

Aus dem Institut für Versorgungsforschung und Gesundheitsökonomie
der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf
Direktorin: Univ.-Prof. Dr. med. Dr. PH Andrea Icks, MBA

Evaluation von regionalen Unterschieden und Assoziationen zwischen den
Indikatoren der Therapie von Diabetes Typ 2 und dem sozioökonomischen
Status, der regionalen Deprivation und insbesondere unter Berücksichtigung
der gesundheitlichen Versorgung in der DEGS1 Studie

Dissertation
zur Erlangung des Grades eines Doktors der Medizin
der Medizinischen Fakultät der Heinrich-Heine-Universität
Düsseldorf

vorgelegt von

Josefine Yin Chandra

2024

Als Inauguraldissertation gedruckt mit Genehmigung der
Medizinischen Fakultät der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf

gez.:

Dekan: Prof. Dr. Nikolaj Klöcker

Erstgutachterin: Prof. Dr. Dr. Andrea Icks

Zweitgutachter: Prof. Dr. Nico Dragano

Zusammenfassung

Typ-2-Diabetes mellitus (T2DM) ist eine chronische Erkrankung, die durch schwere Folgekomplikationen erhöhte Kosten für das Gesundheitssystem verursacht. Sie stellt die Akteure der Gesundheitspolitik vor die Aufgabe, eine ausreichende Versorgung von Personen mit Diabetes zu gewährleisten. Jedoch existieren bisher nur wenige Arbeiten, die die regionale Versorgungssituation in Deutschland erforscht haben. Die Basis für unsere Analysen bildeten Individualdaten von Personen mit T2DM aus der DEGS1 Studie (Studie zur Gesundheit Erwachsener in Deutschland, 2008-2011, Robert Koch-Institut (RKI)). Diese wurden mit Indikatoren von Routinestatistiken zur Beschreibung der regionalen Versorgungssituation (z.B. Hausärztdichte) sowie Daten zur regionalen Deprivation (Daten des German Index of Socioeconomic Deprivation, GISD) verknüpft. Mit Hilfe von Poisson-Regressionsmodellen mit robuster Fehlervarianz wurden Zusammenhänge zwischen demographischen und sozioökonomischen Faktoren sowie regionalen Versorgungsindikatoren und der Ausprägung von Prozess- und Ergebnisindikatoren in der Diabetesversorgung untersucht. Das finale Studiensample bestand aus 659 Personen (47,8% weiblich, Durchschnittsalter $63,0 \pm 12,1$ Jahre, 33,5% aus Ostdeutschland, durchschnittliche Diabetesdauer $10,1 \pm 9,3$ Jahre). Eine höhere regionale Hausärztdichte war mit einem knapp 14% häufigeren Erreichen des HbA1c-Ziels assoziiert, jedoch auch einem 40% selteneren Besitz eines Diabetikerpasses. Teilnehmende aus dem Osten besaßen mit etwa 50% höherer Wahrscheinlichkeit einen Diabetikerpass und erreichten mit ca. 20% höherer Wahrscheinlichkeit das HbA1c-Ziel. Personen, die in einer Region mit höherer Deprivation lebten, erreichten seltener das HbA1c-Ziel. Neben regionalen Faktoren waren individuelle Faktoren in den Modellen häufig signifikant mit Prozess- und Ergebnisindikatoren assoziiert. Ein niedriger sozioökonomischer Status, höheres Alter und Diabetesdauer der Teilnehmenden standen in Zusammenhang mit einer höheren Prävalenz von Diabeteskomplikationen. Auch Geschlechterunterschiede waren erkennbar: So nahmen Männer mit 30% höherer Wahrscheinlichkeit als Frauen Lipidsenker ein und hatten eine etwa 20% höhere Wahrscheinlichkeit für Komplikationen. Insgesamt zeigten sich eher wenige signifikante Ergebnisse. Die Studie gibt dennoch Hinweise auf Assoziationen zwischen Prozessen und Outcomes und der Zugänglichkeit und Dichte von Gesundheits- und medizinischen Diensten im sozialen und regionalen Kontext. Hier kann zukünftige Forschung ansetzen.

Abstract

Type 2 diabetes mellitus (T2DM) is a chronic disease that causes increased costs for the healthcare system due to severe secondary complications. It presents health policy stakeholders with the task of ensuring adequate care for people with diabetes. However, only a few studies have investigated the regional care situation in Germany. Our analyses were based on individual data of people with T2DM from the DEGS1 study (Study on the Health of Adults in Germany, 2008-2011, Robert Koch Institute (RKI)). These were linked with indicators from routine statistics to describe the regional health care situation (e.g. general practitioner density) and data on regional deprivation (data from the German Index of Socioeconomic Deprivation, GISD). Using Poisson regression models with robust error variance, correlations between demographic and socioeconomic factors as well as regional care indicators and the characteristics of process and outcome indicators in diabetes care were investigated. The final study sample consisted of 659 people (47.8% female, mean age 63.0 ± 12.1 years, 33.5% from eastern Germany, mean diabetes duration 10.1 ± 9.3 years). A higher regional general practitioner density was associated with almost 14% more frequent achievement of the HbA1c target, but also 40% less frequent possession of a diabetes passport. Participants from the East were about 50% more likely to have a diabetes passport and about 20% more likely to reach the HbA1c target. People who lived in a region with higher deprivation were less likely to reach the HbA1c target. In addition to regional factors, individual factors were often significantly associated with process and outcome indicators in the models. Low socioeconomic status, older age and duration of diabetes among participants were associated with a higher prevalence of diabetes complications. Gender differences were also evident: men were 30% more likely than women to take lipid-lowering drugs and were around 20% more likely to have complications. Overall, there were rather few significant results. Nevertheless, the study provides indications of associations between processes and outcomes and the accessibility and density of health and medical services in the social and regional context. Future research can start here.

Abkürzungsverzeichnis

AOK.....	Allgemeine Ortskrankenkasse
BGS98	Bundesgesundheitsurvey 1998
BIMD.....	Bayerischer Index multipler Deprivation
BKK.....	Betriebskrankenkasse
BMI.....	Body-Mass-Index
CAPI.....	Computerassistierte persönliche Interviews
DDG.....	Deutsche Diabetes Gesellschaft
DEGS1.....	Studie zur Gesundheit Erwachsener in Deutschland
DMP.....	Disease-Management-Programm
EKK	Ersatzkrankenkassen
GIMD.....	German Index of multiple Deprivation
GISD.....	German Index of Socioeconomic Deprivation
GKV.....	Gesetzliche Krankenversicherung
HbA1c.....	Hämoglobin A1c
IKK.....	Innungskrankenkasse
IMD	Index multipler Deprivation
oGTT	Oraler Glukose Toleranztest
T2DM	Typ-2-Diabetes mellitus

Inhaltsverzeichnis

1	Hintergrund und Ziel der Arbeit	1
1.1	Hintergrund.....	1
1.2	Stand der Forschung	6
1.3	Ziel der Arbeit	10
2	Material und Methoden	12
2.1	Studiendesign und Datenquellen	12
2.2	Datenerhebung und Definition der Studienpopulation	12
2.3	Variablen	15
2.3.1	Ergebnisindikatoren	15
2.3.2	Prozessindikatoren	18
2.3.3	Einflussfaktoren	19
2.3.4	Versorgungsstrukturen	20
2.3.5	GIMD und GISD zur Messung regionaler Deprivation	23
2.4	Statistische Analysen	25
2.4.1	Deskription	25
2.4.2	Regressionsmodelle.....	26
3	Ergebnisse.....	27
3.1	Charakteristika der Studienpopulation	27
3.2	Ergebnisse der Analysen	29
4	Diskussion.....	36
4.1	Erklärungsansätze und Vergleich mit anderen Studienergebnissen	36
4.2	Limitationen und Stärken der Studie	42
4.3	Schlussfolgerungen.....	43
5	Literatur- und Quellenverzeichnis.....	45
6	Anhang.....	56

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: 12-Monats-Prävalenz des bekannten Diabetes (ohne Schwangerschaftsdiabetes) bei Frauen und Männern nach Bundesland (n=23.345) (9).....	2
Abb. 2: Flowchart Auswahl Studienpopulation DEGS1 und Auswahl für unsere Studie ..	14
Abb. 3: Regionale sozioökonomische Deprivation (in Quintilen) auf verschiedenen räumlichen Ebenen in Deutschland im Jahr 2019 (102).....	25

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Ergebnisindikatoren (DEGS1 Fragebogen Selbstangabe).....	17
Tabelle 2: Prozessindikatoren (DEGS1 Fragebogen Selbstangabe).....	19
Tabelle 3: Haupteinflussfaktoren auf die Prozess- und Ergebnisindikatoren.....	20
Tabelle 4: Confounder (DEGS1 Fragebogen Selbstangabe).....	20
Tabelle 5: Anzahl Hausärzte pro 100.000 Einwohner, Einteilung nach Bundesländern	22
Tabelle 6: Anzahl Internisten pro 100.000 Einwohner, Einteilung nach Bundesländern ...	22
Tabelle 7: Anzahl DMP-Ärzte pro 100.000 Einwohner, Einteilung nach Bundesländern..	23
Tabelle 8: Charakteristika der Studienpopulation	27
Tabelle 9: Ergebnisse der univariaten Modelle (Einfluss der Versorgungsindikatoren auf Prozess- und Ergebnisindikatoren), Zahlen der Rohmodelle	32
Tabelle 10: Ergebnisse der multivariaten Modelle (Einfluss der Versorgungsindikatoren auf Prozess- und Ergebnisindikatoren).....	33
Tabelle 11: Effektgrößen der Confounder der multivariaten Modelle (Einfluss der Versorgungsindikatoren auf Prozess- und Ergebnisindikatoren adjustiert für Confounder)	34
Tabelle 12: Effektgrößen der Confounder der multivariaten Modelle (Einfluss der Versorgungsindikatoren auf Prozess- und Ergebnisindikatoren adjustiert für Confounder), alle signifikanten und nicht signifikanten Ergebnisse	56

1 Hintergrund und Ziel der Arbeit

1.1 Hintergrund

Typ-2-Diabetes mellitus (T2DM) stellt aufgrund schwerer Folgekomplikationen, steigender Prävalenz (2010: 5,8%, 2017: 7,5%) (1–3) und den mit T2DM verbundenen Kosten eine große gesundheitspolitische Herausforderung in Deutschland dar. In Deutschland erkranken jährlich über 500.000 gesetzlich Versicherte neu an Diabetes (4, 5). Laut der International Diabetes Föderation 2019 (IDF) (6) gehört Deutschland zu den zehn Ländern mit der höchsten absoluten Zunahme der Diabetesprävalenz. Auch weltweit sind die Diabeteszahlen steigend. Seit 2017 wurden weltweit über 38 Millionen Neuerkrankungen verzeichnet (6). Aufgrund der steigenden Prävalenz ist die Erforschung der Versorgungslage von Personen mit T2DM in Deutschland von höchster Relevanz, um die Versorgungssituation langfristig verbessern zu können.

Es existieren Disease-Management-Programme, die durch standardisierte und strukturierte Behandlungsabläufe auf eine optimale Langzeitversorgung von Diabetespatienten abzielen. Dadurch sollen erkrankungsbedingte mikro- und makroangiopathische Komplikationen verhindert, die Morbidität und Mortalität gesenkt und die Lebensqualität gesichert bzw. verbessert werden (7). Jedoch führen regionale und individuelle Gegebenheiten zu Unterschieden in der Erkrankungsprävalenz und im Behandlungsergebnis. Insgesamt zeigte sich in der Diabetesprävalenz ein Verteilungsgradient. So untersuchten Schipf et al. (2012) diese Assoziationen in einer Metaanalyse anhand von sechs Studien (DIABCORE-Konsortium). Dies waren fünf populationsbasierte Studien, die Carla-Studie (Cardiovascular Disease, Living and Ageing in Halle), Dortmunder Gesundheitsstudie (DHS), Heinz Nixdorf Recall Studie (HNR), KORA-Studie (Cooperative Health Research in the Region of Augsburg), SHIP-Studie (Study of Health in Pomerania) und eine bundesweite Studie (German National Health Interview and Examination Survey 1998 (GNHIES 98)). Bezüglich der regional standardisierten Prävalenz war diese am höchsten im Osten mit 12,0% (10,3-13,7%) und im Süden am niedrigsten mit 5,8% (4,9-6,7%). Auch Geschlechtsunterschiede wurden beobachtet, die Diabetesprävalenz war bei Männern (9,7%; 8,9-10,4%) höher als bei Frauen (7,6%; 6,9-8,3%) (8). Heidemann et al. (2017) konnten anhand ihrer Analyse der 12-Monatsprävalenz des Diabetes mellitus ebenfalls ähnliche Zusammenhänge zeigen (s. Abb. 1) (9).

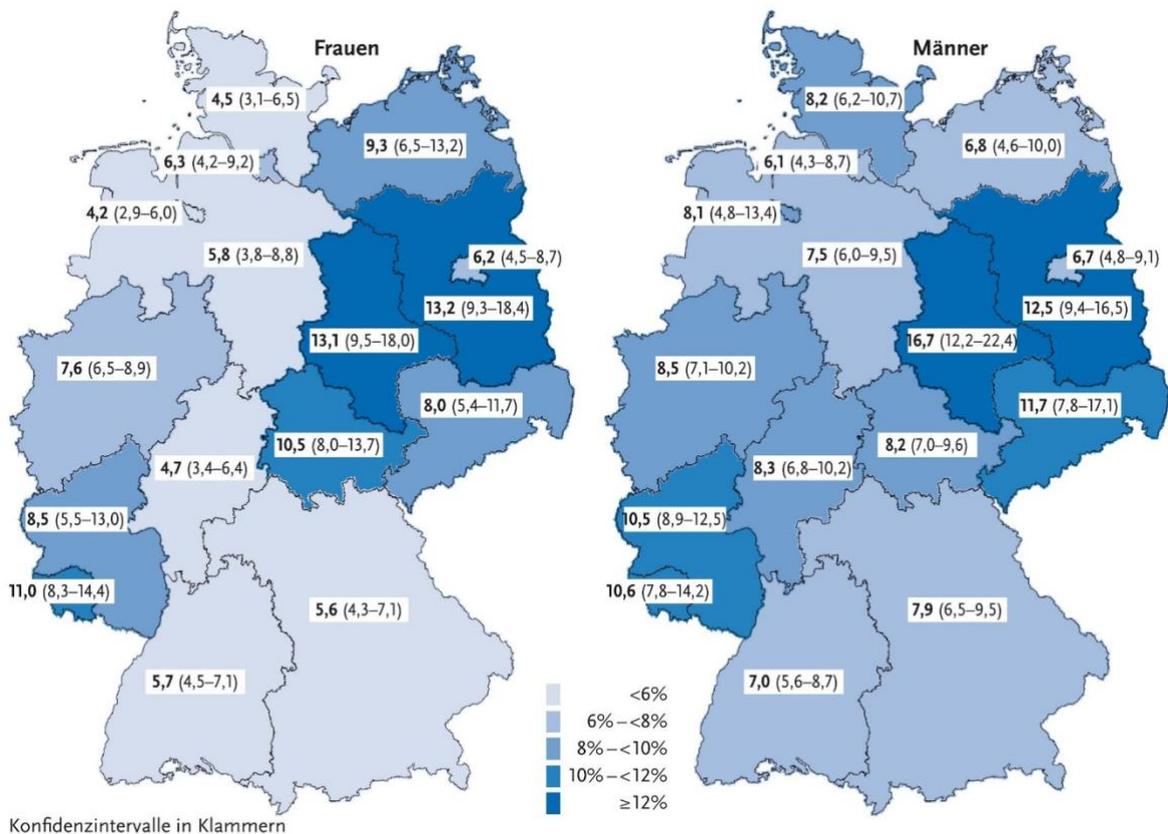


Abb. 1: 12-Monats-Prävalenz des bekannten Diabetes (ohne Schwangerschaftsdiabetes) bei Frauen und Männern nach Bundesland (n=23.345) (9)

Andere Studien haben einen Zusammenhang zwischen höherer Diabetesprävalenz im Osten Deutschlands und sozioökonomischem Status (SES) des Individuums, Arbeitslosenrate und regionaler Deprivation festgestellt (8, 10–13). Müller et al. (2013) zeigten durch Analyse von Querschnittsdaten aus den genannten fünf populationsbasierten Studien in Deutschland, dass der Prävalenzunterschied des Diabetes unter anderem mit der Arbeitslosenrate der Regionen assoziiert war. Diese Daten wurden anschließend mit Daten zu Nachbarschaftscharakteristika der dazugehörigen Studienregionen gepoolt. Eingeschlossen wurden 8,879 Individuen im Alter von 45-74 Jahren, 229 Nachbarschaften und fünf Studienregionen. Genutzt wurde gemischte logistische Regression und mithilfe von ORs mit 95%-Konfidenzintervallen ([KI]) wurden die Assoziationen geschätzt. Es konnte festgestellt werden, dass höhere Arbeitslosenraten mit höheren Prävalenzen für T2DM assoziiert waren (OR: 1.62 [95%-KI 1.25-2.09]) und die Unterschiede in der Arbeitslosigkeit in den Regionen eine unabhängige Ursache für Ungleichheiten bei T2DM darstellten (12).

In einer weiteren Studie von Müller et al., publiziert 2013, wurden ebenfalls Daten der genannten fünf populationsbasierten Studien analysiert. Zusammenhänge zwischen

Auftreten von T2DM und sozialem Status, Arbeitslosenquote in der Nachbarschaft (als Maß des individuellen SES) und Erwerbstätigkeit wurden untersucht (11). Ein signifikanter Zusammenhang bestand zwischen sozialem Status und T2DM (niedriger vs. hoher sozialer Status: OR: 1.78 [95%-KI 1.22-2.58]). Die Assoziation war stärker bei Frauen zu beobachten. Signifikante Assoziationen zwischen Erwerbstätigkeit und T2DM zeigten sich nur bei Frauen (nicht erwerbstätig vs. erwerbstätig: OR: 1.73 [95%-KI 1.02-2.92], berentet vs. erwerbstätig: OR: 1.77 [95%-KI 1.10-2.84]). Die Arbeitslosenquote in der Nachbarschaft war mit T2DM bei Männern assoziiert (hohes vs. niedriges Tertil: OR: 1.52 [95%-KI 1.18-1.96]) (11). Besonders die regionale Deprivation scheint unabhängig von weiteren Faktoren mit der T2DM Prävalenz assoziiert. Maier et al. konnten in ihrer 2014 veröffentlichten Publikation auch nach Kontrolle verschiedener individueller Faktoren (Alter, Geschlecht, BMI, körperliche Betätigung, Rauchstatus, Alkoholkonsum und individueller SES) erstmalig diesen Zusammenhang zeigen (10). Zur Messung der regionalen Deprivation wurde der damals neue German Index of multiple Deprivation (GIMD) genutzt. Je höher die regionale Deprivation, desto höher die Diabetesprävalenz. Bei alleiniger Betrachtung des individuellen SES war das Diabetesrisiko, bei niedrigem Bildungsniveau im Vergleich zu mittlerem und hohem Bildungsniveau (OR: 1,46 [95%-KI 1.24-1.71]) höher. Bei individuellem SES und niedrigerer Einkommensklasse im Vergleich zu hohem Einkommen (OR: 1.53 [95%-KI 1.18-1.99]) stieg das Diabetesrisiko ebenfalls. Darüber hinaus war besonders die regionale Deprivation nicht nur mit der Prävalenz von T2DM, sondern auch mit der Adipositasprävalenz assoziiert (10).

Auch die medikamentöse Therapie fiel je nach Region unterschiedlich aus. Orale Antidiabetika wurden häufiger im Süden (56,9%) als im Nordosten (46,0%) verschrieben, im Nordosten überwog die alleinige Therapie mit Insulin (8). Dieser Gradient stand mit der unterschiedlichen Verteilung von Risikofaktoren des T2DM in Verbindung. So wurden höheres Übergewicht im Osten Deutschlands (14) und höherer Blutdruck im Nordosten (60,1% Männer und 38,5% Frauen im Nordosten im Vergleich zu 41,4% Männern und 28,6% Frauen im Süden (15)), als Erklärungsansätze angeführt. Für zusätzliche Risikofaktoren, wie z.B. das Metabolische Syndrom, konnte ebenfalls eine höhere Prävalenz im Nordosten Deutschlands gezeigt werden (8, 14–17).

Zusammenfassend gibt es Assoziationen zwischen Prävalenzunterschieden, regionaler Deprivation, unterschiedlicher Verteilung von Risikofaktoren und individuellem SES. Darüber hinaus stehen diese Faktoren ebenfalls in Zusammenhang, Behandlungsergebnisse

negativ zu beeinflussen. Lücken bestehen jedoch in der Analyse von Behandlungsergebnissen unter Berücksichtigung von individuellem SES, regionaler Deprivation und verfügbaren Versorgungsangeboten in Deutschland. Die Erforschung der Versorgungssituation von Personen mit T2DM in Deutschland ist von großer Bedeutung, um regionale Unterschiede in der Therapie zu erkennen und um diese in der zukünftigen Versorgungsplanung optimieren zu können.

Man unterscheidet zwei Hauptformen des Diabetes: Typ-2- und Typ-1-Diabetes (T1DM). Beim T2DM kommt es zu einer verminderten Empfindlichkeit der Körperzellen für Insulin, später führt die Überproduktion des Insulins zu einer Erschöpfung der insulinproduzierenden Zellen der Bauchspeicheldrüse (Betazellen). Entstehungsbedingungen sind eine genetische Disposition, Lebensstil und Umweltbedingungen. Zu einem absoluten Insulinmangel beim T1DM kommt es, wenn die Betazellen der Bauchspeicheldrüse kein Insulin mehr produzieren. Zusätzlich gibt es noch einige seltenere Formen des Diabetes (z.B. medikamentös-induziert, pankreopriv, genetisch, sekundär, Gestationsdiabetes und weitere). Charakteristisch für alle Formen sind erhöhte Blutzuckerwerte (chronische Hyperglykämie) welche im Blut gemessen werden können. Beim Gestationsdiabetes kommt es zur Erhöhung der Blutzuckerspiegel während der Schwangerschaft (18).

Die Diagnosestellung des T2DM erfolgt laut aktueller Empfehlung der Nationalen Versorgungsleitlinie in verschiedenen Stufen (18). Bei einer Nüchtern-Plasmaglukose ≥ 126 mg/dl ($\geq 7,0$ mmol/l) (Fastenzeit 8-12 Stunden) oder einem Gelegenheitsplasmaglukosewert von ≥ 200 mg/dl ($\geq 11,1$ mmol/l) liegt ein manifester Diabetes vor. Die Diagnose kann auch über einen oralen Glucosetoleranztest (oGTT) 2-Stunden Wert mit Messungen von ≥ 200 mg/dl ($\geq 11,1$ mmol/l) und/oder einen HbA1c-Wert von $\geq 6,5\%$ (≥ 48 mmol/mol Hb) gestellt werden. In den nationalen Versorgungsleitlinien stehen präventive Maßnahmen und die Berücksichtigung von Risikofaktoren für die zielgerichtete Diabetesversorgung im Vordergrund (18). Diabetesfördernde Faktoren sind z.B. familiäre Vorbelastung, höheres Alter, verminderte körperliche Aktivität, Rauchen, fettreiche Ernährung, metabolisches Syndrom (z.B. abdominelle Adipositas mit erhöhtem Taillenumfang, gestörte Glukosetoleranz, Hypertonie, erhöhte Blutfettwerte), Glukosestoffwechsel beeinflussende Medikamente oder endokrine Erkrankungen (18). Je nach Alter, Existenz von Komorbiditäten und Risikofaktoren existieren HbA1c-Zielbereiche. Für Personen mit wenig Begleiterkrankungen und höherer Lebenserwartung sollte z.B. der HbA1c zwischen 6,5-7,5% liegen. Ein Wert von unter oder gleich 8,5% sollte

bei sehr alten oder multimorbiden Personen angestrebt werden. Es kann auch gemeinsam mit dem Individuum unter Berücksichtigung von persönlichen Wünschen, zusätzlichen Erkrankungen oder auftretenden Behandlungskomplikationen ein individueller Zielwert bestimmt werden, der von den medizinisch festgelegten Zielwerten abweichen kann (18). Zusätzlich bestehen festgelegte Schemata als Richtlinien für die Diabetestherapie. Die erste Stufe beinhaltet das Erreichen des HbA1c-Ziels durch Veränderung des Lebensstils wie Schulung im Umgang mit T2DM, Ernährungsumstellung, Optimierung der körperlichen Aktivität, Rauchentwöhnung. Wird das HbA1c-Ziel durch diese Maßnahmen nicht erreicht, wird in der zweiten Behandlungsstufe die medikamentöse Therapie begonnen. Wichtig hierbei ist die Vermeidung von Hypo- und Hyperglykämien, wobei das größere Risiko von Hypoglykämien ausgeht. Daher sollten Medikamente mit niedrigem Hypoglykämierisiko eingesetzt werden wie z.B. Metformin oder SGLT-2-Inhibitoren. Dabei sollte auch die Nierenfunktion mit einbezogen werden. Die nächste Stufe ist das Einsetzen einer Zweifachkombination aus genannten Gruppen oder der Beginn einer Behandlung mit Insulin (18). Hinzu kommt die Einstellung von kardiovaskulären Risikofaktoren wie z.B. Blutdruckkontrolle, körperliche Aktivität, Senkung von Blutfettwerten und Präventivmaßnahmen zur Minimierung von Komplikationen, wie jährliche Augen-, Fußuntersuchungen und die Teilnahme an Disease-Management-Programmen (DMP-Programmen). Für die Parameter Blutdruck, Glukosestoffwechsel und Lipidstatus wird empfohlen, gemeinsam mit dem Patienten individualisierte Therapieziele zu entwickeln (18). Ist die Stoffwechsellage mit der oben genannten Stufentherapie nicht ausreichend reguliert, kommt es, aufgrund von dauerhaft zu hohen Glukosespiegeln im Blut, zu Folgeerkrankungen. Man unterscheidet mikro- und makroangiopathische Folgeerkrankungen (19). Mikroangiopathische Erkrankungen umfassen Schädigungen der Nieren, Nerven und Netzhaut, wodurch es zur Entwicklung diabetischer Retinopathie kommt, die im Endstadium zur Erblindung führen kann. Eine Schädigung der Nerven verursacht diabetische Polyneuropathie, eine Gefühlsstörung in den Extremitäten, die die häufigste Ursache für das diabetische Fußsyndrom ist, das im äußersten zu Amputationen führen kann. Die Makroangiopathie hat Durchblutungsstörungen der größeren Arterien zur Folge und manifestiert sich unter anderem in peripherer arterieller Verschlusskrankheit (paVK) und in koronarer Herzkrankheit, die einen Herzinfarkt auslösen kann (19). Risikofaktoren von kardiovaskulären Erkrankungen und T2DM werden in beeinflussbare und nicht beeinflussbare Faktoren unterteilt. Zu den beeinflussbaren Faktoren gehören z.B. Adipositas und Blutdruck, körperliche Inaktivität und Rauchen, nicht beeinflussbare

Faktoren sind z.B. höheres Lebensalter, Geschlecht (Männer > Frauen) und positive Familienanamnese (20).

1.2 Stand der Forschung

Mehrere Aspekte, wie verminderte Erreichbarkeit von Sport- und Freizeitzentren, fußgängerfreundliche Umgebung, Zugang zu und Dichte ärztlicher Versorgung werden als Erklärung für erhöhte T2DM Prävalenz bei regionaler Deprivation angeführt (10). Die Identifikation von spezifischen gebietsbezogenen Risikofaktoren und deren Beeinflussung gewinnt an Bedeutung, wenn Maßnahmen der Diabetes- und Adipositasprävention geplant werden (10). Diese strukturellen sowie individuellen Benachteiligungen, regionale Deprivation, unterschiedliche Verfügbarkeit und Qualität medizinischer Versorgung und individueller SES, werden auch als Ursachen für Unterschiede im Behandlungsergebnis von Personen mit T2DM diskutiert (21, 22).

Bezüglich der Versorgungsqualität von Personen mit Diabetes in Deutschland gibt es Literatur, die die Diabetesversorgung in ganz Deutschland betrachtet und dabei den Einfluss von regionalem und individuellem SES, im Vergleich verschiedener Regionen Deutschlands, berücksichtigt (12, 21, 23). Nur wenige Studien betrachten dabei zusätzlich die ärztliche Versorgungssituation in den Regionen. Es gibt Hinweise auf Assoziationen zwischen negativen Behandlungsergebnissen und höherer regionaler Deprivation bzw. schlechterer ärztlicher Versorgung in diesen benachteiligten Regionen (24–26). Bezüglich der Versorgungslage in Deutschland existieren Studien zur Versorgungsqualität des T2DM in Allgemeinarztpraxen, hinsichtlich medikamentöser Therapie nach der Leitlinie und DMP-Programme (27–29). Diese Studien beschränken sich aber hauptsächlich auf begrenzte Gebiete, wie einzelne Bundesländer oder Kreise. So wurde z.B. für die Region Augsburg eine gepoolte Analyse dreier bevölkerungsbasierter Studien (KORA) zwischen 1999 und 2008 durchgeführt, um Verbesserungen in der Versorgung von Personen mit T2DM zu untersuchen (29). Prozess- und Ergebnisindikatoren wurden anhand nationaler Versorgungsleitlinien und Anforderungen strukturierter Behandlungsprogramme definiert. Prozessindikatoren beziehen sich dabei auf ärztliche Maßnahmen, wie z.B. Diagnostik und medikamentöse Therapie des Diabetes. Ergebnisindikatoren sind z.B. Therapieziele: Blutzuckerwert und Blutdruck im definierten Zielbereich ($HbA1c \leq 6,5\%$ beziehungsweise $HbA1c \leq 7,0\%$; Blutdruck: $\leq 130/85$ mmHg beziehungsweise $\leq 140/90$ mmHg), keine Adipositas ($BMI \leq 30$ kg/m²) (29). Hinsichtlich der Prozessindikatoren war eine signifikante Zunahme von Fußuntersuchungen (38% auf 55%), eine Abnahme der

Bestimmung des HbA1c und nur ein geringer Anstieg von Augenuntersuchungen (61% auf 71%) zu beobachten. Auch die Einnahme von Lipidsenkern und Thrombozytenaggregationshemmern erhöhte sich. Bei den Ergebnisindikatoren verbesserten sich Blutdruckwerte und Lipidprofile, Folge- und Begleiterscheinungen wurden verringert. Keine Veränderung zeigte sich bei HbA1c-Werten < 6,5%, Rauchverhalten und Häufigkeit sportlicher Aktivitäten. In dieser Studie konnten im beobachteten Zeitraum Assoziationen zwischen Verbesserungen der Versorgung von Personen mit T2DM und Umsetzung von strukturierten Maßnahmen, wie z.B. zur Steuerung der Prozess- und Ergebnisqualität nach Versorgungsleitlinien, beobachtet werden. Es intensivierten sich Kontrolluntersuchungen, sowie die medikamentöse Behandlung bei DMP-Teilnehmern im Vergleich zu Nicht-Teilnehmern. Zusätzlich ergaben sich Hinweise auf häufigeres Erreichen von Therapiezielen und Verminderung von Folge- und Begleiterscheinungen, was positiv ist, da durch Folgekomplikationen verursachte Kosten zunehmen (29). Im Gegensatz dazu konnten Huppertz et al. (2009) durch Analyse von Daten aus 3188 Allgemeinarztpraxen mit insgesamt 55,518 Personen mit Diabetes in Deutschland zeigen, dass die glykämische Kontrolle insbesondere von Personen mit einer Diabetesdauer von 5-9 Jahren oder länger als 10 Jahren schlechter ausfiel (28). Personen mit T2DM, mit höherer Diabetesdauer, wiesen höhere HbA1c-Werte auf. Bei Personen, die eine intensivere Therapie bei Krankheitsprogression benötigten, konnten die getroffenen Maßnahmen die Verschlechterung der metabolischen Situation nicht schnell genug optimieren (28). Trotz etablierter Behandlungsschemata existieren weiterhin regionale Unterschiede im Behandlungsergebnis. Es gibt Hinweise auf schlechteren Zugang zu medizinischen Versorgungsangeboten aufgrund regionaler Deprivation und individuellem SES und daraus resultierendem schlechterem Behandlungsergebnis.

Bauer et al. (2018), befassten sich in Deutschland genauer mit regionaler Deprivation und der Ärztedichte und stellten einen signifikanten Zusammenhang fest (24). Je höher die regionale Deprivation, desto niedriger die Hausärztdichte. Er untersuchte den räumlichen Zugang zur hausärztlichen Versorgung mithilfe einer besonderen Vermessungsmethodik, unter Einsatz eines geografischen Informationssystems, auf Ebene von Hektarzellen für Großstädte „Zugangsindex“. In Gebieten mit signifikant niedrigem hausärztlichem Zugang lebten 4,7% der Bevölkerung, in signifikant höherem Zugang lebten 48%. Der Zugangsindex war höher bei niedrigerem Grad regionaler Deprivation und vermehrter Urbanisierung des Gebiets. Im Nordosten Deutschlands war der Zugangsindex großflächig geringer. Es

bestanden Unterschiede zwischen Städten und ländlichen Regionen und regionaler Deprivation (24). Greiner et al. (2018) untersuchten dabei zusätzlich die fußläufige Entfernung zur nächsten Hausarztpraxis unter Berücksichtigung von Siedlungsstruktur, regionaler Deprivation und persönlichen Faktoren (25). Die am meisten deprivierten Regionen zeigten eine 1,4-fach (95%-KI: 1.3-1.6) größere fußläufige Distanz zu Praxen im Vergleich zu den am wenigsten deprivierten Regionen, auch bei Adjustierung nach Siedlungsstruktur und individuellen Faktoren. Die fußläufige Distanz war auch in ruralen Gebieten 3,1-fach (95%-KI: 2.8-3.4) höher als in Städten (25). Außerdem war ein höheres Einkommen auf Grundlage der SOEP-Daten mit besserer Erreichbarkeit assoziiert (25). Herwartz et al. konnten mithilfe einer stochastischen Grenzwertanalyse einen Zusammenhang zwischen deprivierten Regionen und ineffizienter Bereitstellung ärztlicher Versorgungsangebote feststellen (30).

Der individuelle SES der Personen mit T2DM ist ein weiterer wichtiger Faktor. Dass ein geringer Bildungs- und Sozialstatus das Risiko, an T2DM zu erkranken, erhöht, ist durch viele Studien gut belegt (11, 31–33). Die Prävalenz und Inzidenz des Diabetes stieg bei Personen mit niedrigerem SES signifikant im Vergleich zu Personen mit höherem Sozialstatus. Dieser Sachverhalt war bei Frauen stärker sichtbar als bei Männern (32, 33). Risikofaktoren traten zudem gehäuft auf. So stellten Lampert et al. (2013), nach Auswertung von Daten aus DEGS1 fest, dass das Risiko für Diabetes, Adipositas, Depressionen und Mangel an körperlicher Aktivität, zugunsten des niedrigen SES zunahm. Personen rauchten mehr und wiesen vermehrt Fettstoffwechselstörungen auf, dies begünstigte zusätzlich die Entstehung eines T2DM. Es existierte ein Statusgradient, das Risiko für eine Gesundheitsbeeinträchtigung stieg mit abnehmendem sozioökonomischen Status (31). War ein Diabetes bereits vorhanden, wurden zusätzlich Behandlungsunterschiede und vermehrt Folgekomplikationen nachgewiesen (13, 34), das Erreichen von Therapiezielen und die Lebenserwartung waren vermindert, das Mortalitätsrisiko stieg (35).

Reisig et al. (2007) konnten in einer Querschnittserhebung in der Region Augsburg beobachten, dass Personen mit niedrigerem SES, einen höheren HbA1c-Wert und häufiger Früh- und Spätkomplikationen des T2DM, im Vergleich zu Personen mit höherem SES, zeigten (23). Dies kann mit Unterschieden im Gesundheitsverhalten zusammenhängen, wie schlechtere Ernährung, Bewegungsmangel und eine verminderte Inanspruchnahme von Präventionsangeboten (31, 36, 37). Da Personen mit niedrigem individuellem SES mit höherer Wahrscheinlichkeit in ärmeren Regionen mit niedriger Ärztedichte leben, in denen

die Erreichbarkeit von hausärztlicher Versorgung eingeschränkt ist, kann die Behandlung und das Erreichen von Therapiezielen des T2DM gerade bei dieser Personengruppe erschwert sein. Besserer Zugang zur hausärztlichen Versorgung war außerdem mit weniger Hospitalisierungsraten für ambulant behandelbare Erkrankungen assoziiert wie in systematischen Übersichtsarbeiten beobachtet werden konnte (38, 39). Im Zeitraum 2000 bis 2010 wurden für Diabetes, Hypertonie und Herzinsuffizienz ein Anstieg, besonders in östlichen Bundesländern, für ambulant behandelbare Krankenhausfälle verzeichnet. Als Erklärungsansatz wird hier unter anderem auch die mangelnde Hausärztedichte in deprivierten Regionen genannt (40–42). Von 2006 bis 2009 konnten häufigere Krankenhausaufenthalte für Diabetes neben Ost- auch in Mitteldeutschland nachgewiesen werden (43).

Nicht nur in Deutschland, auch in anderen Regionen Europas zeigte sich ein Zusammenhang zwischen individuellem SES, regionaler struktureller Benachteiligung und Diabetesoutcome. Ein niedriger SES war mit schlechterer Diabetesversorgung assoziiert. Personen mit niedrigem SES zeigten z.B. einen höheren HbA1c-Wert, häufigere Krankenhausaufenthalte (44) und häufigere Früh- und Spätkomplikationen des T2DM (26, 45). Der Zusammenhang zwischen SES, regionaler Deprivation und Versorgung von Personen mit T2DM länderübergreifend, wurde von Grintsova et al. erforscht (22). In dieser systematischen Literaturanalyse aus dem Jahr 2014 wurden Unterschiede bezüglich individuellem und regionalem SES im Hinblick auf Prozess- und Outcomeindikatoren des Diabetes untersucht. 21 Studien wurden in das Review eingeschlossen. Prozessindikatoren beinhalteten HbA1c-Messung, Blutdruckmessung, BMI. Als weitere Outcomeindikatoren wurden die quantitative Messung des HbA1c, des Blutdruckes und der Blutfette festgelegt. Personen in ärmeren Regionen erreichten weniger häufig die Zielzuckerwerte, tendierten zu höherem Blutdruck und schlechteren Blutfettwerten (22). Personen mit niedrigem SES neigten zu einer schlechteren Versorgung des T2DM (z.B. seltenere Messung des HbA1c) und zu einem schlechteren Therapieoutcome, jedoch gab es auch Hinweise auf häufigere Kontrollen beim Diabetologen (22). Nur zwei Studien konnten keinen Zusammenhang zwischen niedrigem SES und Therapieergebnis feststellen.

In einer im Vereinigten Königreich durchgeführten Studie konnte eine Assoziation zwischen regionaler Deprivation und schlechterem Erreichen der Zielzuckerwerte gezeigt werden (46). T2DM Personen mit schlechterer Schulbildung zeigten häufiger Retinopathie, einen

höheren HbA1c-Wert und weniger Compliance als Personen mit höherer Schulbildung. Hausarztbesuche fanden häufiger statt.

Erklärungsansätze dieser Unterschiede im Behandlungsergebnis sind unter anderem darin zu sehen, dass Personen mit niedrigerem SES weniger häufig für Behandlungen zum Spezialisten überwiesen werden (47) und weniger an Schulungsprogrammen teilnehmen (48). Personen in Regionen mit regionaler Deprivation verzeichnen weniger Augenhintergrundkontrolle, HbA1c-Messung, Blutdruckmessung, Neuropathievorsorge, Testung auf Mikroalbuminurie, Dokumentation des Rauchstatus und des Body-Mass-Index (BMI) (49, 50). In einer Studie von Bänz et al. (2012) konnten Unterschiede im HbA1c-Wert jedoch nach einem durchschnittlichen Follow-up von 6 Jahren beim T2DM nicht mehr beobachtet werden. Diese verschwanden durch strukturierte Behandlung und Bildung (26). In einem systematischen Review von Gibson et al. (2013), sind Studien hinsichtlich ambulant behandelbarer Krankenhausfälle bezüglich Diabetes jedoch untereinander schwer vergleichbar, es fehlen Informationen hinsichtlich weiterer beeinflussender Faktoren (51).

1.3 Ziel der Arbeit

Bisher existieren nur wenig Arbeiten, die den Zusammenhang zwischen Qualitätsindikatoren, regionalen Versorgungsindikatoren und regionaler Deprivation anhand von konkreten Daten untersucht haben (21, 23, 26, 48). Es gibt kaum Daten zur Versorgungssituation von Personen mit Diabetes in Bezug auf regionale Versorgungsstrukturen.

Ziel dieser Arbeit war die Evaluation von regionalen Unterschieden in der Behandlung des T2DM unter Berücksichtigung von sozioökonomischem Status, regionaler Deprivation und gesundheitlicher Versorgung. Besonderes Augenmerk galt dabei den Versorgungsindikatoren zur Messung der Versorgungssituation. Es wurden Daten aus der DEGS1 Studie („Studie zur Gesundheit Erwachsener in Deutschland“) des Robert-Koch Instituts (RKI) ausgewertet und geeignete Prozess- und Ergebnisindikatoren (z.B. Messung des HbA1c, Höhe des Blutdrucks, Vorhandensein von Diabeteskomplikationen, Blutzuckerentgleisung) zur Messung der Versorgungsqualität definiert. Zur Darstellung der regionalen Versorgungssituation wurden Daten zur Dichte diabetologischer Versorgungsangebote (Anzahl DMP-Ärzte), Anzahl der Internisten, Hausärzte und Krankenhausbetten pro 100.000 Einwohner ermittelt. Als Quellen dienten das Statistische

Bundesamt, Qualitätsberichte und bereitgestellte Informationen der Kassenärztlichen Vereinigungen und Landesärztekammern.

2 Material und Methoden

2.1 Studiendesign und Datenquellen

Grundlage für die Analysen sind Individualdaten aus der DEGS1 Studie des RKI. Die Datenerhebung fand von 2008 bis 2011 statt und das Alter der in der Studie befragten Personen lag bei 18 bis 79 Jahren (52, 53). Ziel der DEGS1 Studie war die wiederholte Bereitstellung von bundesweit repräsentativen Gesundheitsdaten, für die in Deutschland lebenden Erwachsenen im genannten Alter. Das Mischdesign der Studie erlaubte es, auch Quer- und längsschnittliche Analysen durchzuführen (53). Die DEGS1 Studie kann aufgrund von Befragungen, Labor-, und körperlichen Untersuchungen Informationen zu chronischen Krankheiten, psychischer Gesundheit und Folgen des demografischen Wandels in Deutschland liefern. Gesundheitsstatus, gesundheitsrelevante Verhaltensweisen, Lebensbedingungen und Inanspruchnahme von Leistungen des Gesundheitssystems bilden hierbei inhaltliche Schwerpunkte. DEGS1 wurde durch die Ethikkommission der Charité Universitätsmedizin im September 2008 (Nummer EA2/047/08) angenommen. Das schriftliche und informierte Einverständnis wurde von allen Teilnehmern vor der Studie eingeholt.

2.2 Datenerhebung und Definition der Studienpopulation

Die genaue Datenerhebung und Methodik in DEGS1 sind zuvor beschrieben worden (54–56). Aus Gemeinden in Deutschland wurden im ersten Schritt 180 Studienorte ausgewählt. 120 Untersuchungsorte des Bundesgesundheitsurvey 1998 (BGS98) wurden beibehalten (55). Über Einwohnermelderegister der 180 Studienorte wurden im zweiten Schritt die Studienteilnehmer unter Berücksichtigung von Alter und Geschlecht per Zufall ausgewählt (54, 55). Das 1998 durch das RKI durchgeführte Bundesgesundheitsurvey (BGS98) war das erste repräsentative deutsche Gesundheitssurvey. 7124 Erwachsene im Alter von 18-79 Jahren einer repräsentativen Stichprobe der Wohnbevölkerung aus 120 Untersuchungspunkten (aus Städten und Gemeinden) wurden im wiedervereinigten Deutschland befragt (56). Erstmals seit dem BGS98 liefert DEGS1 die aktuellsten Eckdaten aus Umfragen und Forschung und ermöglicht so ein bundesweit repräsentatives Bild der Gesundheit der erwachsenen Bevölkerung Deutschlands im Alter von 18 bis 79 Jahren. Das finale Studiensample von DEGS1 bestand aus 8152 Erwachsenen, einschließlich 3959 derjenigen, die bereits am BGS98 teilgenommen hatten. Die Antwortrate bei neu

teilnehmenden Personen lag bei 42%, bei Personen, die bereits am BGS98 teilgenommen hatten, bei 64% (52, 55). Unter den DEGS1 Teilnehmenden im Alter von 18-79 Jahren erschienen insgesamt 7238 Personen im Studienzentrum und nahmen sowohl an der Befragung als auch an der körperlichen Untersuchung teil. 914 Personen wurden telefonisch und schriftlich befragt (52, 55). Für die vorliegende Auswertung wurden 659 Personen eingeschlossen, die im DEGS1 Fragebogen angaben, an T2DM erkrankt zu sein (s. Abb. 2).

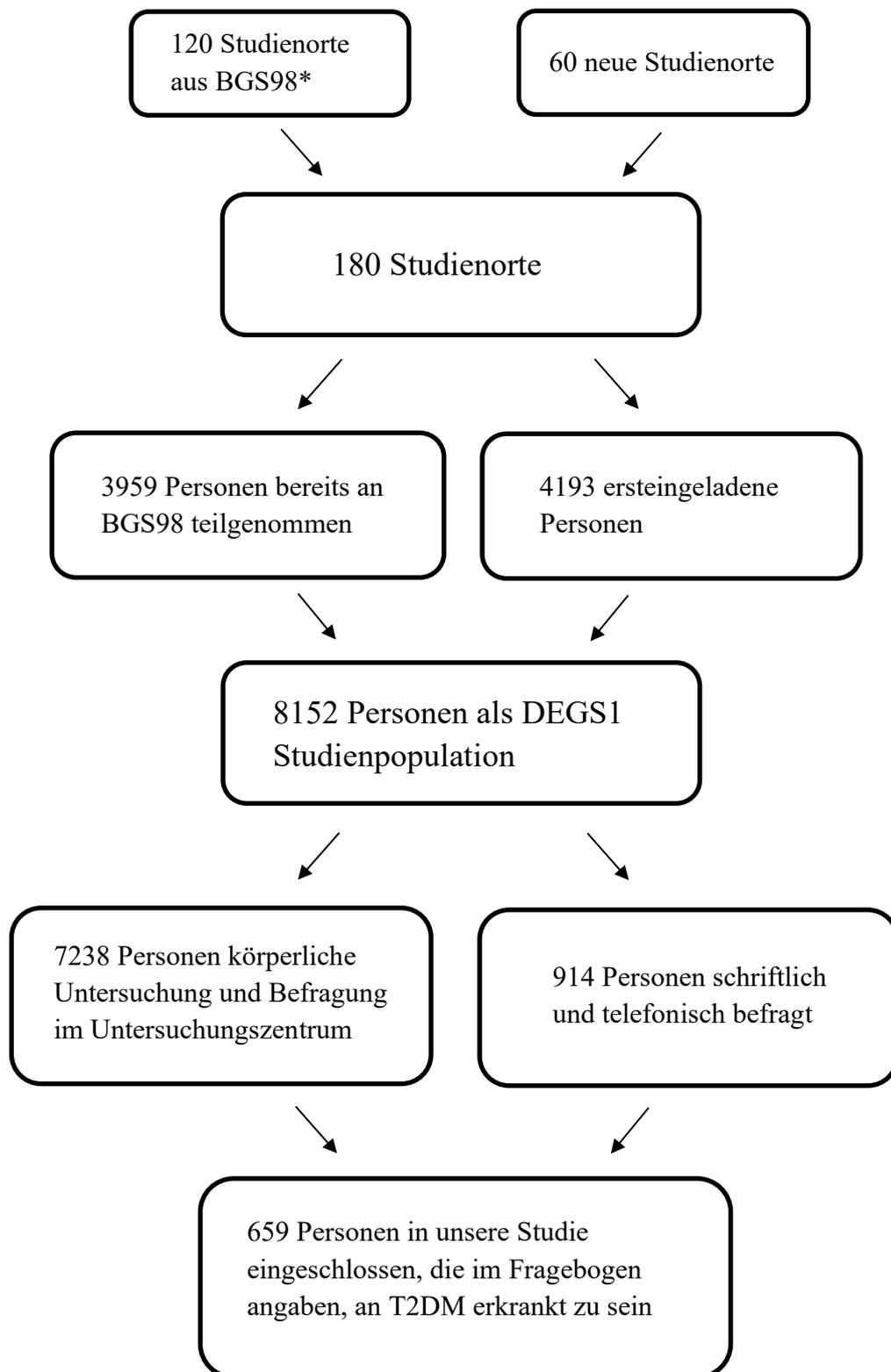


Abb. 2: Flowchart Auswahl Studienpopulation DEGS1 und Auswahl für unsere Studie

BGS98=Bundesgesundheitsurvey 1998; DEGS1=Studie zur Gesundheit Erwachsener in Deutschland; T2DM=Typ-2-Diabetes mellitus

Mit Hilfe von standardisierten computergestützten persönlichen Interviews (CAPI), selbstverwalteten Fragebögen und standardisierten Messungen und Tests, wurden in DEGS1 Gesundheitsdaten und Kontextvariablen (Alter, Geschlecht, Wohnsitz, Bildung), Gesundheitsverhalten (Rauchen, Sportliche Aktivitäten in den letzten 3 Monaten), Selbstangaben zum Gesundheitszustand, Gewicht, Größe, Biochemische Messungen und Labortests, erhoben. Der schriftliche Fragebogen war in den Altersgruppen 18-64 und ab 65 Jahre altersangepasst. Außerdem erhielten die Teilnehmenden ein Food Frequency Questionnaire (FFQ) zur Erhebung des Ernährungsverhaltens. Um die Befragungsergebnisse für die Bevölkerung im Alter von 18-79 Jahren repräsentativ zu halten, wurden die Ergebnisse mit umfragespezifischen Gewichtungsfaktoren gewichtet, die Stichproben- und Abbruchwahrscheinlichkeiten sowie Abweichungen zwischen der designgewichteten Nettostichprobe und der deutschen Bevölkerungsstatistik 2010 berücksichtigten (52, 55).

2.3 Variablen

Um die Versorgungsqualität von Personen mit T2DM in unserer Studie möglichst genau abbilden zu können, wurden bestimmte Indikatoren festgelegt. Diese Ergebnis- und Prozessindikatoren wurden orientierend an Empfehlungen nationaler Versorgungsleitlinien (57–59), Praxisempfehlungen der Deutschen Diabetes Gesellschaft (DDG) (20) und an Indikatoren aus dem Paper von Du et al. (2015) angelehnt (54). Die Variablen wurden durch Selbstangaben im DEGS1 Fragebogen und durch Datensammlung z.B. bei statistischen Ämtern oder durch Angaben der Ärztekammern erhoben (s. Tabelle 3). Ergebnisindikatoren beschreiben die Ziele, die durch die Diabetestherapie erreicht werden sollen (z.B. Erreichen des HbA1c-Ziels). Prozessindikatoren beschreiben die Maßnahmen, wie Therapie durchgeführt wird (z.B. Teilnahme an Schulungen).

2.3.1 Ergebnisindikatoren

Folgende Ergebnisindikatoren wurden aus den Selbstangaben des DEGS1 Fragebogens gewählt, um die Qualität der Versorgung besser qualifizieren und einordnen zu können (s. Tabelle 1).

Zur Messung des Therapieoutcomes ist die individuelle Festlegung des HbA1c-Ziels von großer Bedeutung. Der HbA1c-Wert ist der Anteil des glykierten Hämoglobins (roter Blutfarbstoff, an den Glucose gebunden ist) nach 3 Monaten. Anhand der Bestimmung des HbA1c und der Beurteilung, ob ein festgelegtes HbA1c-Ziel (auch abhängig vom Alter) bei

einer bestimmten Therapie erreicht worden ist, lässt sich schlussfolgern, inwieweit die festgelegte Therapie und Versorgungsmethode zum gewünschten Ergebnis führen. Bei Nichterreichen des Ziels muss gegebenenfalls über eine Therapieänderung nachgedacht werden. Dies gilt auch für Auftreten von Komplikationen, wie z.B. Augen- und Nierenerkrankungen und Aufenthalte im Krankenhaus aufgrund von Über- oder Unterzuckerung. Anhand dieser Indikatoren lässt sich der Erfolg von festgelegten Prozessindikatoren messen. Neben Alter, Lebenserwartung und Komorbiditäten bestimmen unter anderem auch psychosoziale Faktoren und Möglichkeiten sowie Fähigkeiten der Personen das Therapieziel. Zur Prävention von Folgekomplikationen und Vermeidung von schweren Hypoglykämien ist ein HbA1c-Zielwert von 6,5–7,5% (48–58 mmol/mol Hb) empfohlen. Ein HbA1c-Wert von < 8,0% (< 64 mmol/mol Hb), seltener < 8,5% (< 69 mmol/mol Hb) sollte bei multimorbiden älteren und in der Lebenserwartung stark eingeschränkten Menschen angestrebt werden (20, 59, 60). Daher wurden in dieser Studie die HbA1c-Ziele in Gruppen, sowie nach individuellen Zielen eingeteilt.

Weitere Indikatoren zur Therapiesteuerung des T2DM sind Auftreten von mikro- und makrovaskulären Komplikationen wie z.B. diabetische Augen- und Nierenerkrankung, diabetischer Fuß und Häufigkeit von Krankenhausaufenthalten sowie Über- und Unterzuckerung. Blutdruck und Nikotinkonsum beeinflussen im sogenannten Metabolischen Syndrom die Gesundheit der Personen mit T2DM. Folglich sind es wichtige Variablen, die bei der Behandlung von Diabetes zusätzlich beachtet werden sollten und zur Beurteilung der Versorgungsqualität von Personen mit T2DM beitragen (59, 60). Das Rauchen ist ein signifikanter Risikofaktor für einen T2DM (sowohl Aktiv- als auch Passivrauchen). Zusätzlich erhöht es auch die Morbidität und Mortalität von Personen mit T2DM (20, 61). Als unabhängiger Risikofaktor ist das Rauchen für die Progression einer Albuminurie verantwortlich, wie es in einer Metaanalyse gezeigt werden konnte (62). Für die Entwicklung und Progression kardiovaskulärer Komplikationen ist die Albuminurie einer der stärksten Prädiktoren. Daher sollen, laut den Praxisempfehlungen der DDG, Personen über die Komplikationen und Risiken des Rauchens aufgeklärt und vom Rauchen abgeraten werden (20). Zusätzlich sollte auch auf den Blutdruck und das Vorliegen einer Hypertonie geachtet werden. Das Risiko für mikrovaskuläre Komplikationen und kardiovaskuläre Krankheiten steigt bei Personen mit T2DM bei gleichzeitigem Vorliegen einer Hypertonie. Bei guter Blutdruckeinstellung kommt es zur signifikanten Reduktion kardiovaskulärer Ereignisse und Todesfälle sowie zu einer Progressionshemmung von

Nephropathie und Retinopathie (63). Eine antihypertensive Therapie wird laut ESC/ESH-Leitlinie für alle Personen bei einem Blutdruck $\geq 140/90$ mmHg angeraten (64, 65). Bei Personen mit Hypertonie und Diabetes sollte der Blutdruck auf Zielwerte $\leq 130/80$ mmHg gesenkt werden (65). Ein systolischer Zielblutdruck von 130–139 mmHg wird bei chronischer Niereninsuffizienz empfohlen. In Abhängigkeit vom Ausmaß der Proteinurie, von den Begleiterkrankungen und der Therapiesicherheit kann der Zielblutdruck auch individuell angepasst werden (65).

Tabelle 1: Ergebnisindikatoren (DEGS1 Fragebogen Selbstangabe)

Ergebnisindikatoren	Kategorie*
Erreichen des HbA1c-Ziels	- < 6,5% - < 7,0% - < 7,5% - < 8,0% - $\geq 9.0\%$
Erreichen individuelles HbA1c-Ziel abhängig von spezifischen Komplikationen/Komorbiditäten	- Patienten mit Diabetes spezifischen Komplikationen oder CVD: HbA1c < 8,0% (64 mmol/mol) - Patienten 45-64 Jahre ohne Komorbiditäten: HbA1c < 7,0% (53 mmol/mol) - Patienten 65-79 Jahre ohne Komorbiditäten: HbA1c < 7,5% (58 mmol/mol)
Blutdruckklasse	- Normal (sys < 130/diast < 85) - Hoch Normal/ Grad 1 hyperten (sys 130-139/diast 85-89; sys 140-159/diast 90-99)
Rauchstatus	- (Gelegenheits-) Raucher - Exraucher - Nieraucher
Blutzuckerentgleisung, bei der in irgendeiner Form ärztliche Versorgung notwendig war, dies gilt für Klinikaufnahme, notärztliche Behandlung, ärztliche Versorgung in den letzten 12 Monaten	- nein - einmalig - öfter
Diabetisches Nervenleiden	- Ja/Nein

Fortsetzung Tabelle 1: Ergebnisindikatoren (DEGS1 Fragebogen Selbstangabe)

Ergebnisindikatoren	Kategorie*
Diabetische Augenerkrankung	- Ja/Nein
Diabetische Nierenerkrankung	
Herzkomplikationen des Diabetes	
Diabetischer Fuß	
Amputation wegen Diabetes	
Keine Diabeteskomplikationen	
Akute Überzuckerung oder akute Unterzuckerung in den letzten 12 Monaten	

*Kategorie laut Vorgabe DEGS1 Fragebogen
HbA1c=Hämoglobin A1c

2.3.2 Prozessindikatoren

Die gewählten Prozessindikatoren werden folgend in Tabelle 2 dargestellt und basieren ebenfalls auf Selbstangaben aus dem DEGS1 Fragebogen.

Die Teilnahme an Diabeteschulungen stellt einen wichtigen Bestandteil der Diabetesversorgung dar. In Schulungen lernen Personen mit Diabetes den richtigen Umgang mit ihrer Erkrankung. Durch die Aufklärung und Information sowie Schulung bezüglich ausgewogener Ernährung, Bewegung, Folgen und Komplikationen werden Unsicherheiten in Bezug auf die Erkrankung vermieden und die Teilnehmenden der Schulung in Ihrer Selbstständigkeit und Compliance gestärkt (27, 66). Auch gibt es Hinweise auf positive Beeinflussung harter Endpunkte der T2DM Behandlung (67). Regelmäßige HbA1c- und Blutzuckerbestimmungen sind essenziell für das Therapiemonitoring. Personen mit Diabetes lernen, wie sich der Lebensstil auf den Blutzuckerspiegel auswirkt. Wie oft eine regelmäßige Blutzuckerbestimmung durchgeführt wird, hängt von der jeweiligen Therapie ab. Es gibt keine eindeutigen Vorgaben, empfohlen wird bei Personen mit T2DM mit Insulintherapie eine Blutzuckerbestimmung mindestens viermal täglich (prä- und postprandial, vor dem Schlafengehen und nachts). Bei Personen unter Sulfonylharnstofftherapie mit Hypoglykämierisiko wird eine Messung mindestens zweimal pro Woche notwendig, bei Personen ohne Hypoglykämierisiko mit oraler Therapie kann bei Bedarf gemessen werden. Eine HbA1c-Bestimmung alle drei Monate sollte bei allen genannten T2DM Personengruppen erfolgen. Zur Früherkennung von Komplikationen gehören die

regelmäßige Kontrolle des Augenhintergrunds sowie der Füße mindestens einmal im Jahr. Bei Individuen mit Komorbiditäten oder kardiovaskulären Risikofaktoren gehören auch die Einnahme von Statinen, lipidsenkenden Mitteln und Blutdrucksenkern zur Prävention (68).

Tabelle 2: Prozessindikatoren (DEGS1 Fragebogen Selbstangabe)

Prozessindikatoren (Ja/Nein)*
Jemals Teilnahme an Diabetikerschulung
Besitz eines Diabetikerpasses
regelmäßige Blutzuckerselbstkontrolle**
regelmäßige HbA1c-Bestimmung
Durchführung einer Augenhintergrundkontrolle in den letzten 12 Monaten
ärztliche Untersuchung der Füße in den letzten 12 Monaten
Anwendung/Einnahme von Antihypertensiva, z.B. ACE-Inhibitoren oder Angiotensinrezeptorblocker
Einnahme von Statinen oder lipidsenkender Medikation

*Kategorie laut Vorgabe DEGS1 Fragebogen

**die Regelmäßigkeit variiert je nach Therapie des Diabetes

HbA1c=Hämoglobin A1c; ACE=Angiotensin Converting Enzyme

2.3.3 Einflussfaktoren

Definierte Einflussfaktoren sind die regionalen Versorgungsstrukturen und der regionale SES gemessen am GISD. Diese sind folgend in Tabelle 3 dargestellt. Alter, Geschlecht, Diabetesdauer, Individueller SES und Region (Ost/West) sind Confounder (s. Tabelle 4). Der sozioökonomische Status wurde in DEGS1 in die Gruppen niedrig, mittel und hoch unterteilt. Dazu wurden Angaben zum Alter und Geschlecht der Befragten, zur schulischen und beruflichen Bildung, zur beruflichen Stellung und Tätigkeit, zum Erwerbsstatus, zum Haushaltsnettoeinkommen und zur Haushaltszusammensetzung mit einbezogen (69). Zur Beschreibung der regionalen Deprivation in unserer Studie wurde der GISD (German Index of Socioeconomic Deprivation) verwendet (69–71). Zur Indexbildung wurden Indikatoren aus den Kategorien Bildung, Beruf und Einkommen genutzt. Er kann Unterschiede des sozioökonomischen Status auf mehreren Ebenen darstellen (70).

Da unsere Studienpopulation 659 Personen umfasst, entschieden wir uns für eine Einteilung der Bundesländer in Ost/West (neue/alte Bundesländer), für eine bessere Veranschaulichung. Mit einer kleineren Aufteilung der Bundesländer wären die Fallzahlen

in einzelnen Regionen zu niedrig, um aussagekräftige Daten und Schlussfolgerungen ableiten zu können.

Tabelle 3: Haupteinflussfaktoren auf die Prozess- und Ergebnisindikatoren

Haupteinflussfaktoren	Kategorie	Quelle
Anzahl Hausärzte	pro 100.000	2010-2012: Versorgungsatlas
Anzahl Internisten	Einwohner*	2008-2009: Statistische Berichte, Berichte der Ärztekammern und KV des jeweiligen Bundeslandes
Anzahl DMP-Ärzte		Qualitätsberichte der Kassenärztlichen Bundesvereinigung
Regionaler SES (GISD)		„German Index of Socioeconomic Deprivation“ des RKI
Deutsche Staatsangehörigkeit	- Ja/Nein	DEGS1 Fragebogen Selbstangabe
Deutsch als Muttersprache	- Ja/Nein	

*soweit Daten vorhanden

KV=Kassenärztliche Vereinigung; DMP=Disease Management Programm; SES=Sozioökonomischer Status; GISD=German Index of Socioeconomic Deprivation; RKI=Robert Koch-Institut; DEGS1=Studie zur Gesundheit Erwachsener in Deutschland

Tabelle 4: Confounder (DEGS1 Fragebogen Selbstangabe)

Confounder	Kategorie*
Alter	18-79 Jahre
Geschlecht	männlich vs. weiblich
Diabetesdauer	< 5 bis > 15 Jahre
Individueller sozioökonomischer Status (SES)	- niedrig vs. hoch - mittel vs. hoch
Region	Ost vs. West

*Kategorie laut Vorgabe DEGS1 Fragebogen, vs.=versus

2.3.4 Versorgungsstrukturen

Es erfolgte eine Literaturrecherche zur Untersuchung des Zusammenhanges zwischen Gesundheitsversorgung, regionalen, sozioökonomischen Faktoren, Diabetes und der daraus resultierenden Gesundheitsoutcomes. Gesucht wurde in Medline/Pubmed und der Cochrane Library in deutscher und englischer Sprache. Folgende Begriffe wurden für die Recherche genutzt (in Englisch und Deutsch): (diabetes OR diabetes Type 2) AND (quality of care OR care OR regio* OR depriv* OR socio* OR differ* OR management) AND ger*. Die Suche

wurde zeitlich nicht eingeschränkt. Zur Darstellung der Versorgungsstrukturen in Deutschland von 2008 bis 2012 wurde die Anzahl von Hausärzten, Internisten und DMP-Ärzten pro Bundesland erhoben und, sofern noch nicht vorhanden, pro 100.000 Einwohner berechnet (s. Tabellen 5-7).

Die Daten zu den Hausärzten und Internisten von 2010-2012 stammen aus Angaben zu Vertragsärzten des Versorgungsatlas (72, 73). Daten für 2008 und 2009 waren von der Website des Versorgungsatlas nicht verfügbar. Diese wurden aus Qualitätsberichten, Daten der Statistischen Landesämter sowie einzeln angefragten Daten der Kassenärztlichen Vereinigungen und Landesärztekammern des jeweiligen Bundeslandes entnommen. Die Anzahl der Internisten und Hausärzte für Baden-Württemberg und Bayern, Bremen, Sachsen, Schleswig-Holstein und Thüringen stammen aus veröffentlichten Berichten der Statistischen Landesämter (74–83). Aus Veröffentlichungen der Ärztekammern Brandenburg (84, 85), Hamburg (86, 87) und Qualitätsberichten der KV Nordrhein und Mecklenburg-Vorpommern (88–91) wurden weitere Daten entnommen. Daten für Berlin, Niedersachsen, Westfalen-Lippe, Rheinland-Pfalz, Saarland erhielten wir nach Anfrage von den jeweiligen KVen. Für Hessen und Sachsen-Anhalt waren keine geeigneten Daten verfügbar, hier wurden die Zahlen aus 2010 zur Berechnung verwendet. Die Anzahl der DMP-Ärzte pro Bundesland stammt aus Qualitätsberichten der Kassenärztlichen Bundesvereinigung (92–96). Die Anzahl an DMP-Ärzten war für Baden-Württemberg, Berlin und Brandenburg im Jahr 2008 nicht vorhanden. Im Jahr 2009 waren keine Daten für die Anzahl an DMP-Ärzten für Baden-Württemberg, sowie keine Daten der DMP-Ärzte im Jahr 2010 für die Bundesländer Baden-Württemberg, Brandenburg und Niedersachsen verfügbar. Aktiv teilnehmende Ärzte wurden in diesen Fällen durch die KVen anteilig hochgerechnet beziehungsweise gemäß der Vorjahresangabe bewertet. Als weitere assoziierte Faktoren zählen der individuelle SES (aus DEGS1), deutsche Staatsbürgerschaft, Deutsch als Muttersprache und Art der Krankenversicherung. Die Variablen stammen aus Selbstangaben des DEGS1 Fragebogens. Aufgrund der Stichprobengröße und der Verteilung wurden einige der Variablen wie z.B. deutsche Staatsbürgerschaft in den Analysen nicht berücksichtigt.

Tabelle 5: Anzahl Hausärzte pro 100.000 Einwohner, Einteilung nach Bundesländern

Region	Hausärzte pro 100.000 Einwohner				
	2008	2009	2010	2011	2012
Baden-Württemberg	50,2	49,2	64,9	64,5	64,3
Bayern	38,8	38,0	70,6	70,1	69,6
Berlin	69,9	69,5	69,2	69,1	68,8
Brandenburg	40,0	40,3	59,2	59,6	59,3
Bremen	40,6	40,3	68,0	66,6	66,5
Hamburg	38,3	38,4	70,2	69,7	69,4
Hessen	63,4*	63,4**	63,4	63,3	63,3
Mecklenburg-Vorpommern	55,3	54,0	67,1	66,5	67,6
Niedersachsen	60,0	59,7	61,4	61,4	61,4
Nordrhein-Westfalen	38,3	38,7	60,2	60,1	60,3
Rheinland-Pfalz	67,4	68,3	64,8	65,2	64,7
Saarland	48,4	47,5	62,9	63,1	63,8
Sachsen	43,1	43,3	63,0	63,5	64,1
Sachsen-Anhalt	60,7*	60,7**	60,7	60,1	61,3
Schleswig-Holstein	44,6	45,1	66,8	65,8	64,6
Thüringen	44,2	43,2	63,9	62,9	64,5

*Zahlen sind aus dem Jahr 2010 übernommen, da für das Jahr 2008 keine Zahlen vorhanden

**Zahlen sind aus dem Jahr 2010 übernommen, da für das Jahr 2009 keine Zahlen vorhanden

Zahlen aus dem Jahr 2008 und 2009 wurden auf eine Nachkommastelle gerundet

Tabelle 6: Anzahl Internisten pro 100.000 Einwohner, Einteilung nach Bundesländern

Region	Internisten pro 100.000 Einwohner				
	2008	2009	2010	2011	2012
Baden-Württemberg	22,6	22,7	8,8	8,8	9,0
Bayern	21,2	21,8	10,5	10,8	10,8
Berlin	12,1	11,6	11,7	11,8	12,0
Brandenburg	17,7	17,9	8,1	8,4	8,7
Bremen	43,2	43,3	15,2	15,2	15,6
Hamburg	34,4	33,3	13,8	13,8	13,7
Hessen	9,7*	9,7**	9,7	9,4	9,5
Mecklenburg-Vorpommern	20,5	21,3	10,0	10,2	10,4
Niedersachsen	9,0	8,9	10,6	10,6	11,0
Nordrhein-Westfalen	8,4	8,6	8,1	8,3	8,4
Rheinland-Pfalz	9,7	10,0	10,4	10,4	10,7
Saarland	28,1	28,8	12,9	13,3	13,3
Sachsen	22,9	23,5	9,6	9,8	10,0
Sachsen-Anhalt	10,7*	10,7**	10,7	10,8	11,1
Schleswig-Holstein	25,9	26,6	9,2	10,0	11,3
Thüringen	20,5	20,7	10,5	10,9	11,2

*Zahlen sind aus dem Jahr 2010 übernommen, da für das Jahr 2008 keine Zahlen vorhanden

** Zahlen sind aus dem Jahr 2010 übernommen, da für das Jahr 2009 keine Zahlen vorhanden

Zahlen aus dem Jahr 2008 und 2009 wurden auf eine Nachkommastelle gerundet

Tabelle 7: Anzahl DMP-Ärzte pro 100.000 Einwohner, Einteilung nach Bundesländern

Region	DMP-Ärzte pro 100.000 Einwohner				
	2008	2009	2010	2011	2012
Baden-Württemberg	47,44(1**)	1)	(1*)	62,32	61,97
Bayern	59,90	57,87	59,81	66,34	66,29
Berlin	37,88(1**)	45,89	46,23	55,35	54,81
Brandenburg	47,57(1**)	50,96	(1*)	55,68	56,13
Bremen	55,90	61,96	60,54	66,23	66,12
Hamburg	49,65	44,52	39,18	52,84	51,89
Hessen	kein Vertrag mit KV	kein Vertrag mit KV	Vertrag mit KV ab 1.1.2011	60,79	61,54
Mecklenburg-Vorpommern	54,07	49,66 (2)	48,71	63,66	64,04
Niedersachsen	37,74	38,71	(1*)	55,99	54,21
Nordrhein-Westfalen	40,70	45,76	45,95 (bei Westfalen-Lippe wurde die Anzahl an Praxen angegeben)	56,43	55,22
Rheinland-Pfalz	42,20	56,57	57,44	61,20	62,02
Saarland	56,29	56,71(3)	58,96(3)	62,93	63,36
Sachsen	54,85	54,45	55,42	60,45	61,45
Sachsen-Anhalt	54,57	61,96	55,67 (3)	61,35	64,14
Schleswig-Holstein	23,28	54,37	52,92	57,98	57,65
Thüringen	57,32	50,66	49,21	62,84	61,36

DMP-Ärzte=Ärzte, die am Disease Management Programm teilnehmen; KV=Kassenärztliche Vereinigung

1): Daten aus dem Jahr 2009 liegen nicht vor

(2): Anzahl Praxen

(3): Anzahl koordinierender Ärzte

(1*): Daten aus dem Jahr 2010 liegen nicht vor

(1**): Daten aus dem Jahr 2008 liegen nicht vor/sind nicht zu ermitteln. (Aktiv teilnehmende Ärzte wurden in diesen Fällen anteilig hochgerechnet beziehungsweise gemäß der Vorjahresangabe bewertet.)

2.3.5 GIMD und GISD zur Messung regionaler Deprivation

Zur statistischen Abbildung von materiellen und sozialen Unterschieden in der Bevölkerung und zur Messung des Zusammenhanges dieser Unterschiede und der Gesundheit von Populationen, stellen Deprivationsindizes ein geeignetes Mittel dar.

Solche Indizes sind im Vereinigten Königreich schon seit mehreren Jahren etabliert, die Entwicklung und die Nutzung von Indizes in Deutschland ist erst seit kürzerer Zeit zu beobachten. Eine Übersichtsarbeit mit Hintergründen und Anwendungen in Deutschland bis 2017 wurde von Maier et al. erstellt (97). Ein erster Versuch, einen multidimensionalen regionalen Deprivationsindex auf Gemeindeebene zu entwickeln, war der Bayerische Index Multipler Deprivation (BIMD), der eine etablierte britische Methode, den "Index of Multiple

Deprivation" (IMD) von Noble und Kollegen als Grundlage nahm (98, 99). In diesem Index werden Indikatoren je nach Deprivationsart verschiedenen Kategorien zugeordnet. Maier et al. wählten zuerst das Bundesland Bayern als Modellregion und amtliche Daten für den Indexentwurf. Danach wurde der Index auf ganz Deutschland ausgeweitet. Hierzu wurden Daten aus allen Bundesländern genutzt und es entstand der "German Index of multiple Deprivation" (GIMD) (13, 97, 100). Für die Erstellung dieser Indizes ging die Definition von 7 Deprivationsdomänen voraus, die verschiedene Deprivationsarten darstellen. Zu diesen Domänen zählen z.B. Einkommens-, Beschäftigungs-, Bildungsdeprivation, kommunale Einnahmensdeprivation (finanzielle Situation der Region), Sozialkapitaldeprivation (z.B. Mangel an sozialen Teilhabemöglichkeiten) und Umwelts- und Sicherheitsdeprivation (Qualität physischer Umwelt und Mangel an Sicherheit) (97).

Für bayerische Gemeinden konnte mithilfe des Index gezeigt werden, dass eine Zunahme der Deprivation mit einer Zunahme des Risikos für Mortalität assoziiert war (98, 101). In einer Studie, in der erstmals der GIMD zur Messung regionaler Deprivation genutzt wurde, stand eine Erhöhung der regionalen Deprivation in Zusammenhang mit einer Zunahme der T2DM Prävalenz (13).

Als zweiten Ansatz eines Index wurde der "German Index of Socioeconomic Deprivation" (GISD) durch das RKI erstellt (71). Wie der GIMD nutzt der GISD auch Indikatoren aus den drei Domänen Bildung, Beruf und Einkommen zur Indexbildung. Im Gegensatz zum GIMD ermöglicht der GISD auch die genauere Analyse von sozioökonomischen Daten als Domäne im Index. Ein höherer GISD bedeutet eine schlechtere sozioökonomische Situation der Region. Michalski et al. (2022) konnten in ihrer Analyse zeigen, dass Regionen im Nordosten und Osten Deutschlands eher eine höhere Deprivation und Regionen im Süden eine niedrige Deprivation aufwiesen (s. Abb. 3) (102). Informationen der INKAR Datenbank (Indikatoren und Karten zur Raum- und Stadtentwicklung) wurden hier zur Bildung des GISD verwendet (102).

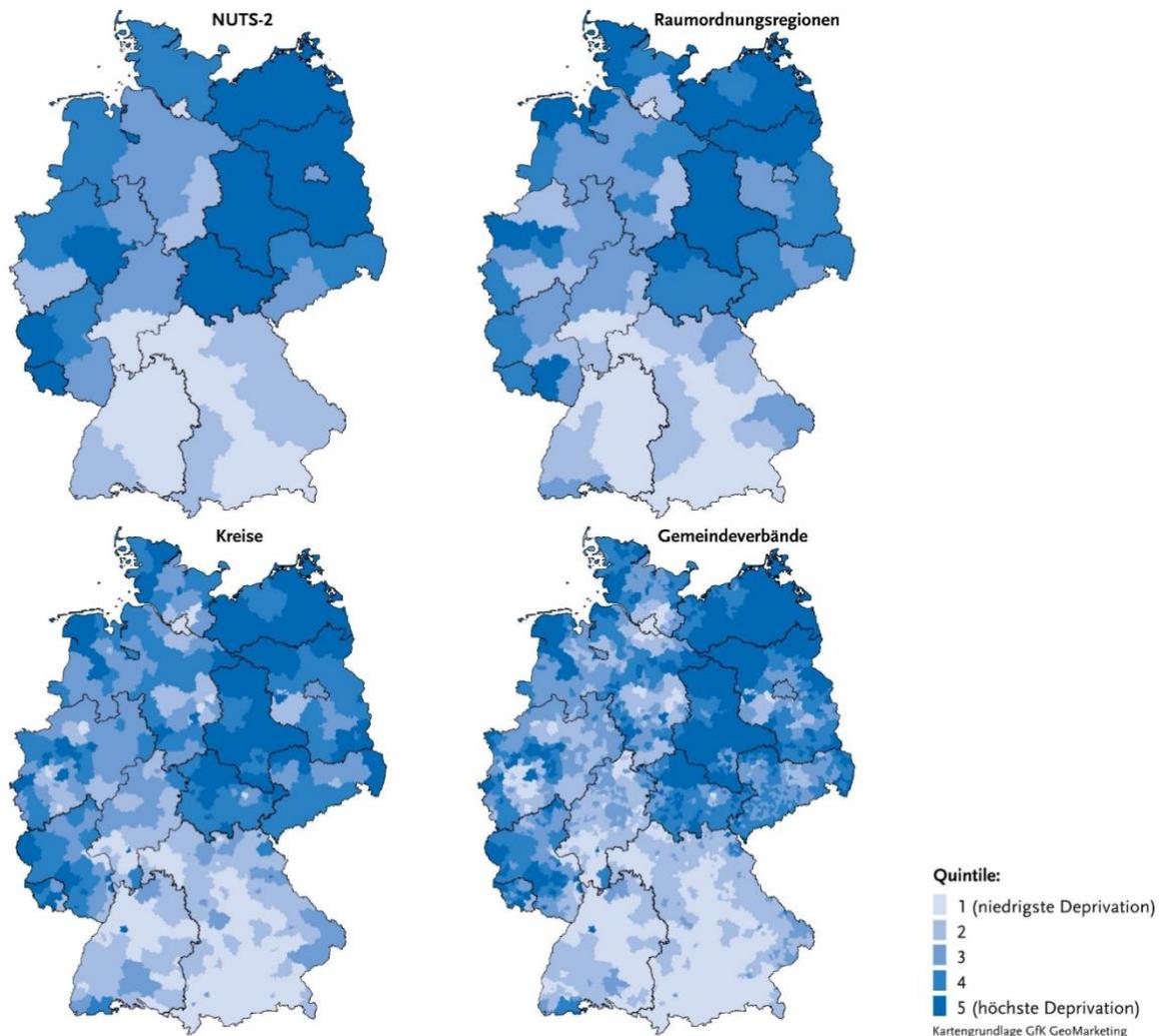


Abb. 3: Regionale sozioökonomische Deprivation (in Quintilen) auf verschiedenen räumlichen Ebenen in Deutschland im Jahr 2019 (102)

NUTS-2=Nomenclature des unités territoriales statistiques; Statistische Regionen nach Vorgaben der Europäischen Union

2.4 Statistische Analysen

2.4.1 Deskription

Zuerst erfolgte die Deskription der Variablen. Die Beschreibung der Studienpopulation erfolgte anhand von kategorialen (z.B. Geschlecht) und stetigen Variablen (z.B. Alter), zuerst ohne und dann mit Stratifizierung nach Region. Diese Variablen (kategorial und stetig) wurden als Prozess- und Ergebnisindikatoren (manifeste Variablen) und assoziierte Variablen (Confounder) in der Statistik erfasst. Kategoriale Variablen der Prozessindikatoren umfassen die Teilnahme an Diabetesschulungen, Besitz eines

Diabetikerpasses, Durchführung von Augenhintergrund- und Fußkontrollen in den letzten 12 Monaten, regelmäßige HbA1c-Bestimmung und Blutzuckerselbstkontrolle, Einnahme von Antihypertensiva und Einnahme von Statinen oder lipidsenkender Medikation. Kategoriale Variablen der Ergebnisindikatoren beinhalten Rauchstatus, Blutzuckerentgleisung mit notwendiger ärztlicher Versorgung und akute Über- und Unterzuckerung in den letzten 12 Monaten, diabetische Augen-, Nerven-, Fuß- und Nierenerkrankung, Amputationen und Herzkomplikationen im Rahmen des Diabetes sowie das Fehlen von Diabeteskomplikationen. Geschlecht, Diabetesdauer, individueller SES und Region sind kategoriale Variablen der Confounder. Zu den stetigen Variablen der Confounder zählt das Alter. Stetige Variablen der Ergebnisindikatoren sind die Blutdruckklasse und das Erreichen des HbA1c-Ziels sowie des individuellen HbA1c-Ziels unter Berücksichtigung von Komorbiditäten. Als Anzahl und Prozentwert an der Grundgesamtheit wurden die Ausprägungen dieser kategorialen Variablen dargestellt. Stetige Variablen wurden anhand des Mittelwertes und der Standardabweichung beschrieben. Nach Region stratifizierte Variablen wurden in ihrer Häufigkeit je Ort angegeben.

2.4.2 Regressionsmodelle

Mithilfe von Poisson-Regressionen mit robuster Fehlervarianz wurden anschließend die Zusammenhänge von Prozess- und Ergebnisindikatoren mit den Versorgungsindikatoren analysiert. Diese wurden schrittweise nach Confoundern adjustiert und die Prevalence Ratios geschätzt. Aufgrund der Datenstruktur des DEGS-Datensatzes kommen die meisten Beobachtungen aus den Jahren 2009-2011, sodass alle Analysen im Querschnitt durchgeführt wurden.

Insgesamt handelt es sich um 3 Modelle. Im ersten Modell wurden die Haupteinflussfaktoren (regionale Deprivation, Ärztedichte von DMP-Ärzten, Internisten und Hausärzten) einzeln betrachtet (s. Tabelle 9). Anschließend wurde jeweils für Alter, Geschlecht, Region, Diabetesdauer und individueller SES im zweiten Modell adjustiert (s. Tabelle 10). Die Ergebnisse der Confounder finden sich im dritten Modell (s. Tabelle 11). Bei den adjustierten Modellen wurden Hausärzte und Internisten zusammengefasst, da diese häufig zusammen in Gemeinschaftspraxen arbeiten und in der T2DM Versorgung nicht scharf getrennt werden können.

3 Ergebnisse

3.1 Charakteristika der Studienpopulation

In unserer Studie wurden insgesamt 659 Personen eingeschlossen, die im Fragebogen angaben, an T2DM erkrankt zu sein. Diese Zahl wurde durch Arztangabe und etwaige Medikamenteneinnahme bestätigt. Fast die Hälfte der Teilnehmenden ist weiblich, das Durchschnittsalter beträgt 63 Jahre (s. Tabelle 8: Charakteristika der Studienpopulation). Fast alle Personen haben eine deutsche Staatsangehörigkeit, 34% der Personen stammen aus Ostdeutschland, die durchschnittliche Diabetesdauer beträgt 10 ± 9 Jahre. 37,18% nahmen im Untersuchungsjahr 2011 teil, der Hauptteil (33,60%) ist bei der AOK versichert. Knapp 60% der Personen gaben an, einem mittleren sozioökonomischen Status (SES) anzugehören. 5 von 6 Personen betreiben weniger als 2,5h pro Woche Sport. 40% führen keine regelmäßige Blutzuckerselbstkontrolle durch, fast alle lassen den HbA1c-Wert regelmäßig bestimmen. Die Hälfte der Personen besitzt einen Diabetikerpass, 36,31% nehmen regelmäßig am DMP-Programm teil.

Tabelle 8: Charakteristika der Studienpopulation

Merkmale der Studienpopulation	Gesamte Studienpopulation	Fehlende Angaben
sample size, n (T2DM Selbstangabe)	659	0
Geschlecht weiblich	315 (47.80%)	0
Alter (in vollendeten Lebensjahren) (mean \pm SD)	63.0	0
Staatsangehörigkeit: Deutsch	634 (96.35%)	1
Wohnsitz: Ostdeutschland	221 (33.54%)	0
Muttersprache: Deutsch	610 (94.28%)	12
Typ-2 Diabetes	659 (100%)	0
Diabetesdauer (Jahre seit Erstdiagnose) (mean \pm SD)	10.1	14
Body-Mass-Index [kg/m ²] (mean \pm SD)	30.8	87
Sozioökonomischer Status (SES)		
Niedrig	150 (23.22%)	13
Mittel	386 (59.75%)	
Hoch	110 (17.03%)	
Krankenversicherung in 7 Kategorien		
AOK	212 (33.60%)	28
EKK	204 (32.33%)	
BKK	76 (12.04%)	
IKK	50 (7.92%)	
Sonst. GKV	38 (6.02%)	
PKV und/oder Beihilfe	50 (7.92%)	
Rest	1 (0.16%)	

Fortsetzung Tabelle 8: Charakteristika der Studienpopulation

Merkmale der Studienpopulation	Gesamte Studienpopulation	Fehlende Angaben
Blutdruckklassen n. ESH2007		
Optimal (< 120/< 80)	163 (28.40%)	85
Normal (sys < 130/diast < 85)	138 (24.04%)	
Hoch Normal (sys 130-139/diast 85-89)	110 (19.16%)	
Grad 1 hyperton (sys 140-159/diast 90-99)	137 (23.87%)	
Grad 2 hyperton (sys 160-179/ diast 100-109)	21 (3.66%)	
Grad 3 hyperton (sys >= 180/diast >= 110)	5 (0.87%)	
Jemals Fettstoffwechselstörung (Arzt Diagnose)	351 (55.89%)	31
Jemals koronare Herzkrankheit (Arzt Diagnose)	130 (21.74%)	61
Jemals Herzinfarkt (Arzt Diagnose)	82 (13.33%)	44
Jemals Schlaganfall (Arzt Diagnose)	49 (7.97%)	44
Diabetes: Zurzeit ärztl. Versorgung	489 (78.24%)	34
Diabetes:		
Zurzeit Beh. mit Diät	236 (37.88%)	36
Zurzeit Beh. mit Insulin	145 (23.24%)	35
Zurzeit Beh. mit Tabletten	357 (57.21%)	35
Zurzeit keine Beh.	116 (18.59%)	35
Folgeerkrankungen des Diabetes		
Diabetische Nierenerkrankung	15 (2.50%)	59
Diabetische Augenerkrankung	54 (9.34%)	81
Diabetisches Nervenleiden	57 (9.47%)	57
Diabetischer Fuß	29 (4.66%)	37
Herzkomplikationen d. Diabetes	18 (3.12%)	82
Amputation wg. Diabetes	5 (0.80%)	34
Krankenhausaufenthalt i.d.l. 12 Mon.	155 (25.33%)	47
Dauer körp. Aktivität >= 2.5 Std./Woche	101 (16.32%)	40
AUDIT-C: Alkoholkonsum Kategorien		
Nie-Trinker	116 (19.14%)	53
Moderat	357 (58.91%)	
Risikokonsum	133 (21.95%)	
Rauchstatus in 3 Kategorien		
(Gelegenheits-) Raucher	123 (19.04%)	13
Exraucher	259 (40.09%)	
Nieraucher	264 (40.87%)	
HbA1c in Kategorien		
< 6,3%	239 (42.00%)	90
>= 6,3%	330 (58.00%)	
Cholesterin gesamt in Kategorien		
< 200 mg/dl	310 (54.39%)	89
200 - < 250 mg/dl	196 (34.39%)	
250 - < 300 mg/dl	54 (9.47%)	
>= 300 mg/dl	10 (1.75%)	

Angaben in Anzahl und (%), mean=Mittelwert, SD=Standardabweichung, AUDIT-C=Alcohol Use Disorders Identification Test, HbA1c=Hämoglobin A1c; T2DM=Typ-2-Diabetes mellitus

3.2 Ergebnisse der Analysen

Die Ergebnisse unserer Analysen finden sich in den Tabellen 9, 10 und 11. Tabelle 9 beschreibt die Ergebnisse des univariaten Modells. Das multivariate Modell beschreibt Ergebnisse der Einflussfaktoren (adjustiert nach Confoundern, Hausärzte- und Internistendichte, GISD und DMP-Ärzten) und sind in Tabelle 10 zu finden. Tabelle 11 beinhaltet Ergebnisse der Effektgrößen der Confounder, adjustiert nach DMP-, Internisten- und Hausärzten. Im Folgenden werden die Ergebnisse nach Variablen sortiert dargestellt.

Hinsichtlich der Versorgungsindikatoren ist im univariaten Modell eine höhere regionale Hausärztedichte mit einer zu 40% geringeren Wahrscheinlichkeit, einen Diabetikerpass zu besitzen, assoziiert (PR=0,60; 95%-KI: 0,45-0,81), jedoch auch mit einem fast 15% häufigeren Erreichen des HbA1c-Ziels (PR=1,14; 95%-KI: 1,01-1,27), verbunden. Im multivariaten Modell (adjustiert nach GISD, Internisten und Hausärzten) ist dieser Zusammenhang zwischen Hausarzttdichte und HbA1c-Ziel sogar bis zu 23% zu beobachten (PR=1,23; 95%-KI: 1,002-1,51).

Im selben Modell zeigt sich bei steigendem GISD eine erhöhte Wahrscheinlichkeit für normalen Blutdruck (PR=1,08; 95%-KI: 1,02-1,16). Im multivariaten Modell (adjustiert nach Confoundern, GISD und DMP-Ärzten) zeigt sich bei steigendem GISD ein vermindertes Erreichen des HbA1c-Ziels (PR=0,98; 95%-KI: 0,95-0,9996). Im univariaten Modell lässt sich bei steigendem GISD ein vermehrter Diabetikerpassbesitz (PR=1,06; 95%-KI: 1,03-1,09) und eine höhere Wahrscheinlichkeit für keine akute Überzuckerung (PR=1,01; 95%-KI: 1,002-1,02) beobachten. Es ergaben sich keine signifikanten Zusammenhänge zwischen der DMP-Ärztendichte, der Internistendichte und Prozess- und Ergebnisindikatoren in beiden Hauptmodellen. Erhöhte Diabetesdauer zeigt keine Assoziation mit akuter Überzuckerung in beiden Hauptmodellen.

Bei den Confoundern im Modell DMP-Ärztendichte ist steigendes Alter mit erhöhter Wahrscheinlichkeit für Augen- und Fußkontrollen (PR=1,01; 95%-KI: 1,004-1,02), (PR=1,01; 95%-KI: 1,001-1,01), für Diabeteskomplikationen (Referenzkategorie: keine Diabeteskomplikationen, PR=0,99; 95%-KI: 0,99-0,999), Besitz eines Diabetikerpasses (PR=1,02; 95%-KI: 1,01-1,03), Einnahme von Lipidsenkern (PR=1,02; 95%-KI: 1,01-1,03) und verändertem Blutdruck (Referenzkategorie: normaler Blutdruck, PR=0,99; 95%-KI: 0,98-0,996) assoziiert.

Hinsichtlich der Confounder im Modell Hausärzte- und Internistendichte zeigt sich ebenfalls mit steigendem Alter eine erhöhte Wahrscheinlichkeit für Augenkontrolle (PR=1,01; 95%-KI: 1,01-1,02), Diabetikerpassbesitz (PR=1,02; 95%-KI: 1,01-1,03), veränderten Blutdruck (Referenzkategorie: normaler Blutdruck, PR=0,986; 95%-KI: 0,98-0,99), Lipidsenkereinnahme (PR=1,03; 95%-KI: 1,01-1,04), Erreichen des HbA1c-Ziels (PR=1,004; 95%-KI: 1,0004-1,008) und Diabeteskomplikationen (Referenzkategorie: keine Diabeteskomplikationen, PR=0,99; 95%-KI: 0,99-0,996). Es fanden sich keine Assoziationen zwischen Alter und Fußkontrolle in diesem Modell. Im Confoundermodell DMP-Ärztendichte war kein Zusammenhang zwischen Alter und HbA1c-Ziel sichtbar. Bei metrischen Variablen scheinen die Effektschätzer klein, da hier nur eine Änderung um ein Jahr betrachtet wird. Werden 10 Jahre betrachtet, wäre die Effektgröße stärker. Da Alter eine metrische Variable ist, erscheinen die Effektgrößen klein, sind aber doch deutlich.

In beiden Confoundermodellen (Modell Hausärzte- und Internistendichte/Modell DMP-Ärztendichte) ist steigende Diabetesdauer mit häufigerer Blutzuckermessung (PR=1,02; 95%-KI: 1,01-1,02)/(PR=1,01; 95%-KI: 1,003-1,02), höherem Diabetikerpassbesitz (PR=1,02; 95%-KI: 1,01-1,03)/(PR=1,01; 95%-KI: 1,003-1,02) und häufigerer Diabeteserschulung (PR=1,02; 95%-KI: 1,01-1,03)/(PR=1,01; 95%-KI: 1,01-1,02) verbunden. Zusätzlich lassen sich auch eine höhere Einnahme von lipidsenkender Medikation (PR=1,01; 95%-KI: 1,002-1,03)/(PR=1,01; 95%-KI: 1,001-1,03), vermehrte Diabeteskomplikationen, Referenzkategorie: keine Diabeteskomplikationen (PR=0,98; 95%-KI: 0,96-0,99)/(PR=0,97; 95%-KI: 0,96-0,98), häufiger akute Unterzuckerung, Referenzkategorie: keine akute Unterzuckerung (PR=0,99; 95%-KI: 0,98-0,996)/(PR=0,99; 95%-KI: 0,99-0,996) und vermindertes Erreichen des HbA1c-Ziels (PR=0,995; 95%-KI: 0,99-0,999)/(PR=0,995; 95%-KI: 0,99-0,999) feststellen.

Eine um 25% höhere Wahrscheinlichkeit für Diabeteskomplikationen lässt sich bei Männern im DMP-Ärztendichtemodell beobachten (Referenzkategorie: keine Diabeteskomplikationen, PR=0,75; 95%-KI: 0,65-0,88), außerdem nehmen sie zu fast 35% häufiger Lipidsenker ein als Frauen (PR=1,34; 95%-KI: 1,03-1,75). Im Hausärzte- und Internistendichtemodell zeigen Männer mit fast 20% eine höhere Wahrscheinlichkeit für Diabeteskomplikationen (Referenzkategorie: keine Diabeteskomplikationen, PR=0,83; 95%-KI: 0,71-0,98). Ein Zusammenhang zwischen Geschlecht und Lipidmitteleinnahme konnte, im Vergleich zum Modell DMP-Ärztendichte, in diesem Modell nicht beobachtet werden.

Bezüglich des individuellen SES konnten im Modell DMP-Ärztendichte folgende Ergebnisse gezeigt werden: Ein niedriger SES ist bis zu 25% weniger assoziiert mit Blutzuckermessung und Diabetesschulung (PR=0,78; 95%-KI: 0,63-0,955), (PR=0,76; 95%-KI: 0,59-0,97). Ein mittlerer SES zeigt mit einer Prevalence Ratio von 0,69 eine verminderte Lipidsenkereinnahme (95%-KI: 0,49-0,98).

Neben individuellen Faktoren sind regionale Faktoren in den Modellen signifikant mit Prozess- und Ergebnisindikatoren assoziiert. Der Osten zeigt im Vergleich zum Westen einen knapp 80% höheren Diabetikerpassbesitz (PR=1,78; 95%-KI: 1,44-2,20), das HbA1c-Ziel wird ebenfalls mit fast 20% häufiger erreicht (PR=1,17; 95%-KI: 1,03-1,33). Im Gegensatz dazu lässt sich im Modell Hausärzte- und Internistendichte, im Osten eine knapp 50% höhere Wahrscheinlichkeit beobachten, einen Diabetikerpass zu besitzen (PR=1,48; 95%-KI: 1,14-1,93). Keine Zusammenhänge gibt es zwischen SES und Prozess- oder Ergebnisindikatoren. Ebenfalls zeigt sich keine Assoziation bei mittlerem SES und Lipidsenkereinnahme und kein Zusammenhang zwischen der Region Osten und Erreichen des HbA1c-Ziels.

Nicht signifikante Ergebnisse der Confounder werden zur besseren Übersicht als Supplement im Anhang gezeigt (s. Tabelle 12).

Tabelle 9: Ergebnisse der univariaten Modelle (Einfluss der Versorgungsindikatoren auf Prozess- und Ergebnisindikatoren), Zahlen der Rohmodelle

Einflussfaktor	GISD*		Hausärztedichte**		Internistendichte		DMP-Ärztedichte	
	PR	KI	PR	KI	PR	KI	PR	KI
Prozessindikatoren								
Augenkontrolle	0,9991	0,9860-1,0125	1,1008	0,9778-1,2394	1,2377	0,8971-1,7076	1,0163	0,9551-1,0815
Fußkontrolle	0,9939	0,9816-1,0063	1,0135	0,9118-1,1265	1,1813	0,8057-1,7321	1,0235	0,9567-1,0950
Blutzuckermessung	0,9882	0,9648-1,0122	1,1509	0,9233-1,4346	0,6859	0,3429-1,3722	0,9859	0,8884-1,0942
Diabetikerpass	1,0601	1,0324-1,0886	0,6017	0,4482-0,8076	0,4480	0,1910-1,0511	0,9645	0,8533-1,0903
Diabetesschulung	0,9988	0,9745-1,0237	0,9361	0,7362-1,1903	1,0176	0,5120-2,0224	1,0368	0,9208-1,1675
Einnahme Lipidsenker	0,9996	0,9624-1,0382	1,0739	0,7405-1,5575	1,1235	0,3782-3,3377	0,8870	0,7471-1,0531
Ergebnisindikatoren								
Normaler Blutdruck	1,0013	0,9711-1,0325	0,9103	0,6759-1,2260	0,6436	0,2675-1,5487	0,9040	0,7895-1,0351
HbA1c-Ziel erreicht	0,9916	0,9788-1,0046	1,1350	1,0126-1,2721	0,9496	0,5856-1,5397	1,0335	0,9741-1,0966
Keine Diabeteskomplikationen	1,0036	0,9811-1,0265	0,8527	0,6839-1,0647	0,7280	0,3807-1,3920	0,9918	0,8899-1,1055
Keine akute Unterzuckerung	0,9980	0,9867-1,0094	1,0131	0,9086-1,1297	0,9384	0,6625-1,3294	0,9937	0,9479-1,0418
Keine akute Überzuckerung	1,0101	1,0020-1,0183	0,9515	0,8677-1,0434	1,0924	0,8313-1,4354	0,9720	0,9391-1,0061

*GISD: eine Änderung der Effektgröße um 1 bedeutet eine Änderung des GISD um 10 Punkte

**Hausärzte-/Internisten-/DMP-Ärztedichte: eine Änderung der Effektgröße um 1 bedeutet eine Änderung der Dichte um 10 pro 100.000 Einwohner

GISD=German Index of Socioeconomic Deprivation; PR=Prevalence Ratio; KI=Konfidenzintervall

Tabelle 10: Ergebnisse der multivariaten Modelle (Einfluss der Versorgungsindikatoren auf Prozess- und Ergebnisindikatoren)

Einflussfaktor	Modell Hausärzte- und Internistendichte, adjustiert für Confounder*						Modell DMP-Ärztendichte, adjustiert für Confounder			
	GISD**		Hausärztedichte***		Internistendichte		GISD		DMP-Ärztendichte	
	PR	KI	PR	KI	PR	KI	PR	KI	PR	KI
Prozessindikatoren										
Augenkontrolle	0,9880	0,9608-1,0158	1,0292	0,8624-1,9428	1,1221	0,7283-1,7288	0,9975	0,9731-1,0226	1,0141	0,9487-1,0840
Fußkontrolle	0,9760	0,9417-1,0116	0,9037	0,6956-1,1740	1,4100	0,7447-2,6694	0,9829	0,9560-1,0106	1,0010	0,9337-1,0731
Blutzuckermessung	0,9862	0,9336-1,0417	1,2976	0,8689-1,9606	0,4168	0,1339-1,2975	0,9715	0,9299-1,0150	0,9536	0,8467-1,0739
Diabetikerpass	0,9960	0,9320-1,0645	0,7855	0,4749-1,2993	0,5929	0,1386-1,8183	0,9862	0,9438-1,0304	0,9500	0,8326-1,0838
Diabetesschulung	0,9992	0,9459-1,0556	0,8614	0,5846-1,2693	1,1553	0,4469-2,9865	1,0336	0,9908-1,0782	1,0885	0,9552-1,2405
Einnahme Lipidsenker	1,0018	0,9201-1,0907	1,0591	0,5774-1,9428	0,7814	0,1531-3,9886	0,9382	0,8737-1,0074	0,8387	0,6958-1,0109
Ergebnisindikatoren										
Normaler Blutdruck	1,0839	1,0145-1,1581	1,2414	0,7783-1,9798	0,4428	0,1199-1,6345	1,0103	0,9555-1,0682	0,9099	0,7879-1,0509
HbA1c-Ziel erreicht	0,9933	0,9660-1,0213	1,2288	1,0022-1,5066	0,6937	0,3557-1,3529	0,9749	0,9509-0,9996	1,0028	0,9381-1,0719
Keine Diabeteskomplikationen	1,0189	0,9683-1,0720	1,0814	0,7467-1,5662	0,7523	0,2941-1,9246	1,0035	0,9641-1,0446	0,9802	0,8755-1,0975
Keine akute Unterzuckerung	0,9865	0,9577-1,0161	0,9438	0,7623-1,1686	1,0922	0,6574-1,8146	0,9990	0,9787-1,0198	0,9923	0,9406-1,0467
Keine akute Überzuckerung	1,0019	0,9828-1,0214	0,9674	0,8395-1,1148	1,1674	0,7810-1,7448	1,0054	0,9929-1,0180	0,9843	0,9499-1,0199

*Confounder: Alter, Geschlecht, Diabetesdauer, Region, SES (individueller sozioökonomischer Status aus DEGS1)

**GISD (German Index of Socioeconomic Deprivation): eine Änderung der Effektgröße um 1 bedeutet eine Änderung des GISD um 10 Punkte

***Hausärzte-/Internisten-/DMP-Ärztendichte: eine Änderung der Effektgröße um 1 bedeutet eine Änderung der Dichte um 10 pro 100.000 Einwohner

GISD=German Index of Socioeconomic Deprivation; PR=Prevalence Ratio; KI=Konfidenzintervall

Tabelle 11: Effektgrößen der Confounder der multivariaten Modelle (Einfluss der Versorgungsindikatoren auf Prozess- und Ergebnisindikatoren adjustiert für Confounder)

Modell Hausärzte- und Internistendichte, adjustiert für Confounder*												
Confounder	Alter		Geschlecht (m vs. w)		Diabetesdauer		SES (niedrig vs. hoch)		SES (mittel vs. hoch)		Region (Ost vs. West)	
	PR	KI	PR	KI	PR	KI	PR	KI	PR	KI	PR	KI
Prozessindikatoren												
Augenkontrolle	1,0126	1,0062-1,0191										
Fußkontrolle												
Blutzuckermessung					1,0149	1,0060-1,0239						
Diabetikerpass	1,0199	1,0099-1,0300			1,0189	1,0108-1,0270					1,4782	1,1352-1,9249
Diabetesschulung					1,0204	1,0121-1,0288						
Einnahme Lipidsenker	1,0262	1,0120-1,0406			1,0144	1,0019-1,0270						
Ergebnisindikatoren												
Normaler Blutdruck	0,9862	0,9782-0,9944										
HbA1c-Ziel erreicht	1,0044	1,0004-1,0084			0,9946	0,9892-0,9999						
Keine Diabeteskomplikationen	0,9914	0,9865-0,9964	0,8304	0,7059-0,9767	0,9746	0,9631-0,9862						
Keine akute Unterzuckerung					0,9899	0,9844-0,9955						
Keine akute Überzuckerung												

Fortsetzung Tabelle 11: Effektgrößen der Confounder der multivariaten Modelle (Einfluss der Versorgungsindikatoren auf Prozess- und Ergebnisindikatoren adjustiert für Confounder)

Modell DMP-Ärztedichte, adjustiert für Confounder*												
Confounder	Alter		Geschlecht (m vs. w)		Diabetesdauer		SES (niedrig vs. hoch)		SES (mittel vs. hoch)		Region (Ost vs. West)	
	PR	KI	PR	KI	PR	KI	PR	KI	PR	KI	PR	KI
Prozessindikatoren												
Augenkontrolle	1,0095	1,0035-1,0155										
Fußkontrolle	1,0053	1,0008-1,0098										
Blutzuckermessung					1,0112	1,0034-1,0191	0,7758	0,6302-0,9551				
Diabetikerpass	1,0192	1,0107-1,0279			1,0105	1,0027-1,0183					1,7770	1,4357-2,1995
Diabetesschulung					1,0145	1,0066-1,0223	0,7596	0,5924-0,9739				
Einnahme Lipidsenker	1,0196	1,0066-1,0328	1,3398	1,0275-1,7470	1,0128	1,0012-1,0246			0,6881	0,4859-0,9745		
Ergebnisindikatoren												
Normaler Blutdruck	0,9882	0,9807-0,9957										
HbA1c-Ziel erreicht					0,9947	0,9895-0,9999					1,1714	1,0344-1,3266
Keine Diabeteskomplikationen	0,9939	0,9889-0,9988	0,7541	0,6454-0,8810	0,9729	0,9618-0,9841						
Keine akute Unterzuckerung					0,9903	0,9849-0,9957						
Keine akute Überzuckerung												

*Confounder: Alter, Geschlecht, Diabetesdauer, Region, SES (individueller sozioökonomischer Status aus DEGS1)

PR=Prevalence Ratio; KI=Konfidenzintervall; SES=Sozioökonomischer Status; m=männlich; w=weiblich; vs.=versus

4 Diskussion

4.1 Erklärungsansätze und Vergleich mit anderen Studienergebnissen

Die Daten weisen im Hinblick auf Prozess- und Ergebnisindikatoren in der Diabetesversorgung auf regionale Unterschiede bei der medikamentösen Behandlung sowie bei der Prävention und Reduktion von Komplikationen hin. Hinsichtlich der Versorgungsindikatoren findet sich insbesondere ein Zusammenhang zwischen Hausarztichte und Stoffwechseleinstellung und dem Besitz eines Diabetikerpasses. Schwache Zusammenhänge finden sich bei der Regionalen Deprivation und Diabetesversorgung und Confoundern wie Alter, Diabetesdauer, Ost versus West. Insgesamt gibt es noch wenig Daten zu Langzeitergebnissen der Diabetesversorgung in Deutschland unter Betrachtung relevanter Diabetes- und Versorgungsindikatoren. Die meisten vorherigen Studien, die diabetesspezifische Indikatoren untersuchen, sind auf die Primärversorgung beschränkt oder beschreiben populationsbasierte Verhältnisse (29, 103). Folgend werden die Ergebnisse der vorliegenden Analyse mit Ergebnissen anderer Studien verglichen und Gemeinsamkeiten und Unterschiede untersucht.

Vergleicht man die Ergebnisse mit der Metaanalyse von Grintsova et al. (2014), so konnte ebenfalls wie in der Mehrheit der 21 untersuchten Studien gezeigt werden, dass ein niedriger SES und regionale Deprivation mit schlechterer Diabetesversorgung (im Sinne von definierten Prozess- und Outcomeindikatoren) assoziiert sind. Ziel der Analyse war, anhand der verfügbaren Studienlage, den Einfluss von individuellem SES und regionaler Deprivation auf die Gesundheitsversorgung von Personen mit T2DM zu untersuchen. Die Vorauswahl der eingeschlossenen Studien, nach definierten Indikatoren zur Messung der Diabetesversorgung, die ebenfalls in unserer Studie genutzt werden, macht die Ergebnisse gut vergleichbar. Gemeinsamkeiten bestehen in der glykämischen Kontrolle (Blutdruckwerte höher bei niedrigem SES, seltener erreichtes HbA1c-Ziel bei steigendem GISD), in der verminderten Lipidkontrolle und vermehrten Diabeteskomplikationen (22). Höhere HbA1c-Werte und eine höhere Anzahl von Akut- und Spätkomplikationen im Zusammenhang mit niedrigerem SES konnten in anderen Studien verzeichnet werden, die in der Metaanalyse von Grintsova et al. eingeschlossen wurden (23, 26, 45, 104). Im Gegensatz zu der Mehrheit der Studien in der Metaanalyse, zeigte sich bei uns, dass steigender GISD, also vermehrte regionale Deprivation, mit einer höheren Quote für

normalen Blutdruck assoziiert war. Auch bei einer Studie in der Analyse von Grintsova et al. gab es Ausnahmen: In deprivierten Regionen wurden vermehrt Hausarztconsultationen beobachtet. Unterschiede sind darauf zurückzuführen, dass die verglichenen Studien in der Größe der Studienpopulation, der Studienregion und dem Studiendesign variieren. Zur Beschreibung der regionalen Deprivation wurden beispielsweise verschiedene Scores verwendet, wie der IMD (Index of multiple Deprivation) oder der Townsend Score. Der individuelle SES wurde anhand des Bildungsgrades oder des Haushaltseinkommens per Kopf erhoben. Außerdem wurde in einigen Studien die regionale Deprivation stellvertretend für den individuellen SES genutzt. Zwei deutsche Studien aus der Analyse von Grintsova et al. lieferten Ergebnisse bezüglich niedrigem individuellen SES und gemessener Blutglukosespiegel (23, 26). Bäß et al. (2012) beobachteten, dass Personen mit T2DM mit niedrigerem SES, im Vergleich zu Personen mit höherem SES, einen höheren HbA1c aufwiesen (26). Reisig et al. (2007) zeigten zusätzlich, dass das HbA1c-Ziel bei niedrigem SES seltener erreicht wurde (23). Der soziale Status von 940 Patienten mit T1- oder T2DM einer Universitätsambulanz wurde in diesem Studienmodell von Bäß et al. anhand eines Fragebogens erfasst. Es wurde nach Bildung, höchstem erreichten beruflichen Status und Haushaltsnettoeinkommen gefragt. Die Qualität der Diabetesversorgung wurde anhand HbA1c, BMI und Blutdruck ermittelt. Nach einem Follow-up von 6 Jahren, in dem T2DM Behandlung und strukturierte Bildung durchgeführt wurden, waren keine Unterschiede mehr bezüglich des HbA1c-Wertes und des sozialen Status zu beobachten. Lediglich der BMI veränderte sich nicht. In unserer Studie fand sich keine signifikante Assoziation zwischen niedrigem individuellen SES und HbA1c-Ziel, jedoch waren die Diabeteskomplikationen um 18% höher, es wurde weniger häufig der Blutzucker gemessen und seltener eine Diabetesschulung durchgeführt. Auffallend war die Assoziation zwischen mittlerem SES und geringerer Lipidsenkereinnahme im multivariaten Modell adjustiert nach Confoundern, GISD und DMP-Ärzten. Icks et al. (2006) konnten in ihrer Studienpopulation, bestehend aus 149 Personen mit T2DM aus der KORA-Studie, negative Zusammenhänge zwischen sozialem Status, Diabetesdauer und Prozess- und Ergebnisindikatoren beobachten. Diese Assoziationen waren jedoch bis auf Diabetesdauer und höhere HbA1c-Werte nicht signifikant, wahrscheinlich aufgrund der geringen Fallzahl (21). In unseren Ergebnissen sahen wir ebenfalls, dass Diabeteskomplikationen mit steigendem Alter und Erkrankungsdauer korrelieren. Viele Variablen waren nicht oder nur schwach signifikant, hier kann ebenfalls eine zu geringe Studienpopulation der Grund sein.

Unsere Ergebnisse haben außerdem gezeigt, dass in Regionen mit höherer Deprivation HbA1c-Ziele weniger häufig erreicht wurden. Diese Erkenntnisse decken sich ebenfalls mit Ergebnissen aus der Analyse von Grintsova et al. Dort konnten verschiedene Studien diesen Zusammenhang signifikant nachweisen, allerdings stammen die Daten von Studienpopulationen anderer Regionen Europas (46, 49, 105–107). Zwei Studien analysierten Daten im Vereinigten Königreich (UK) (46, 49). So zeigten Bebb et al., dass Personen, die in Praxen in Regionen mit höherer Deprivation behandelt wurden, höhere HbA1c-Werte aufwiesen. Analysiert wurden 1523 Personen aus 42 Allgemeinarztpraxen in Nottingham (46). Hippisley-Cox et al. analysierten 237 Allgemeinpraxen und 54180 Personen mit T2DM und beobachteten ebenfalls, dass Individuen in Praxen aus niedriger Deprivation, weniger häufig HbA1c-Messungen und HbA1c-Werte von $< 7,5\%$ oder $< 10\%$ aufwiesen. Im Gegensatz zu unserer Studie konnte gezeigt werden, dass zusätzlich zu dem weniger häufig erreichten HbA1c-Ziel, klinische Parameter (wie z.B. Kontrollen für Mikroalbuminurie oder Augenkontrollen) seltener gemessen wurden (49). Ebenso fand eine Analyse von Daten aus Spanien, dass Personen in höherer regionaler Deprivation höhere LDL- und HbA1c-Werte aufwiesen (106). James et al. (2012) (105) und Wilf-Miron et al. (2010) (107) zeigten ebenfalls Assoziationen zwischen höheren HbA1c-Werten, schlechterer Diabeteskontrolle und höherer regionaler Deprivation.

Im Gegensatz dazu wurden in anderen Studien häufigere Arztkontakte in vermehrt deprivierten Regionen verzeichnet (106). Das Follow-up war optimaler, je höher die Deprivation (107). In unseren Ergebnissen haben wir gesehen, dass ein steigender GISD, also vermehrte regionale Deprivation, mit weniger akuten Überzuckerungen und einer höheren Wahrscheinlichkeit für normalen Blutdruck assoziiert war. Eine mögliche Erklärung hierfür kann die häufigere Kontrolle klinischer Parameter sein, die notwendig wird, wenn der Diabetes schlechter einzustellen ist. Dass die Diabetesprävalenz höher und gegebenenfalls auch die Therapieadhärenz niedriger bei höherer Deprivation ausfällt, ist in verschiedenen Studien gut belegt (8, 104, 108, 109). Diese Ergebnisse weisen darauf hin, dass eine bessere Betreuung, Behandlung, ein besseres Verlaufsmonitoring durch höhere Ärztedichte möglicherweise Faktoren für ein besseres Therapieoutcome darstellen. Regelmäßige Untersuchungen steigern die Wahrscheinlichkeit für Maßnahmen, die Personen mit Diabetes selbst durchführen können, wie z.B. Fußpflege (110). Weitere Studien zeigten, dass medizinische Empfehlungen, wie die Einnahme von Medikamenten bei einer besseren Arzt-Patienten Beziehung, häufiger befolgt wurden und Teilnehmer mit

diabetesbedingten Komplikationen berichteten über ein höheres Niveau an medizinischen Untersuchungen und multiprofessioneller Betreuung (110). Die Teilnahme an DMP-Programmen, mit regelmäßigen Praxisuntersuchungen, ist mit einer signifikanten Erhöhung der Prozessqualität und der Versorgung verbunden. Auch aus Sicht der Personen mit Diabetes verbessert das DMP-Programm die Prozessqualität medizinischer Versorgung (66).

Die niedrigere Quote des Besitzes eines Diabetikerpasses trotz höherer Hausärzte- und Internistendichte wird möglicherweise durch eine engmaschigere Betreuung durch den Arzt verursacht, die Behandlungsergebnisse und -ziele werden vorrangig in elektronischer Akte erfasst. Eventuell ist auch die Compliance von Personen mit Diabetes gegenüber einem Pass verringert, da dieser zu jedem Termin mitgenommen werden muss (oder möglicherweise auch öfters vergessen wird, weshalb eine elektronische Erfassung effizienter erscheint). Studien zu Langzeitergebnissen von Diabetikerpässen sind noch nicht vorhanden, hier wird in Zukunft noch weitere Forschung nötig sein. Eventuell bestehen hier auch Zusammenhänge zwischen Confoundern, die in unserer Studie nicht mit einbezogen worden sind. In allen Modellen ließ sich jedoch beobachten, dass die Wahrscheinlichkeit, einen Diabetikerpass zu besitzen, mit dem Alter und der Diabetesdauer stieg. Im Osten, wo auch das HbA1c-Ziel häufiger erreicht wurde, waren auch vermehrt Diabetikerpässe vorhanden. Auch die Diabetesprävalenz und die regionale Deprivation sind im Osten höher. Es könnte sein, dass durch die vermehrte Nutzung von Diabetikerpässen die HbA1c-Ziele häufiger erreicht werden. Weiterhin besteht die Möglichkeit, dass durch die erhöhte Prävalenz das Bewusstsein für die Relevanz von Diabetikerpässen im Osten höher ist. Insgesamt ist die Akzeptanz von Gesundheitspässen, auch bei anderen Erkrankungen, wenig ausgeprägt. Laut einer Studie zu Gesundheitspässen bei koronarer Herzkrankheit, war der Nutzungsgrad gering und auch bei Angehörigen sozial schwacher Schichten als Führungsinstrument nicht geeignet (111). In Befragungsergebnissen von Personen mit Diabetes der AOK Baden-Württemberg und der Kassenärztlichen Vereinigung in Südwürttemberg waren nur etwa die Hälfte der Befragten im Besitz eines Diabetikerpasses (112).

Die steigende Lipidsenkereinnahme bei Zunahme des Alters und der Diabetesdauer kann dadurch erklärt werden, dass sie, laut Leitlinien, oft zusammen mit ACE-Hemmern verschrieben werden, um das Risiko für mikro- und makrovaskuläre Komplikationen zu senken (18, 68).

Geschlechtsunterschiede bezüglich Behandlungsergebnis und Komplikationen konnten ebenfalls in mehreren Studien beobachtet werden. Männer zeigten schlechtere glykämische Kontrollen, weniger Arztkontakte und längere Rehabilitationszeiten als Frauen (113). Sie entwickelten im Schnitt 4 Jahre früher als Frauen eine diabetische Neuropathie (114). Biologische Unterschiede bezüglich verschiedenen Hormonen, die den Energiehaushalt, Körperfunktionen und inflammatorische Reaktionen beeinflussen, sowie psychosoziale Faktoren (Sozioökonomischer Status, Umwelt, Lifestyle) oder geschlechterspezifische Unterschiede im Inanspruchnahmeverhalten werden als Erklärung angeführt (113–115).

Die Regionale Deprivation ist assoziiert mit einem schlechteren Therapieergebnis. Hier findet sich möglicherweise ein Bezug zwischen niedriger Arztdichte, dadurch schlechterer Verlaufskontrolle und weniger Behandlungszeit. Kopetsch et al. (2018) konnten einen Zusammenhang zwischen erhöhtem medizinischen Bedarf bei gesteigerter regionaler Deprivation zeigen (116). Auch die Praxisgröße könnte hier Einfluss haben, sowie auch das Verhältnis zwischen Praxisgröße und Qualität der Versorgung. Bezüglich Versorgungsqualität von Personen mit T2DM in Arztpraxen und Praxisgröße bzw. regionaler Dichte und Verfügbarkeit in Deutschland ist die Studienlage rar. Die glykämische Kontrolle scheint weiterhin bei Personen mit höherer Diabetesdauer nicht ausreichend (28). In der Metaanalyse von Wolters et al. (2017) gab es Hinweise auf einen gut eingestellten HbA1c-Wert in Allgemeinarztpraxen und eine geringere Wahrscheinlichkeit für Krankenhausaufenthalte (117). Jedoch enthielt diese systematische Analyse keine Studien aus Deutschland. Bezüglich der Praxisgröße zeigten in Großbritannien große Praxen mit höheren Patientenzahlen die beste Versorgungsqualität auch nach Stratifizierung für Deprivation (50). Mit Ausnahme von Augenkontrolle und Neuropathietestung waren die Unterschiede zwischen kleinen und großen Praxen in Großbritannien gering. Bezüglich der intermediären Outcomevariablen HbA1c, Blutdruck und Cholesterin zeigten kleinere Praxen ebenso gute Ergebnisse wie große Praxen. Von einem negativen Versorgungseffekt durch regionale Deprivation waren kleinere Praxen stärker betroffen. Diese Ergebnisse sind jedoch mit der Versorgungslage in Deutschland nicht gut vergleichbar, da sich der National Health Service (NHS), das deutsche Gesundheitssystem und die Inanspruchnahme deutlich voneinander unterscheiden. Für Deutschland existieren derzeit keine vergleichbaren Studien zur Praxisgröße und Behandlungsqualität. Die in unserer Studie verwendeten Variablen liefern ebenfalls keine Informationen über die Praxisgröße. Weitere Forschung ist

notwendig, um zu eruieren, welchen Einfluss die Praxisdichte der Region und die individuelle Größe der Praxis auf die Versorgungsqualität nimmt.

Nicht nur die Dichte, sondern auch die Erreichbarkeit von medizinischer Versorgung ist ein weiterer wichtiger Aspekt. Zugang (access) ist von verschiedenen Faktoren abhängig. Dazu gehören strukturelle Eigenheiten der Region, Verfügbarkeit von Versorgungsangeboten, Möglichkeiten zur Inanspruchnahme von Leistungen und finanzielle Möglichkeiten der Regionen und des Individuums. Hinzu kommen die Akzeptanz und das Bewusstsein von Personen zur Nutzung der in der Umgebung verfügbaren Angebote (118, 119). Schlechterer hausärztlicher Zugang findet sich bei regionaler Benachteiligung (24) und Personen in ruralen Gebieten legen im Schnitt größere Entfernungen zur nächsten Arztpraxis zurück (25). Sprachbarriere, Ethnizität oder Angst vor dem Arztbesuch spielen z.B. als individuelle soziale und psychologische Faktoren zusätzlich eine Rolle, die die Inanspruchnahme von ärztlicher Versorgung beeinflussen können (120).

Weiterhin wurde in Studien gezeigt, dass eine strukturelle Benachteiligung mit einer höheren Diabetesprävalenz, unabhängig vom individuellen SES, assoziiert ist (13). Nach einer kanadischen Studie stand eine bewegungsfördernde Umgebung, „walkability“ (z.B. die Möglichkeit, Erledigungen des Alltags zu Fuß bewältigen zu können) in Zusammenhang mit verringerter Diabetesinzidenz und Adipositas Häufigkeit (121). Hier müsste in weiteren Studien auch die Verteilung der einzelnen Praxen in einer Region und die fußläufige Erreichbarkeit mithilfe von Kartografie und der Zusammenhang mit Therapieoutcomes genauer betrachtet werden. Diese strukturellen Benachteiligungen, die Risikofaktoren für T2DM sind, können auch weiterhin Faktoren sein, die das Behandlungsergebnis langfristig negativ beeinflussen. Regionale Deprivation ist ein weit gefasster Begriff. In diversen Studien konnte gezeigt werden, dass regionale Deprivation, auch unabhängig vom individuellen SES, auf Behandlungsergebnissen oder Erkrankungsprävalenzen wirkt (10, 13, 108). Verschiedene Gebiete weisen unterschiedliche Eigenschaften, Voraussetzungen und Risikofaktoren auf, wie zum Beispiel strukturelle Gegebenheiten, Umweltbedingungen, Teilhabemöglichkeiten oder Verfügbarkeit medizinischer Versorgung. Die regionale Deprivation ist daher mit den definierenden Aspekten des Zugangs (access) zu Versorgungsangeboten eng verknüpft. Bei der Erfassung regionaler Deprivation wird dabei nicht nur der Faktor Einkommen berücksichtigt, sondern auch die Dimensionen Beruf und Bildung, wie im German Index of Socioeconomic Deprivation (GISD), oder auch Umweltqualität, soziale Ressourcen, Versorgungsqualität, Einnahmen und Sicherheit der

Region, wie im German Index of Socioeconomic Deprivation (GIMD). Diese Dimensionen können jeweils Einfluss auf das alltägliche Leben der Bevölkerung und Behandlungsergebnisse nehmen. Der in unserer Studie berücksichtigte GISD beinhaltet zwar keine Informationen über die Bodenversiegelung, jedoch genaue Daten über Bildung, Beruf und Einkommen und ermöglicht daher genauere Aussagen über die sozioökonomische Situation der Region. Bezüglich der strukturellen Gegebenheiten der Region kann einerseits beispielsweise eine zu starke Bodenversiegelung der Grund sein, weshalb Personen weniger Wald für körperliche Betätigung (z.B. Joggen) haben, eine zunehmende Bodenversiegelung kann die Erreichbarkeit von Arztpraxen erhöhen oder Personen können Erledigungen des täglichen Bedarfs zu Fuß erledigen. Im Umkehrschluss kann eine zu niedrige Versiegelung den Zugang verringern (schlechtere Verkehrsanbindung, Notwendigkeit zum Fahren eines Autos). Fehlende soziale Ressourcen zur Teilhabe an Präventionsprogrammen oder körperlicher Betätigung tragen dazu bei (48). Schröder et al. (2018) beobachteten im Bezirk Waldshut in Baden-Württemberg, dass individueller Autoverkehr ein wichtiger Faktor für die Erreichbarkeit von medizinischer Versorgung in ruralen Gebieten darstellte. Zusätzlich gibt es Hinweise auf Assoziationen zwischen der T2DM Inzidenz und dem Vorhandensein von starkem Verkehr und Luftverschmutzung am Wohnort (122, 123). Andererseits kann auch eine höhere Rate von Arbeitslosigkeit dazu führen, dass sich Personen weniger gesunde Ernährung oder Fitness leisten können. Durch Analyse von 106 geographischen Einheiten der Städte Bochum, Essen und Mülheim in den Jahren 2000-2003, konnte ein Zusammenhang zwischen höherer Erwerbslosigkeit in einer Region und kardiovaskulären Risikofaktoren, wie Mangel an körperlicher Betätigung, Rauchen und Adipositas festgestellt werden (124). Zusammenfassend müssen, für die Ausprägung von gesundheitsrelevanten Verhaltensweisen, Risikofaktoren, Behandlungsmöglichkeiten und Steuerung von Behandlungsergebnissen, beeinflussende Faktoren des individuellen sowie regionalen SES im Hinblick auf Versorgungsindikatoren berücksichtigt werden.

4.2 Limitationen und Stärken der Studie

Folgende Limitationen der Studie müssen betrachtet werden. Unsere Studie umfasst ausschließlich Personen, die im DEGS1 Fragebogen einen T2DM angaben. Dies sind 659 Personen, die Variable „T2DM durch Arztangabe bestätigt“ ergab dieselbe Anzahl. Die Studienpopulation mit 659 Personen ist relativ klein. Viele Variablen sind nicht oder nur schwach signifikant, möglicherweise aufgrund der geringen Fallzahl. Daten dieser Studie sind nicht für ganz Deutschland repräsentativ, die Diabetesprävalenz entspricht jedoch ca.

anteilig den Bundesländern. Daher zeigen die Daten Tendenzen an und sind teilweise vergleichbar mit Ergebnissen anderer in Deutschland durchgeführten Studien zur Diabetesversorgung (12, 21). Regionale Deprivation und regionale Ärztedichte sowie Versorgungsindikatoren sind ein wichtiger Faktor für die Diabetesversorgung. Unsere Studie bildet trotz kleinerer Studienpopulation die Grundlage für weitere Datensammlungen bezüglich der Versorgungsqualität von Personen mit Diabetes in Deutschland. Zusätzliche Datenerhebung ist notwendig, um weitere Mechanismen und Ursachen der regional unterschiedlichen Diabetesversorgung zu ergründen.

Weiterhin ließ sich die Praxisgröße von Internisten, Hausärzten und DMP-Ärzten nicht feststellen und daher auch nicht in der Berechnung berücksichtigen. Es konnte nur die Ärztedichte miteinbezogen werden. Durch die fehlenden Daten wie z.B. die Anzahl der praktizierenden Ärzte in einer Praxis können Ungenauigkeiten zwischen Regionen mit unterschiedlicher Verteilung von Praxen mit variierender Größe entstehen. Von der Dichte der Praxen in einer Region lässt sich auch nicht ableiten, wie gut diese in verschiedenen Gebieten für Personen erreichbar sind. Daher bietet die erhobene Anzahl an Ärzten pro 100.000 Einwohner eine gute Basis, um verfügbare Versorgung zu erfassen. Betrachtet man die Hausärzte und Internisten von 2008-2009 im Vergleich zu 2010-2012, so fällt auf, dass die Anzahl an Hausärzten in den Jahren 2008-2009 niedriger und die Anzahl an Internisten in diesen Jahren höher ausfällt. Dies liegt an Unterschieden bezüglich der Datenerhebung der verwendeten Quellen. Hausärztlich tätige Internisten wurden, von einigen KVen oder Ärztekammern, den Internisten zugerechnet, es wurden keine in der Praxis angestellten Ärzte mitgezählt oder nur Vollzeitäquivalente angegeben. Diese Unterschiede in der Erfassung der Arztzahlen waren in den verfügbaren Datenquellen nicht immer eindeutig ausgewiesen, weshalb keine weiteren Differenzierungen möglich waren. Allerdings lassen sich Hausärzte und Internisten ohnehin nicht scharf trennen, da sie sich viele Aufgaben in der Diabetesversorgung teilen, wie etwa Blutzuckermessungen und regelmäßige Kontrolluntersuchungen im Rahmen des DMP-Programms. Insgesamt sind die DEGS1 Daten vor mehr als zehn Jahren erhoben worden. Einige Indikatoren werden sich bis heute bereits verändert haben, zum Vergleich für zukünftige Versorgungsplanung ist die Datenauswertung in unserer Studie jedoch ein Anhaltspunkt.

4.3 Schlussfolgerungen

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Ärztedichte, Region und regionale Deprivation mit Prozess- und Outcome- Indikatoren bei Diabetes, wie z.B. Erreichen des HbA1c-Ziels,

Auftreten von Komplikationen und Einnahme von z.B. lipidsenkenden Medikamenten, assoziiert sind. Höhere Ärztedichte und höherer SES sind eher assoziiert mit besseren Versorgungsergebnissen. Auch individuelle Faktoren spielen dabei eine Rolle. Höheres Alter und Diabetesdauer sind wichtige Faktoren bei Behandlungsergebnissen. Auch die regionale Deprivation trägt dazu bei. Geschlechtsunterschiede sind ebenfalls erkennbar. Unsere Ergebnisse unterstützen dabei die Schlussfolgerungen anderer Studien, dass Deprivation und individuelle Merkmale einen wichtigen Aspekt in der erfolgreichen Diabetesbehandlung darstellen. Insgesamt fehlen aber noch genaue Informationen, welche Hintergründe und Faktoren genau zu den Ergebnissen beitragen. Bezüglich Langzeitergebnissen, Versorgungsqualität und Einfluss von Versorgungsindikatoren muss die Datenlage weiter verbessert werden. Nur so können Zusammenhänge verstanden und die Versorgungssituation von Personen mit Diabetes in Zukunft positiv verändert werden.

5 Literatur- und Quellenverzeichnis

1. Goffrier B, Schulz M, Bätzing-Feigenbaum J. Administrative Prävalenzen und Inzidenzen des Diabetes mellitus von 2009 bis 2015. Berlin: Zentralinstitut für die kassenärztliche Versorgung in Deutschland (Zi); 2017.
2. Tamayo T, Brinks R, Hoyer A, Kuß OS, Rathmann W. The Prevalence and Incidence of Diabetes in Germany. *Deutsches Ärzteblatt International* 2016; 113(11):177–82. doi: 10.3238/arztebl.2016.0177.
3. International Diabetes Federation. IDF Diabetes Atlas, Eighth edition 2017.
4. Schmidt C, Reitzle L, Dreß J, Rommel A, Ziese T, Heidemann C. Prävalenz und Inzidenz des dokumentierten Diabetes mellitus – Referenzauswertung für die Diabetes-Surveillance auf Basis von Daten aller gesetzlich Krankenversicherten. *Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz* 2020; 63(1):93–102. doi: 10.1007/s00103-019-03068-9.
5. Nationale Diabetes-Surveillance am Robert Koch-Institut. Diabetes in Deutschland – Bericht der Nationalen -Diabetes-Surveillance 2019. Berlin: Robert Koch-Institut; 2019.
6. International Diabetes Federation. IDF Diabetes Atlas: Ninth Edition 2019.
7. Groos S, Kretschmann J, Macare C, Weber A, Hagen B. Qualitätssicherungsbericht 2015 Disease Management Programme in Nordrhein: Langfassung, Version 4 2016.
8. Schipf S, Werner A, Tamayo T, Holle R, Schunk M, Maier W et al. Regional differences in the prevalence of known Type 2 diabetes mellitus in 45–74 years old individuals: Results from six population-based studies in Germany (DIAB-CORE Consortium). *Diabetic Medicine* 2012; 29(7):e88-e95. doi: 10.1111/j.1464-5491.2012.03578.x.
9. Heidemann C, Kuhnert R, Born S, Scheidt-Nave C. 12-Monats-Prävalenz des bekannten Diabetes mellitus in Deutschland. *J Health Monit* 2017; 2(1):48–56. doi: 10.17886/RKI-GBE-2017-008.
10. Maier W, Scheidt-Nave C, Holle R, Kroll LE, Lampert T, Du Y et al. Area level deprivation is an independent determinant of prevalent type 2 diabetes and obesity at the national level in Germany. Results from the National Telephone Health Interview Surveys 'German Health Update' GEDA 2009 and 2010. *PLOS ONE* 2014; 9(2):e89661. doi: 10.1371/journal.pone.0089661.
11. Müller G, Hartwig S, Greiser KH, Moebus S, Pundt N, Schipf S et al. Gender differences in the association of individual social class and neighbourhood unemployment rate with prevalent type 2 diabetes mellitus: a cross-sectional study from the DIAB-CORE consortium. *BMJ Open* 2013; 3(6):e002601. doi: 10.1136/bmjopen-2013-002601.

12. Müller G, Kluttig A, Greiser KH, Moebus S, Slomiany U, Schipf S et al. Regional and neighborhood disparities in the odds of type 2 diabetes: results from 5 population-based studies in Germany (DIAB-CORE consortium). *American Journal of Epidemiology* 2013; 178(2):221–30. doi: 10.1093/aje/kws466.
13. Maier W, Holle R, Hunger M, Peters A, Meisinger C, Greiser KH et al. The impact of regional deprivation and individual socio-economic status on the prevalence of Type 2 diabetes in Germany. A pooled analysis of five population-based studies. *Diabet Med* 2013; 30(3):e78-e86. doi: 10.1111/dme.12062.
14. Stang A, Döring A, Völzke H, Moebus S, Greiser KH, Werdan K et al. Regional differences in body fat distributions among people with comparable body mass index: a comparison across six German population-based surveys. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil* 2011; 18(1):106–14. doi: 10.1097/HJR.0b013e32833b3305.
15. Meisinger C, Heier M, Völzke H, Löwel H, Mitusch R, Hense H-W et al. Regional disparities of hypertension prevalence and management within Germany. *Journal of Hypertension* 2006; 24(2):293–9. doi: 10.1097/01.hjh.0000200508.10324.8e.
16. Moebus S, Hanisch J, Bramlage P, Lösch C, Hauner H, Wasem J et al. Regional differences in the prevalence of the metabolic syndrome in primary care practices in Germany. *Dtsch Arztebl Int* 2008; 105(12):207–13. doi: 10.3238/artzebl.2008.0207.
17. Schipf S, Alte D, Völzke H, Friedrich N, Haring R, Lohmann T et al. Prävalenz des Metabolischen Syndroms in Deutschland: Ergebnisse der Study of Health in Pomerania (SHIP). *Diabetologie und Stoffwechsel* 2010; 5(03):161–8. doi: 10.1055/s-0030-1247406.
18. Bundesärztekammer, Kassenärztliche Bundesvereinigung, Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften. Nationale VersorgungsLeitlinie Typ-2-Diabetes – Langfassung, Version 3.0 2023 [Stand: 18.01.2024]. Verfügbar unter: <https://www.leitlinien.de/diabetes>.
19. Kulzer B. Körperliche und psychische Folgeerkrankungen bei Diabetes mellitus. *Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz* 2022; 65(4):503–10. doi: 10.1007/s00103-022-03517-y.
20. Landgraf R, Aberle J, Birkenfeld AL, Gallwitz B, Kellerer M, Klein HH et al. Therapie des Typ-2-Diabetes. *Diabetologie und Stoffwechsel* 2020; 15(Suppl 1):S65-S92. doi: 10.1055/a-1193-3793.
21. Icks A, Rathmann W, Haastert B, Mielck A, Holle R, Löwel H et al. Versorgungsqualität und Ausmaß von Komplikationen an einer bevölkerungsbezogenen Stichprobe von Typ 2-Diabetespatienten. *DMW - Deutsche Medizinische Wochenschrift* 2006; 131(3):73–8. doi: 10.1055/s-2006-924927.
22. Grintsova O, Maier W, Mielck A. Inequalities in health care among patients with type 2 diabetes by individual socio-economic status (SES) and regional deprivation: a systematic literature review. *Int J Equity Health* 2014; 13:43. doi: 10.1186/1475-9276-13-43.

23. Reisig V, Reitmeir P, Döring A, Rathmann W, Mielck A, KORA Study Group. Social inequalities and outcomes in type 2 diabetes in the German region of Augsburg. A cross-sectional survey. *International Journal of Public Health* 2007; 52(3):158–65. doi: 10.1007/s00038-007-5077-2.
24. Bauer J, Maier W, Müller R, Groneberg DA. Hausärztliche Versorgung in Deutschland – Gleicher Zugang für alle? *Dtsch Med Wochenschr* 2018; 143(2):e9-e17. doi: 10.1055/s-0043-110846.
25. Greiner GG, Schwettmann L, Goebel J, Maier W. Primary care in Germany: access and utilisation—a cross-sectional study with data from the German Socio-Economic Panel (SOEP). *BMJ Open* 2018; 8(10):e021036. doi: 10.1136/bmjopen-2017-021036.
26. Bäßler L, Müller N, Beluchin E, Kloos C, Lehmann T, Wolf G et al. Differences in the quality of diabetes care caused by social inequalities disappear after treatment and education in a tertiary care centre. *Diabetic Medicine* 2012; 29(5):640–5. doi: 10.1111/j.1464-5491.2011.03455.x.
27. Stark RG, Schunk MV, Meisinger C, Rathmann W, Leidl R, Holle R. Medical care of type 2 diabetes in German disease management programmes: a population-based evaluation. *Diabetes Metab Res Rev* 2011; 27(4):383–91. doi: 10.1002/dmrr.1186.
28. Huppertz E, Pieper L, Klotsche J, Stridde E, Pittrow D, Böhler S et al. Diabetes Mellitus in German Primary Care: quality of glycaemic control and subpopulations not well controlled - results of the DETECT study. *Exp Clin Endocrinol Diabetes* 2009; 117(1):6–14. doi: 10.1055/s-2008-1073127.
29. Schunk M, Stark R, Reitmeir P, Rathmann W, Meisinger C, Holle R. Verbesserungen in der Versorgung von Patienten mit Typ-2-Diabetes? Gepoolte Analyse dreier bevölkerungsbasierter Studien (KORA) in der Region Augsburg zwischen 1999 und 2008. *Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz* 2011; 54(11):1187–96. doi: 10.1007/s00103-011-1364-4.
30. Herwartz H, Schley K. Improving health care service provision by adapting to regional diversity: An efficiency analysis for the case of Germany. *Health Policy* 2018; 122(3):293–300. doi: 10.1016/j.healthpol.2018.01.004.
31. Lampert T, Kroll LE, von der Lippe E, Müters S, Stolzenberg H. Sozioökonomischer Status und Gesundheit: Ergebnisse der Studie zur Gesundheit Erwachsener in Deutschland (DEGS1). *Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz* 2013; 56:814–21. doi: 10.1007/s00103-013-1695-4.
32. Heidemann C, Du Y, Schubert I, Rathmann W, Scheidt-Nave C. Prävalenz und zeitliche Entwicklung des bekannten Diabetes mellitus: Ergebnisse der Studie zur Gesundheit Erwachsener in Deutschland (DEGS1). *Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz* 2013; 56:668–77. doi: 10.1007/s00103-012-1662-5.

33. Robbins JM, Vaccarino V, Zhang H, Kasl SV. Socioeconomic status and diagnosed diabetes incidence. *Diabetes Res Clin Pract* 2005; 68(3):230–6. doi: 10.1016/j.diabres.2004.09.007.
34. Kowall B, Mielck A. Soziale Ungleichheit und Diabetes. *Diabetologe* 2010; 6(3):196–202. doi: 10.1007/s11428-009-0498-6.
35. Homrich M. Typ-2-Diabetiker: Mortalitätsrisiko hängt mit sozioökonomischem Status zusammen. *Dtsch Med Wochenschr* 2016; 141(21):1522–3. doi: 10.1055/s-0042-117970.
36. Simpson F, Lührmann P. The nutritional situation of adults from low-income households at risk of poverty. An analysis of data from the National Nutrition Survey II with particular emphasis on nutritional education. *Ernährungs-Umschau* 2015; 62(3):34 – 43.
37. Heuer T, Krems C, Moon K, Brombach C, Hoffmann I. Food consumption of adults in Germany: results of the German National Nutrition Survey II based on diet history interviews. *Br J Nutr* 2015; 113(10):1603–14. doi: 10.1017/S0007114515000744.
38. Rosano A, Loha CA, Falvo R, van der Zee J, Ricciardi W, Guasticchi G et al. The relationship between avoidable hospitalization and accessibility to primary care: a systematic review. *European Journal of Public Health* 2013; 23(3):356–60. doi: 10.1093/eurpub/cks053.
39. van Loenen T, van den Berg MJ, Westert GP, Faber MJ. Organizational aspects of primary care related to avoidable hospitalization: a systematic review. *Family Practice* 2014; 31(5):502–16. doi: 10.1093/fampra/cmu053.
40. Freund T, Heller G, Szecsenyi J. Krankenhausfälle für ambulant behandelbare Erkrankungen in Deutschland. *Z Evid Fortbild Qual Gesundheitswes* 2014; 108(5-6):251–7. doi: 10.1016/j.zefq.2014.05.001.
41. Griffin S. Diabetes care in general practice: meta-analysis of randomised control trials. *General practice* 1998; 317:390–6.
42. Lin W, Huang I-C, Wang S-L, Yang M-C, Yaung C-L. Continuity of diabetes care is associated with avoidable hospitalizations: evidence from Taiwan's National Health Insurance scheme. *Int J Qual Health Care* 2010; 22(1):3–8. doi: 10.1093/intqhc/mzp059.
43. Naumann C, Augustin U, Sundmacher L. Ambulant-sensitive Krankenhausfälle in Deutschland: Eine Analyse auf Kreisebene für die Jahre 2006–2009. *Das Gesundheitswesen* 2015; 77(04):e91-e105. doi: 10.1055/s-0034-1372576.
44. Booth GL, Hux JE. Relationship between avoidable hospitalizations for diabetes mellitus and income level. *Arch Intern Med* 2003; 163(1):101–6. doi: 10.1001/archinte.163.1.101.

45. Bihan H, Laurent S, Sass C, Nguyen G, al e. Association Among Individual Deprivation, Glycemic Control, and Diabetes Complications: The EPICES score. *Diabetes Care* 2005; 28(11):2680–5. doi: 10.2337/diacare.28.11.2680.
46. Bebb C, Kendrick D, Stewart J, Coupland C, Madeley R, Brown K et al. Inequalities in glycaemic control in patients with Type 2 diabetes in primary care. *Diabetic Medicine* 2005; 22(10):1364–71. doi: 10.1111/j.1464-5491.2005.01662.x.
47. Rabi DM, Edwards AL, Southern DA, Svenson LW, Sargious PM, Norton P et al. Association of socio-economic status with diabetes prevalence and utilization of diabetes care services. *BMC Health Serv Res* 2006; 6:124. doi: 10.1186/1472-6963-6-124.
48. Mielck A, Reitmeir P, Rathmann W. Knowledge about diabetes and participation in diabetes training courses: the need for improving health care for diabetes patients with low SES. *Exp Clin Endocrinol Diabetes* 2006; 114(5):240–8. doi: 10.1055/s-2006-924228.
49. Hippisley-Cox J, O’Hanlon S, Coupland C. Association of deprivation, ethnicity, and sex with quality indicators for diabetes: population based survey of 53 000 patients in primary care. *BMJ* 2004; 329(7477):1267–9. doi: 10.1136/bmj.329.7477.1267.
50. Millett C, Car J, Eldred D, Khunti K, Arch G Mainous, III, Majeed A. Diabetes prevalence, process of care and outcomes in relation to practice size, caseload and deprivation: national cross-sectional study in primary care. *J R Soc Med* 2007; 100(6):275–83. doi: 10.1177/014107680710000613.
51. Gibson OR, Segal L, McDermott RA. A systematic review of evidence on the association between hospitalisation for chronic disease related ambulatory care sensitive conditions and primary health care resourcing. *BMC Health Serv Res* 2013; 13:336. doi: 10.1186/1472-6963-13-336.
52. Kamtsiuris P, Lange M, Hoffmann R, Schaffrath Rosario A, Dahm S, Kuhnert R et al. Die erste Welle der Studie zur Gesundheit Erwachsener in Deutschland (DEGS1): Stichprobendesign, Response, Gewichtung und Repräsentativität. *Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz* 2013; 56:620–30. doi: 10.1007/s00103-012-1650-9.
53. Gößwald A, Lange M, Kamtsiuris P, Kurth B-M. DEGS: Studie zur Gesundheit Erwachsener in Deutschland. Bundesweite Quer- und Längsschnittstudie im Rahmen des Gesundheitsmonitorings des Robert Koch-Instituts. *Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz* 2012; 55:775–80. doi: 10.1007/s00103-012-1498-z.
54. Du Y, Heidemann C, Schaffrath Rosario A, Buttery A, Paprott R, Neuhauser H et al. Changes in diabetes care indicators: findings from German National Health Interview and Examination Surveys 1997–1999 and 2008–2011. *BMJ Open Diabetes Research & Care* 2015; 3(1):e000135. doi: 10.1136/bmjdr-2015-000135.

55. Scheidt-Nave C, Kamtsiuris P, Gößwald A, Hölling H, Lange M, Busch MA et al. German health interview and examination survey for adults (DEGS) - design, objectives and implementation of the first data collection wave. *BMC Public Health* 2012; 12:730. doi: 10.1186/1471-2458-12-730.
56. Das Gesundheitswesen. Der Bundes-Gesundheitssurvey 1998 - Erfahrungen, Ergebnisse, Perspektiven. *Das Gesundheitswesen* 1999; 61(Sonderheft 2).
57. Inzucchi SE, Bergenstal RM, Buse JB, Diamant M, Ferrannini E, Nauck M et al. Management of hyperglycemia in type 2 diabetes: a patient-centered approach: position statement of the American Diabetes Association (ADA) and the European Association for the Study of Diabetes (EASD). *Diabetes Care* 2012; 35(6):1364–79. doi: 10.2337/dc12-0413.
58. Rydén L, Grant PJ, Anker SD, Berne C, Cosentino F, Danchin N et al. ESC Guidelines on diabetes, pre-diabetes, and cardiovascular diseases developed in collaboration with the EASD: the Task Force on diabetes, pre-diabetes, and cardiovascular diseases of the European Society of Cardiology (ESC) and developed in collaboration with the European Association for the Study of Diabetes (EASD). *Eur Heart J* 2013; 34(39):3035–87. doi: 10.1093/eurheartj/eh108.
59. Bundesärztekammer, Kassenärztliche Bundesvereinigung, Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften. Nationale VersorgungsLeitlinie Therapie des Typ-2-Diabetes - Langfassung, 1. Auflage. Version 4; 2013.
60. Deutsche Diabetes Gesellschaft. S2k-Leitlinie Diagnostik, Therapie und Verlaufskontrolle des Diabetes mellitus im Alter, 2. Auflage 2018.
61. an Pan, Wang Y, Talaei M, Hu FB, Wu T. Relation of active, passive, and quitting smoking with incident type 2 diabetes: a systematic review and meta-analysis. *The Lancet Diabetes & Endocrinology* 2015; 3(12):958–67. doi: 10.1016/S2213-8587(15)00316-2.
62. Kar D, Gillies C, Nath M, Khunti K, Davies MJ, Seidu S. Association of smoking and cardiometabolic parameters with albuminuria in people with type 2 diabetes mellitus: a systematic review and meta-analysis. *Acta Diabetol* 2019; 56(8):839–50. doi: 10.1007/s00592-019-01293-x.
63. Bretzel R, Landgraf R, Janka H, Mann J, Merker L, Philipp T et al. Hypertonie beim Diabetes mellitus. *Diabetologie und Stoffwechsel* 2008; 3(Suppl 2):S141–S142. doi: 10.1055/s-2008-1004674.
64. Williams B, Mancia G, Spiering W, Agabiti Rosei E, Azizi M, Burnier M et al. 2018 ESC/ESH Guidelines for the management of arterial hypertension. *Eur Heart J* 2018; 39(33):3021–104. doi: 10.1093/eurheartj/ehy339.
65. Merker L, Bautsch B-W, Ebert T, Guthoff M, Isermann B. Nephropathie bei Diabetes. *Diabetologie* 2021; 17(2):175–8. doi: 10.1007/s11428-021-00721-3.
66. Schäfer I, Küver C, Gedrose B, Hoffmann F, Russ-Thiel B, Brose H-P et al. The disease management program for type 2 diabetes in Germany enhances process quality

- of diabetes care - a follow-up survey of patient's experiences. *BMC Health Serv Res* 2010; 10:55. doi: 10.1186/1472-6963-10-55.
67. Fuchs S, Henschke C, Blümel M, Busse R. Disease management programs for type 2 diabetes in Germany: a systematic literature review evaluating effectiveness. *Dtsch Arztebl Int* 2014; 111(26):453–63. doi: 10.3238/arztebl.2014.0453.
 68. Heinemann L, Deiss D, Siegmund T, Schlüter S, Naudorf M, von Sengbusch S et al. Glukosemessung und -kontrolle bei Patienten mit Typ-1- oder Typ-2-Diabetes. *Diabetologie und Stoffwechsel* 2020; 15(Suppl 1):S18-S39. doi: 10.1055/a-1179-2865.
 69. Lampert T, Kroll L, Mütters S, Stolzenberg H. Messung des sozioökonomischen Status in der Studie zur Gesundheit Erwachsener in Deutschland (DEGS1). *Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz* 2013; 56:631–6. doi: 10.1007/s00103-012-1663-4.
 70. Kroll LE. German Index of Socioeconomic Deprivation (GISD) Version 1.0. GESIS, Köln. Datenfile Version 1.0.0; 2017.
 71. Kroll LE, Schumann M, Hoebel J, Lampert T. Regionale Unterschiede in der Gesundheit – Entwicklung eines sozioökonomischen Deprivationsindex für Deutschland. *J Health Monit* 2017; 2(2):103–20. doi: 10.17886/RKI-GBE-2017-035.2.
 72. Mangiapane S, Stillfried D von. Vertragsärzte und -psychotherapeuten je 100.000 Einwohner (nach Arztgruppen) - Basisbericht 2010. Berlin: Zentralinstitut für die kassenärztliche Versorgung in Deutschland (Zi); 2012 [Stand: 12.01.2024]. Verfügbar unter: <https://www.versorgungsatlas.de/themen/alle-analysen-nach-datum-sortiert>.
 73. Schulz M, Hering R, Bätzing-Feigenbaum J, Mangiapane S, v. Stillfried D. Erläuterungen zum Beitrag Vertragsärzte und -psychotherapeuten je 100.000 Einwohner (nach Arztgruppen) - Update 2011/2012. Berlin: Zentralinstitut für die kassenärztliche Versorgung in Deutschland (Zi); 2014 [Stand: 12.01.2024]. Verfügbar unter: <https://www.versorgungsatlas.de/themen/alle-analysen-nach-datum-sortiert>.
 74. Statistisches Landesamt Baden-Württemberg. Statistische Berichte Baden-Württemberg: Ärzte und Zahnärzte in Baden-Württemberg am 31. Dezember 2008; 9.11.2009 [Stand: 17.01.2024]. Verfügbar unter: <https://www.statistik-bw.de/Gesundheit/AerzteEinrichtungen>.
 75. Statistisches Landesamt Baden-Württemberg. Statistische Berichte Baden-Württemberg: Ärzte und Zahnärzte in Baden-Württemberg am 31. Dezember 2009; 12.11.2010 [Stand: 17.01.2024]. Verfügbar unter: <https://www.statistik-bw.de/Gesundheit/AerzteEinrichtungen>.
 76. Bayerisches Landesamt für Statistik und Datenverarbeitung. Statistisches Jahrbuch für Bayern 2009; Dezember 2009 [Stand: 12.04.2019]. Verfügbar unter: https://www.statistischebibliothek.de/mir/receive/BYHeft_mods_00010881.
 77. Bayerisches Landesamt für Statistik und Datenverarbeitung. Statistisches Jahrbuch für Bayern 2010; Dezember 2010 [Stand: 12.04.2019]. Verfügbar unter: https://www.statistischebibliothek.de/mir/receive/BYHeft_mods_00010883.

78. Statistisches Landesamt Bremen. Statistisches Jahrbuch 2009; Dezember 2009 [Stand: 17.01.2024]. Verfügbar unter:
<https://www.statistik.bremen.de/publikationen/statistisches-jahrbuch-2044>.
79. Statistisches Landesamt Freistaat Sachsen. Statistischer Bericht: Ärzte, Zahnärzte, Tierärzte und Apotheker im Freistaat Sachsen 2009 [Stand: 03.02.2019]. Verfügbar unter: <https://www.statistik.sachsen.de/html/statistische-berichte.html>.
80. Statistikamt Nord. Statistisches Jahrbuch Schleswig-Holstein 2009/2010; 2009 [Stand: 17.01.2024]. Verfügbar unter: <https://www.statistik-nord.de/presse-veroeffentlichungen/statistische-jahrbuecher>.
81. Statistikamt Nord. Statistisches Jahrbuch Schleswig-Holstein 2010/2011; 2011 [Stand: 17.01.2024]. Verfügbar unter: <https://www.statistik-nord.de/presse-veroeffentlichungen/statistische-jahrbuecher>.
82. Thüringer Landesamt für Statistik. Ärzte in freier Niederlassung nach Gebieten und Kreisen am 31.12.2008 in Thüringen; 2008 [Stand: 19.01.2024]. Verfügbar unter: <https://statistik.thueringen.de/datenbank/TabAnzeige.asp?tabelle=kr001408>||.
83. Thüringer Landesamt für Statistik. Ärzte in freier Niederlassung nach Gebieten und Kreisen am 31.12.2009 in Thüringen; 2009 [Stand: 19.01.2024]. Verfügbar unter: <https://statistik.thueringen.de/datenbank/TabAnzeige.asp?tabelle=kr001408>||.
84. Landesärztekammer Brandenburg. Ärztinnen/Ärzte nach Gebietsbezeichnungen und Tätigkeitsarten 2008; 31.12.2008 [Stand: 14.01.2024]. Verfügbar unter: <https://www.laekb.de/kammer/taetigkeitsbereich-und-statistik>.
85. Landesärztekammer Brandenburg. Ärztinnen/Ärzte nach Gebietsbezeichnungen und Tätigkeitsarten 2009; 31.12.2009 [Stand: 14.01.2024]. Verfügbar unter: <https://www.laekb.de/kammer/taetigkeitsbereich-und-statistik>.
86. Ärztekammer Hamburg. Tätigkeitsbericht 2008 [Stand: 17.01.2024]. Verfügbar unter: <https://www.aerztekammer-hamburg.org/taetigkeitsberichte.html>.
87. Ärztekammer Hamburg. Tätigkeitsbericht 2009 [Stand: 17.01.2024]. Verfügbar unter: <https://www.aerztekammer-hamburg.org/taetigkeitsberichte.html>.
88. Kassenärztliche Vereinigung Mecklenburg-Vorpommern. Qualitätsbericht 2007 der Kassenärztlichen Vereinigung Mecklenburg-Vorpommern; Dezember 2008 [Stand: 02.02.2019]. Verfügbar unter: <https://www.kvmv.de/mitglieder/qualitaetssicherung/qualitaetsberichte/>.
89. Kassenärztliche Vereinigung Mecklenburg-Vorpommern. Qualitätsbericht 2008 der Kassenärztlichen Vereinigung Mecklenburg-Vorpommern; Dezember 2009 [Stand: 02.02.2019]. Verfügbar unter: <https://www.kvmv.de/mitglieder/qualitaetssicherung/qualitaetsberichte/>.
90. Kassenärztliche Vereinigung Nordrhein. Qualitätsbericht 2008 der Kassenärztlichen Vereinigung Nordrhein; Dezember 2008 [Stand: 17.01.2024]. Verfügbar unter: <https://www.kvno.de/medien/mediathek>.

91. Kassenärztliche Vereinigung Nordrhein. Qualitätsbericht 2009 der Kassenärztlichen Vereinigung Nordrhein; Dezember 2009. Verfügbar unter: <https://www.kvno.de/medien/mediathek>.
92. Kassenärztliche Bundesvereinigung. Qualitätsbericht Ausgabe 2009; 2009 [Stand: 19.01.2024]. Verfügbar unter: <https://www.kbv.de/html/1748.php>.
93. Kassenärztliche Bundesvereinigung. Qualitätsbericht Ausgabe 2010; 2010 [Stand: 19.01.2024]. Verfügbar unter: <https://www.kbv.de/html/1748.php>.
94. Kassenärztliche Bundesvereinigung. Qualitätsbericht Ausgabe 2011; 2011 [Stand: 19.01.2024]. Verfügbar unter: <https://www.kbv.de/html/1748.php>.
95. Kassenärztliche Bundesvereinigung. Qualitätsbericht Ausgabe 2012; 2012 [Stand: 19.01.2024]. Verfügbar unter: <https://www.kbv.de/html/1748.php>.
96. Kassenärztliche Bundesvereinigung. Qualitätsbericht Ausgabe 2013; 2013 [Stand: 19.01.2024]. Verfügbar unter: <https://www.kbv.de/html/1748.php>.
97. Maier W. Indizes Multipler Deprivation zur Analyse regionaler Gesundheitsunterschiede in Deutschland: Erfahrungen aus Epidemiologie und Versorgungsforschung. Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz 2017; 60(12):1403–12. doi: 10.1007/s00103-017-2646-2.
98. Maier W, Fairburn J, Mielck A. Regionale Deprivation und Mortalität in Bayern. Entwicklung eines 'Index Multipler Deprivation' auf Gemeindeebene. Gesundheitswesen 2012; 74(7):416–25. doi: 10.1055/s-0031-1280846.
99. Noble M, Wright G, Smith G, Dibben C. Measuring Multiple Deprivation at the Small-Area Level. Environ Plan A 2006; 38(1):169–85. doi: 10.1068/a37168.
100. Maier W, Bauer H. GIMD 2010 – Ein Update des ‚German Index of Multiple Deprivation‘: Berichte des Helmholtz Zentrums München; 2018.
101. Hofmeister C, Maier W, Mielck A, Stahl L, Breckenkamp J, Razum O. Regionale Deprivation in Deutschland: Bundesweite Analyse des Zusammenhangs mit Mortalität unter Verwendung des 'German Index of Multiple Deprivation (GIMD)'. Gesundheitswesen 2016; 78(1):42–8. doi: 10.1055/s-0034-1390421.
102. Michalski N, Reis M, Tetzlaff F, Herber M, Kroll LE, Hövener C et al. German Index of Socioeconomic Deprivation (GISD): Revision, Aktualisierung und Anwendungsbeispiele. J Health Monit 2022; 7(S5):2–24. doi: 10.25646/10640.
103. Geller JC, Cassens S, Brosz M, Keil U, Bernarding J, Kropf S et al. Achievement of guideline-defined treatment goals in primary care: the German Coronary Risk Management (CoRiMa) study. Eur Heart J 2007; 28(24):3051–8. doi: 10.1093/eurheartj/ehm520.
104. Bachmann MO, Eachus J, Hopper CD, Davey Smith G, Propper C, Pearson NJ et al. Socio-economic inequalities in diabetes complications, control, attitudes and health service use: a cross-sectional study. Diabetic Medicine 2003; 20(11):921–9. doi: 10.1046/j.1464-5491.2003.01050.x.

105. James GD, Baker P, Badrick E, Mathur R, Hull S, Robson J. Ethnic and social disparity in glycaemic control in type 2 diabetes; cohort study in general practice 2004–9. *J R Soc Med* 2012; 105(7):300–8. doi: 10.1258/jrsm.2012.110289.
106. Larrañaga I, Arteagoitia JM, Rodriguez JL, Gonzalez F, Esnaola S, Piniés JA et al. Socio-economic inequalities in the prevalence of Type 2 diabetes, cardiovascular risk factors and chronic diabetic complications in the Basque Country, Spain. *Diabetic Medicine* 2005; 22(8):1047–53. doi: 10.1111/j.1464-5491.2005.01598.x.
107. Wilf-Miron R, Peled R, Yaari E, Shem-Tov O, Weiner VA, Porath A et al. Disparities in diabetes care: role of the patient’s socio-demographic characteristics. *BMC Public Health* 2010; 10:729. doi: 10.1186/1471-2458-10-729.
108. Landgraf R, Neubauer G, Erik Henriksen H, Niedermeier C, Wolfenstetter K. Regionale Differenzen in der Diabetesprävalenz – Bestimmt der Wohnort das Diabetesrisiko? *Diabetes aktuell* 2021; 19(01):32–40. doi: 10.1055/a-1378-7370.
109. Müller G, Berger K. Der Zusammenhang von Deprivation im Wohnumfeld und der Typ-2-Diabetes-Prävalenz: Ergebnisse der Dortmunder Gesundheitsstudie (Do-GS). *Gesundheitswesen* 2013; 75(12):797–802. doi: 10.1055/s-0033-1333737.
110. Schunk M, Stark R, Reitmeir P, Meisinger C, Holle R. Towards patient-oriented diabetes care: results from two KORA surveys in southern Germany. *J Diabetes Res* 2015; 2015:368570. doi: 10.1155/2015/368570.
111. Völler H, Dovifat C, Schulz T, Lötsch M, Müller-Nordhorn J, Bestehorn K et al. Akzeptanz eines Patientenpasses in der Sekundärprävention der koronaren Herzkrankheit. *DMW - Deutsche Medizinische Wochenschrift* 2004; 129(21):1183–7. doi: 10.1055/s-2004-824868.
112. Blumenstock G, Matziou P, Weigel I, Selbmann H. Beschreibung der Diabetikerversorgung aus Patientensicht - Befragungsergebnisse im Diabetes-Modellvorhaben Südwürttemberg. *Diabetologie und Stoffwechsel* 2006; 1(3):173–80. doi: 10.1055/s-2006-941476.
113. Krämer HU, Rüter G, Schöttker B, Rothenbacher D, Rosemann T, Szecsenyi J et al. Gender differences in healthcare utilization of patients with diabetes. *Am J Manag Care* 2012; 18(7):362–9.
114. Aaberg ML, Burch DM, Hud ZR, Zacharias MP. Gender differences in the onset of diabetic neuropathy. *Journal of Diabetes and its Complications* 2008; 22(2):83–7. doi: 10.1016/j.jdiacomp.2007.06.009.
115. Kautzky-Willer A, Harreiter J, Pacini G. Sex and Gender Differences in Risk, Pathophysiology and Complications of Type 2 Diabetes Mellitus. *Endocr Rev* 2016; 37(3):278–316. doi: 10.1210/er.2015-1137.
116. Kopetsch T, Maier W. Analyse des Zusammenhangs zwischen regionaler Deprivation und Inanspruchnahme – Ein Diskussionsbeitrag zur Ermittlung des Arztbedarfes in Deutschland. *Gesundheitswesen* 2018; 80(1):27–33. doi: 10.1055/s-0042-100622.

117. Wolters RJ, Braspenning JCC, Wensing M. Impact of primary care on hospital admission rates for diabetes patients: A systematic review. *Diabetes Res Clin Pract* 2017; 129:182–96. doi: 10.1016/j.diabres.2017.05.001.
118. Penchansky R, Thomas JW. The concept of access: definition and relationship to consumer satisfaction. *Med Care* 1981; 19(2):127–40. doi: 10.1097/00005650-198102000-00001.
119. Saurman E. Improving access: modifying Penchansky and Thomas's Theory of Access. *Journal of Health Services Research & Policy* 2016; 21(1):36–9. doi: 10.1177/1355819615600001.
120. Campbell SM, Roland MO. Why do people consult the doctor? *Family Practice* 1996; 13(1):75–83. doi: 10.1093/fampra/13.1.75.
121. Creatore MI, Glazier RH, Moineddin R, Fazli GS, Johns A, Gozdyra P et al. Association of Neighborhood Walkability With Change in Overweight, Obesity, and Diabetes. *JAMA* 2016; 315(20):2211–20. doi: 10.1001/jama.2016.5898.
122. Heidemann C, Niemann H, Paprott R, Du Y, Rathmann W, Scheidt-Nave C. Residential traffic and incidence of Type 2 diabetes: the German Health Interview and Examination Surveys. *Diabetic Medicine* 2014; 31(10):1269–76. doi: 10.1111/dme.12480.
123. Krämer U, Herder C, Sugiri D, Strassburger K, Schikowski T, Ranft U et al. Traffic-related air pollution and incident type 2 diabetes: results from the SALIA cohort study. *Environmental Health Perspectives* 2010; 118(9):1273–9. doi: 10.1289/ehp.0901689.
124. Dragano N, Bobak M, Wege N, Peasey A, Verde PE, Kubinova R et al. Neighbourhood socioeconomic status and cardiovascular risk factors: a multilevel analysis of nine cities in the Czech Republic and Germany. *BMC Public Health* 2007; 7:255. doi: 10.1186/1471-2458-7-255.

6 Anhang

Tabelle 12: Effektgrößen der Confounder der multivariaten Modelle (Einfluss der Versorgungsindikatoren auf Prozess- und Ergebnisindikatoren adjustiert für Confounder), alle signifikanten und nicht signifikanten Ergebnisse

Modell Hausärzte- und Internistendichte, adjustiert für Confounder*												
Confounder	Alter		Geschlecht (m vs. w)		Diabetesdauer		SES (niedrig vs. hoch)		SES (mittel vs. hoch)		Region (Ost vs. West)	
	PR	KI	PR	KI	PR	KI	PR	KI	PR	KI	PR	KI
Prozessindikatoren												
Augenkontrolle	1,0126	1,0062-1,0191	1,0747	0,9803-1,1783	1,0025	0,9977-1,0072	1,0880	0,9363-1,2643	0,9812	0,8777-1,0968	1,0181	0,9216-1,1248
Fußkontrolle	1,0034	0,9998-1,0072	0,9314	0,8623-1,0060	0,9946	0,9891-1,0002	1,1114	0,9571-1,2906	1,0234	0,9411-1,1128	1,0495	0,9513-1,1579
Blutzuckermessung	1,0057	0,9975-1,0139	0,9779	0,8258-1,1580	1,0149	1,0060-1,0239	0,8779	0,6943-1,1102	1,0123	0,8243-1,2430	0,9738	0,8045-1,1788
Diabetikerpass	1,0199	1,0099-1,0300	0,9760	0,8124-1,1725	1,0189	1,0108-1,0270	1,1407	0,8670-1,5009	1,1569	0,9362-1,4296	1,4782	1,1352-1,9249
Diabetesschulung	1,0040	0,9960-1,0120	0,9811	0,8247-1,1671	1,0204	1,0121-1,0288	0,8499	0,6645-1,0871	0,9367	0,7606-1,1537	0,8475	0,6993-1,0270
Einnahme Lipidsenker	1,0262	1,0120-1,0406	1,1536	0,8729-1,5245	1,0144	1,0019-1,0270	0,8642	0,5793-1,2891	0,9306	0,6680-1,2965	1,0545	0,7847-1,4170
Ergebnisindikatoren												
Normaler Blutdruck	0,9862	0,9782-0,9944	1,0506	0,8387-1,3162	1,0050	0,9933-1,0169	1,1120	0,8060-1,5342	1,0546	0,8255-1,3472	0,9322	0,7314-1,1880
HbA1c-Ziel erreicht	1,0044	1,0004-1,0084	0,9350	0,8536-1,0241	0,9946	0,9892-0,9999	0,9030	0,7953-1,0253	0,9892	0,8839-1,1071	1,0471	0,9475-1,1572
Keine Diabeteskomplikationen	0,9914	0,9865-0,9964	0,8304	0,7059-0,9767	0,9746	0,9631-0,9862	0,9049	0,7301-1,1215	0,9924	0,8272-1,1906	1,0977	0,9267-1,3003
Keine akute Unterzuckerung	1,0006	0,9974-1,0038	0,9743	0,8991-1,0559	0,9899	0,9844-0,9955	0,9975	0,8624-1,1078	0,9597	0,8665-1,0628	0,9648	0,8767-1,0618
Keine akute Überzuckerung	1,0010	0,9983-1,0037	0,9718	0,9151-1,0319	0,9965	0,9926-1,0003	0,9873	0,9037-1,0787	1,0020	0,9329-1,0762	1,0446	0,9848-1,1123

Fortsetzung Tabelle 12: Effektgrößen der Confounder der multivariaten Modelle, Einfluss der Versorgungsindikatoren auf Prozess- und Ergebnisindikatoren adjustiert für Confounder), alle signifikanten und nicht signifikanten Ergebnisse

Modell DMP-Ärztichte, adjustiert für Confounder*												
Confounder	Alter		Geschlecht (m vs. w)		Diabetesdauer		SES (niedrig vs. hoch)		SES (mittel vs. hoch)		Region (Ost vs. West)	
	PR	KI	PR	KI	PR	KI	PR	KI	PR	KI	PR	KI
Prozessindikatoren												
Augenkontrolle	1,0095	1,0035-1,0155	1,0412	0,9496-1,1417	1,0041	0,9999-1,0083	1,0992	0,9476-1,2750	1,0123	0,9113-1,1245	0,9905	0,9039-1,0853
Fußkontrolle	1,0053	1,0008-1,0098	0,9577	0,8758-1,0473	0,9944	0,9885-1,0044	1,0749	0,9253-1,2486	1,0308	0,9367-1,1345	1,0331	0,9449-1,1294
Blutzuckermessung	1,0030	0,9958-1,0102	0,9849	0,8454-1,1474	1,0112	1,0034-1,0191	0,7758	0,6302-0,9551	0,9893	0,8163-1,1989	1,0156	0,8718-1,1832
Diabetikerpasse	1,0192	1,0107-1,0279	0,9829	0,8384-1,1522	1,0105	1,0027-1,0183	0,9363	0,7259-1,2075	0,9144	0,7521-1,1116	1,7770	1,4357-2,1995
Diabetesschulung	1,0039	0,9963-1,0116	0,9378	0,7927-1,1095	1,0145	1,0066-1,0223	0,7596	0,5924-0,9739	0,8641	0,6956-1,0734	0,9258	0,7818-1,0965
Einnahme Lipidsenker	1,0196	1,0066-1,0328	1,3398	1,0275-1,7470	1,0128	1,0012-1,0246	0,7094	0,4715-1,0674	0,6881	0,4859-0,9745	1,0953	0,8517-1,4087
Ergebnisindikatoren												
Normaler Blutdruck	0,9882	0,9807-0,9957	0,9963	0,8093-1,2265	1,0080	0,9977-1,0185	1,2161	0,8760-1,6883	1,0589	0,8455-1,3261	0,9393	0,7616-1,1583
HbA1c-Ziel erreicht	1,0017	0,9978-1,0058	0,9798	0,8988-1,0682	0,9947	0,9895-0,9999	0,9426	0,8299-1,0706	0,9751	0,8792-1,0814	1,1714	1,0344-1,3266
Keine Diabeteskomplikationen	0,9939	0,9889-0,9988	0,7541	0,6454-0,8810	0,9729	0,9618-0,9841	0,8976	0,7206-1,1181	1,0384	0,8671-1,2434	1,0053	0,8595-1,1758
Keine akute Unterzuckerung	0,9998	0,9970-1,0026	0,9872	0,9125-1,0681	0,9903	0,9849-0,9957	0,9887	0,8718-1,1213	0,9572	0,8676-1,0560	0,9778	0,8988-1,0637
Keine akute Überzuckerung	1,0018	0,9994-1,0042	0,9590	0,9091-1,0116	0,9968	0,9936-1,0000	0,9381	0,8596-1,0237	0,9543	0,8892-1,0242	1,0455	0,9913-1,1026

*Confounder: Alter, Geschlecht, Diabetesdauer, Region, SES (individueller sozioökonomischer Status aus DEGS1)

PR=Prevalence Ratio; KI=Konfidenzintervall; SES=Sozioökonomischer Status; m=männlich; w=weiblich; vs.=versus

Danksagung

Mein großer Dank gilt Frau Prof. Dr. Dr. Andrea Icks für die Bereitstellung des Themas und die stets freundliche Betreuung und Hilfe bei Fragen und Anliegen. Bedanken möchte ich mich ebenfalls sehr bei Herrn Prof. Dr. Nico Dragano für die Übernahme des Zweitgutachtens.

Herzlich bedanken möchte ich mich bei Frau Ute Linnenkamp, Herrn Gregory Greiner und Herrn Dr. Heiner Claessen für die freundliche Zusammenarbeit, Unterstützung bei der Durchführung des Promotionsprojektes und die fachliche Betreuung.

Meinen Eltern und meiner Schwester, die mich immer liebevoll unterstützt haben, danke ich ganz besonders. Das Vertrauen und der Zusammenhalt haben mir den Weg zum Abschluss der Promotion ermöglicht. Danke, dass ihr mir immer den Rücken gestärkt habt!