilt wurden. *Baron et al.* konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Gruppen bezüglich genannter Parameter finden, die darauf schließen lassen würden, eine telemedizinische Intervention habe einen eindeutig positiven Effekt auf die Lebensqualität. Lediglich nach drei Monaten wurde eine signifikante Verbesserung des HbA1c festgestellt, die aber nicht bis zum Ende aufrechterhalten werden konnte. Zusätzlich ist ein Trend im Bereich der mentalen Komponente des SF-12v2 Test zu erkennen. Die Autoren betitelten die Signifikanz des Ergebnisses (p 0.057) als „borderline significant“ (engl. *grenzwertig signifikant*). Der Trend der Interventionsgruppe bewegt sich demnach zu Gunsten der Lebensqualitätssteigerung (Baron et al., 2017, S. 207-216).

Kaur et al. konnten durch ihre Untersuchungen an 120 Probanden lediglich eine signifikante Besserung der physischen Ausdauer sowie der physischen Gesundheit ermitteln. Eine Signifikanz für die in dieser Arbeit relevanten Parameter konnten nicht erzielt werden.

Obwohl kein signifikantes Niveau erreicht wurde, konnten *Kaur et al.* eine Tendenz zur Steigerung der Behandlungszufriedenheit in der Interventionsgruppe feststellen. Zusätzlich konnten während der Studiendauer die unerwünschten Komplikationen wie hypoglykämische Episoden und Einlieferung in die Notfallaufnahme, bei einer zunehmenden Therapie-Adhärenz, komplett vermieden werden. Es wird von den Autoren suggeriert, dass die in dieser Studie beschriebenen Maßnahmen der Telemedizin ein wirksames Mittel zur Verbesserung des Diabetes-Managements fungieren. Eine Steigerung der Lebensqualität konnte jedoch nicht bewiesen werden (Kaur, Kajal, Kaur, & Singh, 2015, S. 199-207).

Ebenso war es *Hirani et al.* nicht möglich signifikante Besserungen der relevanten Parameter über eine Dauer von zwölf Monaten mit der größten hier inkludierten Studienpopulation von 455 Probanden zu erzielen. Sie kamen lediglich zu dem Ergebnis, Telemedizin habe weder einen signifikant positiven noch einen signifikant negativen Effekt auf die Lebensqualität und das psychologische Outcome von Diabetes Patienten (Hirani et al., 2017, S. e18).

Als einzige inkludierte Studie, die neben Diabetes noch zwei weitere Erkrankungen (*chronic obstructive pulmonary disease* und *congestive heart failure*) in die Analyse einbeziehen, untersuchen *Kenealy et al.* an drei Standorten (A, B, C) telemedizinische Maßnahmen hinsichtlich der Lebensqualität als auch der Krankenhausnutzung und -kosten. Von den 172 Probanden waren 64 Diabetiker. Auf Ebene des SF-36 Fragebogens für die Lebensqualität konnten die Autoren keinerlei signifikante Ergebnisse erzielen. Es konnten aber über den HAD für das Gebiet Anxiety (*engl. Angst*) und *Depressionen* signifikante Verbesserungen erreicht werden. Die Angst konnte an allen Standorten signifikant gesenkt werden (p 0.02, p 0.02 und p 0.04 respektive). Die Anzeichen von Depressionen erreichten lediglich an Standorten A und B ein signifikantes Niveau (p 0.04 und p 0.04 respektive) (Kenealy et al., 2015, S. 1-21).

Die aktuellste Studie von *Lee et al.* mit einer Studienpopulation von 240 Probanden aus dem Oktober 2019 untersucht das Telemonitoring und teambasiertes Management der glykämischen Kontrolle. Über einen Zeitraum von zwölf Monaten wurde die herkömmliche Therapie mit der telemedizinischen verglichen. Es wurden keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen auf allen untersuchten Ebenen gefunden. Die Autoren kommen zu dem Schluss, es gäbe nur eine geringe Indikation, die herkömmliche Therapie mit telemedizinischen Maßnahmen zu substituieren (Lee et al., 2019, S. 1-8).

Autor/Titel	Intervention	Kontrolle	Parameter	Resultat
<p>Nicolucci et al 2015</p> <p>"A Randomized Trial on Home Telemonitoring for the Management of Metabolic and Cardiovascular Risk in Patients with Type 2 Diabetes"</p>	<p>n = 153 (m 94: w 59)</p> <p>DMT2: n = 153</p> <p>Alter >45 Jahre</p> <p>HbA1c 7,5-10,0%</p> <p>Randomisierte Parallel Gruppen (1:1), Multicenter Studie</p> <p>Dauer 12 Monate</p> <p>Patienten wurden telemedizinisch ausgestattet (Waage, BZ-Messgerät, Blutdruckmessgerät, Bluetooth und Einweisung)</p> <p>24/7 Telefon-Service</p>	<p>Kontrollgruppe</p> <p>n = 149 (m 92: w 57)</p> <p>DMT2: n = 149</p> <p>Randomisierte Parallel Gruppen (1:1), Multicenter Studie</p> <p>Dauer 12 Monate</p> <p>Gewöhnliche Behandlung</p>	<p>HbA1c, Körpergewicht, Blutdruck, Lipidmuster</p> <p>SF-36 Health Survey</p> <p>Lebensqualität (QoL) auf 8 Dimensionen:</p> <p>Physische Funktionalität, Physische Gesundheit, Körperliche Schmerzen, Gesundheitswahrnehmung, Lebensfreude/-kraft, Soziale Funktionalität, Emotionale Gesundheit, Mentale Gesundheit</p>	<p>Signifikante Verbesserung der Parameter für Anwender der telemedizinischen Maßnahmen auf den Ebenen:</p> <p>HbA1c (p 0.001)</p> <p>Physische Funktionalität (p 0.01)</p> <p>Emotionale Gesundheit (p 0.02)</p> <p>Mentale Gesundheit (p 0.005)</p> <p>Mentale Komponente (p 0.03)</p>

<p>Baron et al, 2016</p> <p>"A Randomized, controlled trial of the effect of a mobile telehealth intervention on clinical and patient-reported outcomes in people with poorly controlled diabetes"</p>	<p>n = 45 (m 31: w 14)</p> <p>DMT2: n = 41</p> <p>DMT1: n = 4</p> <p>Alter ≥ 18 Jahre</p> <p>HbA1c ≥ 7,5%</p> <p>Insulinpflichtig</p> <p>DMT2 oder DMT1</p> <p>Randomisiert kontrollierte Studie</p> <p>Dauer: 9 Monate</p> <p>Telemedizinische Intervention (BZ-Messgerät, Blutdruckmessgerät, Mobiltelefon, Bluetooth und Einweisung)</p>	<p>n = 36 (m 15: w 21)</p> <p>DMT2: n = 30</p> <p>DMT1: n = 6</p> <p>Alter ≥ 18 Jahre</p> <p>HbA1c ≥ 7,5%</p> <p>Insulinpflichtig</p> <p>DMT2 oder DMT1</p> <p>Randomisiert kontrollierte Studie</p> <p>Dauer: 9 Monate</p> <p>Gewöhnliche Behandlung (Termin alle 3-4 Monate, Darüber hinaus: Diabetes Fachpersonal für Notfälle)</p>	<p>HbA1c, Blutdruck, Insulin Dosierung</p> <p><u>SF-12v2:</u> Mentale Komponente, Physische Komponente</p> <p><u>DHP-18:</u> Barrieren der Aktivität, Essstörungen, Psychologischer Stress</p> <p><u>CESD-10:</u> Depression</p> <p><u>STAI-6:</u> Angst</p>	<p>Signifikante Verbesserung der Parameter für Anwender der telemedizinischen Maßnahmen auf den Ebenen:</p> <p>HbA1c nach 3 Monaten (p 0.03) aber nicht nach 9 Monaten</p> <p>„Grenzwertig signifikante“ Verbesserung auf der Ebene: Blutdruck (p.0.054) <u>SF12v2:</u> Mentale Komponente (p 0.057)</p>
--	---	--	--	--

<p><i>Kaur et al, 2015</i></p> <p><i>„Telephonic Consultation and follow-up in Diabetics: Impact on Metabolic Profile, Quality of Life and Patient Compliance“</i></p>	<p>3 Gruppen A, B und C</p> <p>C: n = 40 (m 21: w 19) DMT2: 37 DMT1: 3 Unbekannt: 0</p> <p>Alter ≥ 18 Jahre DMT1 oder DMT2</p> <p>Diagnose und Behandlung > 3 Monate</p> <p>Randomisiert kontrollierte Studie</p> <p>C: Follow-Up alle 4 Wochen + telemedizinisches Tool: Telefonische Konsultation</p> <p>Dauer: 3 Monate</p>	<p>B: n = 40 (m 18: w 22) DMT2: 38 DMT1: 2 Unbekannt: 0</p> <p>A: n = 40 (m 18: w 22) DMT2: 37 DMT1: 2 Unbekannt: 1</p> <p>Alter ≥ 18 Jahre DMT1 oder DMT2</p> <p>Diagnose und Behandlung > 3 Monate</p> <p>Randomisiert kontrollierte Studie</p> <p>A: Follow-Up alle 12 Wochen B: Follow-Up alle 4 Wochen</p> <p>Dauer: 3 Monate</p>	<p>FBS , PPBS , HbA1c, CHOL, TGs, HDL, LDL, CHOL:HDL, Physische- Funktionseinbußen, Physische Ausdauer, Generelle Gesundheit, Behandlung Zufriedenheit, Symptom Sorgen, Finanzielle Sorgen, Emotionale Gesundheit, Diät Unzufriedenheit</p>	<p>Signifikante Verbesserung der Parameter für Anwender der telemedizinischen Maßnahmen auf den Ebenen:</p> <p>Physische Ausdauer Physische Gesundheit</p> <p>Kein Effekt auf: Emotionale Gesundheit Mentale Gesundheit</p>
--	---	---	---	--

<p>Hirani et al, 2017</p> <p><i>"The Effect of Telehealth on Quality of Life and Psychological Outcomes Over a 12-Month Period in a Diabetic Cohort Within the Whole Systems Demonstrator Cluster Randomized Trial"</i></p>	<p>n = 246 (m 131 :w 115)</p> <p>DMT2: Alter ≥ 60 Jahre Diabetes Diagnose</p> <p>Randomisiert kontrollierte Studie</p> <p>Dauer: 12 Monate</p> <p>Telemedizinische Intervention (BZ-Messgerät, Blutdruckmessgerät und ggf. weitere nötige Messgeräte wie Waagen, Thermometer etc.)</p>	<p>n = 209 (m 125 :w 84)</p> <p>DMT2: Alter ≥ 60 Jahre Diabetes Diagnose</p> <p>Randomisiert kontrollierte Studie</p> <p>Dauer: 12 Monate</p> <p>Gewöhnliche Behandlung (Basierend auf Krankheitsbild der Patienten Behandlung durch Krankenschwestern, Diabetes Personal, Krankenhaus Services etc.)</p>	<p>SF 12 EQ5D, Angst, Depressionen, Psychologischer Stress, Barrieren der Aktivität, Essstörungen, Soziale Marginalisierung, Soziale Auffälligkeiten</p>	<p>Keine signifikanten Verbesserungen der Parameter für Anwender der telemedizinischen Maßnahmen.</p> <p>Aber: Auch keine negativen Auswirkungen</p>
---	---	--	--	--

<p>Kenealy et al, 2015</p> <p>“Telecare for Diabetes, CHF or COPD: Effect on Quality of Life, Hospital Use and Cost. A Randomized Controlled Trial and Qualitative Evaluation”</p>	<p>n = 98 (m 55: w 43) Alter ≥ 50 Jahre DMT1/DMT2: n = 43</p> <p>Randomisiert kontrollierte Studie</p> <p>Dauer: 6 Monate 3 Standorte</p> <p>Telemedizinische Intervention („Gesundheits-Hub“, Waage, BZ-Messgerät, Blutdruckmessgerät, Monitore und Plusmessgerät)</p>	<p>n = 73 (m 50:w 23) Alter ≥ 50 Jahre DMT1/DMT2: n = 21</p> <p>Randomisiert kontrollierte Studie</p> <p>Dauer: 6 Monate 3 Standorte</p> <p>Gewöhnliche Behandlung durch geschultes Fachpersonal</p>	<p>SF-36 Health Survey: Physische Komponente, Mentale Komponente, Physische Funktionalität, Physische Gesundheit, Körperliche Schmerzen, Gesundheitswahrnehmung, Lebensfreude/-kraft, Soziale Funktionalität, Emotionale Gesundheit, Mentale Gesundheit</p> <p>Angst, Depression, Selbst Management, Diät, Bewegung, Blutzucker Test, Fuß-Pflege</p>	<p>Signifikante Verbesserung der Parameter für Anwender der telemedizinischen Maßnahmen auf den Ebenen (p-Wert der 3 Standorte):</p> <p>Angst (p 0.02, 0.02, 0.04) Depressionen (p 0.04, 0.04, 0.13)</p>
--	--	--	---	--

<p>Lee et al, 2019</p> <p><i>“Telemonitoring and Team-Based Management of Glycemic Control on People with Type 2 Diabetes: a Cluster-Randomized Controlled Trial”</i></p>	<p>n = 120 (m 55: w 65)</p> <p>DMT2: 120</p> <p>Alter ≥ 47 Jahre</p> <p>Randomisiert kontrollierte Studie</p> <p>Dauer: 12 Monate</p> <p>Gruppenbasierte Diabetesschulung, Ernährungsberatung, BZ-Tele-Messgerät (automatisiertes Hochladen der BZ Werte über Onlineportal mit direkter Auswertung und Anpassungsvorschlägen für die Selbsttherapie), Zusätzliche monatliche kommunikationsbasierte Bildungseinheiten</p>	<p>n = 120 (m 53: w 67)</p> <p>DMT2: 120</p> <p>Alter ≥ 46 Jahre</p> <p>Randomisiert kontrollierte Studie</p> <p>Dauer: 12 Monate</p> <p>Gruppenbasierte Diabetesschulung, Ernährungsberatung, Ärztliche Betreuung, BZ-Messgerät</p>	<p>HbA1c, FPG, Cholesterol, Triglyceride, HDL, LDL, Systolischer Blutdruck, Diastolischer Blutdruck, Diabetes Wissen, Diabetes assoziierte Probleme, EQoI-5D, Selbsteffizienz</p>	<p>Signifikante Verbesserung der Parameter für Anwender der telemedizinischen Maßnahmen in keiner der untersuchten Kategorien im Vergleich zur herkömmlichen Therapie</p>
---	--	---	---	---

Tabelle 6: PICOR Tabelle aller verwendeten Studien, eigene Darstellung

5. Diskussion

Die vorliegende systematische Literaturlanalyse schloss sechs randomisiert kontrollierte Studien aus den vergangenen fünf Jahren ein. Diese untersuchten entweder primär oder sekundär die Auswirkung von telemedizinischen Maßnahmen auf die Lebensqualität und den HbA1c von Diabetes Patienten. Der Großteil der einbezogenen Studien konzentrierte sich auf Diabetes Typ 2 Patienten, andere inkludierten zusätzlich weitere Diabetes Typen, eine Studie sogar andere Krankheitsbilder. Insgesamt ließen sich keine eindeutigen Beweise für die positive Wirkung der untersuchten Interventionsmaßnahme finden. Der in dieser Arbeit sekundär untersuchte Parameter des HbA1c wurde in vier der sechs Studien untersucht, von denen lediglich *Nicolucci et al.* signifikante und über einen langen Zeitraum anhaltende Verbesserungen vermerken konnte (Nicolucci et al., 2015, S. 199-207). Es ist aber anzumerken, dass aktuelle Metaanalysen zu dieser Fragestellung zu einem positiven Ergebnis kommen. Eine aktuelle Veröffentlichung von *Faruque et al.* aus dem Jahr 2017 stellte eine moderate Senkung des HbA1c durch telemedizinische Maßnahmen fest und unterstützt demnach die in Kapitel 3 aufgestellte Hypothese (Faruque et al., 2017, S. 341-364). Es ist denkbar, dass die inkludierten Studien dieser Übersichtsarbeit auf Grund ihrer kleinen Studienpopulation möglicherweise nicht zu den selben Ergebnissen gekommen sind. Festzuhalten ist jedoch, dass in allen Studien eine HbA1c Senkung mindestens genauso erfolgreich war wie in der Kontrollgruppe.

Bezogen auf die Lebensqualität als primäres Outcome findet hingegen lediglich in nur drei der sechs Studien eine signifikante Besserung statt. Folglich lässt sich keine eindeutige Äußerung über die aufgestellte Hypothese treffen. Das Heranziehen einer Metaanalyse als Referenz ist in diesem Rahmen leider nicht möglich. Trotzdem ist anzumerken, dass die bereits angesprochene Problematik der geringen Studienpopulation auch auf dieses Outcome zutreffen kann. Zusätzlich finden sich in der Erhebung der Lebensqualität Unterschiede in den Studien. Diese spiegeln sich beispielsweise in der Verwendung untereinander nicht einheitlicher Fragebögen wieder. Demnach ist es, unabhängig von den Ergebnissen, schwierig eine eindeutige Schlussfolgerung zu ziehen. Trotzdem wurden keinerlei signifikant negative Änderungen der Lebensqualität in den untersuchten Studien festgestellt. Die vorliegende Übersichtsarbeit hat mehrere Stärken. Gemäß einer umfangreichen Recherche ist dies die einzige Arbeit der letzten fünf Jahre, die sich auf die Auswirkung von Telemedizin auf die Lebensqualität der Diabetes Patienten konzentriert und mehrere Studien zu diesem Thema inkludiert. Zusätzlich wurde die Gruppe der Diabetes Patienten in dieser Arbeit auf die DMT2 Erkrankung beschränkt. Dadurch ist eine genauere Differenzierung der Therapieansätze der verschiedenen Diabetes Erkrankungen möglich.

Auf Grund einer detaillierten Recherche in einer der relevantesten medizinischen Datenbanken PubMed ist es unwahrscheinlich, dass hochwertige randomisiert kontrollierte Studien übersehen worden sind. Diese Arbeit inkludiert demnach die Fragestellung relevanter Studien und bietet somit eine aktuelle Übersicht in diesem Feld.

Es sind jedoch auch einige Schwächen zu vermerken. Die größte Schwäche dieser Übersichtsarbeit findet sich in der Auswahl der Studien. Auf Grund der geringen Anzahl an relevanten Veröffentlichungen beinhaltete die Literaturanalyse nur sechs randomisiert kontrollierte Studien. Mit dieser geringen Anzahl nimmt dementsprechend auch die Aussagekraft des Ergebnisses ab. Zusätzlich sind die Studien in ihrer Verwendung telemedizinischer Intervention sehr unterschiedlich. So werden beispielsweise telefonische Konsultationen in der einen, Telemonitoring in der anderen Studie untersucht. Durch den nicht eindeutig definierten Begriff der Telemedizin und den dazugehörigen Maßnahmen ist es demnach schwierig, eine einheitliche Aussage zu treffen. Ein weiterer Aspekt ist die Interventionsdauer, die sich von drei Monaten bis zu einem Jahr erstreckt, sowie die Studienpopulation, die ebenso eine hohe Variabilität unter den Veröffentlichungen zu vermerken hat. Auf Grund der Diskrepanz zwischen den Studien ist das Treffen einer eindeutigen Aussage über die Wirksamkeit der Telemedizin zur Steigerung der Lebensqualität von DMT2 Patienten nicht möglich.

Die genannten Stärken und Schwächen der vorliegenden Übersichtsarbeit bedeuten, dass die hier gezogenen Schlüsse und Ergebnisse eher als Trends verstanden werden sollten. Eine genauere und eindeutige Beantwortung der Fragestellung konnte daher nicht erzielt werden.

6. Fazit

Der Einsatz von Telemedizin zur Steigerung der Lebensqualität von DMT2 Patienten ist zum jetzigen Zeitpunkt nicht eindeutig bewiesen. Es ist jedoch festzuhalten, dass telemedizinische Maßnahmen zwar nicht durchgehend einen signifikant positiven Effekt auf die untersuchten Gesundheitsparameter, dafür aber in keinem Fall einen negativen darstellen. Für Patienten, die auf Grund ihrer geografischen Lage (und/oder anderer Aspekte), nicht in der Lage sind, der herkömmlichen Therapie zu folgen, bietet die Telemedizin auf Grund der mindestens offensichtlich bestehenden Gleichwertigkeit eine gute Alternative.

Um ein besseres Verständnis über die Auswirkung der Technologie auf die Lebensqualität zu erlangen, sollte in Zukunft eine größere Anzahl an homogenen Studien erhoben werden. Die derzeitige Heterogenität der verwendeten Interventionen als auch der Parameterauswahl sollten beseitigt werden, um eine bessere Übersicht sowie eine höhere Aussagekraft zukünftiger Übersichtsarbeiten zu ermöglichen.

Zusammenfassung

Die Prävalenz der Stoffwechselerkrankung Diabetes Mellitus Typ 2 hat in den letzten Jahrzehnten deutschlandweit stark zugenommen und geht häufig mit einer erheblichen Einschränkung der Lebensqualität einher. Durch die Verwendung telemedizinischer Maßnahmen scheinen sich generell signifikante Verbesserungen bestimmter Marker im Bereich der Lebensqualität erzielt zu lassen. Zusätzlich zu dem psychologischen Aspekt wird präsumiert, dass eine signifikante Verbesserung des HbA1c erfolgt. Für die Literaturrecherche wurde PubMed nach randomisiert kontrollierten Studien aus den letzten fünf Jahren durchsucht und diese ausgewertet. Insgesamt wurden sechs Studien identifiziert und eingeschlossen. Es ließen sich insgesamt keine eindeutigen Beweise für die Wirksamkeit der Telemedizin auf Ebene der Lebensqualität bestimmen, auf Grund dessen aktuell keine Empfehlung gegeben werden kann. Bedingt durch die begrenzte und heterogene Studienlage ist in Zukunft eine homogenere Forschung notwendig.

Abstract

The prevalence of the metabolic disease diabetes mellitus type 2 has risen sharply throughout Germany in recent decades and is often accompanied by a considerable reduction in quality of life. The use of telemedical measures seems to lead to significant general improvements of certain markers in the area of quality of life. In addition to the psychological aspect it is predicted that a significant improvement of the HbA1c is achieved. For the literature search PubMed was searched for randomized controlled trials from the last five years and these were evaluated. A total of six studies were identified and included. Overall, no clear evidence for the effectiveness of telemedicine on the level of quality of life could be determined, on the basis of which no recommendation can be given at present. Due to the limited and heterogeneous study situation a more homogeneous research is necessary in the future.

Literaturverzeichnis

- Adolfsson, P., Rentoul, D., Klinkenbijn, B., & Parkin, C. G. (2018). Hypoglycaemia Remains the Key Obstacle to Optimal Glycaemic Control – Continuous Glucose Monitoring is the Solution. *European Endocrinology*, 14(2), 50–56.
<https://doi.org/10.17925/EE.2018.14.2.50>
- Aggelidis, V., & Chatzoglou, P. (2009). Using a modified technology acceptance model in hospitals. *International Journal of Medical Informatics*, 78(2), 115–126.
<https://doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2008.06.006>
- AMBOSS. (2019, Oktober 11). AMBOSS - Fachwissen für Mediziner: Diabetes Mellitus. Abgerufen 25. Oktober 2019, von https://www.amboss.com/de/wissen/Diabetes_mellitus
- American Academy of Ophthalmology. (2019, Oktober 24). What Is Diabetic Retinopathy? Abgerufen 27. Oktober 2019, von American Academy of Ophthalmology website: <https://www.aao.org/eye-health/diseases/what-is-diabetic-retinopathy>
- American College of Endocrinology. (2010). American Association of Clinical Endocrinologists/American College of Endocrinology Statement on the Use of Hemoglobin A1c for the Diagnosis of Diabetes: American Association of Clinical Endocrinologists Board of Directors and American College of Endocrinologists Board of Trustees. *Endocrine Practice*, 16(2), 155–156. <https://doi.org/10.4158/EP.16.2.155>
- American Diabetes Association. (2000). Diabetes and Quality of Life. Abgerufen 21. Oktober 2019, von <http://journal.diabetes.org/diabetesspectrum/00v13n1/pg48.htm>
- American Diabetes Association. (2010). Diagnosis and Classification of Diabetes Mellitus. *Diabetes Care*, 33(Suppl 1), S62–S69. <https://doi.org/10.2337/dc10-S062>
- American Diabetes Association. (2015). 2. Classification and Diagnosis of Diabetes. *Diabetes Care*, 38(Supplement_1), S8–S16. <https://doi.org/10.2337/dc15-S005>

- American Diabetes Association. (2019a). Peripheral Neuropathy | ADA. Abgerufen 25. Oktober 2019, von <https://www.diabetes.org/diabetes/complications/neuropathy/peripheral-neuropathy>
- American Diabetes Association. (2019b). Risk Test | ADA. Abgerufen 25. Oktober 2019, von <https://www.diabetes.org/risk-test>
- Anderson, K., & Hamm, R. L. (2014). Factors That Impair Wound Healing. *The Journal of the American College of Clinical Wound Specialists*, 4(4), 84–91.
<https://doi.org/10.1016/j.jccw.2014.03.001>
- Anderson, R. J., Freedland, K. E., Clouse, R. E., & Lustman, P. J. (2001). The prevalence of comorbid depression in adults with diabetes: A meta-analysis. *Diabetes Care*, 24(6), 1069–1078. <https://doi.org/10.2337/diacare.24.6.1069>
- AOK. (2013, Oktober). DMP aktuell. Abgerufen 25. Oktober 2019, von Der Newsletter für teilnehmende Ärzte an AOK - Curaplan website: https://www.aok-gesundheitspartner.de/imperia/md/gpp/by/dmp/newsletter/2013/131015_newsletter_oktober.pdf
- AOK Rheinland/Hamburg. (2019). Über das Projekt. Abgerufen 22. November 2019, von TeLIPro—AOK website: <https://www.telipro-aok.de/ueber-das-projekt/>
- Armaignac, D. L., Saxena, A., Rubens, M., Valle, C. A., Williams, L.-M. S., Veledar, E., & Gidel, L. T. (2018). Impact of Telemedicine on Mortality, Length of Stay, and Cost Among Patients in Progressive Care Units: Experience From a Large Healthcare System*. *Critical Care Medicine*, 46(5), 728.
<https://doi.org/10.1097/CCM.0000000000002994>
- Ärzteblatt, D. Ä. G., Redaktion Deutsches. (2014, Januar 31). Therapie des Diabetes mellitus Typ 2. Abgerufen 22. Oktober 2019, von Deutsches Ärzteblatt website: <https://www.aerzteblatt.de/archiv/153201/Therapie-des-Diabetes-mellitus-Typ-2>
- Baron, J. S., Hirani, S., & Newman, S. P. (2017). A randomised, controlled trial of the effects of a mobile telehealth intervention on clinical and patient-reported

- outcomes in people with poorly controlled diabetes. *Journal of Telemedicine and Telecare*, 23(2), 207–216. <https://doi.org/10.1177/1357633X16631628>
- Budych, K., Carius-Düssel, C., Schultz, C., Helms, T. M., Schultz, M., Dehm, J., ... Zippel-Schultz, B. (2013). *Telemedizin: Wege zum Erfolg. Management von Innovationen im Gesundheitswesen* (1. Aufl.). Abgerufen von <https://kataloge.uni-hamburg.de/DB=1/SET=1/TTL=1/SHW?FRST=2>
- Bundesärztekammer. (2015). *Telemedizinische Methoden in der Patientenversorgung – Begriffliche Verortung. 2.*
- Bundesärztekammer. (2019). *Hinweise und Erläuterungen zu § 7 Abs. 4 MBO-Ä – Behandlung im persönlichen Kontakt und Fernbehandlung.*
<https://doi.org/10.3238/arztebl.2019.mbo.fernbehandlung>
- Bundesärztekammer, Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften, Kassenärztliche Bundesvereinigung, Arbeitsgemeinschaft der Deutschen Ärztekammern, Arzneikommission der deutsche Ärzteschaft, Deutsche Gesellschaft für Allgemeinmedizin und Familienmedizin, ... Bundesarbeitsgemeinschaft Selbsthilfe e. V. (2015). *Nationale VersorgungsLeitlinie Prävention und Therapie von Netzhautkomplikationen bei Diabetes—Langfassung, 2. Auflage. Version 1. 2015. 54.*
- Bundesärztekammer, Kassenärztliche Bundesvereinigung, & Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften. (2010). *Programm für Nationale VersorgungsLeitlinien—Methoden-Report* (4. Aufl.). Abgerufen von <https://www.leitlinien.de/mdb/downloads/nvl/methodik/mr-aubl-4-version-1.pdf>
- Bundesärztekammer, Kassenärztliche Bundesvereinigung, Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften, Arzneikommission der deutsche Ärzteschaft, Deutsche Diabetes Gesellschaft, Deutsche Gesellschaft für Allgemeinmedizin und Familienmedizin, ... Verband der Diabetesberatungs- und Schulungsberufe Deutschland. (2014). *Nationale VersorgungsLeitlinie Therapie des Typ-2-Diabetes. Langfassung. 1. Auflage, Version 4* (1. Aufl.).

- Bundesministerium für Gesundheit. (2018a, März 11). E-Health-Gesetz. Abgerufen 18. November 2019, von Bundesgesundheitsministerium website: <https://www.bundesgesundheitsministerium.de/service/begriffe-von-a-z/e/e-health-gesetz.html>
- Bundesministerium für Gesundheit. (2018b, Mai 17). E-Health. Abgerufen 16. November 2019, von Bundesgesundheitsministerium website: <https://www.bundesgesundheitsministerium.de/service/begriffe-von-a-z/e/e-health.html>
- Bundesministerium für Gesundheit. (2019). Diabetes mellitus Typ 1 und Typ 2. Abgerufen 22. Oktober 2019, von Bundesgesundheitsministerium website: <https://www.bundesgesundheitsministerium.de/themen/praevention/gesundheitsgefahren/diabetes.html>
- Carlsson, L. M. S., Peltonen, M., Ahlin, S., Anveden, Å., Bouchard, C., Carlsson, B., ... Sjöström, L. (2012). Bariatric Surgery and Prevention of Type 2 Diabetes in Swedish Obese Subjects. *New England Journal of Medicine*, 367(8), 695–704. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa1112082>
- Cefalu, W. T. (2016). “Prediabetes”: Are There Problems With This Label? No, We Need Heightened Awareness of This Condition! *Diabetes Care*, 39(8), 1472–1477. <https://doi.org/10.2337/dc16-1143>
- Centers for Disease Control and Prevention. (2019, Mai 30). Type 2 Diabetes. Abgerufen 25. Oktober 2019, von <https://www.cdc.gov/diabetes/basics/type2.html>
- Cerf, M. E. (2013). Beta Cell Dysfunction and Insulin Resistance. *Frontiers in Endocrinology*, 4. <https://doi.org/10.3389/fendo.2013.00037>
- Cernea, S., & Dobreanu, M. (2013). Diabetes and beta cell function: From mechanisms to evaluation and clinical implications. *Biochemia Medica*, 23(3), 266–280. <https://doi.org/10.11613/BM.2013.033>
- Cheng, L., Sit, J. W. H., Choi, K.-C., Chair, S.-Y., Li, X., Wu, Y., ... Yang, H. (2019). The effects of an empowerment-based self-management intervention on empowerment level, psychological distress, and quality of life in patients with poorly controlled

type 2 diabetes: A randomized controlled trial. *International Journal of Nursing Studies*, 103407. <https://doi.org/10.1016/j.ijnurstu.2019.103407>

Das Fünfte Buch Sozialgesetzbuch – Gesetzliche Krankenversicherung – (Artikel 1 des Gesetzes vom 20. Dezember 1988, BGBl. I S. 2477, 2482), das zuletzt durch Artikel 2 des Gesetzes vom 14. Dezember 2019 (BGBl. I S. 2789) geändert worden ist

Davis, F. D., Bagozzi, R. P., & Warshaw, P. R. (1989). *User Acceptance of Computer Technology: A Comparison of Two Theoretical Models*.

<https://doi.org/10.1287/mnsc.35.8.982>

DELL Technologies. (2019). Dell EMC OEM Healthcare Solutions. Abgerufen 13. Dezember 2019, von Technologie und Services für Ihre Lösungen im Gesundheitswesen website: <https://www.dellemc.com/de-de/oem/healthcare.htm>

Deutsche Diabetes Gesellschaft. (2019). *Deutscher Gesundheitsbericht: Diabetes 2019—Die Bestandsaufnahme*. Abgerufen von https://www.deutsche-diabetes-gesellschaft.de/fileadmin/Redakteur/Stellungnahmen/Gesundheitspolitik/20181114gesundheitsbericht_2019.pdf

Deutsche Diabetes Hilfe. (2019). Nierenschwelle. Abgerufen 25. Oktober 2019, von DiabetesDE - Deutsche Diabetes-Hilfe website: https://www.diabetesde.org/ueber_diabetes/was_ist_diabetes_/diabetes_lexikon/nierenschwelle

Deutschen Gesellschaft für Endokrinologie. (2016). *PRESSEMITTEILUNG Neue Erkenntnisse zur Entstehung und Behandlung von Diabetes Typ 2 Das Antidiabetikum Metformin verändert die Darmflora*. 3.

Deutsches Institut für Ernährungsforschung Potsdam-Rehbrücke. (2013). Deutscher Diabetes Risiko Test. Abgerufen 25. Oktober 2019, von <http://www.dife.de/diabetes-risiko-test/drt-selbsttest.pdf>

DGPPN, Bundesärztekammer, Kassenärztliche Bundesvereinigung, Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften, Arzneikommission der deutsche Ärzteschaft, Bundesverband der Angehörigen psychisch Kranken, ... Deutsche Gesellschaft für Rehabilitationswissenschaften. (2015). S3-

Leitlinie/Nationale VersorgungsLeitlinie Unipolare Depression – Langfassung, 2. Auflage. Version 5. 238.

Diabetes Prevention Program Research Group, Knowler, W. C., Fowler, S. E., Hamman, R. F., Christophi, C. A., Hoffman, H. J., ... Nathan, D. M. (2009). 10-year follow-up of diabetes incidence and weight loss in the Diabetes Prevention Program Outcomes Study. *Lancet (London, England)*, *374*(9702), 1677–1686.

[https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(09\)61457-4](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(09)61457-4)

Dienstl, M., Kempf, K., Schulz, C., Kruse, J., & Martin, S. (2011). Einfluss von telemedizinischer Betreuung auf Stoffwechseleinstellung und Lebensqualität bei Patienten mit Typ-2-Diabetes mellitus. *Diabetologie und Stoffwechsel*, *24*(3), 164–169.

<https://doi.org/10.1055/s-0031-1271460>

Dittmar, R., Wohlgemuth, W. A., & Nagel, E. (2009). Potenziale und Barrieren der Telemedizin in der Regelversorgung. *G+G Wissenschaft*, (Heft 4), 16–26.

Donath, M. Y., & Shoelson, S. E. (2011). Type 2 diabetes as an inflammatory disease.

Nature Reviews Immunology, *11*(2), 98–107. <https://doi.org/10.1038/nri2925>

Du, Y., Heidemann, C., Schaffrath Rosario, A., Buttery, A., Paprott, R., Neuhauser, H., ... Scheidt-Nave, C. (2015). Changes in diabetes care indicators: Findings from German National Health Interview and Examination Surveys 1997–1999 and 2008–2011. *BMJ Open Diabetes Research & Care*, *3*(1), e000135.

<https://doi.org/10.1136/bmjdr-2015-000135>

Faruque, L. I., Wiebe, N., Ehteshami-Afshar, A., Liu, Y., Dianati-Maleki, N., Hemmelgarn, B. R., ... Tonelli, M. (2017). Effect of telemedicine on glycated hemoglobin in diabetes: A systematic review and meta-analysis of randomized trials. *CMAJ: Canadian Medical Association Journal*, *189*(9), E341–E364.

<https://doi.org/10.1503/cmaj.150885>

Feldman, E. L., Callaghan, B. C., Pop-Busui, R., Zochodne, D. W., Wright, D. E., Bennett, D. L., ... Viswanathan, V. (2019). Diabetic neuropathy. *Nature Reviews. Disease Primers*, *5*(1), 41. <https://doi.org/10.1038/s41572-019-0092-1>

- Fischer, F., & Krämer, A. (Hrsg.). (2016). *eHealth in Deutschland: Anforderungen und Potenziale innovativer Versorgungsstrukturen* (1. Auflage). Berlin Heidelberg: Springer Vieweg.
- Flynn, H. W. Jr., & Smiddy, W. E. (2000). *Diabetes and Ocular Disease: Past, Present, and Future Therapies*. Abgerufen von <https://www.aao.org/bcscsnippetdetail.aspx?id=b936fcef-7066-41bd-8f1c-2eba263ab8ce>
- Fonseca, V. A. (2009). Defining and Characterizing the Progression of Type 2 Diabetes. *Diabetes Care*, 32(Suppl 2), S151–S156. <https://doi.org/10.2337/dc09-S301>
- Fußnetz Bayern. (2015). Wagner/Armstrong-Klassifizierung. Abgerufen 25. Oktober 2019, von <http://www.fussnetz-bayern.de/22-0-wagnerarmstrong-klassifizierung.html>
- Gilbert, E. R., & Liu, D. (2012). Epigenetics: The missing link to understanding β -cell dysfunction in the pathogenesis of type 2 diabetes. *Epigenetics*, 7(8), 841–852. <https://doi.org/10.4161/epi.21238>
- Gross, J. L., de Azevedo, M. J., Silveiro, S. P., Canani, L. H., Caramori, M. L., & Zelmanovitz, T. (2005). Diabetic Nephropathy: Diagnosis, Prevention, and Treatment. *Diabetes Care*, 28(1), 164–176. <https://doi.org/10.2337/diacare.28.1.164>
- Guo, S., & DiPietro, L. A. (2010). Factors Affecting Wound Healing. *Journal of Dental Research*, 89(3), 219–229. <https://doi.org/10.1177/0022034509359125>
- Guo, X., Sun, Y., Wang, N., Peng, Z., & Yan, Z. (2013). The dark side of elderly acceptance of preventive mobile health services in China. *Electronic Markets*, 23(1), 49–61. <https://doi.org/10.1007/s12525-012-0112-4>
- Gurgul-Convey, E., Mehmeti, I., Lortz, S., & Lenzen, S. (2011). Cytokine toxicity in insulin-producing cells is mediated by nitro-oxidative stress-induced hydroxyl radical formation in mitochondria. *Journal of Molecular Medicine (Berlin, Germany)*, 89(8), 785–798. <https://doi.org/10.1007/s00109-011-0747-1>
- Hamman, R. F., Wing, R. R., Edelstein, S. L., Lachin, J. M., Bray, G. A., Delahanty, L., ... Wylie-Rosett, J. (2006). Effect of Weight Loss With Lifestyle Intervention on Risk of Diabetes. *Diabetes care*, 29(9), 2102–2107. <https://doi.org/10.2337/dc06-0560>

- Harvard Health Publishing. (2018, Dezember). Type 2 Diabetes Mellitus. Abgerufen 25. Oktober 2019, von Harvard Health website: https://www.health.harvard.edu/a_to_z/type-2-diabetes-mellitus-a-to-z
- Haw, J. S., Galaviz, K. I., Straus, A. N., Kowalski, A. J., Magee, M. J., Weber, M. B., ... Ali, M. K. (2017). Long-term Sustainability of Diabetes Prevention Approaches. *JAMA Internal Medicine*, 177(12), 1808–1817. <https://doi.org/10.1001/jamaintern-med.2017.6040>
- Hemmingsen, B., Lund, S. S., Gluud, C., Vaag, A., Almdal, T. P., Hemmingsen, C., & Wetterslev, J. (2013). Targeting intensive glycaemic control versus targeting conventional glycaemic control for type 2 diabetes mellitus. *The Cochrane Database of Systematic Reviews*, (11), CD008143. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD008143.pub3>
- Herder, C., Schmitz-Beuting, C., Rathmann, W., Haastert, B., Schmitz-Beuting, J., Schäfer, M., ... Martin, S. (2007). Prevalence of impaired glucose regulation in German school-leaving students. *International Journal of Obesity (2005)*, 31(7), 1086–1088. <https://doi.org/10.1038/sj.ijo.0803620>
- Hirani, S. P., Rixon, L., Cartwright, M., Beynon, M., Newman, S. P., & WSD Evaluation Team. (2017). The Effect of Telehealth on Quality of Life and Psychological Outcomes Over a 12-Month Period in a Diabetes Cohort Within the Whole Systems Demonstrator Cluster Randomized Trial. *JMIR Diabetes*, 2(2), e18. <https://doi.org/10.2196/diabetes.7128>
- International Diabetes Federation. (2017). *IDF DIABETES ATLAS*. Abgerufen von <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=13&ved=2ahUKEwj5zoOd5bbIAhXE16QKHZvhA5UQFjAMegQI-ARAJ&url=https%3A%2F%2Fdiabetesatlas.org%2Fcomponent%2Fattachments%2F%3Ftask%3Ddownload%26id%3D270&usg=AOvVaw314WvW3rADypftvAG6tTlu>
- Jacobs, E., & Rathmann, W. (2017). *Epidemiologie des Diabetes*. 10.

- Kakanj, P., Moussian, B., Grönke, S., Bustos, V., Eming, S. A., Partridge, L., & Leptin, M. (2016). Insulin and TOR signal in parallel through FOXO and S6K to promote epithelial wound healing. *Nature Communications*, 7.
<https://doi.org/10.1038/ncomms12972>
- Kassenärztliche Bundesvereinigung. (2017, August). KBV - E-Health. Abgerufen 18. November 2019, von <https://www.kbv.de/html/e-health.php>
- Kaur, R., Kajal, K. S., Kaur, A., & Singh, P. (2015). Telephonic Consultation and follow-up in Diabetics: Impact on Metabolic Profile, Quality of Life, and Patient Compliance. *North American Journal of Medical Sciences*, 7(5), 199–207.
<https://doi.org/10.4103/1947-2714.157483>
- Kenealy, T. W., Parsons, M. J. G., Rouse, A. P. B., Doughty, R. N., Sheridan, N. F., Hindmarsh, J. K. H., ... Rea, H. H. (2015). Telecare for diabetes, CHF or COPD: Effect on quality of life, hospital use and costs. A randomised controlled trial and qualitative evaluation. *PloS One*, 10(3), e0116188. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0116188>
- Knights, A. J., Funnell, A. P., Pearson, R. C., Crossley, M., & Bell-Anderson, K. S. (2014). Adipokines and insulin action. *Adipocyte*, 3(2), 88–96.
<https://doi.org/10.4161/adip.27552>
- Koenig, A. (2015). *Hyperglycemic Hyperosmolar Syndrome*. (Small Animal Critical Care Medicine (Second Edition)), 347–351.
- Leahy, J. L. (2005). Pathogenesis of type 2 diabetes mellitus. *Archives of Medical Research*, 36(3), 197–209. <https://doi.org/10.1016/j.arcmed.2005.01.003>
- Lee, J. Y., & Lee, S. W. H. (2018). *Telemedicine Cost-Effectiveness for Diabetes Management: A Systematic Review*. - PubMed - NCBI. Abgerufen von <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29812965>
- Lee, Jun Yang, Chan, C. K. Y., Chua, S. S., Ng, C. J., Paraidathathu, T., Lee, K. K. C., & Lee, S. W. H. (2019). Telemonitoring and Team-Based Management of Glycemic

- Control on People with Type 2 Diabetes: A Cluster-Randomized Controlled Trial. *Journal of General Internal Medicine*. <https://doi.org/10.1007/s11606-019-05316-9>
- Lim, A. K. H. (2014). Diabetic nephropathy—Complications and treatment. *International Journal of Nephrology and Renovascular Disease*.
- Lima, V. C., Cavalieri, G. C., Lima, M. C., Nazario, N. O., & Lima, G. C. (2016). Risk factors for diabetic retinopathy: A case–control study. *International Journal of Retina and Vitreous*, 2. <https://doi.org/10.1186/s40942-016-0047-6>
- Lind, M., Odén, A., Fahlén, M., & Eliasson, B. (2009). The True Value of HbA1c as a Predictor of Diabetic Complications: Simulations of HbA1c Variables. *PLoS ONE*, 4(2). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0004412>
- Lindstrom, J., Louheranta, A., Mannelin, M., Rastas, M., Salminen, V., Eriksson, J., ... Tuomilehto, J. (2003). The Finnish Diabetes Prevention Study (DPS): Lifestyle intervention and 3-year results on diet and physical activity. *Diabetes Care*, 26(12), 3230–3236. <https://doi.org/10.2337/diacare.26.12.3230>
- Lupoli, R., Lembo, E., Saldamacchia, G., Avola, C. K., Angrisani, L., & Capaldo, B. (2017). Bariatric surgery and long-term nutritional issues. *World Journal of Diabetes*, 8(11), 464–474. <https://doi.org/10.4239/wjd.v8.i11.464>
- Lütke, Neufang-Sahr, Erdmann, G., Scherbaum, & Schullan, M. (2019, August 28). Nieren in Gefahr: Diabetische Nephropathie. Abgerufen 26. Oktober 2019, von Die Techniker Krankenkasse website: <https://www.tk.de/techniker/gesundheit-und-medizin/behandlungen-und-medizin/diabetes/nieren-in-gefahr-diabetische-nephropathie-2015388>
- Malik, R. A., Tesfaye, S., Thompson, S. D., Veves, A., Sharma, A. K., Boulton, A. J. M., & Ward, J. D. (1993). Endoneurial localisation of microvascular damage in human diabetic neuropathy. *Diabetologia*, 36(5), 454–459. <https://doi.org/10.1007/BF00402283>
- Malone, M. (2017). Chapter 3—The Microbiome of Diabetic Foot Ulcers and the Role of Biofilms. In K. Kon & M. Rai (Hrsg.), *The Microbiology of Skin, Soft Tissue, Bone*

and Joint Infections (S. 41–56). <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811079-9.00003-3>

Marchetti, P., Bugliani, M., Lupi, R., Marselli, L., Masini, M., Boggi, U., ... Cnop, M. (2007).

The endoplasmic reticulum in pancreatic beta cells of type 2 diabetes patients. *Diabetologia*, 50(12), 2486–2494. <https://doi.org/10.1007/s00125-007-0816-8>

Mayo Foundation for Medical Education and Research. (2019a, Januar). Type 2 diabetes—Symptoms and causes. Abgerufen 25. Oktober 2019, von Mayo Clinic website: <https://www.mayoclinic.org/diseases-conditions/type-2-diabetes/symptoms-causes/syc-20351193>

Mayo Foundation for Medical Education and Research. (2019b, Mai 25). Diabetes symptoms: When diabetes symptoms are a concern. Abgerufen 25. Oktober 2019, von Mayo Clinic website: <https://www.mayoclinic.org/diseases-conditions/diabetes/in-depth/diabetes-symptoms/art-20044248>

Merker, L., Ebert, T., Guthoff, M., Schlosser, M., Hasslach, C., & Wolf, G. (2018). Nephropathie bei Diabetes. *Diabetologie und Stoffwechsel*, 13(S 02), S217–S220. <https://doi.org/10.1055/a-0598-0566>

Morbach, S., Lobmann, R., Eckhard, M., Müller, E., Reike, H., Risse, A., ... Spraul, M. (2018). Diabetisches Fußsyndrom. *Diabetologie und Stoffwechsel*, 13(S 02), S244–S252. <https://doi.org/10.1055/a-0598-3040>

(Muster-)Berufsordnung für die in Deutschland tätigen Ärztinnen und Ärzte – MBO-Ä 1997 –*) in der Fassung der Beschlüsse des 121. Deutschen Ärztetages 2018 in Erfurt geändert durch Beschluss des Vorstandes der Bundesärztekammer am 14.12.2018

Nathan, D. M., Davidson, M. B., DeFronzo, R. A., Heine, R. J., Henry, R. R., Pratley, R., & Zinman, B. (2007). Impaired Fasting Glucose and Impaired Glucose Tolerance: Implications for care. *Diabetes Care*, 30(3), 753–759. <https://doi.org/10.2337/dc07-9920>

- National Health Service. (2017, Oktober 23). Peripheral neuropathy. Abgerufen 25. Oktober 2019, von Nhs.uk website: <https://www.nhs.uk/conditions/peripheral-neuropathy/>
- Nauck, M., Petermann, A., Müller-Wieland, D., Kerner, W., Müller, U., Landgraf, R., ... Heinemann, L. (2017). Definition, Klassifikation und Diagnostik des Diabetes mellitus. *Diabetologie und Stoffwechsel*, 12(S 02), S94–S100. <https://doi.org/10.1055/s-0043-115953>
- Nicolucci, A., Cercone, S., Chiriatti, A., Muscas, F., & Gensini, G. (2015). A Randomized Trial on Home Telemonitoring for the Management of Metabolic and Cardiovascular Risk in Patients with Type 2 Diabetes. *Diabetes Technology & Therapeutics*, 17(8), 563–570. <https://doi.org/10.1089/dia.2014.0355>
- NIDDK. (2018a, Februar). What Is Diabetic Neuropathy? | NIDDK. Abgerufen 25. Oktober 2019, von National Institute of Diabetes and Digestive and Kidney Diseases website: <https://www.niddk.nih.gov/health-information/diabetes/overview/preventing-problems/nerve-damage-diabetic-neuropathies/what-is-diabetic-neuropathy>
- NIDDK. (2018b, Mai). Insulin Resistance & Prediabetes | NIDDK. Abgerufen 25. Oktober 2019, von National Institute of Diabetes and Digestive and Kidney Diseases website: <https://www.niddk.nih.gov/health-information/diabetes/overview/what-is-diabetes/prediabetes-insulin-resistance>
- Niederlag, W., Dierks, C., Rienhoff, O., & Lemke, H. U. (2006). *Rechtliche Aspekte der Telemedizin*. Dresden: General Hospital.
- Pinnick, K. E., Collins, S. C., Londos, C., Gauguier, D., Clark, A., & Fielding, B. A. (2008). Pancreatic ectopic fat is characterized by adipocyte infiltration and altered lipid composition. *Obesity (Silver Spring, Md.)*, 16(3), 522–530. <https://doi.org/10.1038/oby.2007.110>
- PRISMA. (2015). PRISMA. Abgerufen 24. Dezember 2019, von <http://www.prisma-statement.org/PRISMAStatement/FlowDiagram>

- Rho, M. J., Kim, H. S., Chung, K., & Choi, I. Y. (2015). Factors influencing the acceptance of telemedicine for diabetes management. *Cluster Computing*, 18(1), 321–331. <https://doi.org/10.1007/s10586-014-0356-1>
- Robert-Koch-Institut. (2015). *Gesundheit in Deutschland – die wichtigsten Entwicklungen*. 56.
- Robert-Koch-Institut. (2017). *Prävalenz, Inzidenz und Mortalität von Diabetes mellitus bei Erwachsenen in Deutschland*. Abgerufen von https://www.rki.de/DE/Content/Gesundheitsmonitoring/Gesundheitsberichterstattung/GBEDownloadsJ/Focus/JoHM_03_2017_Praevalenz_Inzidenz_Mortalitaet_Diabetes_mellitus.pdf?__blob=publicationFile
- Rogers, L. C., Frykberg, R. G., Armstrong, D. G., Boulton, A. J. M., Edmonds, M., Van, G. H., ... Uccioli, L. (2011). The Charcot Foot in Diabetes. *Diabetes Care*, 34(9), 2123–2129. <https://doi.org/10.2337/dc11-0844>
- Scheidt-Nave, C., & Icks, A. (2019). *Journal of Health Monitoring | 2/2019 | Neue Ergebnisse der Diabetes-Surveillance*. 109.
- Schenkel, J., Reitmeir, P., Reden, S. V., Holle, R., Boy, S., Haberl, R., & Audebert, H. (2013). Kostenanalyse telemedizinischer Schlaganfallbehandlung. *Das Gesundheitswesen*, 75(07), 405–412. <https://doi.org/10.1055/s-0032-1321779>
- SHL Telemedizin. (2019). Diabetes Diabetiva® | SHL Telemedizin. Abgerufen 22. November 2019, von GRUNDSERVICE DIABETIVA® website: <https://www.shl-telemedizin.de/diabetes-diabetiva/>
- Spanakis, E. K., & Golden, S. H. (2013). Race/Ethnic Difference in Diabetes and Diabetic Complications. *Current Diabetes Reports*, 13(6), 814–823. <https://doi.org/10.1007/s11892-013-0421-9>
- Statista. (2013, Mai). Prävalenz von Diabetes mellitus in Deutschland nach Geschlecht 1998 und 2012. Abgerufen 23. Dezember 2019, von Statista website: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/233462/umfrage/praevalenz-von-diabetes-mellitus-in-deutschland-nach-geschlecht/>

- Stracke, H. (2018). *Diabetische Neuropathie*. 10.
- Stumvoll, M., Goldstein, B. J., & van Haeften, T. W. (2005). Type 2 diabetes: Principles of pathogenesis and therapy. *The Lancet*, 365(9467), 1333–1346.
[https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(05\)61032-X](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(05)61032-X)
- Talchai, C., Xuan, S., Lin, H. V., Sussel, L., & Accili, D. (2012). Pancreatic β -Cell Dedifferentiation As Mechanism Of Diabetic β -Cell Failure. *Cell*, 150(6), 1223–1234.
<https://doi.org/10.1016/j.cell.2012.07.029>
- Tamayo, T., Brinks, R., Hoyer, A., Kuß, O., & Rathmann, W. (2016). The Prevalence and Incidence of Diabetes in Germany: An Analysis of Statutory Health Insurance Data on 65 Million Individuals From the Years 2009 and 2010. *Deutsches Arzteblatt Online*. <https://doi.org/10.3238/arztebl.2016.0177>
- Terzis, V., & Economides, A. A. (2011). Computer based assessment: Gender differences in perceptions and acceptance. *Computers in Human Behavior*, 27(6), 2108–2122.
<https://doi.org/10.1016/j.chb.2011.06.005>
- The Diabetes Prevention Program Research Group. (2002). The Diabetes Prevention Program (DPP). *Diabetes care*, 25(12), 2165–2171.
- Torgerson, J. S., Hauptman, J., Boldrin, M. N., & Sjostrom, L. (2004). XENical in the Prevention of Diabetes in Obese Subjects (XENDOS) Study: A randomized study of orlistat as an adjunct to lifestyle changes for the prevention of type 2 diabetes in obese patients. *Diabetes Care*, 27(1), 155–161. <https://doi.org/10.2337/di-acare.27.1.155>
- Tresierra-Ayala, M. Á., & García Rojas, A. (2017). Association between peripheral arterial disease and diabetic foot ulcers in patients with diabetes mellitus type 2. *Medicina Universitaria*, 19(76), 123–126. <https://doi.org/10.1016/j.rmu.2017.07.002>
- Trikkalinou, A., Papazafiropoulou, A. K., & Melidonis, A. (2017). Type 2 diabetes and quality of life. *World Journal of Diabetes*, 8(4), 120–129.
<https://doi.org/10.4239/wjd.v8.i4.120>
- Trill, R. (2018). *Praxisbuch eHealth: Von der Idee zur Umsetzung*. Kohlhammer Verlag.

- Tushuizen, M. E., Bunck, M. C., Pouwels, P. J., Bontemps, S., van Waesberghe, J. H. T., Schindhelm, R. K., ... Diamant, M. (2007). Pancreatic fat content and beta-cell function in men with and without type 2 diabetes. *Diabetes Care*, 30(11), 2916–2921. <https://doi.org/10.2337/dc07-0326>
- Tuttolomondo, A., Maida, C., & Pinto, A. (2015). Diabetic foot syndrome: Immune-inflammatory features as possible cardiovascular markers in diabetes. *World Journal of Orthopedics*, 6(1), 62–76. <https://doi.org/10.5312/wjo.v6.i1.62>
- U.S. Department of Health & Human Service. (2019). Type 2 Diabetes. Abgerufen 25. Oktober 2019, von Genetics Home Reference website: <https://ghr.nlm.nih.gov/condition/type-2-diabetes>
- VERORDNUNG (EU) 2016/679 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 27. April 2016 zum Schutz natürlicher Personen bei der Verarbeitung personenbezogener Daten, zum freien Datenverkehr und zur Aufhebung der Richtlinie 95/46/EG (Datenschutz-Grundverordnung)
- van den Berg, N., Schmidt, S., Stentzel, U., Mühlhan, H., & Hoffmann, W. (2015). Telemedizinische Versorgungskonzepte in der regionalen Versorgung ländlicher Gebiete: Möglichkeiten, Einschränkungen, Perspektiven. *Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz*, 58(4–5), 367–373. <https://doi.org/10.1007/s00103-015-2134-5>
- Weil, E. J., Lemley, K. V., Mason, C. C., Yee, B., Jones, L. I., Blouch, K., ... Nelson, R. G. (2012). Podocyte detachment and reduced glomerular capillary endothelial fenestration promote kidney disease in type 2 diabetic nephropathy. *Kidney international*, 82(9), 1010–1017. <https://doi.org/10.1038/ki.2012.234>
- Wexler, D. J., Grant, R. W., Wittenberg, E., Bosch, J. L., Cagliero, E., Delahanty, L., ... Meigs, J. B. (2006). Correlates of health-related quality of life in type 2 diabetes. *Diabetologia*, 49(7), 1489–1497. <https://doi.org/10.1007/s00125-006-0249-9>

- World Health Organization (Hrsg.). (2010). *Telemedicine: Opportunities and developments in member states: report on the second Global survey on eHealth*. Geneva, Switzerland: World Health Organization.
- World Health Organization. (2018, Oktober 30). Diabetes—Key facts. Abgerufen 25. Oktober 2019, von <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/diabetes>
- World Health Organization. (2019). DIMDI - ICD-10-WHO Version 2019. Abgerufen 22. Oktober 2019, von Kapitel IV Endokrine, Ernährungs- und Stoffwechselkrankheiten (E00-E90) website: <https://www.dimdi.de/static/de/klassifikationen/icd/icd-10-who/kode-suche/htmlamtl2019/block-e10-e14.htm>
- Ziegler, D., Rathmann, W., Dickhaus, T., Meisinger, C., Mielck, A., & for the KORA Study Group. (2008). Prevalence of Polyneuropathy in Pre-Diabetes and Diabetes Is Associated With Abdominal Obesity and Macroangiopathy: The MONICA/KORA Augsburg Surveys S2 and S3. *Diabetes Care*, 31(3), 464–469. <https://doi.org/10.2337/dc07-1796>
- Ziegler, Dan, Keller, J., Maier, C., & Pannek, J. (2017). Diabetische Neuropathie. *Diabetologie und Stoffwechsel*, 12(S 02), S101–S114. <https://doi.org/10.1055/s-0043-115955>

Eidesstattliche Erklärung

Ich versichere, dass ich die vorliegende Arbeit ohne fremde Hilfe selbständig verfasst und nur die angegebenen Hilfsmittel benutzt habe. Wörtlich oder dem Sinn nach aus anderen Werken entnommene Stellen sind unter Angabe der Quelle kenntlich gemacht.

Hamburg, den 20.01.2020

Hannes Hatten