

Beiträge zur Gesundheitsökonomie und Versorgungsforschung (Band 24)
Andreas Storm (Herausgeber)

Versorgungsreport Diabetes mellitus

Beiträge zur Gesundheitsökonomie und Versorgungsforschung (Band 20)

Versorgungsreport Multimorbidität im Alter

Herausgeber:

Andreas Storm, Vorsitzender des Vorstands der DAK-Gesundheit
DAK-Gesundheit
Nagelsweg 27-31, D-20097 Hamburg

Autoren:

Dr. Bernd Deckenbach, Hans-Dieter Nolting, Thorsten Tisch, Karsten Zich
IGES Institut GmbH
Friedrichstr. 180, D-10117 Berlin

Unter Mitwirkung von

Dr. Ariane Hörer, Marc Musfeldt (IGES Institut)
Dr. Mark Dankhoff, Gabriela Kostka (DAK-Gesundheit)
Dr. Matthias Riedl (medicum Hamburg)

Redaktion:

Martin Kordt
DAK-Gesundheit
Nagelsweg 27-31, D-20097 Hamburg

Hamburg
November 2018

Bibliografische Informationen der Deutschen Nationalbibliothek
Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen
Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über
<http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

© 2018 medhochzwei Verlag GmbH, Heidelberg
www.medhochzwei-verlag.de



ISBN 978-3-86216-489-9

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

Titelbild: Foto Menschen: istock / YT; Foto Pass: 006120-Orendt
Studios-2006-11
Druck: M. P. Media-Print Informationstechnologie GmbH, Paderborn
Printed in Germany

Vorwort

In Deutschland erkranken jedes Jahr mehr Menschen an Diabetes Typ 2. Lag die Häufigkeit vor 70 Jahren noch bei unter einem Prozent, erreicht sie heute in einigen Regionen neue Höchststände und liegt teils über 15 Prozent. Was ist angesichts dieser besorgniserregenden Entwicklung zu tun?

Der Medizinbetrieb reagiert generell erst, wenn die Diagnose des Diabetes feststeht.

Zwei wichtige Fakten werden damit im Medizinalltag häufig verdrängt oder schlicht ignoriert: Diabetes Typ 2 ist durchaus heilbar und Insulin ruft Übergewicht hervor. Experten wie Dr. Matthias Riedl, ärztlicher Leiter der medicum Hamburg MVZ GmbH, fordern daher ein radikales Umdenken bei der Diabetes-Behandlung. Sie müsse vor allem um die moderne Ernährungstherapie erweitert werden.

Trotz flächendeckender und qualitativ hochwertiger medizinischer Versorgung gehört Deutschland zu den wenigen Industrieländern, die noch keinen Nationalen Diabetes-Plan formuliert, geschweige denn umgesetzt haben. Ein Blick über die Grenzen zeigt, dass andere Länder in dieser Beziehung deutlich weiter sind. So ist England weltweit das erste Land, das konsequent eine Strategie der Diabetes Typ 2 Prävention bei Menschen mit gestörtem Glukose-Stoffwechsel („Prädiabetes“) bereits seit 2016 umsetzt.

Die Krankenkassen kommen derzeit erst „ins Spiel“, wenn die Diagnose Diabetes Typ 2 gesetzt ist. Zu spät, wie wir finden.

Deshalb widmet sich die DAK-Gesundheit in ihrem vierten Versorgungsreport den Fragen: Wann ist der beste Zeitpunkt für eine medizinische Intervention und wie müsste diese aussehen, um möglichst viele Menschen vor dieser Krankheit zu bewahren oder deren Verschlimmerung abzumildern? In enger Zusammenarbeit mit Experten des IGES und Dr. Matthias Riedl haben wir zudem untersucht, wann und wie ein frühzeitiges Behandlungsangebot implementiert werden könnte sowie, welche Effekte sich daraus für die Optimierung der Versorgung ergeben.

Der vorliegende Versorgungsreport zeigt detailliert auf, welchen gesundheitlichen Nutzen eine frühzeitigere optimierte Intervention für die Betroffenen bringen kann.



Andreas Storm

Vorsitzender des Vorstands der DAK Gesundheit

Hamburg, November 2018

Danksagung

Wir bedanken uns herzlich bei Dr. Christin Heidemann und Dr. med. Christa Scheidt-Nave, MPH, beide Robert Koch-Institut, die uns statistische Auswertungen von Daten der „Studie zur Gesundheit Erwachsener in Deutschland (DEGS1)“ zur Verfügung gestellt haben und ohne deren Unterstützung dieser DAK-Versorgungsreport nicht möglich gewesen wäre.

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	V
Danksagung	VI
Inhaltsverzeichnis	VII
Abbildungsverzeichnis	X
Tabellenverzeichnis	XII
Abkürzungsverzeichnis	XIX
Zusammenfassung	XX
1. Einleitung	1
1.1 Diabetes mellitus ist ein drängendes Gesundheitsproblem	1
1.2 Prävention des Diabetes mellitus Typ 2 bei Hochrisiko-Gruppen	2
1.3 Ziele und Vorgehen des DAK-Versorgungsreports Diabetes mellitus Typ 2	4
1.4 Aufbau des Versorgungsreports	6
2. Medizinische Grundlagen: Diabetes mellitus und Prädiabetes	8
2.1 Entstehung und Risiken von Diabetes mellitus	8
2.2 Definitionen und Diagnose des Diabetes mellitus	9
2.3 Behandlung des Diabetes mellitus	10
2.4 Definitionen des Prädiabetes	11
2.5 Mit Prädiabetes assoziierte Risiken	12
2.5.1 Risiko für die Entwicklung eines Diabetes mellitus Typ 2	12
2.5.2 Risiken für Folgeerkrankungen.	13
2.6 Epidemiologie des Prädiabetes	15
3. Verbreitung und aktuelle Behandlung des Diabetes mellitus	16
3.1 Datengrundlage	17
3.2 Abgrenzung von Krankheitsfällen in Routinedaten der Krankenkassen.	18
3.2.1 Persistente Erkrankungsfälle mit Diabetes mellitus	20
3.2.2 Inzidenter Diabetes mellitus	23
3.2.3 Hinweise auf Glukosestoffwechselstörung.	24
3.3 Häufigkeit und Verbreitung des Diabetes mellitus.	25
3.4 Begleit- und Folgeerkrankungen des Diabetes mellitus Typ 2	35
3.5 Mortalität von Patienten mit Diabetes mellitus Typ 2	50
3.6 Medikamentöse Behandlungen von Patienten mit Diabetes mellitus Typ 2	54
4. DAK-Versorgungskonzept Prädiabetes	60
4.1 Evidenz für wirksame Interventionen bei Prädiabetes.	60
4.1.1 Übersicht über die Studienlage	60

4.1.2	Evidenz für die Effektivität von lebensstilmodifizierenden und medikamentösen Interventionen	63
4.1.3	Kernelemente von wirksamen lebensstilmodifizierenden Maßnahmen	67
4.2	Das DAK-Versorgungskonzept „Prädiabetes“ im Überblick	76
4.3	Maßnahmen innerhalb der drei Module des DAK-Versorgungskonzepts „Prädiabetes“	79
4.3.1	Modul „Screening“ (alle Versicherten ab 35 Jahren)	79
4.3.2	Modul „Monitoring“ (Versicherte mit leicht bis mäßig erhöhtem Diabetesrisiko)	82
4.3.3	Modul „Intervention“ (Versicherte mit stark erhöhtem Diabetesrisiko)	83
5.	Methodik	89
5.1	Überblick	89
5.2	Übergreifende methodische Konzepte	94
5.2.1	Disability Adjusted Life Years (DALY) zur Messung der Krankheitslast	94
5.2.2	Kosten-Effektivität der Versorgungskonzepte bei Prädiabetes	98
5.2.3	Verlaufsanalyse	103
5.2.4	Interventionsinduzierter Bevölkerungszuwachs	105
5.3	Datengrundlage der Modellierung	107
5.3.1	Routinedaten der DAK-Gesundheit	107
5.3.2	Prävalenz von Prädiabetes aus Auswertungen des Robert Koch-Instituts (RKI) auf Grundlage der Bevölkerungsbefragung DEGS1	108
5.3.3	Bevölkerungsstand, Sterbetafel und Todesursachenstatistik des Statistischen Bundesamtes	109
5.3.4	Weitere Datenquellen	109
5.4	Details der Modellierung (Markow-Modell)	110
5.4.1	Populationsgrößen	116
5.4.2	Gesundheitszustände	117
5.4.3	Mortalität und Todesursachen	135
5.4.4	Veränderung des Gesundheitszustandes	138
5.4.5	Begleit- und Folgeerkrankungen des Diabetes mellitus Typ 2	148
5.4.6	Inanspruchnahme des DAK-Versorgungskonzepts	155
5.4.7	Effektivität der Maßnahmen des Interventions-Moduls	162
5.4.8	Geschätzte Kosten der einzelnen Maßnahmen des DAK-Versorgungsprogramms	166
5.5	Bestimmung der Krankheitslast	169
6.	Ergebnisse	170
6.1	Überblick	170
6.2	Inanspruchnahme von Maßnahmen des DAK-Versorgungskonzepts Prädiabetes	176
6.3	Effekte auf Umfang und Struktur der Bevölkerung im Alter von 40 bis 89 Jahren	182
6.4	Effekte auf Verbreitung des Diabetes mellitus Typ 2	187

6.5	Effekte auf die Verbreitung von Übergewicht und Adipositas . . .	195
6.6	Effekte auf die Verbreitung von Begleit- und Folgeerkrankungen	200
6.7	Effekte auf die Anzahl der Sterbefälle	217
6.8	Effekte auf die Krankheitslast	231
6.9	Kosteneffektivität des DAK-Versorgungskonzepts	236
7.	Diskussion	243
7.1	Präventionsangebote für Menschen mit erhöhtem Diabetesrisiko	243
7.2	Das DAK-Versorgungskonzept „Prädiabetes“	244
7.3	Methodik und Limitationen	246
7.4	Bewertung der Ergebnisse	248
7.5	Schlussfolgerungen und Empfehlungen	251
Anhang	253
Literaturverzeichnis	256

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Klassifikation des Prädiabetes im ICD-10.	11
Abbildung 2:	Analyse nach Teilgruppen von Personen mit inzidentem bzw. persistentem Diabetes mellitus Typ 2 im Untersuchungsjahr.	16
Abbildung 3:	DAK-Versorgungskonzept „Prädiabetes“ im Überblick.	76
Abbildung 4:	Schematische Darstellung der Generalisierten Kosten-Effektivitätsanalyse	103
Abbildung 5:	Grundaufbau des Markov-Modells und Übergangswahrscheinlichkeiten am Beispiel des Gesundheitszustands Prädiabetes High Risk – BMI 25-30	113
Abbildung 6:	Schematische Darstellung der Entwicklung von Begleiterkrankungen im Rahmen der ereignisgesteuerten Simulation auf Einzelfallebene	114
Abbildung 7:	Abhängigkeitsstruktur von Modellparametern des Markov-Modells	115
Abbildung 8:	Grundaufbau des Markov-Modells und Übergangswahrscheinlichkeiten am Beispiel des Gesundheitszustands Prädiabetes High Risk – BMI 25–30.	139
Abbildung 9:	Schematische Darstellung der Interventionsanspruchnahme im Optimierungsszenario 1 (Variante A nur Maßnahmen zur Lebensstiländerung)	159
Abbildung 10:	Schematische Darstellung der Interventionsanspruchnahme im Optimierungsszenario 2 (Variante B mit Maßnahmen zur Lebensstiländerung und mit Metformingabe)	162
Abbildung 11:	Transmissionsmechanismus der Effekte des Interventionsprogramms	171
Abbildung 12:	Entwicklung der Differenz der Populationsgröße zwischen dem Status quo und einer optimierten Versorgung der Bevölkerung im Alter von 40 bis 89 Jahren unter dem DAK-Versorgungskonzept in Variante A mit Coaching-Maßnahmen zur Lebensstilmodifikation.	187
Abbildung 13:	Entwicklung der Differenz der Häufigkeitsverteilung der Glukosestoffwechsellage zwischen dem Status quo und einer optimierten Versorgung der Bevölkerung im Alter von 40 bis 89 Jahren unter dem DAK-Versorgungskonzept in Variante A mit Coaching-Maßnahmen zur Lebensstilmodifikation.	194
Abbildung 14:	Entwicklung der Differenz der Verteilung von Übergewicht und Adipositas zwischen dem Status quo und einer optimierten Versorgung der Bevölkerung im Alter	

von 40 bis 89 Jahren unter dem DAK-Versorgungskonzept in Variante A mit Coaching-Maßnahmen zur Lebensstilmodifikation	200
Abbildung 15: Entwicklung der Differenz der Häufigkeit von Begleiterkrankungen zwischen dem Status quo und einer optimierten Versorgung der Bevölkerung im Alter von 40 bis 89 Jahren unter dem DAK-Versorgungskonzept in Variante A mit Coaching-Maßnahmen zur Lebensstilmodifikation	211
Abbildung 16: Entwicklung der Differenz der Häufigkeit von diabetischen Komplikationen zwischen dem Status quo und einer optimierten Versorgung der Bevölkerung im Alter von 40 bis 89 Jahren unter dem DAK-Versorgungskonzept in Variante A mit Coaching-Maßnahmen zur Lebensstilmodifikation	217
Abbildung 17: Entwicklung der Differenz der Sterbefälle gesamt und nach der Todesursache zwischen dem Status quo und einer optimierten Versorgung der Bevölkerung im Alter von 40 bis 89 Jahren unter dem DAK-Versorgungskonzept in Variante A mit Coaching-Maßnahmen zur Lebensstilmodifikation	231
Abbildung 18: Entwicklung der Differenz der Krankheitslast zwischen dem Status quo und einer optimierten Versorgung der Bevölkerung im Alter von 40 bis 89 Jahren unter dem DAK-Versorgungskonzept in Variante A mit Coaching-Maßnahmen zur Lebensstilmodifikation	236
Abbildung 19: Entwicklung der Kosteneffektivität des DAK-Versorgungskonzepts in Variante A mit Coaching-Maßnahmen zur Lebensstilmodifikation	242

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Diagnostische Kriterien für Diabetes mellitus	10
Tabelle 2: Relative Risiken für Mortalität und Folgeerkrankungen bei Prädiabetes	14
Tabelle 3: Studienpopulation der DAK-Versicherten für Analysen im Untersuchungsjahr 2015	18
Tabelle 4: Anzahl von Personen mit Diabetes mellitus (in Tausend) in der Bevölkerung Deutschlands im Alter von 18 bis 89 Jahren in den Jahren 2013 bis 2015	26
Tabelle 5: Prävalenz des Diabetes mellitus in der Bevölkerung Deutschlands im Alter von 18 bis 89 Jahren in den Jahren 2013 bis 2015	27
Tabelle 6: Häufigkeit von Neuerkrankungen des Diabetes mellitus in der Bevölkerung Deutschlands im Alter von 18 bis 89 Jahren in den Jahren 2013 bis 2015	29
Tabelle 7: Inzidenz des Diabetes mellitus in der Bevölkerung Deutschlands im Alter von 18 bis 89 Jahren in den Jahren 2013 bis 2015	29
Tabelle 8: Anzahl von Personen mit Diabetes mellitus Typ 2 in der Bevölkerung Deutschlands im Alter von 18 bis 89 Jahren im Jahr 2015 nach Geschlecht und Alter (in Tausend)	31
Tabelle 9: Geschlechtsverteilung und Altersverteilung von Personen mit Diabetes mellitus Typ 2 in der Bevölkerung Deutschlands im Alter von 18 bis 89 Jahren im Jahr 2015	32
Tabelle 10: Personen mit Glukosestörung in der Bevölkerung Deutschlands im Alter von 18 bis 89 Jahren im Jahr 2015 nach Geschlecht und Alter (in Tausend)	34
Tabelle 11: Geschlechtsverteilung und Altersverteilung von Personen mit Glukosestörung in der Bevölkerung Deutschlands im Alter von 18 bis 89 Jahren im Jahr 2015	34
Tabelle 12: Erkrankungsgruppen von Begleiterkrankungen des Diabetes mellitus Typ 2	37
Tabelle 13: Prävalenz von Begleiterkrankungen bei Diabetes mellitus Typ 2 in der Bevölkerung Deutschlands im Alter von 18 bis 89 Jahren im Jahr 2015	39
Tabelle 14: Prävalenz von Begleiterkrankungen bei Glukosestörung in der Bevölkerung Deutschlands im Alter von 18 bis 89 Jahren im Jahr 2015.	40

Tabelle 15: Diabetes-assoziierte Unterschiede im Vorliegen von Begleiterkrankungen in der Bevölkerung Deutschlands im Alter von 18 bis 89 Jahren im Jahr 2015: Odds Ratio [95%-Konfidenzintervall] aus der Regressionsanalyse (adjustiert nach Alter und Geschlecht)	43
Tabelle 16: Diabetische Komplikationen bzw. Folgeerkrankungen des Diabetes mellitus Typ 2	45
Tabelle 17: Anzahl von Personen mit diabetischer Komplikation bei Diabetes mellitus Typ 2 in der Bevölkerung Deutschlands im Alter von 18 bis 89 Jahren im Jahr 2015.	47
Tabelle 18: Prävalenz von diabetischen Komplikationen bei Diabetes mellitus Typ 2 in der Bevölkerung Deutschlands im Alter von 18 bis 89 Jahren im Jahr 2015	48
Tabelle 19: Unterschiede in der Entwicklung von diabetischen Komplikationen bei Diabetes mellitus Typ 2 in der Bevölkerung Deutschlands im Alter von 18 bis 89 Jahren im Jahr 2015: Odds Ratio [95%-Konfidenzintervall] aus der Regressionsanalyse (adjustiert nach Alter und Geschlecht).	49
Tabelle 20: Sterblichkeit bei Diabetes mellitus Typ 2 in der Bevölkerung Deutschlands im Alter von 18 bis 89 Jahren im Jahr 2015	51
Tabelle 21: Sterblichkeit bei Glukosestoffwechselstörung in der Bevölkerung Deutschlands im Alter von 18 bis 89 Jahren im Jahr 2015	52
Tabelle 22: Diabetes-assoziierte Unterschiede in der Sterblichkeit bei Diabetes mellitus Typ 2 in der Bevölkerung Deutschlands im Alter von 18 bis 89 Jahren im Jahr 2015: Odds Ratios [95%-Konfidenzintervalle] aus der Regressionsanalyse (adjustiert nach Alter und Geschlecht)	54
Tabelle 23: Medikamentöse Therapie: Anteil der Personen mit Diabetes mellitus Typ 2 in der Bevölkerung Deutschlands im Alter von 18 bis 89 Jahren im Jahr 2015 mit Verordnung der jeweiligen Medikation	56
Tabelle 24: Medikamentöse Therapie: Anteil der Personen mit Glukosestofförung in der Bevölkerung Deutschlands im Alter von 18 bis 89 Jahren im Jahr 2015 mit Verordnung der jeweiligen Medikation	57
Tabelle 25: Diabetes-assoziierte Unterschiede in der medikamentösen Therapie von Begleiterkrankungen des Diabetes mellitus Typ 2 in der Bevölkerung Deutschlands im Alter von 18 bis 89 Jahren im Jahr 2015: Odds Ratios [95%-Konfidenzintervall] aus der Regressionsanalyse (adjustiert nach Alter und Geschlecht).	59

Tabelle 26: Reduktion des Diabetesrisikos durch lebensstilmodifizierende (L) und medikamentöse (M) Interventionen: Ergebnisse von Reviews und Einzelstudien.	65
Tabelle 27: Zielvorgaben für die Ernährung in ausgewählten Diabetespräventionsprogrammen.	72
Tabelle 28: Zielvorgaben für die Gewichtsreduktion in ausgewählten Diabetespräventionsprogrammen	72
Tabelle 29: Zielvorgaben für die körperliche Aktivität in ausgewählten Diabetespräventionsprogrammen	73
Tabelle 30: Merkmale von Interventionen ausgewählter lebensstilmodifizierender Diabetespräventionsprogramme	75
Tabelle 31: Überblick über die einzelnen Maßnahmen innerhalb der drei Module des DAK-Versorgungskonzepts	78
Tabelle 32: Maßnahme M1: Ermittlung des Diabetesrisikos	82
Tabelle 33: Maßnahme M2.1: Ärztliche Beratung bei leicht bis mäßig erhöhtem Diabetesrisiko	83
Tabelle 34: Maßnahme M2.2: Kontrolluntersuchung mit Bestimmung der Nüchternplasmaglukose	83
Tabelle 35: Maßnahme M3.1: Initiale ärztliche Beratung bei stark erhöhtem Diabetesrisiko	84
Tabelle 36: Maßnahme M3.2: Individuelles Coaching zur Lebensstilmodifikation	86
Tabelle 37: Maßnahme M3.3: Metformingabe.	87
Tabelle 38: Fallbeispiel für die Bestimmung der Krankheitslast bei Multimorbidität.	97
Tabelle 39: Populationsgrundlage der Simulationsstudie: Bevölkerungsstand und Bevölkerungszusammensetzung nach Altersgruppe und Geschlecht der Bevölkerung Deutschlands im Alter zwischen 40 und 89 Jahren zum Ende des Jahres 2015	116
Tabelle 40: Gesundheitszustände des Markov-Modells	119
Tabelle 41: Punktschätzer und 95 %-Konfidenzintervall für den Anteil mit prädiabetischer Glukosestoffwechsellage nach Altersgruppe, Geschlecht und BMI	122
Tabelle 42: Punktschätzer für den Anteil der Fälle mit klassierten HbA1c-Werten nach Altersgruppe, Geschlecht und BMI bedingt auf Fälle ohne bekannte Diabeteserkrankung.	124
Tabelle 43: BMI-Verteilung der Bevölkerung Deutschlands im Alter von 40 bis 79 Jahren in Deutschland 2011 bedingt auf das Geschlecht und die Altersklasse	125

Tabelle 44: Auf die Altersgruppe bedingte Verteilung von BMI und Glukosestoffwechsellage der Männer im Alter von 40 bis 79 Jahren	126
Tabelle 45: Auf die Altersgruppe bedingte Verteilung von BMI und Glukosestoffwechsellage der Frauen im Alter von 40 bis 79 Jahren	127
Tabelle 46: Verteilung der Gesundheitszustände und zu schätzende Übergangswahrscheinlichkeiten am Beispiel von Frauen im Alter von 67 Jahren	142
Tabelle 47: Parametrisierung der der Variablenkoeffizienten in der Zielfunktion des Linearen Programms (LP)	146
Tabelle 48: Übergangswahrscheinlichkeiten am Beispiel von Frauen im Alter von 67 Jahren	147
Tabelle 49: Relative Risiken der Begleiterkrankung pro BMI-Einheit . . .	153
Tabelle 50: Inanspruchnahmequoten von gesetzlichen Maßnahmen zur Früherkennung nach § 25 SGB V im Jahr 2016	155
Tabelle 51: Auf die Anspruchsberechtigung bedingte Wahrscheinlichkeit der Inanspruchnahme von gesetzlichen Maßnahmen zur Früherkennung nach § 25 SGB V.	156
Tabelle 52: Kalkulation der durchschnittlichen Kosten der Interventionsmaßnahmen pro Teilnehmer	168
Tabelle 53: Behinderungsgewichte (Disability Weights) der Erkrankungen.	169
Tabelle 54: Inanspruchnahme von Gesundheitsuntersuchungen nach § 25 SGB V (in Tausend) unter einer optimierten Versorgung der Bevölkerung im Alter von 40 bis 89 Jahren	177
Tabelle 55: Inanspruchnahme zusätzlicher ärztlicher Kontrolluntersuchungen (in Tausend) im Rahmen des Moduls „Monitoring“ einer optimierten Versorgung der Bevölkerung im Alter von 40 bis 89 Jahren.	178
Tabelle 56: Zielgruppe für das Modul „Intervention“ des DAK-Versorgungskonzepts im Rahmen einer optimierten Versorgung der Bevölkerung im Alter von 40 bis 89 Jahren.	180
Tabelle 57: Tatsächliche Teilnahme am Modul „Intervention“ des DAK-Versorgungskonzepts unter einer optimierten Versorgung der Bevölkerung im Alter von 40 bis 89 Jahren.	181
Tabelle 58: Zusammensetzung der Interventionsmaßnahmen unter einer optimierten Versorgung der Bevölkerung im Alter von 40 bis 89 Jahren	182

Tabelle 59: Populationsgröße und Populationsstruktur (in Tausend Einwohner) unter der gegenwärtigen (Status quo) und unter einer optimierten Versorgung der Bevölkerung im Alter von 40 bis 89 Jahren	184
Tabelle 60: Populationsgröße und Populationsstruktur des interventionsinduzierten Bevölkerungszuwachses unter einer optimierten Versorgung der Bevölkerung im Alter von 40 bis 89 Jahren	185
Tabelle 61: Häufigkeit des Diabetes mellitus Typ 2 (in Tausend Einwohner) unter der gegenwärtigen (Status quo, SQ) und unter einer optimierten Versorgung der Bevölkerung im Alter von 40 bis 89 Jahren.	190
Tabelle 62: Prävalenz des Diabetes mellitus Typ 2 unter der gegenwärtigen (Status quo) und unter einer optimierten Versorgung der Bevölkerung im Alter von 40 bis 89 Jahren	191
Tabelle 63: Häufigkeit und Prävalenz des Diabetes mellitus Typ 2 innerhalb des interventionsinduzierten Bevölkerungszuwachses unter einer optimierten Versorgung der Bevölkerung im Alter von 40 bis 89 Jahren	193
Tabelle 64: Häufigkeit von Übergewicht und Adipositas (in Tausend Einwohner) unter der gegenwärtigen (Status quo) und unter einer optimierten Versorgung der Bevölkerung im Alter von 40 bis 89 Jahren	197
Tabelle 65: Prävalenz von Übergewicht und Adipositas unter der gegenwärtigen (Status quo) und unter einer optimierten Versorgung der Bevölkerung im Alter von 40 bis 89 Jahren. . . .	197
Tabelle 66: Häufigkeit und Prävalenz von Übergewicht und Adipositas innerhalb des interventionsinduzierten Bevölkerungszuwachses unter einer optimierten Versorgung der Bevölkerung im Alter von 40 bis 89 Jahren	199
Tabelle 67: Häufigkeit von Begleiterkrankungen des Diabetes mellitus Typ 2 (in Tausend) unter der gegenwärtigen (Status quo) und unter einer optimierten Versorgung der Bevölkerung im Alter von 40 bis 89 Jahren	203
Tabelle 68: Häufigkeit und Prävalenz von Begleiterkrankungen des Diabetes mellitus Typ 2 innerhalb des interventionsinduzierten Bevölkerungszuwachses unter einer optimierten Versorgung der Bevölkerung im Alter von 40 bis 89 Jahren .	205
Tabelle 69: Effekte einer optimierten Versorgung der Bevölkerung im Alter von 40 bis 89 Jahren auf die Häufigkeit diabetesbedingter Begleiterkrankungen (in Tausend)	209

Tabelle 70: Häufigkeit von diabetischen Komplikationen des Diabetes mellitus Typ 2 (in Tausend Einwohner) unter der gegenwärtigen (Status quo) und unter einer optimierten Versorgung der Bevölkerung im Alter von 40 bis 89 Jahren	214
Tabelle 71: Häufigkeit und Prävalenz von diabetischen Komplikationen des Diabetes mellitus Typ 2 innerhalb des interventionsinduzierten Bevölkerungszuwachses unter einer optimierten Versorgung der Bevölkerung im Alter von 40 bis 89 Jahren	215
Tabelle 72: Anzahl der Sterbefälle unter der gegenwärtigen (Status quo) und unter einer optimierten Versorgung der Bevölkerung im Alter von 40 bis 89 Jahren	219
Tabelle 73: Sterbefälle innerhalb des interventionsinduzierten Bevölkerungszuwachses unter einer optimierten Versorgung der Bevölkerung im Alter von 40 bis 89 Jahren.	220
Tabelle 74: Effekte einer optimierten Versorgung der Bevölkerung im Alter von 40 bis 89 Jahren auf die mit Diabetes mellitus Typ 2 assoziierte Sterblichkeit.	224
Tabelle 75: Todesfälle nach Todesursachen unter der gegenwärtigen (Status quo) und unter einer optimierten Versorgung der Bevölkerung im Alter von 40 bis 89 Jahren.	227
Tabelle 76: Effekte einer optimierten Versorgung der Bevölkerung im Alter von 40 bis 89 Jahren auf die mit Diabetes mellitus Typ 2 assoziierte Sterblichkeit nach Todesursachen	229
Tabelle 77: Years Lost due to Disability (in Tausend YLD) unter der gegenwärtigen (Status quo) und unter einer optimierten Versorgung der Bevölkerung im Alter von 40 bis 89 Jahren .	233
Tabelle 78: Years of Life Lost (in Tausend YLL) unter der gegenwärtigen (Status quo) und unter einer optimierten Versorgung der Bevölkerung im Alter von 40 bis 89 Jahren.	234
Tabelle 79: Disability Adjusted Life Years (in Tausend DALY) unter der gegenwärtigen (Status quo) und unter einer optimierten Versorgung der Bevölkerung im Alter von 40 bis 89 Jahren .	235
Tabelle 80: Langfristige jährliche Gesamtkosten des DAK-Versorgungskonzepts für beide Varianten einer optimierten Versorgung der Bevölkerung im Alter von 40 bis 89 Jahren . . .	238
Tabelle 81: Langfristige Kosteneffektivität des DAK-Versorgungskonzepts für beide Varianten einer optimierten Versorgung der Bevölkerung im Alter von 40 bis 89 Jahren.	241
Tabelle 82: Punktschätzer und Konfidenzintervall für die Verteilung klassierter HbA1c-Werte der Männer nach Altersgruppe und BMI bedingt auf Fälle ohne bekannte Diabeteserkrankung	254

Tabelle 83: Punktschätzer und Konfidenzintervall für die Verteilung klassierter HbA1c-Werte der Frauen nach Altersgruppe und BMI bedingt auf Fälle ohne bekannte Diabeteserkrankung	255
---	-----

Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung Erläuterung

Zusammenfassung

In Deutschland, wie auch in den meisten anderen Industrieländern, hat die Zahl der Menschen, die unter einem Diabetes mellitus Typ 2 leiden in den letzten Jahrzehnten massiv zugenommen. Die Weltgesundheitsorganisation fordert seit langem, dass die Mitgliedsländer nationale Strategien zur Eindämmung von nichtübertragbaren Krankheiten entwickeln und umsetzen, was in Deutschland zumindest im Hinblick auf Diabetes mellitus bisher nicht geschehen ist. Mit der expliziten Erwähnung eines nationalen Diabetesplans für Deutschland im Koalitionsvertrag der Regierungsfractionen für die laufende 19. Legislaturperiode dürfte die lange Zeit stockende Fachdiskussion über Themen und Schwerpunkte einer solchen Strategie wieder aufgenommen werden.

Auch mit Blick auf entsprechende Weichenstellungen auf politischer Ebene greift der DAK-Versorgungsreport Diabetes mellitus ein Thema auf, das aus Sicht der DAK-Gesundheit einen wichtigen Beitrag zur Verminderung der Zahl der Neuerkrankungen an Diabetes mellitus leisten kann: Präventionsangebote für Menschen, die bereits erhöhte Blutzuckerwerte aufweisen (sog. Prädiabetes) und die nachweislich ein deutlich erhöhtes Risiko für die Entwicklung einer manifesten Diabeteserkrankung haben, haben sich in mehreren großen Studien als wirksam und kosteneffektiv erwiesen. Diese primär auf eine Lebensstiländerung zielenden Programme für Hochrisiko-Personen konnten die Progression zum Diabetes um durchschnittlich etwa 50 Prozent reduzieren. Dieser Effekt schwächt sich zwar ab, je länger die Maßnahmenbeteiligung zurückliegt; in Nachbeobachtungsstudien wiesen die Teilnehmer jedoch auch Jahre nach Ende der Intervention noch signifikante gesundheitliche Verbesserungen gegenüber den Kontrollgruppen auf. Vor diesem Hintergrund hat beispielsweise der englische Nationale Gesundheitsdienst (NHS England) beschlossen, ein entsprechendes Programm (NHS Diabetes Prevention Programme) landesweit einzuführen.

Der DAK-Versorgungsreport Diabetes mellitus untersucht mit einer in den drei vorangehenden Versorgungsreports bereits erprobten Methodik (Generalized Cost-Effectiveness Analysis, GCEA), welche Auswirkungen die Implementierung eines Versorgungskonzepts für Versicherte mit Prädiabetes in Deutschland haben würde. Als Zielgrößen werden die zu erwartenden Effekte auf die Prävalenz des Diabetes mellitus Typ 2, das Auftreten von diabetischen Komplikationen sowie Begleit- und Folgeerkrankungen und die diabetesbedingte Sterblichkeit analysiert. Ferner wird die Kosten-Effektivität des Versorgungskonzepts ermittelt, indem die Effekte auf Sterblichkeit und Prävalenz von Krankheiten als Verminderung der Krankheitslast (behinderungsadjustierte Lebensjahre, DALY) ausgedrückt und den zu erwartenden Maßnahmenkosten gegenübergestellt wird.

Die Analyse erfolgt mittels einer komplexen Markow-Modellierung und betrachtet die Situation, die sich im Jahr 2065 ergeben würde, wenn das DAK-Versorgungskonzept Prädiabetes im 2015 eingeführt worden wäre. Ein so langer Betrachtungszeitraum ist für die Beurteilung des Konzepts notwendig, da sich die Effekte erst im Zeitverlauf langsam aufbauen, indem Jahr für Jahr ein bestimmter Teil der Bevölkerung an der Intervention teilnimmt. Die Model-

lierung und sämtliche Ergebnisse beziehen sich auf die Bevölkerung im Alter von 40 bis 89 Jahren, wobei die prognostizierte Bevölkerungsentwicklung bis zum Jahr 2065 nicht berücksichtigt wird. Berichtete Effekte auf den Bevölkerungsstand sind also als reine Interventionseffekte zu interpretieren.

Gegenstand der Untersuchung ist ein aus der Literatur abgeleitetes Interventionsmodell („DAK-Versorgungskonzept Prädiabetes“), das in zwei Varianten analysiert wird. Variante A umfasst ein intensives Coaching zur Lebensstilmodifikation, das in einer Kombination von persönlichen (face-to-face) und digitalen (per Smartphone-App) Kontakten mit spezialisierten Ernährungsberatern sowie ergänzenden Arztkontakten durchgeführt wird. Der Ansatz der Lebensstilmodifikation hat sich in Studien als der wirkungsvollste und nachhaltigste erwiesen. Demgegenüber etwas weniger wirksam, aber ebenfalls gestützt auf guten Evidenzen, sind medikamentöse Interventionen, d. h. die Gabe von Metformin in niedriger Dosierung. Auch medizinische Leitlinien – bspw. des britischen NICE – empfehlen unter bestimmten Voraussetzungen die Gabe von Metformin zur Prävention eines manifesten Diabetes bei Hochrisikogruppen. Der DAK-Versorgungsreport untersucht daher in einer zweiten Variante B bei Versicherten, die mit der Lebensstilmodifikation keinen nachhaltigen Erfolg erzielen oder für diese Art der Intervention nach ärztlicher Einschätzung nicht geeignet sind, die Option einer Behandlung mit dem anti-diabetischen Medikament Metformin.

Als wichtiger Zugangsweg in das DAK-Versorgungskonzept Prädiabetes wird die Gesundheitsuntersuchung nach § 25 SGB V („Check-up 35“) angesehen. Auf Basis der dort vorgesehenen Bestimmung der Nüchternblutglukose soll der Arzt die Versicherten mit erhöhten, aber unter der Schwelle zum Diabetes liegenden Blutzuckerwerten in eine Gruppe mit „gering bis mäßig erhöhtem“ und eine mit „stark erhöhtem Risiko“ für die Entwicklung eines Diabetes einteilen (Modul „Screening“ des DAK-Versorgungskonzepts Prädiabetes). Die erste Gruppe soll neben einer Beratung zunächst keine weitere Intervention außer einer erneuten Bestimmung des Blutzuckers im jährlichen Abstand erhalten (Modul „Monitoring“ des DAK-Versorgungskonzepts). Nur den Versicherten mit „stark erhöhtem Risiko“ (Nüchternblutglukose 110 – 125 mg/dl) wird die Teilnahme an dem Interventions-Modul angeboten.

Bei Fortschreibung der aktuell beobachtbaren Inanspruchnahme der Gesundheitsuntersuchung und unter Berücksichtigung des künftig alle drei Jahre bestehenden Anspruchs auf die Untersuchung nehmen langfristig etwa 9,1 Mio. Versicherte im Altersbereich zwischen 40 und 89 Jahren die Gesundheitsuntersuchung in Anspruch und erhielten somit auch das Modul „Screening“ des DAK-Versorgungskonzepts, d. h. würden aufgrund der Laborergebnisse in drei Gruppen eingeteilt: Bei etwa 3,8 Mio. würde „kein Prädiabetes“ festgestellt. Ein „Prädiabetes mit gering bis mäßig erhöhtem Risiko“ würde bei etwa 4,3 Mio. Personen festgestellt, denen daraufhin das Modul „Monitoring“ angeboten würde. Zielgruppe für das Interventionsmodul wären ca. 1,1 Mio. Menschen, bei denen ein „Prädiabetes mit stark erhöhtem Risiko“ festgestellt würde (wesentliche Grundlage für diese Modellierungsergebnisse sind die Untersuchungsbefunde des DEGS1-Surveys des Robert-Koch Instituts zur Verteilung von Diabetes und Prädiabetes in der Bevölkerung).

Bei der Modellierung der Variante A (nur Coaching zur Lebensstilmodifikation) wird eine Teilnahmebereitschaft der Zielgruppenpersonen von 15 % unterstellt, entsprechend etwa 167.000 Personen, die jährlich an dem Interventionsmodul teilnehmen würden. In Variante B nehmen ca. 330.000 Personen jährlich an der Intervention teil, davon 150.000 Teilnehmer des Lebensstilcoachings und 180.000, die eine Metformingabe erhalten. Letztere setzen sich zusammen aus 136.000 Personen, die initial Metformin erhalten und 44.000, die zuvor ohne nachhaltigen Erfolg an dem Lebensstil-Coaching teilgenommen hatten.

Unter den beschriebenen Inanspruchnahmebedingungen würde die Zahl der Menschen mit Diabetes mellitus Typ 2 in der Bevölkerung zwischen 40 und 89 Jahren langfristig um etwa 275.000 (Variante B: 535.000) niedriger liegen, als ohne das DAK-Versorgungskonzept zu erwarten wäre. Dies entspricht einer Verminderung um 4,0 % (Variante B: 7,7 %). Noch stärker würde sich die Zahl der Menschen in der Gruppe „Prädiabetes mit stark erhöhtem Risiko“ vermindern, die auch in diesem Zustand bereits signifikant erhöhte Risiken für das Auftreten von Begleit- und Folgeerkrankungen des Diabetes hat. In Variante A nähme ihre Zahl um 320.000 (minus 6,4 %) ab, in Variante B um 587.000 (minus 11,7 %).

Es ist wichtig, darauf hinzuweisen, dass es sich bei diesen Zahlen um Netto-Effekte handelt: Das DAK-Versorgungskonzept würde nämlich nicht nur zu einer Senkung der Zahl der Diabetiker, sondern auch zu einer Vermeidung von ansonsten auftretenden vorzeitigen Sterbefällen führen. Pro Jahr würden etwa 3.300 Sterbefälle weniger auftreten (Variante B: 5.500). Wegen dieses dämpfenden Effekts auf die Sterblichkeit würden im Jahr 2065 in Variante A in dem betrachteten Altersbereich (40 – 89 Jahre) etwa 55.000 Menschen mehr leben (Variante B: 104.000), die ohne die Intervention vorzeitig gestorben wären. Die zu diesem interventionsinduzierten Bevölkerungszuwachs zählenden Menschen sind vergleichsweise älter und auch deutlich morbider als die übrigen Populationsangehörigen. So beträgt bspw. in der Bevölkerung im Status quo-Szenario (ohne Implementierung des Versorgungskonzepts) der Anteil mit manifestem Diabetes Typ 2 etwa 15 %, unter den interventionsbedingt zusätzlich Überlebenden dagegen ca. 26 % (Variante B: 35 %). Dies führt dazu, dass viele Netto-Effekte des DAK-Versorgungskonzepts Prädiabetes – dies gilt nicht nur für die Verminderung der Zahl der Diabetiker, sondern auch für die Reduktion von diabetischen Komplikationen sowie Begleit- und Folgeerkrankungen – geringer ausfallen, als es ohne den Effekt auf die Sterblichkeit der Fall wäre.

Weitere Effekte der Implementierung des DAK-Versorgungskonzepts wären zum einen eine Verminderung der Personen mit Adipositas um 307.000 (in der Modellierung von Variante B wurde unterstellt, dass die Behandlung mit Metformin keinen Effekt auf das Körpergewicht hat, weshalb die Zahl der von Variante A entspricht). Als Konsequenz aus der verringerten Zahl von Diabetikern würden zum anderen diabetische Komplikationen sowie Begleit- und Folgeerkrankungen des Diabetes abnehmen: Die Fälle eines diabetischen Fuß-Syndroms würden um 29.000 (Variante B: 55.000) reduziert, Niereninsuffizienzen um 31.000 (Variante B: 59.000), diabetische Augenkomplikationen um 15.000 (Variante B: 31.000), ischämische Herzerkrankungen um 39.000

(Variante B: 70.000) und zerebrovaskuläre Erkrankungen um 11.000 Fälle (Variante B: 19.000) um nur einige zu nennen.

Bei den meisten untersuchten Begleiterkrankungen ist Diabetes Typ 2 (z. B. ischämische Herzerkrankungen oder zerebrovaskuläre Erkrankungen) nur ein Risikofaktor neben anderen, sodass die Gesamtzahl dieser Erkrankungen durch eine spezifisch die Diabeteshäufigkeit senkende Maßnahme auch nur in Bezug auf den Anteil beeinflussbar ist, der dem Risikofaktor „Diabetes Typ 2“ zuzurechnen ist. Im Rahmen der Untersuchung wurde daher auch eine Schätzung der jeweils mit Diabetes assoziierten Zahl der Erkrankungsfälle der Begleit- und Folgeerkrankungen vorgenommen. Dieser sogenannten attributablen Fraktion wurden die durch die Intervention verhinderten Krankheitsfälle gegenübergestellt – und zwar in diesem Fall als Bruttoeffekt, also ohne Berücksichtigung des interventionsinduzierten Bevölkerungszuwachses, um die Wirksamkeit des Interventionsansatzes auf die Folgeerkrankungen zu verdeutlichen. In dieser Betrachtung würden in Variante A die dem Risikofaktor „Diabetes“ zurechenbaren Niereninsuffizienzen um 5,1 % (Variante B: 10,1 %), die ischämischen Herzkrankheiten um 6,1 % (Variante B: 11,3 %) und die zerebrovaskulären Krankheiten um 5,2 % (Variante B: 10,1 %) reduziert (Ergebnisse zu weiteren Erkrankungen vgl. Abschnitt 6.6).

Die gesundheitsbezogenen Effekte des DAK-Versorgungskonzepts Prädiabetes werden in der Messgröße der „behinderungsadjustierten Lebensjahre“ (Disability Adjusted Life Years, DALY) zusammengefasst, die sich aus den beiden Komponenten der verlorenen Lebensjahre aufgrund von vorzeitigen Sterbefällen (Years of Life Lost, YLL) und der aufgrund von behinderungsbedingt eingeschränkter Lebensqualität verlorenen Jahre (Years Lost due to Disability, YLD) zusammensetzt. Das Versorgungskonzept vermeidet in Variante A den Verlust von 74.000 DALY (27.000 YLD, 47.000 YLL) und in Variante B von 143.000 DALY (53.000 YLD, 90.000 YLL).

Das Kostenmodell für das DAK-Versorgungskonzept berücksichtigt für das Modul „Monitoring“, also die zusätzlichen jährlichen Blutzuckerkontrollen bei Personen mit Prädiabetes und nur mäßig erhöhtem Risiko, zusätzliche Kosten in Höhe von € 20,- pro Untersuchung. Für das Modul „Intervention“ in Variante A werden pro Teilnehmer € 689,- kalkuliert, die sich aus den Kosten für drei ärztliche Gesprächstermine und zwei zusätzliche Laboruntersuchungen (€ 129,-) einerseits sowie den Kosten für das Coaching durch Ernährungsberater (online und face-to-face) von € 560,- zusammensetzen. In Variante B kommen zusätzlich zu dem Lebensstil-Coaching die Kosten der Metformingabe hinzu, die mit ca. € 114,- angesetzt werden und neben den Kosten des Arzneimittels auch vierteljährliche Kontrolluntersuchungen umfassen.

Basierend auf diesen Einzelkosten resultieren jährliche Gesamtkosten für die etwa 4,31 Mio. Versicherten im Modul „Monitoring“ von € 86,2 Mio. Für das Interventionsmodul in Variante A (167.000 Teilnehmer p. a.) resultieren jährliche Gesamtkosten von € 114,7 Mio. Für Monitoring und Intervention in Variante A ergäben sich somit jährliche Gesamtkosten von € 200,9 Mio. Die Intervention in der Variante B summiert sich auf € 190,7 Mio. (davon € 103,6 Mio. für das Lebensstil-Coaching und € 87 Mio. im Zusammenhang

mit der Metformingabe). Die Gesamtkosten in Variante B (Modul „Monitoring“ und Modul „Intervention“ zusammen) belaufen sich damit auf € 279,9 Mio.

Bezieht man diese geschätzten Kosten auf die jeweils zu erwartende Verringerung der Krankheitslast (Variante A: ca. minus 74.000 DALY, Variante B ca. minus 143.000 DALY), so ergibt sich langfristig eine Kosteneffektivität von ca. € 2.700,- pro vermiedenes DALY in Variante A und von ca. € 1.960 € pro vermiedenes DALY in Variante B.

Da es sich bei dem DAK-Versorgungskonzept Prädiabetes um eine Ergänzung und nicht um die Ersetzung einer Maßnahme der bestehenden Versorgung handelt, ist ein unmittelbarer Vergleich der Kosten-Effektivität mit einer Alternativmaßnahme nicht möglich. Für die Situation der Bewertung der Kosten-Effektivität einer neu hinzukommenden Versorgungsmaßnahme gibt es eine Methodik, die ausgehend von der geschätzten durchschnittlichen Kosten-Effektivität der bestehenden Versorgung Schwellenwerte für kosteneffektive Maßnahmen ableitet. Übertragen auf Deutschland und das Jahr 2017 ergibt sich ein mittlerer Schwellenwert von € 19.945,- und ein unterer Schwellenwert von € 3.111,-. Das DAK-Versorgungskonzept Prädiabetes liegt somit in beiden Varianten sogar unterhalb der unteren Kosten-Effektivitätsschwelle. Das bedeutet, dass durch die Implementierung des Versorgungskonzepts die Kosten-Effektivität der gesundheitlichen Versorgung insgesamt – also die im Durchschnitt aufgewendeten Mittel, um die Krankheitslast der Bevölkerung um ein DALY zu vermindern – deutlich verbessert würde.

Ein weiterer Aspekt zur Bewertung des DAK-Versorgungskonzepts Prädiabetes wären die als Folge der Implementierung entfallenden Versorgungskosten für die Behandlung der Diabetiker sowie der Begleit- und Folgeerkrankungen. Entsprechende Berechnungen sind in dem vorliegenden Versorgungsreport noch nicht enthalten. Die berichteten Zahlen zu vermiedenen Folgeerkrankungen – allein die wegen erforderlicher Dialysebehandlungen sehr kosten-trächtigen Niereninsuffizienzen würden in Variante A um 31.000 Fälle reduziert – machen eine Kosteneinsparung durch das Versorgungskonzept sehr wahrscheinlich.

Angesichts der berichteten gesundheitsbezogenen Effekte und der günstigen Kosten-Effektivität wird eine Umsetzung des Versorgungskonzepts in der Variante A empfohlen. Aufgrund der Anbindung an bereits existierende Strukturen (Gesundheitsuntersuchung nach § 25 SGB V) und der guten Skalierbarkeit infolge der digitalen Interventionskomponenten dürfte das Konzept rasch implementierbar sein. In Bezug auf Variante B wird eine Erprobungsstudie empfohlen, um die zugrundeliegende Hypothese zu überprüfen, dass durch die Ergänzung um eine medikamentöse Komponente die Zahl der erreichten Versicherten mit hohem Risiko deutlich gesteigert werden könnte.

1. Einleitung

1.1 Diabetes mellitus ist ein drängendes Gesundheitsproblem

Diabetes mellitus ist eine verbreitete Erkrankung in der erwachsenen Bevölkerung. Der jüngste Untersuchungssurvey des Robert Koch-Instituts – DEGS1 mit dem Bezugszeitraum 2008 bis 2011 – hat für die Bevölkerung im Alter zwischen 18 und 79 Jahren eine Prävalenz von 9,2 % ermittelt – wobei diese Zahl sowohl ärztlich bereits diagnostizierte, als auch zum Untersuchungszeitpunkt unbekannte Erkrankungen umfasst und auch nicht zwischen Diabetes des Typs 1 oder 2 differenziert. Die Prävalenz des ärztlich diagnostizierten Diabetes betrug 7,2 Prozent (Heidemann et al. 2016).

Die telefonischen Surveys des Robert Koch-Instituts (GEDA) werden häufiger durchgeführt und erlauben daher die Analyse von zeitlichen Trends in Bezug auf den ärztlich diagnostizierten und den Befragten daher bekannten Diabetes. Demnach war vor allem zwischen 2003 und 2009 eine signifikante Zunahme der selbst berichteten Lebenszeitprävalenz von 6,8 % auf 9,3 % bei Frauen und von 5,4 % auf 8,2 % bei Männern zu beobachten. Die Zahlen aus dem Jahr 2012 (Frauen 9,0%, Männer 8,7%) zeigen keine signifikanten Veränderungen gegenüber 2009 (Heidemann et al. 2017).

In ähnlicher Größenordnungen liegen auch Prävalenzschätzungen, die sich auf Daten aus den Abrechnungen der Ärzte und Krankenhäuser stützen (administrative Prävalenz): So kamen Goffrier und Mitarbeiter auf der Grundlage von vertragsärztlichen Abrechnungsdaten für das Jahr 2015 auf eine administrative Prävalenz von Diabeteserkrankungen insgesamt von 9,8 % bzw. von 9,5 % für den Diabetes mellitus Typ 2 (Goffrier et al. 2017).

Die Analysen des vorliegenden DAK-Versorgungsreports schätzen auf Grundlage von Daten der Versicherten der DAK-Gesundheit, die auf die Bevölkerung der Bundesrepublik hochgerechnet und adjustiert wurden, die administrative Prävalenz von Diabetes mellitus im Altersbereich 18 bis 89 Jahre im Jahr 2015 auf fast 11 %. Dies wären in absoluten Zahlen etwa 7,4 Millionen Menschen, für die sich in den Abrechnungsdaten von Krankenhäusern oder Vertragsärzten die entsprechenden Diagnosecodes finden (Details vgl. Abschnitt 3.3).

Wegen der großen Zahl betroffener Menschen und der gravierenden Folgen, die im Verlauf einer Diabeteserkrankung eintreten können, haben viele Industrieländer bereits vor Jahren eigene nationale Strategien formuliert, wie der Erkrankung sowohl im Bereich der kurativen Versorgung, als auch durch Prävention begegnet werden kann. Im Rahmen einer europaweiten Untersuchung wurden 22 Länder im Hinblick auf den in 2014 erreichten Stand der Umsetzung von nationalen Diabetes-Plänen befragt. Deutschland gehörte damals zu den sieben Ländern, die über keine formale Diabetesstrategie im Sinne der Studie verfügten (Richardson et al. 2016). Österreich, im Jahr 2014 ebenfalls noch ohne Diabetes-Plan, hat 2017 die „Österreichische Diabetes-Strategie“ beschlossen (Bundesministerium für Gesundheit von Frauen (BMGF) 2017).

Ein nationaler Diabetesplan, welcher der Breite und Komplexität des Problems gerecht wird, existiert in Deutschland noch immer nicht. Zum Jahresanfang 2018 sind die Aussichten für die Entwicklung und Verabschiedung einer auf Bundesebene abgestimmten Vorgehensweise allerdings wieder gestiegen, seit eine „nationale Diabetesstrategie“ Erwähnung im Koalitionsvertrag zwischen CDU/CSU und SPD für die 19. Legislaturperiode gefunden hat.¹ In Bezug auf Inhalte und Ausgestaltung dieser Strategie liegen bereits Vorschläge von medizinischen Fachgesellschaften vor, die zahlreiche wichtige Themenfelder berücksichtigen (Deutsche Diabetes Gesellschaft (DDG) 2016). Mit dem 2015 gestarteten Aufbau eines Diabetes-Surveillance-Systems am Robert Koch-Institut sind sogar schon Forderungen der Fachgesellschaften umgesetzt (Heidemann et al. 2017).²

1.2 Prävention des Diabetes mellitus Typ 2 bei Hochrisiko-Gruppen

Der vierte Versorgungsreport der DAK-Gesundheit greift ein Thema auf, das mit Blick auf künftige Prioritätensetzungen im Rahmen einer nationalen Diabetesstrategie diskutiert werden sollte, nämlich die gezielte Prävention des Diabetes mellitus Typ 2 bei Hochrisiko-Gruppen. Neben der Primärprävention durch allgemeine Verbesserung des Ernährungs- und Bewegungsverhaltens sowie Maßnahmen zur Reduktion des Zucker- und Fettgehalts in Lebensmitteln sollte über die Implementierung von Maßnahmen nachgedacht werden, die sich an Menschen richten, deren Zucker-Stoffwechsel bereits gestört ist und die daher besonders gefährdet sind, in naher Zukunft einen Typ 2-Diabetes zu entwickeln.

Von einer „gestörten Glukosetoleranz“ oder „Prädiabetes“ spricht man, wenn einschlägige Parameter des Zucker-Stoffwechsels zwar noch nicht die anerkannten Kriterien eines manifesten Diabetes mellitus Typ 2 erfüllen, jedoch bereits von den eindeutig als gesund angesehenen Werten abweichen (zu Details der definitorischen Abgrenzung vgl. Abschnitt 2.4). Diese je nach Altersgruppe teilweise große Gruppe von Menschen weist nicht nur ein erhöhtes Risiko für eine weitere Verschlechterung, d. h. das Überschreiten der Schwelle zum manifesten Typ 2-Diabetes, auf, sie hat auch in dem „prädiabetischen“ Stadium gegenüber Menschen mit normalem Zucker-Stoffwechsel erhöhte Risiken für zahlreiche Begleit- und Folgeerkrankungen (vgl. dazu Abschnitt 2.5).

Die wissenschaftliche Diskussion über mögliche, insbesondere auf Lebensstiländerungen zielende, Interventionen bei Personen mit gestörter Glukosetoleranz reicht schon längere Zeit zurück. In der ersten Hälfte der 1990er Jahre wurden mehrere Studien publiziert, die erste Hinweise auf die Wirksamkeit von Maßnahmen zur Veränderung des Ernährungs- und Bewegungsverhaltens lieferten (ein Überblick findet sich in (Diabetes Prevention Program Re-

1 https://www.bundesregierung.de/Content/DE/_Anlagen/2018/03/2018-03-14-koalitionsver-trag.pdf;jsessionid=EB3C9A23315D3E777BF99150F25A7C3E.s2t1?__blob=publicationFile&v=6 [abgerufen am: ■.■.■].

2 https://www.rki.de/DE/Content/Gesundheitsmonitoring/Studien/Diabetes_Surveillance/diab_surv_node.html [abgerufen am: ■.■.■].

search 2002)). Bereits 1986 wurde in China eine randomisierte kontrollierte Studie gestartet, die drei verschiedene Varianten einer Lebensstilintervention testete. Die 1997 publizierten ersten Ergebnisse der „Da Qing Diabetes Prevention Study“ zeigten für alle drei Interventionen einen positiven Effekt (Pan et al. 1997). 2001 folgten die Ergebnisse der „Finnish Diabetes Prevention Study“, die diese Ergebnisse an einer Stichprobe von übergewichtigen Personen mit Prädiabetes bestätigte (Tuomilehto et al. 2001). Im darauffolgenden Jahr 2002 wurden die Ergebnisse des 1996 an 27 Standorten in den USA gestarteten „Diabetes Prevention Program (DPP)“ veröffentlicht (Knowler et al. 2002). Diese große randomisierte Untersuchung verglich zwei Interventionsarme – einerseits eine intensive Lebensstilintervention, andererseits eine Behandlung mit einem antidiabetischen Medikament (Metformin) – mit einer Kontrollgruppe, die ein Placebo-Medikament erhielt. In beiden Interventionsarmen lag die Zahl der Probanden, die einen manifesten Diabetes Typ 2 entwickelten signifikant niedriger als in der Placebo-Gruppe, wobei die Lebensstilintervention der medikamentösen Behandlung etwas überlegen war. Sowohl für die ehemaligen Studienteilnehmer des US-amerikanischen DPP, als auch für die Probanden des Da Qing-Programms liegen inzwischen Nachbeobachtungsergebnisse über längere Zeiträume (Da Qing: 23 Jahre) vor (Group 2015);(Li et al. 2014); (Gong et al. 2016). Demnach zeigen sich auch auf längere Sicht positive Effekte auf die Diabetes-Inzidenz sowie teilweise weitere Parameter (eine ausführliche Darstellung der Studienlage findet sich in Abschnitt 4.1).

Vor dem Hintergrund dieser sowie weiterer inzwischen durchgeführter Studien hat der englische National Health Service (NHS) im Rahmen seiner mittelfristigen Planungen 2014 beschlossen, als erstes Land weltweit ein flächendeckendes Programm zur evidenzbasierten Prävention von Diabetes bei Hochrisiko-Personen zu realisieren. Das „NHS Diabetes Prevention Programme (NHS-DPP)“ ist im Juni 2016 in zunächst 27 Regionen mit 26 Millionen Einwohnern gestartet und soll bis 2020 überall im Land angeboten werden.³ Das NHS-DPP wurde auf der Grundlage eines umfangreichen Reviews der wissenschaftlichen Literatur zur Wirksamkeit von Interventionsstrategien bei Diabetes-Hochrisikogruppen (NHS England 2017) sowie einer ökonomischen Modellierung konzipiert (Gillett et al. 2011). Eine zusammenfassende prospektive Analyse der erwarteten Kosten für die Programmdurchführung einerseits und der Einsparungen an Leistungsausgaben für das NHS sowie der gewonnenen qualitätsadjustierten Lebensjahre (QALY) aufgrund der Vermeidung oder Verzögerung von manifesten Diabetesfällen andererseits zeigt, dass die Investition in NHS-DPP sowohl finanziell als auch im Hinblick auf den gesundheitlichen Nutzen für die Bevölkerung ausgesprochen lohnend für das englische Gesundheitswesen ist (NHS England 2016b).

In Deutschland ist eine nationale Strategie in Bezug auf Diabetes mellitus insbesondere im Bereich der kurativen Versorgung in Gestalt der strukturierten Behandlungsprogramme bei chronischen Krankheiten gemäß § 137f SGB V (sog. Disease Management Programme, DMP-Programme) im Ansatz etabliert. Darüber hinaus ist eine Laboruntersuchung zur Bestimmung der Nüch-

3 <https://www.england.nhs.uk/diabetes/diabetes-prevention/roll-out-of-the-programme/>

ternplasmaglukose – also eines diagnostischen Markers für das mögliche Vorliegen eines Diabetes mellitus – Bestandteil der Gesundheitsuntersuchungen nach § 25 SGB V (sog. „Check-up 35“). Diese Untersuchung konnten bisher alle GKV-Versicherten ab 35 Jahren alle zwei Jahre in Anspruch nehmen. Nach einem Beschluss des Gemeinsamen Bundesausschusses von Juli 2018 sollen künftig auch Versicherte zwischen 18 und 35 Jahren einmalig eine Gesundheitsuntersuchung erhalten können, wogegen die über 35-Jährigen die Untersuchung alle drei Jahre in Anspruch nehmen können.

Mit der Gesundheitsuntersuchung nach § 25 SGB V ist somit bereits ein Leistungsangebot etabliert, das grundsätzlich einen geeigneten Ausgangspunkt auch für ein Programm zur Prävention eines Diabetes mellitus Typ 2 bei Menschen mit bereits gestörtem Zucker-Stoffwechsel in Deutschland darstellt. Wie in Abschnitt 4.2 näher erläutert könnte der „Check-up 35“ künftig nicht nur der Identifikation von bereits manifest an Diabetes Erkrankten dienen, sondern auch als Zugangsweg zu einem Interventionsprogramm für Versicherte mit Prädiabetes.

1.3 Ziele und Vorgehen des DAK-Versorgungsreports Diabetes mellitus Typ 2

Die DAK-Gesundheit hat mit den DAK-Versorgungsreports im Jahr 2015 eine neue Studienreihe begonnen, die sich zum Ziel setzt, innovative Versorgungskonzepte im Hinblick auf ihr Potenzial zur Verbesserung der Gesundheit der Versicherten sowie zur Steigerung der Kosten-Effektivität der Versorgung zu untersuchen. Es geht also darum, vor einer Erprobung oder Implementierung durch eine sorgfältige gesundheitsökonomische Modellierung zunächst abzuschätzen, welche gesundheitsbezogenen Effekte bei der jeweiligen Patientengruppe zu erwarten sind und in welchem Verhältnis diese erwünschten Wirkungen zu den eventuell mit dem neuen Versorgungsansatz verbundenen zusätzlichen Kosten stehen.

Der erste DAK-Versorgungsreport „Schlaganfall“ hat mehrere Aspekte der Versorgungskette des Hirninfarkts analysiert. So konnte beispielsweise gezeigt werden, dass die Kosten-Effektivität der Versorgung deutlich gesteigert werden kann, wenn es gelingt, die Entdeckung und Behandlung des Vorhofflimmerns als einen besonders wichtigen Risikofaktor für Hirninfarkte zu verbessern oder wenn mehr Menschen nach einem Hirninfarkt so rechtzeitig ein geeignetes Krankenhaus erreichen, dass eine Thrombolyse-Therapie möglich ist (Nolting et al. 2015).

Der 2016 publizierte „DAK-Versorgungsreport Adipositas“ (Nolting et al. 2016) hat überprüft, inwieweit durch ein von der DAK-Gesundheit in Zusammenarbeit mit einem medizinischen Expertengremium entwickeltes neues Versorgungskonzept die Prävalenz der Adipositas und in der Folge das Auftreten von Folgeerkrankungen – wie bspw. Herzinfarkte, Diabetes mellitus Typ 2 oder bestimmte Krebserkrankungen – reduzieren würde. Die Ergebnisse zeigen, dass eine Verbesserung der konservativen Behandlungsangebote bei Adipositas hochgradig sinnvoll ist und zu einem nennenswerten Rückgang

der Zahl der Betroffenen sowie von Adipositas-bedingten Krankheits- und Todesfällen beitragen würde.

Der dritte DAK-Versorgungsreport widmete sich 2017 dem Thema „Geriatrische Multimorbidität“ Für diesen Report wurde auf Grundlage der wissenschaftlichen Literatur ein Versorgungskonzept entwickelt und in seinen Auswirkungen modelliert, welches bei älteren Menschen, die meist unter mehreren Krankheiten gleichzeitig leiden, der fortschreitenden Entwicklung von Gebrechlichkeit („frailty“) entgegenwirken soll. Der Report konnte zeigen, dass mit einem Interventionskonzept, das sich vor allem auf Maßnahmen der Bewegungsförderung (Verbesserung von Kraft, Ausdauer, Balance) und eines adäquaten Ernährungsverhaltens stützt, erhebliche Verbesserungen der Gesundheit der älteren Bevölkerung sowie eine Reduktion von Pflegebedürftigkeit erzielbar sind (Nolting et al. 2017).

Die DAK-Versorgungsreports stellen auch methodisch eine Innovation in der gesundheitswissenschaftlichen Diskussion in Deutschland dar. Sie fußen auf einer speziellen, von der Weltgesundheitsorganisation (WHO) entwickelten Methodik (Generalized Cost-Effectiveness Analysis (GCEA), (Hutubessy et al. 2003)) die es erlaubt, Versorgungsketten bzw. deren Bestandteile (z. B. Prävention, Behandlung, Rehabilitation) zu analysieren. Im Zentrum der Analysen steht dabei die Frage, inwieweit eine Versorgungsinnovation dazu führt, dass das Versorgungssystem für die betroffenen Patienten „mehr Gesundheit“ produzieren kann, d. h. krankheitsbedingte Sterblichkeit sowie Einschränkungen der Lebensqualität über das im Status quo erreichte Maß hinaus reduziert werden. In einem weiteren Schritt wird dann abgeschätzt, zu welchen Kosten dieses „Mehr an Gesundheit“ erreichbar ist bzw. ob die Kosten-Effektivität der Versorgung insgesamt durch Einführung der Versorgungsinnovation verbessert werden kann.

Die Untersuchung der Kosten-Effektivität erfolgt durch Gegenüberstellung der zu erwartenden Kosten einer optimierten Versorgung und des dadurch erreichbaren gesundheitlichen „Nutzens“, der als Verminderung der Krankheitslast, d. h. als vermiedene behinderungsadjustierte Lebensjahre (DALY, disability adjusted life years) ausgedrückt wird. Die Krankheitslast leitet sich aus der mit der Krankheit assoziierten Sterblichkeit sowie – je nach betrachtetem Gesundheitsproblem – den Einschränkungen der Lebensqualität bei den Betroffenen, die mit dem Gesundheitsproblem leben, ab. Neben den zusammengefassten Effekten (DALY) werden auch die jeweils durch die Intervention beeinflussten einzelnen Effektgrößen (Sterblichkeit, Inzidenz/Prävalenz der betreffenden Krankheit bzw. von Begleit- und Folgeerkrankungen) sowie Auswirkungen auf Leistungsausgaben der Krankenkassen (Einsparungen) betrachtet. Die Untersuchungen der DAK-Versorgungsreports stützen sich dabei auf verfügbare Daten, mit denen das jeweilige Gesundheitsproblem hinsichtlich seiner Epidemiologie und der aktuellen Versorgung in Deutschland beschrieben werden kann. Unter Nutzung dieser Daten sowie von Studienergebnissen zur Wirksamkeit der betrachteten Interventionen werden komplexe Simulationsmodelle (Markow-Modelle) berechnet, die eine Schätzung der Kosten und Effekte unter verschiedenen Realisierungs-Szenarien ermöglichen.

Der vierte DAK-Versorgungsreport untersucht im Rahmen dieses methodischen Paradigmas die Einführung eines Interventionsprogramms zur Prävention eines Diabetes mellitus Typ 2 bei Hochrisikopersonen in Deutschland – in konzeptioneller Anlehnung an die oben erwähnten und in Abschnitt 4.1 detailliert beschriebenen international erprobten Programme. Der Versorgungsreport vollzieht somit auf methodisch etwas anderem Weg und unter Nutzung von Daten aus der gesundheitlichen Versorgung in Deutschland eine ähnliche Analyse, wie sie in England im Vorfeld der Entscheidung für das „NHS-DPP“ durchgeführt wurde. Übergeordnetes Ziel ist es, einen Beitrag für die kommende Diskussion über die Komponenten einer nationalen Diabetes-Strategie in Deutschland zu liefern.

Neben der fokussierten Analyse der zu erwartenden Effekte und Kosten eines Interventionsprogramms bei Prädiabetes umfasst der vorliegende DAK-Versorgungsreport ein umfangreiches Kapitel zur deskriptiven Epidemiologie des Diabetes mellitus und der medizinischen Versorgung der Betroffenen (Abschnitt 3), das auf aktuellen Auswertungen von Routinedaten der DAK-Gesundheit für den Zeitraum 2011 bis 2016 beruht. Diese Analysen gehen über bereits publizierte Ergebnisse zur (Versorgungs-)Epidemiologie auf der Grundlage von Abrechnungsdaten hinaus, insofern z. B. auch Subgruppen vertiefend untersucht werden, die bisher wenig beachtet wurden (z. B. Personen mit „sporadischen“ Diagnosen bzw. Behandlungen, die nicht die bei Untersuchungen mit Routinedaten üblichen Kriterien für einen Diabetes mellitus erfüllen). Auch die Häufigkeiten der wichtigsten Begleit- und Folgeerkrankungen bzw. von Komplikationen des Diabetes mellitus sowie die medikamentösen Behandlungsmuster werden eingehend analysiert.

1.4 Aufbau des Versorgungsreports

Der anschließende Abschnitt 2 gibt einen Überblick der medizinischen Grundlagen zum Thema „Diabetes mellitus“. In diesem Zusammenhang werden auch die Definitionen und die Epidemiologie des „Prädiabetes“ vorgestellt.

Abschnitt 3 bietet die Ergebnisse der umfangreichen empirischen Analysen zur Verbreitung und den Behandlungsmustern des Diabetes mellitus bzw. definierter Untergruppen sowie zum Auftreten von Begleit- und Folgeerkrankungen und zur Mortalität. In die Analysen einbezogen wurden die Versicherten der DAK-Gesundheit im Alter zwischen 18 und 89 Jahren. Genutzt werden konnten Daten der vertragsärztlichen Versorgung, der Arzneimittelversorgung und von Krankenhausbehandlungen aus sechs Jahreszeiträumen (2011 bis 2016). Bei allen berichteten Ergebnissen handelt es sich um aus den Daten der DAK-Gesundheit ermittelte Parameterschätzer, die auf die Zusammensetzung der Bevölkerung Deutschlands nach Alter und Geschlecht des Jahres 2015 adjustiert wurden. Die Ergebnisse geben somit ein Bild von der Situation der an Diabetes erkrankten Bevölkerung der Bundesrepublik – mit der Einschränkung, dass die Parameter aus der Versichertenpopulation nur einer – mit bundesweit über vier Millionen Versicherten in dem betrachteten Altersbereich allerdings großen – Krankenkasse ermittelt wurden.

In Abschnitt 4 wird das „DAK-Versorgungskonzept Prädiabetes“ abgeleitet und beschrieben. Zunächst wird die Literatur zu wirksamen Interventionen dargestellt, anschließend wird das Versorgungskonzept beschrieben, welches im Lauf der weiteren Analyse als „optimierte Versorgung“ untersucht und in seinen Auswirkungen modelliert wird.

Abschnitt 5 bietet die Darstellung der Methodik der Modellierung (Markow-Modell). Nach einem kurzen Gesamtüberblick (Abschnitt 5.1) werden in Abschnitt 5.2 übergreifende Konzepte des Analyseansatzes (z. B. DALY, Kosten-Effektivitäts-Analyse) erläutert. Abschnitt 5.3 beschreibt alle genutzten Daten und Abschnitt 5.4 die Details des Markow-Modells. Der abschließende Abschnitt 5.5 erläutert die Berechnung der Krankheitslast.

Die Ergebnisse der Modellierung werden in Abschnitt 6 präsentiert und in Abschnitt 7 diskutiert und mit Blick auf gesundheitspolitische Konsequenzen bewertet.

2. Medizinische Grundlagen: Diabetes mellitus und Prädiabetes

2.1 Entstehung und Risiken von Diabetes mellitus

Unter dem Krankheitsbild „Diabetes mellitus“ wird eine Gruppe sehr heterogener Störungen des Glukosestoffwechsels zusammengefasst, deren gemeinsamer Leitbefund eine chronische Hyperglykämie (überhöhte Blutzuckerwerte) ist. Der Mangel bzw. die unzureichende Wirksamkeit des Hormons Insulin ist eine wesentliche Ursache der chronischen Hyperglykämie.

Die Regulation des Blutzuckerspiegels erfolgt im Wechselspiel zwischen der blutzuckersenkenden Wirkung von Insulin und der blutzuckerhebenden Wirkung einer Reihe anderer Hormone (u. a. Glukagon, Kortisol und Adrenalin). Insulin senkt den Blutzuckerspiegel, indem es die Glukoseaufnahme in die Körperzellen anregt. Insulin wird durch die Betazellen in den sogenannten Langerhansschen Inseln der Bauchspeicheldrüse gebildet und in das Blut ausgeschüttet, wenn nach einer kohlehydratreichen Nahrungsaufnahme der Blutzuckerspiegel ansteigt. Insulin bewirkt durch Andocken an spezifische Rezeptoren der Zelloberfläche, dass Glukose in das Zellinnere gelangen und für die Energiegewinnung genutzt werden kann. Darüber hinaus hemmt Insulin den Fettabbau in den Körperzellen und fördert das Zellwachstum.

Eine Zerstörung der insulinproduzierenden Betazellen durch Autoimmunprozesse führt zu einem absoluten Insulinmangel. In diesem Fall liegt ein Diabetes mellitus Typ 1 vor. Diese Diabetesform macht etwa 5 bis 10 % aller Diabeteserkrankungen aus.⁴ Der Diabetes mellitus Typ 1 manifestiert sich typischerweise im Kindes- und Jugendalter. Die Betroffenen müssen von Beginn der Erkrankung an mit Insulin behandelt werden.

Die mit Abstand häufigste Diabetesform stellt mit einem Anteil von ca. 90 % der Diabetes mellitus Typ 2 dar. Bei dieser Diabetesform wird (zunächst noch) ausreichend Insulin produziert, die oben beschriebene blutzuckersenkende Wirkung des Hormons an den Körperzellen ist jedoch vermindert. Dieser Zustand wird mit „Insulinresistenz“ bezeichnet. Um Glukose aus dem Blut in die Körperzellen zu transportieren, sind wachsende Mengen Insulin erforderlich (relativer Insulinmangel). Im weiteren Verlauf der Erkrankung kann es dazu kommen, dass auch die Insulinproduktion in der Bauchspeicheldrüse abnimmt. Der Diabetes mellitus Typ 2 manifestiert sich vor allem im höheren Lebensalter, allerdings wird diese Erkrankung in zunehmendem Maße auch bei jüngeren Menschen beobachtet.

Die Ursachen des Diabetes mellitus Typ 2 liegen in einer komplexen Wechselwirkung von familiärer Veranlagung sowie verhaltens- und umweltbedingten Faktoren – insbesondere Fehlernährung und daraus resultierendes Übergewicht.

4 Weitere Diabetesformen umfassen den Gestationsdiabetes, der in der Schwangerschaft auftritt und sich zumeist nach der Geburt wieder zurückbildet, sowie andere, äußerst seltene Diabetesformen, die durch Gendefekte oder in Folge spezieller Erkrankungen entstehen.

wicht. Im Gegensatz zum Diabetes mellitus Typ 1 entwickelt sich der Diabetes mellitus Typ 2 nicht plötzlich, sondern zumeist schleichend aus einem Stoffwechsellage heraus, der als „Metabolisches Syndrom“ bezeichnet wird. Beim metabolischen Syndrom liegen eine Reihe von Risikofaktoren und Stoffwechselstörungen gleichzeitig vor, die sich gegenseitig bedingen bzw. in ihrer gesundheitsschädigenden Wirkung verstärken. Neben Übergewicht bzw. Adipositas, Bluthochdruck und Fettstoffwechselstörung gehört zum metabolischen Syndrom auch das Auftreten von erhöhten Blutzuckerwerten, ohne dass bereits ein Diabetes mellitus vorliegen muss. Die erhöhten Blutzuckerwerte sind allerdings mit einem hohen Risiko verbunden, an Diabetes mellitus Typ 2 zu erkranken. Daher wird dieser Stoffwechsellage „Prädiabetes“ genannt (siehe Abschnitt ■■■■).

Personen mit Diabetes mellitus haben ein im Vergleich zu Personen mit normalem Glukosestoffwechsel deutlich erhöhtes Risiko u. a. für Erkrankungen des Herzkreislaufsystems (z. B. Herzinsuffizienz, Vorhofflimmern, Schlaganfall, periphere arterielle Verschlusskrankheit), der Nieren (diabetische Nephropathie), der Augen (diabetische Retinopathie) sowie der Nerven (diabetische Neuropathie). Die kombinierte Gefäß- und Nervenschädigung führt zudem häufig zum diabetischen Fußsyndrom, welches unerkannt und unbehandelt zur Amputation der Füße bzw. Unterschenkel führen kann. Auch die prädiabetische Stoffwechsellage ist bereits mit einem erhöhten Risiko für Schlaganfälle, Herzerkrankungen sowie für Neuropathien verbunden (siehe Abschnitt 2.4).

2.2 Definitionen und Diagnose des Diabetes mellitus

Ausgangspunkte für die Diagnose eines Diabetes mellitus sind in der Regel

- das Vorliegen typischer Symptome eines Diabetes mellitus, wie z. B. ungewollte Gewichtsabnahme, häufiges Wasserlassen (Polyurie), vermehrter Durst (Polydipsie) und/oder
- erhöhte Blutzuckerwerte bei Gelegenheitsmessungen, die jedoch noch unter den Schwellenwerten für einen Diabetes mellitus liegen,
- erhöhtes Diabetesrisiko (siehe auch Abschnitte 2.1 und 4.1.3.1).

Liegen eines oder mehrere der genannten Merkmale vor sollte eine der folgenden Laboruntersuchungen des Blutes durchgeführt werden:

- Nüchternplasmaglukose: Bei dieser Untersuchung wird der Zuckergehalt im Blutplasma nach einer Nüchternperiode von mindestens 10 Stunden festgestellt.
- Zweistundenwert im oralen Glukosetoleranztest (oGTT-2h-Wert): Hierbei sollte der Patient für mindestens drei Tage eine kohlenhydratreiche Kost (mind. 150 Gramm/d) zu sich nehmen und anschließend eine Nüchternperiode von mindestens 10 Stunden einhalten. Nach der Einnahme einer Zuckerlösung (75 Gramm Glukose) wird der der Blutglukosewert nach zwei Stunden ermittelt.

- HbA1c-Wert: Der HbA1c-Wert bildet das Ausmaß der Anbindung von Glukose an den Blutfarbstoff Hämoglobin ab. Durch diesen Wert können Rückschlüsse auf den Blutzuckerspiegel der letzten acht bis zwölf Wochen gewonnen werden. Er kann daher zur Diagnose des Diabetes mellitus und zur Langzeitkontrolle der Diabetestherapie eingesetzt werden.
- (DEGAM 2013, Gemeinsamer Bundesausschuss 2016, Nauck *et al.* 2017)

Ein Diabetes mellitus liegt vor, wenn einer oder mehrere der folgenden Blutglukosewerte überschritten werden (siehe Tabelle 1).

Tabelle 1: Diagnostische Kriterien für Diabetes mellitus

Messmethode	Grenzwert, ab dem ein Diabetes mellitus vorliegt
Nüchternplasmaglukose	≥ 126 mg/dl bzw. $7,0$ mmol/l ⁵
2h-oGTT-PG	≥ 200 mg/dl bzw. $11,1$ mmol/l
HbA1c	$\geq 6,5\%$ bzw. 48 mmol/mol

Quellen: Nauck *et al.* 2017; BÄK 2014; DEGAM 2013; G-BA 2016
Zusammenstellung: IGES

2.3 Behandlung des Diabetes mellitus

Das therapeutische Vorgehen bei Diabetes mellitus Typ 1 und Typ 2 unterscheidet sich, aufgrund der unterschiedlichen Entstehungsmechanismen dieser Diabetestypen (siehe Abschnitt 2.1), in wesentlichen Punkten: Da beim Diabetes mellitus Typ 1 von Beginn an ein absoluter Insulinmangel besteht, müssen Betroffene von Beginn der Erkrankung an lebenslang mit Insulin behandelt werden. Die Therapie des Diabetes mellitus Typ 2 beginnt demgegenüber i. d. R. mit dem Versuch, die mit den Patienten individuell besprochenen und vereinbarten Therapieziele hinsichtlich Blutglukosewerten und anderer Stoffwechselfparameter, wie Gewicht und Blutdruck, durch eine sogenannte Basistherapie zu erreichen.⁶ Die Basistherapie umfasst alle

5 Die internationalen Maßeinheiten für Nüchternplasmaglukose und oGTT sind mmol/l bzw. mmol/mol für den HbA1c-Wert (World Health Organization und International Diabetes Federation (2006)). In der klinischen Praxis in Deutschland wird weitgehend noch die Maßeinheit mg/dl für Nüchternplasmaglukose und oGTT bzw. Prozentangaben für den HbA1c-Wert verwendet.

6 Die mit den Patienten individuell vereinbarten Therapieziele für Blutglukosewerte sollen unter Orientierung an sogenannten Zielkorridoren, welche „den Arzt, die diabetologisch geschulte Fachkraft und den Patienten evidenz- und konsensbasiert darüber informieren, welcher Zielkorridor/Zielwert nach heutigem medizinischen Wissensstand im Regelfall angestrebt werden sollte“. Die individuell zu vereinbarenden Therapieziele können sowohl aus medizinischen (weitere Erkrankungen, Komplikationen der Behandlung etc.) als auch aus individuellen Gründen des Patienten (Präferenzen, persönliche Werte etc.) vom Zielkorridor abweichen. Es kann zudem in verschiedenen Lebenssituationen von Patient und Arzt neu ausgemacht werden, also sich verändern“ (Bundesärztekammer (BÄK) *et al.* (2014). Die Nationale Versorgungsleitlinie definiert Zielkorridore für die Nüchternplasmaglukose

lebensstilmodifizierenden, nicht-medikamentösen Maßnahmen, insbesondere Schulung des Patienten, Ernährungstherapie, Steigerung der körperlichen Aktivität und Nichtrauchen sowie Stressbewältigungsstrategien (Bundesärztekammer (BÄK) et al. 2014). Erst wenn die individuellen Therapieziele durch basistherapeutische Maßnahmen nach drei bis sechs Monaten nicht erreicht werden, wird eine medikamentöse antidiabetische Behandlung, beginnend mit einer Monotherapie mit einem oralen Antidiabetikum, empfohlen.⁷ In weiteren Therapiestufen sind die Kombination von oralen Antidiabetika und eine Insulintherapie vorgesehen. Die Basistherapie sollte dabei immer beibehalten werden (Bundesärztekammer (BÄK) et al. 2014).

2.4 Definitionen des Prädiabetes

Angesichts der zunehmenden Prävalenz des Diabetes mellitus Typ 2 (DMT2) gewinnen wirksame präventive Interventionen an Bedeutung. Ein relevanter Ansatzpunkt ist, die präventiven Maßnahmen auf Menschen zu fokussieren, die ein besonders hohes Risiko für die Entwicklung eines DMT2 aufweisen.

In der internationalen Fachliteratur wird ein Zustand des Glukosestoffwechsels als Prädiabetes bezeichnet, wenn noch kein Diabetes mellitus vorliegt, aber bereits erhöhte Nüchternplasmaglukosewerte, eine gestörte Glukosetoleranz oder ein erhöhter HbA1c-Wert vorliegen. Andere, synonym gebrauchte Begriffe sind u. a. „intermediate hyperglycemia“ (World Health Organization und International Diabetes Federation 2006), „Glukoseverwertungsstörung“ (Nauck et al. 2017) oder „Non-diabetic hyperglycemia“ (NHS England 2016b). Der ICD klassifiziert diesen Zustand nicht als Krankheit, sondern als „Erhöhten Blutglukosewert“ (R73.-) und ordnet ihn dem Kapitel „Abnorme Blutuntersuchungsbefunde ohne Vorliegen einer Diagnose“ zu.

Abbildung 1: Klassifikation des Prädiabetes im ICD-10

R73.- Erhöhter Blutglukosewert

Exkl.: Störungen beim Neugeborenen (P70.0-P70.2)

Diabetes mellitus (E10-E14)

Diabetes mellitus während der Schwangerschaft, der Geburt und des Wochenbettes (O24.-)

Postoperative Hypoinsulinämie, außer pankreopriver Diabetes mellitus (E89.1)

R73.0 Abnormer Glukosetoleranztest

Inkl.: Diabetes:

- subklinisch
- latent

Pathologische Glukosetoleranz

Prädiabetes

R73.9 Hyperglykämie, nicht näher bezeichnet

Quelle: ICD-10-GM Version 2018. Herausgegeben vom Deutschen Institut für Medizinische Dokumentation und Information (DIMDI).

(100 bis 125 mg/dl), den 2h-oGTT (140 bis 199 mg/dl) sowie für den HbA1c-Wert (6,5 % bis 7,5 %) (Bundesärztekammer (BÄK) et al. 2014).

⁷ Als Medikament der ersten Wahl für die medikamentöse Monotherapie wird Metformin empfohlen (Bundesärztekammer (BÄK) et al. 2014).

Im Gegensatz zu manifestem Diabetes mellitus liegen für den Prädiabetes keine international konsentierten diagnostischen Kriterien vor. Die WHO definiert Prädiabetes als „intermediate hyperglycemia“ unter Nutzung ausschließlich der Blutglukoseparameter (Organization 2011); (Morris et al. 2013):

- „Impaired Fasting Glucose“ – IFG (Abnormale Nüchternplasmaglukose): 110 – 125mg/dl (6.1 – 6.9 mmol/l)
- „Impaired Glucose Tolerance“ – IGT (Gestörte Glukosetoleranz): 140 – 199mg/dl (7,8 – 11,0mmol/l). Hierbei handelt es sich um den sogenannten „Zweistundenwert“ im oralen Glukosetoleranztest (zur Durchführung dieses Tests (siehe Abschnitt 2.4)
- HbA1c-Wert: 6,0 % bis 6,4 %

Die American Diabetes Association (ADA) zieht für ihre Prädiabetes-Definition den IGT-Referenzbereich der WHO heran, aber definiert den unteren IFG-Wert (100-125mg/dl) niedriger als die WHO und führt zusätzlich einen niedrigeren HbA1c-Wertebereich (5,7 % bis 6,4 %) als Kriterium für Prädiabetes ein (American Diabetes Association 2014).

Deutsche Referenzbereiche für IFG und IGT entsprechen denen der ADA und wurden u. a. in Diabetes-Leitlinien (Bundesärztekammer (BÄK) et al. 2014); (Nauck et al. 2017) und einschlägigen Lehrbüchern (Schatz und Pfeiffer 2014) übernommen.

2.5 Mit Prädiabetes assoziierte Risiken

Die klinische Relevanz des Prädiabetes besteht

- zum einen darin, dass im Vergleich zur normoglykämischen Bevölkerung ein deutlich erhöhtes Risiko für die Entwicklung eines Diabetes mellitus Typ 2 besteht, was wiederum mit erhöhten Risiken für Folgeschäden und Spätkomplikationen verbunden ist,
- zum anderen stellt der Prädiabetes selbst einen Zustand dar, der unmittelbar zu Folgeschäden führen kann.

2.5.1 Risiko für die Entwicklung eines Diabetes mellitus Typ 2

Bei Menschen mit einem Prädiabetes besteht, verglichen mit der normoglykämischen Bevölkerung, ein deutlich erhöhtes Risiko, einen manifesten Diabetes zu entwickeln. Die in der internationalen Literatur berichteten jährlichen Konversionsraten von einem Prädiabetes zu einem manifesten Diabetes variieren zwischen vier und zwanzig Prozent (Tabak et al. 2012).

Die starke Varianz der Konversionsraten erklärt sich durch Unterschiede in den beobachteten Populationen und der zugrundeliegenden Laborparameter. Gemäß einer Metaanalyse von Gerstein et al. entwickelten jedes Jahr sechs bis neun Prozent der Menschen, bei denen ausschließlich eine abnorme Nüchternplasmaglukose („Isolated Impaired Fasting Glucose – IFG“) bestand, einen Diabetes mellitus. Dies entspricht einem relativen Risiko im

Vergleich zur normoglykämischen Bevölkerung von 7,54 (95%-Konfidenzintervall: 4,63–10,45). Lag ausschließlich eine gestörte Glukosetoleranz („Isolated Impaired Glucose Tolerance – IGT“) vor, entwickelten vier bis sechs Prozent der Betroffenen binnen Jahresfrist einen Diabetes mellitus (Relatives Risiko: 5,52). Das relative Risiko einen Diabetes zu entwickeln, steigt auf zwölf Prozent, wenn eine abnorme Nüchternplasmaglukose und eine gestörte Glukosetoleranz gleichzeitig vorliegen. In diesem Fall betragen die Konversionsraten 15 bis 19 Prozent (Gerstein et al. 2007).

In einer neueren Studie auf Grundlage von Daten der populationsbezogenen Rotterdam-Studie wird das Risiko von 45-jährigen Prädiabetikern, im Laufe ihres Lebens an Diabetes mellitus zu erkranken, mit 74 % angegeben (Ligthart et al. 2016).

2.5.2 Risiken für Folgeerkrankungen

Mit dem erhöhten Diabetesrisiko besteht für Menschen mit Prädiabetes auch ein erhöhtes Risiko für diabetesassoziierte Folgeerkrankungen. Darüber hinaus ist der prädiabetische Zustand per se schon mit einem, gegenüber der normoglykämischen Bevölkerung, erhöhten Risiko für Folgeerkrankungen verbunden.

Mortalität

Eine Metaanalyse von 18 Studien zeigte, dass Prädiabetes mit einem im Vergleich zur normoglykämischen Population erhöhten Mortalitätsrisiko assoziiert ist. Eine abnorme Nüchternplasmaglukose war mit einem um 13 Prozent, eine pathologische Glukosetoleranz mit einem um 32 Prozent erhöhten Mortalitätsrisiko verbunden (Huang et al. 2016).

Diabetische Neuropathie

Eine Studie mit Teilnehmern der bevölkerungsbasierten KORA-Studie ergab eine Prävalenz der diabetischen Polyneuropathie von 28 % bei Menschen mit manifestem Diabetes, von 13 % bei Menschen mit pathologischer Glukosetoleranz, von 11,3 % bei Menschen mit abnormer Nüchternplasmaglukose und 7,4 % bei normaler Glukosetoleranz. Dies entspricht einem um 52 Prozent erhöhten Risiko bei abnormer Nüchternplasmaglukose und einem um 76 Prozent erhöhtem Risiko bei pathologischer Glukosetoleranz, eine Neuropathie zu entwickeln (Ziegler et al. 2008); (siehe auch Tabelle 2).

Gemäß der Nationalen Versorgungsleitlinie „Neuropathie bei Diabetes im Erwachsenenalter“ konnte eine gestörte Glukosetoleranz „bei etwa 30 % der Fälle als Ursache einer ‚idiopathischen‘ sensomotorischen Polyneuropathie identifiziert werden“ (Bundesärztekammer (BÄK) et al. 2011). Für Ziegler deuten diese Befunde darauf hin, dass bereits der Prädiabetes einen Risikofaktor für die Ausbildung einer Polyneuropathie darstellt und somit „bei Vorliegen einer Neuropathie ohne Hinweise für einen Diabetes ein oraler Glukosetoleranztest (oGTT) durchgeführt werden sollte, um einen Prädiabetes als mögliche Ursache auszuschließen oder zu bestätigen“ (Deutsche Diabetes Gesellschaft (DDG) und diabetesDE – Deutsche Diabetes-Hilfe 2017).

Schlaganfall

Auch für das Risiko, einen Schlaganfall zu erleiden, stellt der Prädiabetes einen unabhängigen Risikofaktor dar. Zwei Metaanalysen von 15 bzw. 18 Studien ergaben nach Adjustierung für weitere kardiovaskuläre Risikofaktoren ein um 17 bzw. 21 Prozent erhöhtes Schlaganfallrisiko bei Personen mit Nüchternplasmaglukosewerten zwischen 110mg/dl und 125mg/dl und ein um 20 bzw. 26 Prozent erhöhtes Schlaganfallrisiko bei Personen mit einer pathologischen Glukosetoleranz (Lee et al. 2012; Huang et al. 2016; siehe auch Tabelle 2).⁸

Kardiovaskuläre Erkrankungen

Prädiabetes führt zu einer erhöhten kardiovaskulären Morbidität. Das allgemeine Risiko für eine Herz-Kreislaufkrankung war bei Personen mit Nüchternplasmaglukosewerten zwischen 110mg/dl und 125mg/dl um 26 Prozent, bei Vorliegen einer pathologischen Glukosetoleranz um 30 Prozent erhöht. Speziell für die koronare Herzkrankheit waren abnorme Nüchternplasmaglukosewerte mit einer Risikoerhöhung um 18 Prozent und eine pathologische Glukosetoleranz mit einem um 20 Prozent erhöhten Risiko verbunden (Huang et al. 2016); siehe auch Tabelle 2).

Die folgende Tabelle 2 enthält eine Zusammenstellung von Literaturangaben zu relativen Risiken für Mortalität und Folgeerkrankungen gegenüber der normoglykämischen Population bei Prädiabetes.

Tabelle 2: Relative Risiken für Mortalität und Folgeerkrankungen bei Prädiabetes

Messkriterium	Mortalität	CVD ¹	KHK	Schlaganfall	Polyneuropathie
IFG ADA (100-125 mg/dl)	1,13*	1,13*	1,10*	1,06*	k.A.
IFG WHO (110-125 mg/dl)	1,13*	1,26*	1,18*	1,17* 1,21**	1,52***
IGT (140–199 mg/dl)	1,32*	1,30*	1,20*	1,20* 1,26**	1,76***
HbA1c 5,7-6,4%	k.A.	1,21*	1,15*	k.A.	k.A.
HbA1c 6,0-6,4%	k.A.	1,25*	1,28*	k.A.	k.A.

Quelle: * Huang et al. 2016; ** Lee et al. 2012; *** Ziegler et al. 2008;
Zusammenstellung: IGES

Erläuterung: ¹ Kardiovaskuläre Erkrankungen (CVD)

8 Für die von der American Diabetes Association definierte abnormale Nüchternplasmaglukose von 100mg/dl bis 125mg/dl konnte nach Adjustierung für weitere kardiovaskuläre Risikofaktoren keine signifikante Erhöhung des Schlaganfallrisikos festgestellt werden.

2.6 Epidemiologie des Prädiabetes

Die International Diabetes Federation (IDF) ermittelte eine weltweite Prävalenz der pathologischen Glukosetoleranz (IGT) von 7,3 % in der Altersgruppe von 20 bis 79 Jahren. Die weltweit höchste IGT-Prävalenz (14,1 %) wiesen demnach Nord-Amerika und die Karibik, die niedrigste (3,5 %) Südost-Asien auf. Die IDF prognostiziert einen Anstieg der weltweiten IGT-Prävalenz auf 8,3 % bis zum Jahr 2045 (International Diabetes Federation 2017).

Für die USA werden Prädiabetes-Prävalenzen von 38 % für die erwachsene Bevölkerung (Alter über 20 Jahre) und von 50 % für die Altersgruppe der über 64-Jährigen angegeben (Menke et al. 2015).⁹

Repräsentative Daten zur Prävalenz des Prädiabetes in Deutschland liegen aus der KORA-Studie (Kooperative Gesundheitsforschung in der Region Augsburg) und der vom Robert Koch-Institut durchgeführten „Studie zur Gesundheit Erwachsener in Deutschland“ (DEGS1) vor.

Der von 1999 bis 2001 durchgeführte KORA Survey 2000 ergab für die Altersgruppe 35 bis 59 Jahre eine Prädiabetes-Prävalenz von 11 % (IFG: 3,2 %; IGT: 6,7 %; IFG und IGT: 1,2 %) (Rathmann et al. o.J.)

Die DEGS1-Studie wurde in den Jahren 2008 bis 2011 bundesweit mit 18 bis 79-Jährigen Teilnehmern durchgeführt. Der Glykämiestatus wurde ausschließlich durch den HbA1c-Wert (Wertebereich für Prädiabetes: 5,7–6,4 %) ermittelt. Die DEGS1-Studie berichtet eine Prädiabetes-Prävalenz von 20,8 % (Altersgruppe 18–44 Jahre: 11,7 %; Altersgruppe 45–64 Jahre 26,4 %; Altersgruppe 65–69 Jahre: 31,0 %) (Heidemann et al. 2016) .

⁹ HbA1c: 5,7- 6,4% oder Nüchternplasmaglukose 100–125mg/dl.

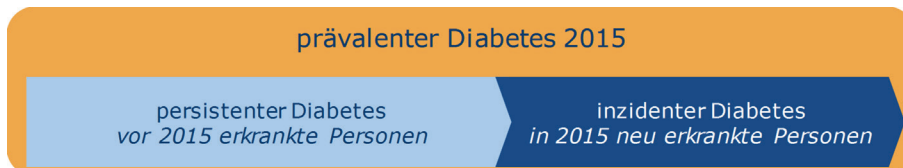
3. Verbreitung und aktuelle Behandlung des Diabetes mellitus

Im folgenden Abschnitt werden die Ergebnisse der empirischen Analyse zu Verbreitung und Behandlung des Diabetes mellitus dargestellt. Der Schwerpunkt der Analysen liegt hierbei auf der Untersuchung des Diabetes mellitus Typ 2, es werden jedoch auch zu anderen Formen von Glukosestoffwechselerkrankungen epidemiologische Kennzahlen berichtet.

Das vorrangige Ziel dieser Analyse ist es, Unterschiede in der Häufigkeit von Begleit- und Folgeerkrankungen, der Sterblichkeit und der medikamentösen Behandlung von Risikofaktoren des metabolischen Syndroms zwischen unterschiedlichen Versorgungsgruppen mit Diabetes mellitus Typ 2 zu untersuchen. Zu diesem Zweck werden die Personen mit einer Erkrankung an Diabetes mellitus Typ 2 in mehrere disjunkte Teilgruppen unterteilt. Die Gesamtzahl aller Personen mit einer Erkrankung an Diabetes mellitus Typ 2 innerhalb eines Jahres (12-Monats-Prävalenz) wird unterteilt in Neuerkrankungen an Diabetes mellitus Typ 2 (inzidenter Diabetes mellitus Typ 2) und Personen, die bereits vor Beginn des Untersuchungszeitraums an Diabetes mellitus Typ 2 erkrankt waren. Mit dieser Unterscheidung werden inzidente Diabetiker, d. h. Personen, bei denen die Erkrankung in dem betreffenden Jahreszeitraum neu diagnostiziert wurde, von Diabetikern abgegrenzt, die möglicherweise schon viele Jahre an Diabetes erkrankt sind und sich daher von Neuerkrankungsfällen in den untersuchten Merkmalen unterscheiden können.

Diese Gruppe von Personen mit Diabetes mellitus Typ 2 im Untersuchungs-jahr, bei denen es sich nicht um Neuerkrankungen handelt, sondern die möglicherweise schon seit vielen Jahren an Diabetes mellitus erkrankt sind, werden von uns mit dem Begriff persistent bezeichnet. Die Summe aus der Anzahl aller Personen mit inzidentem Diabetes mellitus und der Anzahl aller Personen mit persistentem Diabetes mellitus ergibt somit die Personen mit prävalentem Diabetes mellitus Typ 2 im Untersuchungs-jahr (siehe Abbildung 2).

Abbildung 2: Analyse nach Teilgruppen von Personen mit inzidentem bzw. persistentem Diabetes mellitus Typ 2 im Untersuchungs-jahr



Quelle: IGES

Personen mit persistentem Diabetes mellitus Typ 2 werden wiederum in drei überschneidungsfreie Teilgruppen unterteilt, die sich in der Art der medikamentösen Behandlung des Diabetes mellitus unterscheiden: Diabetiker ohne Behandlung mit einem Arzneimittel aus der Wirkstoffgruppe der Antidiabetika (DMT2 ohne AD), Diabetiker mit medikamentöser Behandlung durch orale Antidiabetika (DMT2 OAD) und Diabetiker, denen Insulin und ggfs. weitere

Arzneimittel aus der Wirkstoffgruppe der oralen Antidiabetika verordnet werden (DMT2 Insulin). Gemäß dieser Systematik werden die meisten Ergebnisse der Analyse in den folgenden Abschnitten berichtet.

Da die Analysen nicht auf Beobachtungs- oder Befragungsdaten von Versicherten basieren, sondern mit Abrechnungsdaten durchgeführt werden, ist es erforderlich, persistente und neu auftretende Erkrankungen in den Routinedaten zu operationalisieren und unterschiedliche Krankheitsfälle anhand von festgelegten Unterscheidungskriterien voneinander abzugrenzen. Die Datengrundlage der statistischen Analysen ist in Abschnitt 3.1 beschrieben, die Methodik der Analysen und die in diesem Zusammenhang festgelegten Operationalisierungen werden in Abschnitt 3.2 erläutert.

Abschnitt 3.3 enthält die Ergebnisse zu Häufigkeit und Verbreitung der untersuchten Formen bzw. Typen des Diabetes mellitus. In begrenztem Umfang wird hierbei auch über die zeitliche Entwicklung der Häufigkeit des Auftretens von Diabetes mellitus berichtet. Detaillierte Analysen zur Häufigkeit von Begleit- und Folgeerkrankungen des Diabetes mellitus Typ 2 sind in Abschnitt 3.4 dargestellt.

Die Ergebnisse zur Sterblichkeit bei Erkrankung an Diabetes mellitus Typ 2 sind in Abschnitt 3.5 zusammengefasst. Die in Abschnitt 3.6 aufgeführten Ergebnisse zur medikamentösen Behandlung geben Aufschluss darüber, mit welcher Häufigkeit Diabetes mellitus Typ 2 mit Antidiabetika behandelt wird. Darüber hinaus wird untersucht, mit welcher Häufigkeit Risikofaktoren des metabolischen Syndroms medikamentös behandelt werden.

Bei allen in diesem Abschnitt dargestellten Ergebnissen der statistischen Analyse handelt es sich um Populationsschätzer auf Basis der Routinedaten der DAK-Gesundheit, die auf Populationsgröße und Populationsstruktur der Bevölkerung Deutschlands im Alter von 18 bis 89 Jahren des Jahres 2015 adjustiert und nach Alter und Geschlecht standardisiert wurden. Soweit sich die Ergebnisse auf das Jahr 2015 beziehen, handelt es sich demnach um Hochrechnungen für die Bevölkerung Deutschlands.

3.1 Datengrundlage

Die Routinedaten der DAK-Gesundheit stellen die Datengrundlage der in den folgenden Abschnitten berichteten Analyseergebnisse dar. Ausgewertet wurden die vertragsärztlichen Abrechnungsdaten von Versicherten der Jahre 2011 bis 2016. In den Analysen wurden alle Versicherten berücksichtigt, die am 01.01.2011 bei der DAK-Gesundheit versichert waren und die im Beobachtungszeitraum bis zum 31.12.2016 entweder durchgängig bei der DAK-Gesundheit versichert waren oder innerhalb des Beobachtungszeitraums verstorben sind. Aufgrund der Untersuchungsmethodik (siehe Abschnitt 3.2) konnten Versicherte, die innerhalb des Beobachtungszeitraums die Krankenversicherung gewechselt haben oder die nach dem 01.01.2011 neu in die DAK-Gesundheit eingetreten sind, in den Analysen nicht berücksichtigt werden. Aus datentechnischen Gründen konnten ferner die Versicherten der ehemaligen BKK-Gesundheit, die während des Beobachtungszeitraums mit der DAK fusioniert hat, in den Analysen nicht berücksichtigt werden.

Soweit sich die Analysen auf ein bestimmtes Untersuchungsjahr beziehen, wurden alle Versicherten berücksichtigt, die sich im Untersuchungsjahr im Alter zwischen 18 und 89 Jahren befanden (jeweils vollendete Lebensjahre). Mit Ausnahme der Untersuchungen zur Mortalität bei Diabetes mellitus Typ 2 wurden alle Versicherten, die im Untersuchungsjahr verstorbenen waren, von den Analysen zu diesem Untersuchungsjahr ausgeschlossen.

Analysiert wurden die vertragsärztlichen Abrechnungsdaten aus den Leistungsbereichen Krankenhaus (stationäre Behandlungen) und ambulante Behandlungen sowie die Abrechnungsdaten der Apotheken über die (abgerechneten) Verordnungen von Arzneimitteln.

Insgesamt umfasst die Studienpopulation etwa 4 Millionen Versicherte der DAK-Gesundheit im Altersbereich zwischen 18 und 89 Jahren. In Tabelle 3 ist beispielhaft die Studienpopulation für die Analysen des Jahres 2015 dargestellt.

Tabelle 3: Studienpopulation der DAK-Versicherten für Analysen im Untersuchungsjahr 2015

Alter	Männer	Frauen	Gesamt
18 – 39 Jahre	343.340	392.605	735.945
40 – 49 Jahre	164.477	318.091	482.568
50 – 59 Jahre	236.842	473.159	710.001
60 – 69 Jahre	248.607	474.234	722.841
70 – 79 Jahre	264.435	528.751	793.186
80 – 89 Jahre	119.013	247.468	366.481
Gesamt	1.376.714	2.434.308	3.811.022

Quelle: IGES

3.2 Abgrenzung von Krankheitsfällen in Routinedaten der Krankenkassen

Die Analyse der Verbreitung und der Behandlung des Diabetes mellitus Typ 2 erfolgt auf Grundlage der Routinedaten der DAK-Gesundheit. Bei Routinedaten der Krankenkassen handelt es sich um kontinuierlich in standardisierter Form erhobene Daten, die zum Zwecke der Leistungsabrechnung von den Leistungserbringern im Gesundheitswesen an die Krankenkassen übermittelt werden (administrative Daten).

Der Vorteil von Routinedaten gegenüber Befragungsdaten (bspw. Befragungsstudie DEGS1 des Robert Koch-Instituts) bei der Analyse der Häufigkeit von Diabetes mellitus und der damit assoziierten Begleit- und Folgeerkrankungen besteht darin, dass die Daten keine Verzerrung durch Selektionseffekte

aufweisen:¹⁰ Für jeden Versicherten werden die einer Leistung zugrundeliegenden Datensätze so an die Krankenkassen übermittelt, wie sie tatsächlich angefallen sind. Nachteilig ist, dass für Versicherte nur dann Daten übermittelt werden, wenn sie Leistungen des Gesundheitssystems in Anspruch nehmen. Wird in einem Beobachtungsjahr keine Leistung in Anspruch genommen, so liegen für diesen Versicherten außer den Stammdaten auch keine weiteren Daten vor.

Bei Befragungsstudien zu medizinischen Aspekten können die Befragten aufgrund der Komplexität der Thematik und der für Fachfremde oftmals nur schwierig oder überhaupt nicht zu beurteilenden Fragestellungen häufig nur eingeschränkt oder nur in sehr allgemeiner und wenig differenzierter Form antworten. Bei Fragen zu medizinischen Aspekten weisen Befragungsdaten von Patienten daher eine verringerte Datenqualität auf. Demgegenüber ist die Datenqualität von Routinedaten als sehr hoch einzuschätzen. Routinedaten werden von hoch qualifizierten Fachkräften des Gesundheitswesens erhoben, deren Beruf es ist, medizinische Aspekte und Fragestellungen in sehr differenzierter Form zu beurteilen, und der sie befähigt und berechtigt, die übermittelten Leistungen zu erbringen und mit der Krankenkasse entsprechend abzurechnen. Allerdings werden diese Daten nicht primär für den Zweck erhoben, den Gesundheitszustand des Patienten zu erfassen, sondern für die Leistungsabrechnung. Daher werden medizinische Daten nur soweit übermittelt, wie es für die Leistungsabrechnung erforderlich ist, wodurch Routinedaten hinsichtlich ihrer epidemiologischen Aussagekraft eingeschränkt sind.

Während bei Befragungsdaten die Befragten selbst Informationen über sich bereitstellen, werden bei Routinedaten Informationen über den Versicherten von den Leistungserbringern übermittelt. Dies kann dazu führen, dass von unterschiedlichen Leistungserbringern unterschiedliche Informationen über einen Versicherten an die Krankenkasse übermittelt werden, die sich auch gegenseitig widersprechen können. Gerade im Bereich Diagnostik kann es vorkommen, dass unterschiedliche Ärzte aus möglicherweise unterschiedlichen Leistungsbereichen des Gesundheitswesens den Gesundheitszustand eines Versicherten unterschiedlich befunden und in den Leistungsdaten entsprechend unterschiedlich dokumentieren.

Um die an sich hohe Datenqualität von Routinedaten für Analysen zur Häufigkeit des Diabetes mellitus verwenden zu können, ist es aus den oben genannten Gründen erforderlich, über eine Operationalisierung Kriterien festzulegen, welche Ausprägung von Merkmalen eine persistente oder neu auftretende Erkrankung konstituieren. Bei dieser Festlegung wird im Rahmen dieser Analyse auf bereits vorliegende Studien zu administrativen Prävalenzen und Inzidenzen zurückgegriffen.

Die in den folgenden Abschnitten dargestellten Kriterien für die Bestimmung und Abgrenzung von Krankheitsfällen orientiert sich stark an der von (Tama-

¹⁰ Abgesehen von Selektionseffekten, die durch Besonderheiten der Versichertenstruktur einer einzelnen Krankenkasse bedingt sein könnten. Strukturelle Besonderheiten in Bezug auf die Alters- und Geschlechtszusammensetzung werden durch die Standardisierung beseitigt.

yo et al. 2016) entwickelten Systematik zur Klassifikation von Diabeteserkrankungen in Routinedaten der Krankenkassen. (Tamayo et al. 2016) analysieren diagnostische Daten aus dem ambulanten und stationären Leistungsbereich von ca. 65 Millionen Versicherten, die vom Deutschen Institut für Medizinische Dokumentation und Information (DIMDI) in aggregierter Form bereitgestellt wurden. Die von (Tamayo et al. 2016) entwickelte Systematik zur Bestimmung und Abgrenzung von Krankheitsfällen wurde von (Goffrier et al. 2017) aufgegriffen und in leicht modifizierter Form im Rahmen einer Analyse von vertragsärztlichen Abrechnungsdaten aus dem ambulanten Bereich für den Versorgungsatlas angewendet.

Grundlage für die Bestimmung der Krankheitsfälle bilden die in den Routinedaten der DAK-Gesundheit dokumentierten Diagnosedaten aus dem ambulanten und stationären Leistungssektor sowie die Arzneimittelverordnungen von etwa 4 Millionen Versicherten. Das Vorliegen eines Diabetes mellitus wird auf Basis der ärztlichen Diagnosen gemäß der Internationalen Klassifikation der Krankheiten und verwandter Gesundheitsprobleme (ICD) ermittelt, wobei folgende Diagnosen für die Bestimmung und Einordnung von Krankheitsfällen mit Diabetes mellitus herangezogen werden:

- E10.- Diabetes mellitus Typ 1
- E11.- Diabetes mellitus Typ 2
- E12.- Diabetes mellitus in Verbindung mit Fehl- oder Mangelernährung
- E13.- Sonstiger näher bezeichneter Diabetes mellitus
- E14.- Nicht näher bezeichneter Diabetes mellitus

Im Folgenden wird die an (Tamayo et al. 2016) und (Goffrier et al. 2017) angelehnte Systematik dargestellt, nach der Krankheitsfälle in den Routinedaten der DAK bestimmt und abgegrenzt werden.

3.2.1 Persistente Erkrankungsfälle mit Diabetes mellitus

In Routinedaten der Krankenkassen kann nicht überprüft werden, ob zu einem gegebenen Stichtag eine Erkrankung vorliegt. Bei den im Rahmen dieser Analyse ausgewiesenen Krankheitshäufigkeiten handelt es sich daher nicht um Stichtagshäufigkeiten, sondern um Jahreshäufigkeiten.

Versicherte werden nur dann als persistenter Erkrankungsfall im Untersuchungsjahr gezählt, wenn mindestens eines der folgenden drei Kriterien zutrifft:

1. Ambulante Diagnosen

Im Untersuchungsjahr wurde eine Diagnose E10.- bis E14.- im Rahmen einer ambulanten Behandlung durch einen Vertragsarzt kodiert. Darüber hinaus wurde im Rahmen einer ambulanten Behandlung mindestens eine weitere Diagnose E10.- bis E14.- in mindestens einem der drei Quartale durch einen Vertragsarzt kodiert, die auf dasjenige Quartal folgen, in dem erstmalig im Untersuchungsjahr eine ambulante Diagnose E10.- bis E14.- kodiert wurde.

2. Stationäre Diagnosen

In der Entlassungsmeldung nach einer stationären Behandlung in einem Krankenhaus, die im Untersuchungsjahr endete, wurde eine Diagnose E10.- bis E14.- als Haupt- oder Nebendiagnose an die Krankenkasse übermittelt.

3. Arzneimittelverordnungen

Im Untersuchungsjahr liegt mindestens eine Arzneimittelverordnung von Antidiabetika vor. Maßgeblich ist das Verordnungsdatum.

Zur Sicherung der Datenqualität werden beim Kriterium der ambulanten Diagnosen nur gesicherte ambulante Diagnosen berücksichtigt. Für das Kriterium der stationären Diagnosen aus der Entlassungsmeldung werden dagegen Haupt- und Nebendiagnosen herangezogen, da die Diagnosen aus stationären Aufenthalten aufgrund der rechtlichen Bestimmungen zur Übermittlung von Abrechnungsdaten an die Krankenkassen über eine noch höhere Datenqualität verfügen. Eine Verordnung von Antidiabetika liegt vor, wenn Arzneistoffe aus der Wirkstoffgruppe der Antidiabetika (ATC A10 gemäß der Anatomical Therapeutic Chemical/Defined Daily Dose Classification (ATC)) verordnet werden.

Als weitere Voraussetzung werden nur Fälle als persistente Erkrankungsfälle gezählt, bei denen es in den Routinedaten Hinweise gibt, dass in einem festzulegenden Vorbeobachtungszeitraum bereits eine Diabetes mellitus Erkrankung vorlag. Für den Vorbeobachtungszeitraum wird eine Zeitdauer von zwei Jahren festgelegt. Als Hinweise auf eine bereits vor dem Untersuchungsjahr bestehende Erkrankung an Diabetes mellitus werden Symptome dann gewertet, wenn innerhalb der zwei Jahren vor dem Untersuchungsjahr mindestens eine gesicherte ambulante Diagnose E10.- bis E11.- oder eine Entlassungsdiagnose E10.- bis E11.- anlässlich einer stationären Krankenhausbehandlung oder eine Verordnung von Antidiabetika vorlagen. Über dieses Kriterium werden persistente von inzidenten Fällen abgegrenzt (vgl. Abschnitt 3.2.2).

Nach Identifizierung der persistenten Fälle mit Diabetes mellitus werden diese einem bestimmten Typ bzw. einer Form des Diabetes mellitus zugeordnet. Für diese Zuordnung zu einer Form bzw. einem Typ des Diabetes mellitus ist eine Systematik erforderlich, da – wie bereits oben erwähnt – die Patienten durch verschiedene Leistungserbringer nicht immer einheitlich befundet werden. Die Zuordnung bzw. Abgrenzung von Krankheitsfällen erfolgt – soweit möglich – über die gesicherten ambulanten und stationären Diagnosen. Dabei werden gesicherte ambulante Diagnosen und stationäre Diagnosen gleichberechtigt berücksichtigt.

In Anlehnung an Tamayo et al. 2016 und Goffrier et al. 2017 werden persistente Fälle mit Diabetes mellitus gemäß folgender Systematik klassifiziert, wobei es sich bei den einer Erkrankungsform bzw. einem Diabetestyp zugeordneten Bedingungen um Und-Verknüpfungen handelt, d. h., alle Bedingungen müssen erfüllt sein, damit ein Diabetesfall einer der aufgeführten Diabetesformen zugeordnet werden kann:

1. Diabetes mellitus Typ 1: E10.-

- Es liegt mindestens eine Diagnose E10.- vor (stationär oder ambulant).
- Es liegen ausschließlich Diagnosen E10.- und E14.- vor und keine Diagnosen E11.- bis E13.-

2. Diabetes mellitus Typ 2: E11.-

- Es liegt mindestens eine Diagnose E11.- vor (stationär oder ambulant).
- Es liegen ausschließlich Diagnosen E11.- und E14.- vor und keine Diagnosen E10.-, E12.- und E13.-
- Sofern das Persistenzkriterium 3 (Arzneimittelverordnungen, s. o.) zutrifft und keine Diagnose E10.- bis E14.- (ambulant oder stationär) kodiert ist, wird dieser Fall als persistenter Diabetes mellitus Typ 2 klassifiziert.¹¹

3. Sonstiger Diabetes mellitus: E12.- und E13.-

- Es liegt mindestens eine Diagnose E12.- oder eine Diagnose E13.- vor (stationär oder ambulant).
- Es liegen ausschließlich Diagnosen E12.-, E13.- und E14.- vor und keine Diagnosen E10.- und E11.-

4. Nicht näher bezeichneter Diabetes mellitus: E14.-

- Es liegt mindestens eine Diagnose E14.- vor (stationär oder ambulant).
- Es liegen ausschließlich Diagnosen E14.- vor und keine Diagnosen E10.- bis E13.-

5. Unklarer Diabetes mellitus

- Es trifft keines der vorgenannten Kriterien 1.–4. zur Klassifizierung der Diabeteserkrankung zu, d. h. der Fall lässt sich keiner der vorgenannten Erkrankungsformen bzw. Erkrankungstypen zuordnen.

In die Kategorie Unklarer Diabetes mellitus fallen demnach diejenigen Fälle, die im Untersuchungsjahr inkonsistente Diagnosedaten aufweisen. Hiervon insbesondere betroffen sind Fälle, die sowohl Diagnosen E10.- (Diabetes mellitus Typ 1) als auch Diagnosen E11.- (Diabetes mellitus Typ 2) aufweisen. Teilweise entstammen diese widersprüchlichen Kodierungen unterschiedlichen Leistungsbereichen (ambulant und stationär), teilweise finden sich jedoch auch innerhalb des ambulanten Bereichs diese inkonsistenten Befunde von Ärzten unterschiedlicher Fachrichtungen.

¹¹ Es konnten einige wenige Versicherte identifiziert werden, die über eine Arzneimittelverordnung von Antidiabetika verfügen und somit das Persistenzkriterium erfüllen, allerdings weder ambulant noch stationär kodierte Diagnosen E10.- bis E14.- aufweisen. Bei diesen Fällen dürfte es sich vorrangig um nachlässig oder unvollständig kodierte Diabetiker handeln.

Auf Basis der Relation von Diabetes mellitus Typ 1 zu Typ 2 in der Gesamtbevölkerung kann davon ausgegangen werden, dass es sich hierbei größtenteils um Versicherte mit einer Diabetes mellitus Typ 2 Erkrankung handelt. Goffrier et al. 2017 haben in ihrer Analyse diese sowie auch sonstige und nicht näher bezeichnete Diabeteserkrankungen in der Kategorie Diabetes mellitus Typ 2 zusammengefasst. In der vorliegenden Analyse wird die Häufigkeit und Verbreitung dieser Diabetesformen jedoch analog zu Tamayo et al. 2016 separat berichtet. Die im vorliegenden Bericht ausgewiesenen Analyseergebnisse zur Persistenz des Diabetes mellitus Typ 2 sowie die differenzierten Analysen zu den mit Diabetes mellitus Typ 2 assoziierten Begleit- und Folgeerkrankungen sind daher mit den von Goffrier et al. 2017 berichteten Werten nur bedingt vergleichbar.

3.2.2 Inzidenter Diabetes mellitus

Inzidente Fälle unterscheiden sich von persistenten Fällen dadurch, dass es innerhalb eines Vorbeobachtungszeitraums von zwei Jahren in den Routinedaten der DAK-Gesundheit keine Hinweise gibt, dass eine Diabeteserkrankung schon vor dem Untersuchungsjahr bestanden haben könnte.

Für inzidente Erkrankungsfälle mit Diabetes mellitus im Untersuchungsjahr gilt demnach die Bedingung, dass diese Versicherten innerhalb eines Zeitraums von zwei Jahren vor dem Untersuchungsjahr keine gesicherten ambulanten Diagnosen E10.- bis E14.- aufweisen, keine Entlassungsdiagnosen E10.- bis E14.- aus einer Entlassungsmeldung anlässlich einer stationären Behandlung in einem Krankenhaus vorliegen und innerhalb von zwei Jahren vor dem Untersuchungsjahr keine Verordnung von Arzneimittel aus der Wirkstoffgruppe der Antidiabetika (ATC A10) erfolgte.

Darüber hinaus greifen die bereits in Abschnitt 3.2.1 dargestellten Kriterien für die Einordnung als inzidenter Krankheitsfall, wobei mindestens eines der drei Kriterien erfüllt sein muss:

1. Ambulante Diagnosen

Im Untersuchungsjahr wurde eine Diagnose E10.- bis E14.- im Rahmen einer ambulanten Behandlung durch einen Vertragsarzt kodiert. Darüber hinaus wurde im Rahmen einer ambulanten Behandlung mindestens eine weitere Diagnose E10.- bis E14.- durch einen Vertragsarzt in mindestens einem der drei Quartale kodiert, die auf dasjenige Quartal folgen, in dem erstmalig im Untersuchungsjahr eine ambulante Diagnose E10.- bis E14.- kodiert wurde.

2. Stationäre Diagnosen

In der Entlassungsmeldung nach einer stationären Behandlung in einem Krankenhaus, die im Untersuchungsjahr endete, wurde eine Diagnose E10.- bis E14.- als Haupt- oder Nebendiagnose an die Krankenkasse übermittelt.

3. Arzneimittelverordnungen

Im Untersuchungsjahr liegt eine Arzneimittelverordnung von Antidiabetika vor. Maßgeblich ist das Verordnungsdatum.

Die Abgrenzung der im Rahmen der Analyse berücksichtigten Formen bzw. Typen von Diabetes mellitus und die entsprechende Zuordnung zu einer dieser Formen erfolgt analog zu den persistenten Erkrankungsfällen.

3.2.3 Hinweise auf Glukosestoffwechselstörung

Neben den persistenten und inzidenten Erkrankungsfällen mit Diabetes mellitus enthalten die DAK-Routinedaten darüber hinaus Versicherte, die dadurch gekennzeichnet sind, dass innerhalb des zweijährigen Vorbeobachtungszeitraums mindestens eine gesicherte ambulante Diagnose E10.- bis E14.- kodiert wurde oder mindestens eine stationäre Entlassungshaupt- oder -nebendiagnose E10.- bis E14.- vorliegt oder ein Arzneistoff aus der Wirkstoffgruppe der Antidiabetika (ATC A10) verordnet wurde. Gleichzeitig wurde bei diesen Versicherten im Untersuchungsjahr hingegen keine oder allenfalls eine einzige gesicherte ambulante Diagnose kodiert (statt der gemäß obiger Operationalisierung für einen Diabetes mellitus geforderten zwei Diagnosen in unterschiedlichen Quartalen). Zudem liegt bei diesen Versicherten im Untersuchungsjahr keine Verordnung von Antidiabetika vor. Daher erfüllen diese Versicherte weder die Persistenzbedingung (siehe Abschnitt 3.2.1) noch die Inzidenzbedingung (siehe Abschnitt 3.2.2).

Aus den Routinedaten ergeben sich für diese Versicherte dennoch Hinweise, dass eine Glukosestoffwechselstörung möglicherweise besteht oder in naher Vergangenheit zumindest kurzzeitig bestanden haben könnte.

Diese vereinzelt auftretenden Diabetesdiagnosen oder vereinzelte Verordnungen von Antidiabetika werden als Hinweise auf eine zumindest zeitweilig bestehende Glukosestoffwechselstörung gedeutet. Um diese Versicherten, bei denen Hinweise auf eine Glukosestoffwechselstörung bestehen, die aber gleichzeitig nicht die Bedingungen für eine persistente bzw. inzidente Diabeteserkrankung erfüllen, von Versicherten abzugrenzen, bei denen weder im Vorbeobachtungszeitraum noch im Untersuchungsjahr irgendeine Diagnose E10.- bis E14.- kodiert ist und keine Verordnung von Antidiabetika vorliegt, wird eine zusätzliche Kategorie Glukosestörung eingeführt, der diese Versicherten zugeordnet werden. Um zu verdeutlichen, dass diese Fälle nicht der klinischen Definition einer Glukosestoffwechselstörung entsprechen (siehe Abschnitt 2.4), sondern aus Routinedaten abgeleitete Verdachtsfälle sind, wird für diese Teilgruppe der Begriff „Glukosestörung“ verwendet.

Vorstellbar wären Versicherte, deren Glukosestoffwechsellage sich im Grenzbereich zu einem manifesten Diabetes mellitus befindet und bei denen möglicherweise die Laborwerte von Nüchternplasmaglukose und/oder HbA1c auch die entsprechenden Grenzwerte für die Definition einer Erkrankung an Diabetes mellitus zumindest zeitweilig, aber nicht dauerhaft überschreiten. Weiterhin denkbar wäre eine beginnende aber noch nicht manifeste Erkrankung an Diabetes mellitus, deren Manifestation aufgrund einer (haus-)

ärztlichen Beratung zu lebensstilmodifizierenden Maßnahmen (Ernährung, Bewegung), möglicherweise auch mit kurzzeitiger Unterstützung durch eine medikamentöse Behandlung, verhindert werden konnte.

Zusätzlich zu den genannten Diagnosen E10.- bis E14.- werden dieser Kategorie auch Versicherte zugeordnet, für die die Persistenz- und Inzidenzbedingungen eines Diabetes mellitus nicht erfüllt sind, die aber im Untersuchungs-jahr oder im Vorbeobachtungszeitraum eine ICD-Entität R73.- (erhöhter Blutglukosewert inkl. abnormer Glukosetoleranztest, Prädiabetes, siehe Abschnitt 2.4) aufweisen. Darüber hinaus werden für die Zuordnung von Versicherten in dieser Kategorie auch ambulante Verdachtsdiagnosen berücksichtigt. In der Gesamtbewertung handelt es sich demnach bei der Kategorie Glukosestörung um Versicherte, die mit hoher Wahrscheinlichkeit zumindest ein erhöhtes Risiko für die Entwicklung einer manifesten Diabeteserkrankung aufweisen.

Bei Versicherten aus der Kategorie Glukosestörung wird –analog zu Erkrankungsfällen mit Diabetes mellitus – zwischen persistenten und inzidenten Fällen differenziert. Persistente Fälle sind demnach gekennzeichnet durch mindestens eine Diagnose E10.- bis E14.- oder R73.- oder eine Verordnung von Antidiabetika im Vorbeobachtungszeitraum. Bei inzidenten Fällen mit Glukosestörung handelt es sich hingegen um Versicherte, bei denen sich Hinweise auf eine Glukosestoffwechselstörung erstmalig im Untersuchungs-jahr zeigen und für die im Vorbeobachtungszeitraum keine Hinweise auf eine bereits bestehende Glukosestoffwechselstörung vorliegen.

3.3 Häufigkeit und Verbreitung des Diabetes mellitus

Bei den in Tabelle 4 und Tabelle 5 dargestellten (administrativen) Erkrankungshäufigkeiten der verschiedenen Formen bzw. Typen von Diabetes mellitus für die Jahre 2013 bis 2015 handelt es sich um Schätzer auf Basis der Routinedaten der DAK-Gesundheit, die auf die Zusammensetzung der Bevölkerung Deutschlands nach Alter und Geschlecht des Jahres 2015 adjustiert wurden. Unterschiede von Kennzahlen zwischen einzelnen Jahren reflektieren demnach zeitliche Veränderungen im Krankheitsgeschehen und sind nicht auf Veränderungen der Bevölkerungszusammensetzung zurückzuführen.

Insgesamt weisen in den Jahren 2013 bis 2015 etwa 7,4 Millionen Menschen im Alter zwischen 18 und 89 Jahren eine Erkrankung an Diabetes mellitus auf. Dies entspricht etwa 10,9 % der Bevölkerung. Dabei beträgt die Prävalenz des Diabetes mellitus Typ 1 etwa 0,4 % (270.000 Personen) und die Prävalenz des Diabetes mellitus Typ 2 zwischen 8,1 % (2013) und 8,3 % (2015), was etwa 5,5 Millionen (2013) bzw. 5,7 Millionen betroffenen Personen entspricht. Die übrigen Erkrankungsfälle setzen sich aus sonstigem, unspezifischem und unklar kodiertem Diabetes mellitus zusammen.

Es fällt auf, dass die Gruppe der Personen mit unklar kodierter Diabetesdiagnose mit 1,4 % der Bevölkerung relativ groß ausfällt. Dies bedeutet, dass bei etwa einer Million Menschen widersprüchlich kodierte ärztliche Diagnosen vorliegen. Bei weiteren 520.000 (2013) bzw. 450.000 (2015) Personen liegt ein unspezifischer Diabetes mellitus vor. Dies entspricht 0,8 % (2013) bzw.

0,7 % (2015) der Bevölkerung im Alter von 18 bis 89 Jahren. Insgesamt weisen damit etwa 1,5 Millionen Menschen eine (administrative) Diagnose aus dem Kontext Diabetes mellitus auf, die keinem Diabetestyp eindeutig zugeordnet werden kann.

Geht man gemäß der weiter gefassten Definition des Diabetes mellitus Typ 2 von Goffrier et al. 2017 davon aus, dass es sich bei diesen Personen mit sonstiger, unspezifischer oder unklar kodierter Diabetesdiagnose weit überwiegend um Personen mit Diabetes mellitus Typ 2 handelt, so beträgt die Prävalenz des Diabetes mellitus Typ 2 in den Jahren 2013 bis 2015 zwischen 10,4% (2013) und 10,5% (2015).

Der Anstieg der Diabetesprävalenz in den Jahren 2013 bis 2015 fällt mit 0,1 Prozentpunkten gering aus. Eine leicht ansteigende Prävalenz des Diabetes mellitus Typ 2 von 8,1% auf 8,3 % wird durch einen Rückgang von Personen mit unklar kodierter Diabetesdiagnose (-0,1%) und unspezifischem Diabetes mellitus (-0,1%) nahezu vollständig kompensiert. Hierbei könnte es sich auch um Substitutionseffekte aus einer Erhöhung der Diagnose- bzw. Kodierqualität handeln. Denkbar wäre, dass eine verbesserte Kodierqualität mit einem Rückgang unspezifischer und unklar kodierter Diabetesfälle und einem entsprechenden Anstieg von Diabetes mellitus Typ 2 verbunden ist. Die Prävalenz der übrigen Formen bzw. Typen des Diabetes mellitus blieb in diesem Zeitraum weitgehend unverändert.

Tabelle 4: Anzahl von Personen mit Diabetes mellitus (in Tausend) in der Bevölkerung Deutschlands im Alter von 18 bis 89 Jahren in den Jahren 2013 bis 2015

Typ	2013	2014	2015
DMT1 (E10)	270	271	271
DMT2 (E11)	5.536	5.641	5.680
ohne Antidiabetika	2.088	2.166	2.196
mit oralen Antidiabetika	2.442	2.430	2.416
Insulin	1.006	1.045	1.068
DM sonstige (E12, E13)	49	49	48
DM unspezifisch (E14)	517	478	454
DM unklar	1.008	983	974
Gesamt	7.379	7.420	7.428
<i>Glukosestörung</i>	2.559	2.543	2.525

Quelle: IGES auf Basis Daten der DAK-Gesundheit

Anmerkung: Standardisiert nach Alter und Geschlecht auf die Zusammensetzung der Bevölkerung Deutschlands im Jahr 2015

Erläuterung: DMT1: Diabetes mellitus Typ 1; DMT2: Diabetes mellitus Typ 2; DM sonstige: Diabetes mellitus in Verbindung mit Fehl- oder Mangelernährung und sonstiger näher bezeichneter Diabetes mellitus; DM unspezifisch: Nicht näher bezeichneter Diabetes mellitus; DM unklar: Nicht eindeutig bezeichneter Diabetes mellitus.

Innerhalb der Versicherten mit Diabetes mellitus Typ 2 ist im Zeitverlauf insbesondere ein Anstieg von Personen zu beobachten, die nicht medikamentös behandelt werden. Die Anzahl von Personen mit Diabetes mellitus Typ 2 ohne Verordnung von Arzneistoffen aus der Wirkstoffgruppe der Antidiabetika nahm im Zeitraum von 2013 bis 2015 um 90.000 Personen zu. Ebenfalls gestiegen ist die Prävalenz von Diabetes mellitus Typ 2 mit Insulinverordnung. Diese erhöhte sich zwischen 2013 und 2015 von 1,5 % auf 1,6 %. Bei Personen mit Diabetes mellitus Typ 2, die mit oralen Antidiabetika therapiert werden, ist im Beobachtungszeitraum hingegen ein leichter Rückgang um etwa 25.000 Personen zu verzeichnen.

Bei etwa 2,5 Millionen Menschen bestehen Hinweise auf eine Glukosestoffwechselstörung, ohne dass das Prävalenz- oder das Inzidenzkriterium erfüllt ist. Dies entspricht etwa 3,8 % (2013) bzw. 3,7 % (2015) der Bevölkerung im Alter von 18 bis 89 Jahren. Die Anzahl bzw. der Anteil der Personen mit Hinweisen auf eine Glukosestoffwechselstörung ohne manifeste Erkrankung an Diabetes mellitus hat sich dabei im Untersuchungszeitraum zwischen 2013 und 2015 nur unwesentlich verringert.

Tabelle 5: Prävalenz des Diabetes mellitus in der Bevölkerung Deutschlands im Alter von 18 bis 89 Jahren in den Jahren 2013 bis 2015

Typ	2013	2014	2015
DMT1 (E10)	0,4%	0,4%	0,4%
DMT2 (E11)	8,1%	8,3%	8,3%
ohne Antidiabetika	3,1%	3,2%	3,2%
mit oralen Antidiabetika	3,6%	3,6%	3,5%
Insulin	1,5%	1,5%	1,6%
DM sonstige (E12, E13)	0,1%	0,1%	0,1%
DM unspezifisch (E14)	0,8%	0,7%	0,7%
DM unklar	1,5%	1,4%	1,4%
Gesamt	10,8%	10,9%	10,9%
<i>Glukosestörung</i>	3,8%	3,7%	3,7%

Quelle: IGES auf Basis Daten der DAK-Gesundheit

Anmerkung: Standardisiert nach Alter und Geschlecht auf die Zusammensetzung Bevölkerung Deutschlands im Jahr 2015

Erläuterung: DMT1: Diabetes mellitus Typ 1; DMT2: Diabetes mellitus Typ 2; DM sonstige: Diabetes mellitus in Verbindung mit Fehl- oder Mangelernährung und sonstiger näher bezeichneter Diabetes mellitus; DM unspezifisch: Nicht näher bezeichneter Diabetes mellitus; DM unklar: Nicht eindeutig bezeichneter Diabetes mellitus.

Wie aus Tabelle 6 und Tabelle 7 hervorgeht, erkrankten in den Jahren 2013 bis 2015 zwischen 0,88 % und 0,75 % der Bevölkerung im Alter von 18 bis 89 Jahren neu an Diabetes mellitus. Dies entspricht zwischen 598.000 (2013) und 512.000 Menschen mit einer Neuerkrankung. Dabei beträgt die Inzidenz-

rate des Diabetes mellitus Typ 1 etwa 0,01 % und die Inzidenzrate des Diabetes mellitus Typ 2 zwischen 0,70% (2013) und 0,61 % (2015). Die übrigen inzidenten Fälle mit Diabetes mellitus setzten sich aus sonstigen (Inzidenzrate: 0,01 %-0,02 %), unspezifischen (Inzidenzrate: 0,07 %-0,10 %) und unklar kodierten (Inzidenzrate: 0,04%) Fällen zusammen.

Die Anzahl der Personen mit einer Neuerkrankung an Diabetes mellitus Typ 1 fällt mit rund 10.000 Neuerkrankungen erwartungsgemäß gering aus. Auffällig wird Diabetes mellitus Typ 1 vorwiegend im Kindes- und Jugendalter, so dass ab einem Alter von 18 Jahren nur sehr wenige Erkrankungen an Diabetes mellitus Typ 1 erstmalig diagnostiziert werden.

Der im Zeitraum von 2013 bis 2015 zu beobachtende Rückgang von Personen mit unspezifischem (-20.000 Personen) bzw. unklar kodiertem (-4.000) Diabetes mellitus könnte auf eine schrittweise Verbesserung der Diagnose- bzw. Kodierqualität hindeuten. Die in Relation zur Prävalenz relativ gering ausfallende Anzahl von Neuerkrankungen mit unklar kodiertem Diabetes mellitus deutet jedoch auch darauf hin, dass bei einer größeren Anzahl von Versicherten kontinuierlich über mehrere Jahre hinweg keine widerspruchsfreie Abklärung der tatsächlichen Diagnose stattfindet. Demgegenüber könnte die in Relation zur Prävalenz relativ hohe Anzahl von Neuerkrankungen mit unspezifischem Diabetes mellitus dahingehend interpretiert werden, dass die Diabeteserkrankung dieser Personen relativ zeitnah spezifiziert und einem Diabetestyp eindeutig zugeordnet werden kann. Denkbar wäre auch, dass sich bei Erkrankungsfällen mit dieser Diagnose die Unsicherheit widerspiegelt, ob überhaupt eine Diabeteserkrankung vorliegt.

Bemerkenswert ist der leichte Rückgang der Neuerkrankungen mit Diabetes mellitus Typ 2, der konträr zu der im gleichen Zeitraum leicht ansteigenden Prävalenz verläuft (vgl. Tabelle 5). Dies könnte als Hinweis auf eine sich abzeichnende Stabilisierung der Prävalenz von Diabetes mellitus Typ 2 auf einem höheren Prävalenzniveau nach zuletzt hohen Inzidenzraten und damit einhergehend steigender Prävalenz gedeutet werden. Trifft diese Deutung zu, so wäre im Verlauf der Jahre 2016 und 2017 eine Stabilisierung, eventuell auch ein leichter Rückgang der Prävalenz zu erwarten.

Im Verhältnis zur Prävalenz der Menschen mit Glukosestörung fällt die Inzidenzrate dieser Fälle mit 0,82 % bis 0,87 % vergleichsweise hoch aus. Dies deutet auf eine geringe Trennschärfe der Teilgruppen mit prävalenter und inzidenter Glukosestörung hin. So treten mit relativ hoher Inzidenzrate temporär auffällige Laborwerte (Peaks) für Blutzucker, HbA1c und Glukosetoleranztest auf. Diese auffälligen Laborwerte werden über entsprechende Diagnosen E11.- bis E14.- in den Routinedaten auch dokumentiert. Aufgrund des temporären Charakters der Auffälligkeit der im Zustand einer an der Schwelle zu einer manifesten Erkrankung stehenden Stoffwechsellage findet jedoch keine langfristige Behandlung mit entsprechender Folgekodierung statt. Daher fällt die Prävalenz von Glukosestörung vergleichsweise gering aus.

Tabelle 6: Häufigkeit von Neuerkrankungen des Diabetes mellitus in der Bevölkerung Deutschlands im Alter von 18 bis 89 Jahren in den Jahren 2013 bis 2015

Typ	2013	2014	2015
DMT1 (E10)	9.970	9.970	9.970
DMT2 (E11)	478.407	433.407	413.148
DM sonstige (E12, E13)	9.669	11.208	12.598
DM unspezifisch (E14)	70.188	57.639	50.769
DM unklar	29.781	27.792	25.874
Gesamt	598.014	540.016	512.358
<i>Glukosestörung</i>	594.977	588.492	560.081

Quelle: IGES auf Basis Daten der DAK-Gesundheit

Anmerkung: Standardisiert nach Alter und Geschlecht auf die Bevölkerung Deutschlands im Jahr 2015

Erläuterung: DMT1: Diabetes mellitus Typ 1; DMT2: Diabetes mellitus Typ 2; DM sonstige: Diabetes mellitus in Verbindung mit Fehl- oder Mangelernährung und sonstiger näher bezeichneter Diabetes mellitus; DM unspezifisch: Nicht näher bezeichneter Diabetes mellitus; DM unklar: Nicht eindeutig bezeichneter Diabetes mellitus.

Tabelle 7: Inzidenz des Diabetes mellitus in der Bevölkerung Deutschlands im Alter von 18 bis 89 Jahren in den Jahren 2013 bis 2015

Typ	2013	2014	2015
DMT1 (E10)	0,01%	0,01%	0,01%
DMT2 (E11)	0,70%	0,64%	0,61%
DM sonstige (E12, E13)	0,01%	0,02%	0,02%
DM unspezifisch (E14)	0,10%	0,08%	0,07%
DM unklar	0,04%	0,04%	0,04%
Gesamt	0,88%	0,79%	0,75%
<i>Glukosestörung</i>	0,87%	0,86%	0,82%

Quelle: IGES auf Basis Daten der DAK-Gesundheit

Anmerkung: Standardisiert nach Alter und Geschlecht auf die Bevölkerung Deutschlands im Jahr 2015

Erläuterung: DMT1: Diabetes mellitus Typ 1; DMT2: Diabetes mellitus Typ 2; DM sonstige: Diabetes mellitus in Verbindung mit Fehl- oder Mangelernährung und sonstiger näher bezeichneter Diabetes mellitus; DM unspezifisch: Nicht näher bezeichneter Diabetes mellitus; DM unklar: Nicht eindeutig bezeichneter Diabetes mellitus.

Aus Tabelle 8 geht hervor, dass etwa 5,7 Millionen Menschen in Deutschland im Alter von 18 bis 89 Jahren im Jahr 2015 eine Diabetes mellitus Typ 2-Erkrankung aufwiesen. Davon waren etwa 5,3 Millionen bereits seit mindestens

einem Jahr erkrankt (persistenter DMT2), bei 413.000 Menschen trat die Erkrankung im Jahr 2015 neu auf (inzidenter DMT2).

Von den 5,3 Millionen Menschen mit persistentem Diabetes mellitus Typ 2 wurden etwa 1,9 Millionen nicht mit Antidiabetika behandelt, etwa 2,3 Millionen erhielten Verordnungen oraler Antidiabetika und 1,0 Millionen wurden mit Insulin und ggf. zusätzlich oralen Antidiabetika medikamentös versorgt.

Von Diabetes mellitus Typ 2 sind mehr Männer als Frauen betroffen. Insgesamt sind etwa 55,4 % der Diabetespatienten Männer und 44,6 % Frauen (siehe Tabelle 9). Bei Personen mit persistentem DMT2 liegt der Männeranteil mit 55,6 % leicht über dem Männeranteil bei Neuerkrankungen (53,2 %). Dies könnte darauf hindeuten, dass Frauen zunehmend von einer Erkrankung an DMT2 betroffen sind. Bei medikamentös behandeltem persistentem Diabetes mellitus Typ 2 fällt der Männeranteil noch etwas höher aus. Während der Frauenanteil bei persistentem DMT2 ohne medikamentöse Behandlung mit 50,2 % sogar höher als der Männeranteil ausfällt, sind 60,3 % der Diabetiker mit Insulinverordnung Männer. Dies weist darauf hin, dass Männer nicht nur häufiger von einer Diabeteserkrankung betroffen sind, sondern auch häufiger Krankheitsverläufe aufweisen, die eine medikamentöse Behandlung mit Insulin erforderlich machen.

Etwa die Hälfte aller Menschen mit persistentem Diabetes mellitus Typ 2 befindet sich in einem Alter von über 70 Jahren, ein Viertel ist zwischen 60 und unter 70 Jahren alt und ein weiteres Viertel weist ein Alter von unter 60 Jahren auf. Das Durchschnittsalter eines Diabetikers mit persistentem Diabetes mellitus Typ 2 beträgt 68,2 Jahre.

Die Altersstruktur der drei Versorgungsgruppen von Menschen mit persistentem Diabetes mellitus Typ 2 unterscheidet sich nur geringfügig. Diabetiker ohne medikamentöse Behandlung mit Antidiabetika sind im Durchschnitt etwas älter als Diabetiker mit Insulinbehandlung, die wiederum im Durchschnitt etwas älter sind als Patienten mit Verordnung von oralen Antidiabetika. Die Unterschiede in der Altersstruktur resultieren vornehmlich aus einem unterschiedlichen Anteil an Patienten im Alter von über 80 Jahren.

Menschen mit einer neu diagnostizierten Erkrankung an Diabetes mellitus Typ 2 sind mit einem Durchschnittsalter von 61,6 Jahren etwa 6,5 Jahre jünger als Menschen mit persistenter Erkrankung. Der Anteil der über 80-Jährigen bei Neuerkrankungen mit Diabetes mellitus Typ 2 fällt mit 11,0% vergleichsweise gering aus. Etwa ein Drittel der neu erkrankten Diabetiker ist älter als 70 Jahre, und fast 45 % sind unter 60 Jahre alt.

Tabelle 8: Anzahl von Personen mit Diabetes mellitus Typ 2 in der Bevölkerung Deutschlands im Alter von 18 bis 89 Jahren im Jahr 2015 nach Geschlecht und Alter (in Tausend)

Geschlecht	Kein DM	Personen mit DMT2	Personen mit inzidentem DMT2	Personen mit persistentem DMT2			
				Gesamt	Nach Art der Versorgung		
					Ohne AD	OAD	Insulin
Männer	28.167	3.147	220	2.927	963	1.335	629
Frauen	30.014	2.533	193	2.340	970	955	414
Gesamt	58.181	5.680	413	5.267	1.933	2.290	1.044
Alter	Kein DM	Personen mit DMT2	Personen mit inzidentem DMT2	Personen mit persistentem DMT2			
				Gesamt	Nach Art der Versorgung		
					Ohne AD	OAD	Insulin
18 – 39 Jahre	21.111	127	34	93	36	41	17
40 – 49 Jahre	10.641	342	49	293	99	140	53
50 – 59 Jahre	11.227	929	95	835	267	402	165
60 – 69 Jahre	7.156	1.488	99	1.389	458	644	287
70 – 79 Jahre	5.510	1.802	91	1.711	654	724	332
80 – 89 Jahre	2.537	992	46	946	418	339	189
Gesamt	58.181	5.680	413	5.267	1.933	2.290	1.044

Quelle: IGES auf Basis Daten der DAK-Gesundheit

Anmerkung: Hochgerechnet auf die Bevölkerungsstruktur Deutschlands im Jahr 2015

Erläuterung: Kein DM: Keine Erkrankung an Diabetes mellitus; DMT2: Diabetes mellitus Typ 2; Ohne AD: Diabetes mellitus Typ 2 ohne Verordnung von Antidiabetika; OAD: Diabetes mellitus Typ 2 mit Verordnung von oralen Antidiabetika und ohne Insulinverordnung; Insulin: Diabetes mellitus Typ 2 mit Insulinverordnung.

Tabelle 9: Geschlechtsverteilung und Altersverteilung von Personen mit Diabetes mellitus Typ 2 in der Bevölkerung Deutschlands im Alter von 18 bis 89 Jahren im Jahr 2015

Geschlecht	Kein DM	Personen mit DMT2	Personen mit inzidentem DMT2	Personen mit persistentem DMT2			
				Gesamt	Nach Art der Versorgung		
					Ohne AD	OAD	Insulin
Männer	48,4%	55,4%	53,2%	55,6%	49,8%	58,3%	60,3%
Frauen	51,6%	44,6%	46,8%	44,4%	50,2%	41,7%	39,7%
Gesamt	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
Alter	Kein DM	Personen mit DMT2	Personen mit inzidentem DMT2	Personen mit persistentem DMT2			
				Gesamt	Nach Art der Versorgung		
					Ohne AD	OAD	Insulin
18 – 39 Jahre	36,3%	2,2%	8,2%	1,8%	1,9%	1,8%	1,6%
40 – 49 Jahre	18,3%	6,0%	12,0%	5,6%	5,1%	6,1%	5,1%
50 – 59 Jahre	19,3%	16,4%	22,9%	15,8%	13,8%	17,6%	15,9%
60 – 69 Jahre	12,3%	26,2%	23,9%	26,4%	23,7%	28,1%	27,5%
70 – 79 Jahre	9,5%	31,7%	22,0%	32,5%	33,9%	31,6%	31,8%
80 – 89 Jahre	4,4%	17,5%	11,0%	18,0%	21,6%	14,8%	18,1%
Gesamt	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
Durchschnittsalter	47,6	67,7	61,6	68,2	69,4	67,2	68,3

Quelle: IGES auf Basis Daten der DAK-Gesundheit

Anmerkung: Hochgerechnet auf die Bevölkerungsstruktur Deutschlands im Jahr 2015

Erläuterung: Kein DM: Keine Erkrankung an Diabetes mellitus; DMT2: Diabetes mellitus Typ 2; Ohne AD: Diabetes mellitus Typ 2 ohne Verordnung von Antidiabetika; OAD: Diabetes mellitus Typ 2 mit Verordnung von oralen Antidiabetika und ohne Insulinverordnung; Insulin: Diabetes mellitus Typ 2 mit Insulinverordnung.

Im Jahr 2015 liegen bei etwa 2,5 Millionen Menschen Hinweise auf eine Glukosestoffwechselstörung vor, ohne dass eine manifeste Erkrankung an Diabetes mellitus besteht (Tabelle 10). Diese setzen sich zusammen aus etwa 560.000 Personen, bei denen sich 2015 erstmalig Hinweise auf eine solche Störung ergeben, und knapp 2,0 Millionen Menschen, bei denen seit mindestens einem Jahr Hinweise auf eine Glukosestoffwechselstörung vorliegen.

Von Glukosestörung sind zu höheren Anteilen Frauen betroffen. Dabei bestehen keine nennenswerten Unterschiede zwischen Personen mit inzidenter und persistenter Glukosestörung. Insgesamt beträgt der Frauenanteil in dieser Kategorie etwa 53,1 % (siehe Tabelle 11). Damit unterscheidet sich die Geschlechterverteilung der Personen mit Glukosestörung deutlich von der Geschlechterverteilung der Diabetiker.

Diese Unterschiede könnten sowohl auf eine stärkere Betroffenheit von Frauen zurückzuführen sein, als auch Ergebnis der durchschnittlich höheren Zahl von Arztkontakten der weiblichen Bevölkerung sein: Da es sich bei den Fällen mit Glukosestörung um vereinzelt auftretende Diabetesdiagnosen oder vereinzelte Verordnungen von Antidiabetika in der jüngeren Vergangenheit handelt, nimmt die Wahrscheinlichkeit der Dokumentation einer solchen Diagnose bzw. einer Verordnung mit einer höheren Arztkontakthäufigkeit zu.

Im Vergleich mit Diabetikern sind Personen aus der Kategorie Glukosestörung im Durchschnitt etwa neun Jahre jünger und weisen einen vergleichsweise geringeren Anteil an über 70-Jährigen sowie einen deutlich höheren Anteil jüngerer Menschen im Alter unter 50 Jahren auf. Während nur etwa 8,2 % der Personen mit Erkrankung an Diabetes mellitus Typ 2 ein Alter von unter 50 Jahren aufweisen, ist dies bei Menschen mit Glukosestörung jeder Dritte.

Die unterschiedliche Altersstruktur zwischen Personen aus der Kategorie Glukosestörung und insbesondere Personen mit einer Neuerkrankung an Diabetes mellitus Typ 2 reflektiert die unterschiedlichen Entwicklungsstadien der Glukosestoffwechselstörung und steht im Einklang mit der Sichtweise, dass es sich in der Kategorie Glukosestörung um Personen handelt, die an der Schwelle zu einer manifesten Diabeteserkrankung stehen oder zumindest ein hohes Risiko aufweisen, eine Diabeteserkrankung zu entwickeln.

Dementsprechend weisen Personen mit inzidenter Glukosestörung von allen betrachteten Versorgungsgruppen die jüngste Altersstruktur auf (siehe Tabelle 11). Sie sind mit einem Durchschnittsalter von 55,8 Jahren sowohl jünger als Personen mit persistenter Glukosestörung, als auch jünger als Personen, die neu an Diabetes mellitus Typ 2 erkrankt sind. Fast 20 % der Personen mit inzidenter Glukosestörung befinden sich in einem Alter unter 40 Jahren und nur 7,5 % weisen ein Alter von über 80 Jahren auf. Etwa 55 % aller Menschen mit inzidenter Glukosestörung sind unter 60 Jahre alt.

Tabelle 10: Personen mit Glukosestörung in der Bevölkerung Deutschlands im Alter von 18 bis 89 Jahren im Jahr 2015 nach Geschlecht und Alter (in Tausend)

Geschlecht	Personen mit <i>Glukosestörung</i>		
	Prävalent	Inzident	Persistent
Männer	1.184	264	920
Frauen	1.341	296	1.045
Gesamt	2.525	560	1.965
Alter	Personen mit <i>Glukosestörung</i>		
	Prävalent	Inzident	Persistent
18 – 39 Jahre	411	106	305
40 – 49 Jahre	350	86	264
50 – 59 Jahre	523	125	398
60 – 69 Jahre	506	108	397
70 – 79 Jahre	487	94	393
80 – 89 Jahre	248	41	208
Gesamt	2.525	560	1.965

Quelle: IGES auf Basis Daten der DAK-Gesundheit

Anmerkung: Hochgerechnet auf die Bevölkerungsstruktur Deutschlands im Jahr 2015

Tabelle 11: Geschlechtsverteilung und Altersverteilung von Personen mit Glukosestörung in der Bevölkerung Deutschlands im Alter von 18 bis 89 Jahren im Jahr 2015

Geschlecht	Personen mit <i>Glukosestörung</i>		
	Prävalent	Prävalent	Prävalent
Männer	46,9%	47,2%	46,8%
Frauen	53,1%	52,8%	53,2%
Gesamt	100,0%	100,0%	100,0%
Alter	Personen mit <i>Glukosestörung</i>		
	Prävalent	Prävalent	Prävalent
18 – 39 Jahre	16,3%	19,0%	15,5%

Geschlecht	Personen mit <i>Glukosestörung</i>		
	Prävalent	Prävalent	Prävalent
40 – 49 Jahre	13,9%	15,3%	13,4%
50 – 59 Jahre	20,7%	22,3%	20,3%
60 – 69 Jahre	20,0%	19,4%	20,2%
70 – 79 Jahre	19,3%	16,7%	20,0%
80 – 89 Jahre	9,8%	7,3%	10,6%
Gesamt	100,0%	100,0%	100,0%
Durchschnittsalter	58,0	55,8	58,7

Quelle: IGES auf Basis Daten der DAK-Gesundheit

Anmerkung: Hochgerechnet auf die Bevölkerungsstruktur Deutschlands im Jahr 2015

3.4 Begleit- und Folgeerkrankungen des Diabetes mellitus Typ 2

Wie in Abschnitt 2 dargestellt, tritt ein Diabetes mellitus Typ 2 nicht plötzlich auf, sondern entwickelt sich zumeist schleichend aus einem Stoffwechselzustand heraus, der als „Metabolisches Syndrom“ bezeichnet wird. Beim metabolischen Syndrom liegen eine Reihe von Risikofaktoren und Stoffwechselstörungen gleichzeitig vor, die sich gegenseitig bedingen bzw. in ihrer gesundheitsschädigenden Wirkung verstärken. Neben Übergewicht bzw. Adipositas, Bluthochdruck und Fettstoffwechselstörung gehört zum metabolischen Syndrom auch das Auftreten von erhöhten Blutzuckerwerten, ohne dass bereits ein Diabetes mellitus vorliegen muss.

Diese Risikofaktoren begünstigen wiederum Erkrankungen, die nicht ursächlich auf eine möglicherweise bestehende Diabeteserkrankung zurückzuführen sind, sondern begleitend auftreten. Dies bedeutet, dass diese Erkrankungen zwar gehäuft mit einer Diabeteserkrankung einhergehen, eine Diabeteserkrankung aber nicht notwendige Voraussetzung für deren Entwicklung ist. Diese Begleiterkrankungen sind vielmehr über gemeinsame Risikofaktoren mit Diabetes mellitus assoziiert.

Der Zusammenhang zwischen Diabetes mellitus Typ 2, Begleiterkrankungen des Diabetes mellitus und Risikofaktoren des metabolischen Syndroms, wie beispielsweise Adipositas, ist nicht deterministisch. Adipositas führt nicht zwangsläufig zu Diabetes mellitus und Diabetes mellitus führt nicht zwangsläufig zu Begleiterkrankungen. Dennoch ist es so, dass mit Adipositas ein erhöhtes Risiko für die Entwicklung einer Diabeteserkrankung verbunden ist, die wiederum ein höheres Risiko für Begleiterkrankungen nach sich zieht. Der in den vergangenen Jahren zu beobachtende Anstieg der Prävalenz des Diabetes mellitus Typ 2 reflektiert auch den in den vergangenen Jahren zu beobachtenden Anstieg der Prävalenz von Adipositas (Nolting et al. 2016),(Nolting et al. 2016).

Darüber hinaus gibt es auch mit Diabetes verbundene Folgeerkrankungen, die ursächlich auf eine bestehende Diabeteserkrankung zurückzuführen sind. Hier besteht ein kausaler Zusammenhang zwischen der Folgeerkrankung und der Erkrankung an Diabetes mellitus. Dies bedeutet, dass eine bestehende Diabeteserkrankung notwendige Bedingung für die Entwicklung von Folgeerkrankungen ist. Die mit Diabetes assoziierten Folgeerkrankungen werden daher auch als diabetische Komplikationen bezeichnet.

In den Routinedaten der DAK-Gesundheit konnten insgesamt neun Erkrankungsgruppen identifiziert werden, die einen Zusammenhang mit einer Erkrankung an Diabetes mellitus Typ 2 aufweisen (siehe Tabelle 12). Einige dieser Erkrankungsgruppen beinhalten sowohl Begleiterkrankungen als auch Folgeerkrankungen des Diabetes mellitus: Glomeruläre Erkrankungen (N00.- bis N08.-) beinhalten auch die diabetische Nephropathie (N08.3), Affektionen der Linse und der Netzhaut (H25.- bis H28.- und H33.- bis H36.-) umfassen auch diabetische Augenkomplikationen (H28.0, H36.0) und in der Erkrankungsgruppe Neuropathie sind auch neurologische Komplikationen bei Diabetes mellitus (G59.0, G63.2, G73.0) enthalten. Auch die Krankheiten der Arterien, Arteriolen und Kapillaren (I70.- bis I79.-) umfassen mit peripher vasculären Komplikationen bei Diabetes mellitus (I79.2) eine Folgeerkrankung des Diabetes mellitus, ebenso wie zur Arthropathie (M00.- bis M25.-) auch die diabetische Arthropathie (M14.2 und M14.6) gehört.

Alle in Tabelle 12 aufgeführten Erkrankungsgruppen werden dennoch im Folgenden als Begleiterkrankungen referenziert. Der Grund hierfür ist, dass bei der Diagnosestellung der in den genannten Erkrankungsgruppen aufgeführten Folgeerkrankungen des Diabetes ätiologisch nicht immer eindeutig abgegrenzt werden kann, ob bzw. inwieweit die Erkrankung ursächlich auf den bestehenden Diabetes mellitus zurückzuführen ist. Dies unterscheidet die in den Erkrankungsgruppen enthaltenen Folgeerkrankungen von stets eindeutig auf Diabetes zurückzuführenden diabetischen Komplikationen, die in den genannten Erkrankungsgruppen nicht enthalten sind, wie beispielsweise das diabetische Koma und das diabetische Fußsyndrom. Dieser Umstand spiegelt sich auch in der Systematik des ICD-10 wider. Der ICD-Kode für ätiologisch eindeutig abgrenzbare Folgeerkrankungen, wie beispielsweise das diabetische Koma (E11.0, E11.1), wird auf Basis ätiologischer Einteilungskriterien der Krankheitsgruppe des Diabetes mellitus zugeordnet (E10.- bis E14.-), während weniger eindeutig abgrenzbare Folgeerkrankungen nach pathologischen Einteilungskriterien zugeordnet werden (bspw. Diabetische Nephropathie N08.3 bei der Krankheitsgruppe der glomerulären Krankheiten N00.- bis N08.-). Darüber hinaus beinhaltet jede der Erkrankungsgruppen hauptsächlich und im Wesentlichen Begleiterkrankungen des Diabetes mellitus, die zwar nicht ursächlich auf eine Erkrankung an Diabetes mellitus zurückzuführen sind und an denen auch Personen mit normalem Glukosestoffwechsel erkranken können, die aber mit Diabetes gehäuft einhergehen. Spezifische Folgeerkrankungen des Diabetes mellitus werden als diabetische Komplikationen daher gesondert auf Ebene einzelner ICD-Kodes analysiert und berichtet (siehe Tabelle 16 ff.)

Analog zu dem in Abschnitt 3.2 beschriebenen Vorgehen bei der Operationalisierung eines Erkrankungsfalls mit Diabetes mellitus gilt ein Versicherter

dann an einer Erkrankungsgruppe erkrankt, wenn für mindestens eine der in der jeweiligen Erkrankungsgruppe enthaltenen Diagnosen (ICD-3-Steller) eine entsprechende Kodierung im Rahmen einer ambulanten oder stationären Behandlung vorliegt. Handelt es sich hierbei um eine Kodierung aus dem ambulanten Bereich, so muss die Kodierung dieser Diagnose in mindestens zwei von vier Quartalen eines Jahres vorliegen, um als Erkrankungsfall gewertet zu werden. Berücksichtigt werden hierbei nur gesicherte ambulante Diagnosen. Handelt es sich hingegen um eine stationär kodierte Diagnose, so genügt die Kodierung als Haupt- oder Nebendiagnose der Entlassungsmeldung nach einem stationären Aufenthalt. Es findet keine Unterscheidung zwischen inzidenten und persistenten Erkrankungsfällen statt.

Tabelle 12: Erkrankungsgruppen von Begleiterkrankungen des Diabetes mellitus Typ 2

Erkrankungsgruppe	ICD
Glomeruläre Krankheiten*	N00.- bis N08.-
Niereninsuffizienz	N17.- bis N19.-
Affektionen der Linse und der Netzhaut*	H25.- bis H28.- H33.- bis H36.-
Neuropathie*	G50.- bis G64.- G70.- bis G73.-
Hypertonie	I10.- bis I15.-
Ischämische Herzkrankheiten	I20.- bis I25.-
Zerebrovaskuläre Erkrankungen	I61.- bis I66.- G45.-
Krankheiten der Arterien, Arteriolen und Kapillaren*	I70.- bis I79.-
Arthropathie*	M00.- bis M25.-

Quelle: IGES

Anmerkung: Die mit * gekennzeichneten Erkrankungsgruppen beinhalten auch diabetische Komplikationen.

In Tabelle 13 ist die Prävalenz von Begleiterkrankungen des Diabetes mellitus Typ 2 abgebildet. Den Angaben lässt sich entnehmen, dass bei allen Erkrankungsgruppen Diabetespatienten eine deutlich höhere Prävalenz aufweisen als Menschen ohne Diabetes mellitus Typ 2.

Die Prävalenzunterschiede zwischen Menschen mit und ohne Diabeteserkrankung fallen teilweise beträchtlich aus. Beispielsweise treten glomeruläre Erkrankungen fast ausschließlich im Zusammenhang mit einer Diabeteserkrankung auf. Niereninsuffizienz tritt bei Diabetespatienten acht Mal häufiger auf als bei Menschen mit normaler Glukosestoffwechsellage, bei ischämischen Herzkrankheiten, Neuropathien und Erkrankungen der Arterien ist eine etwa fünffach höhere Prävalenz zu beobachten. Die Häufigkeit von zereb-

rovaskulären Erkrankungen und Augenerkrankungen ist bei Diabetikern im Vergleich zu Nicht-Diabetikern etwa um den Faktor 5 erhöht.

Etwa vier von fünf Diabetikern leiden an einer Hochdruckerkrankung, bei etwa zwei von fünf Diabetikern besteht eine Arthropathie. Die Prävalenz für diese Erkrankungen fällt damit etwa drei Mal höher aus als bei Menschen mit normaler Glukosestoffwechsellage.

Menschen mit persistentem Diabetes mellitus Typ 2 und medikamentöser Therapie mit Insulin weisen in allen Erkrankungsgruppen außer Arthropathie eine höhere Erkrankungshäufigkeit auf als Diabetiker, die nur mit oralen Antidiabetika oder überhaupt nicht medikamentös behandelt werden. Bei glomerulären Erkrankungen, Niereninsuffizienz, Neuropathie und Arterienerkrankung fallen die Prävalenzunterschiede besonders hoch aus. Weniger ausgeprägt sind die Prävalenzunterschiede bei Hypertonie, Augenerkrankungen, ischämischer Herzkrankheit sowie zerebrovaskulären Erkrankungen.

Zwischen persistentem Diabetes mellitus mit und ohne Behandlung mit oralen Antidiabetika bestehen keine systematischen Unterschiede in der Erkrankungshäufigkeit. Während Diabetiker ohne medikamentöse Behandlung etwas häufiger als Diabetiker mit oralen Antidiabetika an Niereninsuffizienz, ischämischer Herzkrankheit, zerebrovaskulären Erkrankungen, Arterienerkrankungen und Arthropathien leiden, stellt sich dieser Zusammenhang bei glomerulären Erkrankungen, Neuropathie, Augenerkrankungen und Hochdruckerkrankungen umgekehrt dar.

Bei Personen mit einer Neuerkrankung an Diabetes mellitus Typ 2 fällt die Prävalenz von Begleiterkrankungen über alle Erkrankungsgruppen geringer aus als bei Menschen mit bereits seit längerem bestehender Diabeteserkrankung, allerdings deutlich höher als bei Menschen mit normaler Glukosestoffwechsellage. Es zeigt sich, dass sich zu dem Zeitpunkt, an dem Diabetes mellitus Typ 2 neu diagnostiziert wird, bereits in erheblichem Maße Begleiterkrankungen des Diabetes manifestiert haben.

Vergleichsweise hoch fällt die Prävalenz von Niereninsuffizienz (5-fach höher als normal) sowie kardiovaskulären Erkrankungen aus (3- bis 4-fach höher als normal). Auch die Entwicklung von glomerulären Erkrankungen ist bereits bei inzidentem Diabetes mellitus Typ 2 gehäuft zu beobachten. Bei den auf Basis von Routinedaten abgegrenzten Krankheitsfällen mit inzidentem Diabetes mellitus Typ 2 handelt es sich um Diabetiker, bei denen innerhalb eines Vorbeobachtungszeitraums von zwei Jahren keine Hinweise auf eine bereits bestehende Glukosestoffwechselekrankung vorlagen. Insofern könnten die beobachteten Prävalenzen von Begleiterkrankungen des Diabetes mellitus Typ 2 darauf hindeuten, dass zumindest in einigen Fällen bereits seit längerem eine Diabeteserkrankung bestand, die jedoch nicht entsprechend behandelt wurde.

Tabelle 13: Prävalenz von Begleiterkrankungen bei Diabetes mellitus Typ 2 in der Bevölkerung Deutschlands im Alter von 18 bis 89 Jahren im Jahr 2015

Erkrankungsgruppe	Kein DM	Personen mit DMT2	Personen mit inzidentem DMT2	Personen mit persistentem DMT2			
				Gesamt	Nach Art der Versorgung		
					Ohne AD	OAD	Insulin
Glomeruläre Krankheiten	0,2%	9,6%	2,2%	10,2%	6,0%	8,6%	21,4%
Niereninsuffizienz	2,2%	17,3%	11,4%	17,7%	16,4%	13,4%	29,7%
Affektionen der Linse und der Netzhaut	4,9%	23,7%	13,0%	24,5%	22,2%	22,8%	32,6%
Neuropathie	3,9%	25,1%	12,1%	26,1%	18,9%	23,4%	45,3%
Hypertonie	24,3%	81,3%	69,1%	82,3%	79,5%	82,4%	86,9%
Ischämische Herzkrankheiten	4,5%	26,3%	19,0%	26,9%	26,3%	23,9%	34,4%
Zerebrovaskuläre Erkrankungen	2,2%	10,2%	8,2%	10,4%	10,5%	9,1%	13,1%
Krankheiten der Arterien, Arteriolen und Kapillaren	3,2%	18,1%	11,2%	18,7%	17,2%	16,0%	27,2%
Arthropathie	15,5%	40,9%	33,4%	41,5%	44,5%	38,8%	41,7%

Quelle: IGES auf Basis Daten der DAK-Gesundheit

Anmerkung: Hochgerechnet auf die Bevölkerungsstruktur Deutschlands im Jahr 2015

Erläuterung: Kein DM: Keine Erkrankung an Diabetes mellitus; DMT2: Diabetes mellitus Typ 2; Ohne AD: Diabetes mellitus Typ 2 ohne Verordnung von Antidiabetika; OAD: Diabetes mellitus Typ 2 mit Verordnung von oralen Antidiabetika und ohne Insulinverordnung; Insulin: Diabetes mellitus Typ 2 mit Insulinverordnung.

Die Häufigkeit von Begleiterkrankungen bei Personen aus der Kategorie Glukosestörung lässt sich Tabelle 14 entnehmen. Sie fällt für den überwiegenden Teil der untersuchten Erkrankungsgruppen etwa 2- bis 2,5-mal so hoch aus wie für Menschen mit normaler Glukosestoffwechsellage und bleibt für alle Erkrankungsgruppen deutlich unterhalb der Erkrankungsprävalenz von Diabetikern. Die Häufigkeit glomerulärer Erkrankungen bei prävalenter Glukosestörung liegt nur leicht über der von Menschen mit normaler Glukosestoffwechsellage, allerdings besteht insbesondere für kardiovaskuläre Begleiterkrankungen ein erhöhtes Erkrankungsrisiko. Dies unterstützt die Sichtweise, dass es sich bei Menschen mit Glukosestörung um Personen handelt, die an der Schwelle zu einer manifesten Diabeteserkrankung stehen. Dies ist

verbunden mit einer bereits erhöhten Häufigkeit von Begleiterkrankungen, die mit Diabetes mellitus und allgemein dem metabolischen Syndrom assoziiert sind. Menschen mit Glukosestörung sind jedoch noch nicht in dem Maße erkrankt, wie es bei Menschen mit manifester Diabeteserkrankung zu beobachten ist. Die Verbreitung von Begleiterkrankungen fällt deutlich geringer aus als bei inzidentem Diabetes mellitus und erheblich geringer als bei Menschen, die schon längere Zeit an Diabetes mellitus erkrankt sind.

Die Prävalenz von Begleiterkrankungen bei inzidenter Glukosestörung liegt für alle Erkrankungsgruppen unterhalb der Erkrankungshäufigkeit von Personen mit persistenter Glukosestörung. Allerdings fällt der Unterschied vergleichsweise gering aus. Dies könnte als Ausdruck des relativ dynamischen „Erkrankungsgeschehens“ bei Fällen mit Glukosestörung interpretiert werden. In dieser Sichtweise besteht an der Schwelle zu einem manifesten Diabetes mellitus Typ 2 eine erhöhte Fluktuation zwischen inzidenten und persistenten Fällen mit Glukosestörung, die aus wiederkehrenden, kurzzeitig auffälligen Laborparametern für Blutzucker, Glukosetoleranz oder HbA1c resultieren. Die vergleichsweise geringen Prävalenzunterschiede der Begleiterkrankungen zwischen inzidenter und persistenter Glukosestörung reflektierten demnach den relativ gering ausfallenden Differenzierungsgrad zwischen diesen beiden Teilgruppen.

Tabelle 14: Prävalenz von Begleiterkrankungen bei Glukosestörung in der Bevölkerung Deutschlands im Alter von 18 bis 89 Jahren im Jahr 2015

Erkrankungsgruppe	Personen mit <i>Glukosestörung</i>		
	Prävalent	Inzident	Persistent
Glomeruläre Krankheiten	0,4%	0,4%	0,4%
Niereninsuffizienz	6,4%	5,5%	6,6%
Affektionen der Linse und der Netzhaut	10,8%	9,9%	11,0%
Neuropathie	8,5%	7,8%	8,7%
Hypertonie	49,3%	47,7%	49,8%
Ischämische Herzkrankheiten	12,0%	10,4%	12,5%
Zerebrovaskuläre Erkrankungen	5,4%	4,8%	5,5%
Krankheiten der Arterien, Arteriolen und Kapillaren	7,9%	7,1%	8,2%
Arthropathie	28,1%	27,5%	28,3%

Quelle: IGES auf Basis Daten der DAK-Gesundheit

Anmerkung: Hochgerechnet auf die Bevölkerungsstruktur Deutschlands im Jahr 2015

Ein Teil der in Tabelle 13 und Tabelle 14 dargestellten Unterschiede in der Prävalenz von Begleiterkrankungen des Diabetes mellitus Typ 2 zwischen Diabetikern, Menschen mit Glukosestörung und Menschen mit normaler Glukosestoffwechsellage lässt sich auf eine im Vergleich unterschiedliche Altersstruktur zurückführen. In Tabelle 9 ist ersichtlich, dass Menschen mit normaler Glukosestoffwechsellage im Vergleich zu Diabetikern eine deutlich jüngere Altersstruktur aufweisen. Tabelle 10 ist zu entnehmen, dass Menschen mit Glukosestörung durchschnittlich jünger sind als Diabetiker, aber älter als Menschen mit normaler Glukosestoffwechsellage.

In einer Regressionsanalyse wird daher untersucht, inwieweit Unterschiede in der Prävalenz von Begleiterkrankungen des Diabetes mellitus Typ 2 unter Kontrolle des Alters und des Geschlechts zwischen Diabetikern, Menschen mit Glukosestörung und solchen mit normaler Glukosestoffwechsellage bestehen. Die auf Alter und Geschlecht adjustierte Odds-Ratio der berücksichtigten Erkrankungsgruppen ist in Tabelle 15 dargestellt. Dabei stellen Menschen mit normaler Glukosestoffwechsellage die Referenzgruppe (Basis-kategorie) dar.

Dieser Darstellung ist zu entnehmen, dass auch bei Berücksichtigung der unterschiedlichen Altersstruktur signifikante Unterschiede in der Häufigkeit von Begleiterkrankungen bestehen. Vereinfacht ausgedrückt weisen Menschen mit persistendem Diabetes mellitus Typ 2 – in Abhängigkeit von ihrer medikamentösen Behandlung – ein 2,5- bis 7-fach erhöhtes Risiko für eine Niereninsuffizienz auf, ein 1,6- bis 3-fach erhöhtes Risiko für Augenerkrankungen und ein 2,7- bis 10-fach erhöhtes Risiko, eine Neuropathie zu entwickeln.¹² Das Risiko einer ischämischen Herzerkrankung ist bei persistendem Diabetes mellitus 2,3- bis 3,5-fach erhöht, und zerebrovaskuläre Erkrankungen treten 1,5- bis 2,2-mal so häufig auf wie bei Menschen mit normaler Glukosestoffwechsellage. Die Odds-Ratio für Hypertonie beträgt zwischen 3,8 und 7,6 und für Arthropathie zwischen 1,3 und 1,8.

Es soll an dieser Stelle betont werden, dass die Unterschiede in der Prävalenz von Begleiterkrankungen zwischen den unterschiedlichen Versorgungsgruppen mit persistendem Diabetes mellitus nicht ursächlich aus der Art der medikamentösen Behandlung resultieren. Vielmehr reflektiert die unterschiedliche medikamentöse Behandlung des Diabetes mellitus Unterschiede in der Dauer und der Schwere des Verlaufs der Erkrankung. Diabetiker werden mit Insulin behandelt, wenn eine Behandlung mit oralen Antidiabetika oder der Verzicht auf eine medikamentöse Therapie des Diabetes mellitus im Hinblick auf die aus medizinischer Sicht erforderliche Senkung des Blutzuckerspiegels nicht erfolgversprechend ist oder sich als nicht hinreichend effektiv herausgestellt hat. Dementsprechend weisen Diabetiker mit Insulintherapie tendenziell eher erhöhte Insulinresistenz der Zellen und ggfs. auch eine verringerte Insulinsekretion als Folge eines bereits seit längerem bestehenden oder schwerwiegender verlaufenden Diabetes mellitus auf.

12 Die Odds-Ratio entspricht nur bei sehr kleinen Eintrittswahrscheinlichkeiten näherungsweise dem relativen Risiko. Dies ist bei den genannten Erkrankungen weitgehend der Fall.

Die Analysen zur Prävalenz der Begleiterkrankungen weisen jedoch auch darauf hin, dass die Versorgungsgruppe der Diabetespatienten ohne medikamentöse Behandlung eine sehr heterogene Gruppe darstellt. Diese Versorgungsgruppe könnte zum einen aus Diabetikern mit einer tendenziell kürzeren Erkrankungsdauer bzw. einem tendenziell weniger schwerwiegenden Verlauf bestehen, bei denen der Blutzuckerspiegel durch Elemente der Basistherapie auf einem aus medizinischer Sicht hinreichenden Niveau stabilisiert werden kann. Zum anderen weist jedoch die vergleichsweise hohe Häufigkeit von Begleiterkrankungen des Diabetes mellitus Typ 2 darauf hin, dass dieser Personengruppe auch Diabetiker mit einem nicht optimal eingestellten Blutzuckerspiegel angehören könnten.

Insbesondere das im Vergleich zu Diabetikern mit Verordnung oraler Antidiabetika erhöhte alters- und geschlechtsadjustierte Risiko von Niereninsuffizienz und kardiovaskulären Erkrankungen (mit Ausnahme von Hochdruckerkrankungen) könnte als Hinweis auf eine nicht optimale Therapie des Diabetes mellitus interpretiert werden. In diesem Zusammenhang ist es bedeutsam, darauf hinzuweisen, dass bei einer Analyse von Routinedaten nicht berücksichtigt werden kann, ob ein Medikament verordnet wurde, sondern nur, ob die Verordnung von den Versicherten auch in einer Apotheke eingelöst wurde. Dies bedeutet, dass eine möglicherweise nicht optimale Therapie nicht notwendigerweise in einer Fehlversorgung begründet sein muss, sondern auch aus einer mangelnden Therapieadhärenz der Patienten resultieren kann. Auch kann auf Basis von Routinedaten nicht beurteilt werden, ob Wechselwirkungen, Gegenanzeigen oder Unverträglichkeiten oder andere medizinisch relevante Aspekte einer medikamentösen Therapie entgegenstehen.

Bemerkenswert ist, dass sich die Häufigkeit von Begleiterkrankungen bei inzidentem Diabetes mellitus teilweise nur unwesentlich von persistentem Diabetes mellitus mit bzw. ohne Behandlung mit Antidiabetika unterscheidet. Für einige Erkrankungsgruppen kann bei Neuerkrankungen an Diabetes mellitus sogar ein höheres Erkrankungsrisiko als bei persistentem Diabetes mellitus beobachtet werden. So beträgt die Odds-Ratio für Niereninsuffizienz bei inzidentem Diabetes mellitus Typ 2 etwa 2,80. Damit liegt das Risiko für eine Niereninsuffizienz bei inzidentem Diabetes mellitus zwar leicht (und insignifikant) unter dem Risiko von Personen mit bereits seit längerem bestehender Diabeteserkrankung ohne medikamentöse Therapie (Odds-Ratio: 2,82), aber signifikant über dem Risiko von persistentem Diabetes mit Verordnung von oralen Antidiabetika (Odds-Ratio: 2,56).

Der gleiche Sachverhalt lässt sich bei ischämischen Herzerkrankungen beobachten: Menschen mit inzidentem Diabetes mellitus Typ 2 weisen ein höheres Risiko für das Vorliegen einer ischämischen Herzerkrankung auf als Menschen mit persistentem Diabetes mellitus, die medikamentös mit oralen Antidiabetika behandelt werden. Darüber hinaus weisen Menschen mit persistentem Diabetes sowohl mit als auch ohne Verordnung von Antidiabetika ein geringeres Risiko für zerebrovaskuläre Erkrankungen auf als Menschen mit einer Neuerkrankung an Diabetes mellitus. Diese Befunde deuten insgesamt darauf hin, dass zumindest ein Teil der in den Routinedaten operationalisierten Fälle mit inzidentem Diabetes mellitus Typ 2 schon längere Zeit

vor der Diagnosedokumentation eine unbekannt und daher unbehandelt gebliebene Diabeteserkrankung aufweist. Die höheren Risiken für ischämische Herzerkrankungen bzw. zerebrovaskuläre Erkrankungen bei den inzidenten Diabetikern erklärten sich dann daraus, dass der bestehende Diabetes erst im Zusammenhang mit dem Auftreten eines Herzinfarkts oder Schlaganfall festgestellt bzw. dokumentiert wird. Personen mit inzidentem Diabetes mellitus sind im Rahmen dieser Analyse dadurch gekennzeichnet, dass sich innerhalb eines Vorbeobachtungszeitraums von zwei Jahren in den Routinedaten keine Hinweise auf eine möglicherweise bestehende Glukosestoffwechselerkrankung finden lassen.

Die Regressionsanalyse bestätigt zudem, dass auch unter Kontrolle des Alters und des Geschlechts Fälle aus der Kategorie Glukosestörung im Vergleich zu Menschen mit normaler Glukosestoffwechsellage ein erhöhtes Risiko für die Entwicklung von Begleiterkrankungen des Diabetes mellitus Typ 2 aufweisen. Die Risikounterschiede zwischen Menschen mit Glukosestörung und Menschen mit normaler Glukosestoffwechsellage fallen jedoch deutlich geringer aus als die Unterschiede zwischen Diabetikern und Menschen mit normalem Glukosestoffwechsel. Die adjustierte Häufigkeit von Begleiterkrankungen liegt für alle Erkrankungsgruppen deutlich unter der von Diabetikern.

Tabelle 15: Diabetes-assoziierte Unterschiede im Vorliegen von Begleiterkrankungen in der Bevölkerung Deutschlands im Alter von 18 bis 89 Jahren im Jahr 2015: Odds Ratio [95%-Konfidenzintervall] aus der Regressionsanalyse (adjustiert nach Alter und Geschlecht)

Erkrankungsgruppe	Glukosestörung		DMT2			
	Inzident	Persistent	Inzident	Persistent		
				Ohne AD	OAD	Insulin
Glomeruläre Krankheiten	1,51 [1,28; 1,77]	1,47 [1,35; 1,60]	7,69 [7,10; 8,33]	18,16 [17,59; 18,75]	27,72 [26,92; 28,54]	79,53 [77,22; 81,91]
Niereninsuffizienz	1,70 [1,63; 1,77]	1,67 [1,63; 1,71]	2,80 [2,70; 2,91]	2,82 [2,77; 2,86]	2,56 [2,52; 2,60]	7,12 [7,00; 7,24]
Affektionen der Linse und der Netzhaut	1,31 [1,27; 1,35]	1,19 [1,17; 1,21]	1,29 [1,25; 1,33]	1,60 [1,58; 1,62]	1,94 [1,91; 1,96]	2,98 [2,94; 3,03]
Neuropathie	1,50 [1,44; 1,55]	1,51 [1,49; 1,54]	1,97 [1,90; 2,04]	2,68 [2,64; 2,71]	3,80 [3,75; 3,85]	10,11 [9,95; 10,26]
Hypertonie	1,98 [1,93; 2,03]	1,79 [1,77; 1,81]	3,76 [3,65; 3,87]	3,83 [3,78; 3,89]	5,42 [5,34; 5,50]	7,60 [7,42; 7,78]
Ischämische Herzkrankheiten	1,49 [1,44; 1,54]	1,53 [1,50; 1,56]	2,25 [2,18; 2,33]	2,28 [2,25; 2,31]	2,14 [2,12; 2,17]	3,53 [3,47; 3,59]

Erkrankungsgruppe	Glukosestörung		DMT2			
	Inzident	Persist- tent	Inzident	Persistent		
				Ohne AD	OAD	Insulin
Zerebrovaskuläre	1,42	1,37	1,88	1,65	1,55	2,18
Erkrankungen	[1,35; 1,48]	[1,33; 1,40]	[1,80; 1,95]	[1,62; 1,68]	[1,53; 1,58]	[2,14; 2,23]
Krankheiten der Ar- terien, Arteriolen und Kapillaren	1,43	1,40	1,78	2,04	2,01	3,77
	[1,38; 1,49]	[1,37; 1,43]	[1,71; 1,84]	[2,01; 2,07]	[1,98; 2,04]	[3,70; 3,83]
Arthropathie	1,45	1,32	1,50	1,77	1,55	1,68
	[1,41; 1,48]	[1,31; 1,34]	[1,47; 1,54]	[1,75; 1,79]	[1,53; 1,57]	[1,65; 1,70]

Quelle: IGES auf Basis Daten der DAK-Gesundheit

Anmerkung: Basiskategorie: Keine Diabetes mellitus Erkrankung

Erläuterung: DMT2: Diabetes mellitus Typ 2; Ohne AD: Ohne Verordnung von Antidiabetika;
OAD: Mit Verordnung von oralen Antidiabetika und ohne Insulinverordnung; Insu-
lin: Mit Insulinverordnung.

In einer weiteren Analyse des Erkrankungsgeschehens im Zusammenhang mit einer Erkrankung an Diabetes mellitus Typ 2 wird die Häufigkeit und Verbreitung von Folgeerkrankungen des Diabetes mellitus untersucht. Bei den untersuchten Folgeerkrankungen handelt es sich um diabetische Komplikationen, bei denen ein kausaler, d. h. ursächlicher Zusammenhang mit der Diabeteserkrankung besteht. Dies bedeutet, dass von diesen Erkrankungen fast ausschließlich Diabetiker betroffen sind. Zu den im Rahmen der Analyse berücksichtigten Erkrankungen gehören das diabetische Koma, diabetische Nephropathie, diabetische Augenkomplikationen, neurologische Komplikationen bei Diabetes mellitus, peripher vaskuläre Komplikationen bei Diabetes mellitus, diabetische Arthropathie und das diabetische Fußsyndrom. Diese diabetischen Komplikationen werden über die in Tabelle 16 dargestellten ICD-10-Kodes operationalisiert.

Analog zu dem bisher beschriebenen Vorgehen gilt ein Versicherter dann an einer diabetischen Komplikation erkrankt, wenn innerhalb eines Jahres in mindestens zwei von vier Quartalen ein der jeweiligen Folgeerkrankung zugeordneter ICD-Kode im Rahmen einer ambulanten Behandlung kodiert wurde, oder eine entsprechende Kodierung als Haupt- oder Nebendiagnose aus der Entlassungsmeldung anlässlich eines stationären Aufenthaltes in einem Krankenhaus vorliegt.

Tabelle 16: Diabetische Komplikationen bzw. Folgeerkrankungen des Diabetes mellitus Typ 2

Diabetische Komplikation	ICD ¹³
Diabetisches Koma	E11.0†; E11.1†
Diabetische Nephropathie	E11.2†; N08.3*
Diabetische Augenkomplikation	E11.3†; H28.0*; H36.0*
Neurologische Komplikationen bei Diabetes mellitus	E11.4†; G73.0*; G59.0*; G63.2*; G99.0*
Peripher vaskuläre Komplikationen bei Diabetes mellitus	E11.5†; I79.2*
Diabetische Arthropathie	E11.6†; M14.2-*; M14.6-*
Diabetisches Fußsyndrom	E11.74†; E11.75†

Quelle: IGES

Die häufigste diabetische Komplikation bei Menschen mit prävalentem Diabetes mellitus Typ 2 im Alter von 18 bis 89 Jahren im Jahr 2015 sind neurologische Komplikationen bei Diabetes mellitus (siehe Tabelle 17 und Tabelle 18). Etwa 871.000 Diabetiker sind von dieser Folgeerkrankung betroffen (15,3 %). Weitere häufig auftretende Folgeerkrankungen sind das diabetische Fußsyndrom, an dem etwa 617.000 Menschen erkrankt sind (10,9 % aller Diabetiker mit Typ 2) und diabetische Nephropathien mit etwa 519.000 Betroffenen, was 9,1 % der prävalenten Erkrankungsfälle mit Diabetes mellitus Typ 2 entspricht. Diabetische Augenkomplikationen treten bei 5,6 % der Diabetiker auf (317.000 Erkrankungsfälle). Die Häufigkeit des diabetischen Kommas, das eine grundsätzlich lebensbedrohliche Entgleisung der Stoffwechsellage darstellt, beträgt 0,6 % aller prävalenten Fälle mit Diabetes mellitus Typ 2 (etwa 34.000 Erkrankungsfälle).

13 In der ICD-10-Systematik ist es bei einigen Diagnosen erforderlich, zusätzlich zur Ätiologie, d. h. der Ursache für die Entstehung einer Erkrankung, auch die Manifestation einer Erkrankung, d. h. die Symptome, an denen die Erkrankung sichtbar/erkennbar wird, zu bezeichnen. Dieses kombinierte Ordnungssystem wird durch das sogenannte „Kreuz-Stern-System“ der ICD-10 ermöglicht. Der ICD-Kode, der die Erkrankungsursache (Ätiologie) bezeichnet, wird mit einem Kreuz (†) versehen. Der ICD-Kode, der die Manifestation der Erkrankung bezeichnet, wird mit einem Stern (*) kodiert. Die Kreuzdiagnose muss kodiert werden, die Sterndiagnose kann kodiert werden. Eine Sterndiagnose darf nie ohne Kreuzdiagnose kodiert werden. Beispielsweise ist die diabetische Nephropathie mit der Kombination E11.2†; N08.3* bezeichnet. Die Kreuzdiagnose bezeichnet die Ursache (Diabetes mellitus), die Sterndiagnose bezeichnet die Manifestation (Glomeruläre Krankheiten bei Diabetes mellitus).

Den Angaben ist zu entnehmen, dass der größte Teil der Personen mit einer Neuerkrankung an Diabetes mellitus Typ 2 frei von diabetischen Folgeerkrankungen ist. Die Häufigkeit von diabetischen Komplikationen liegt bei dieser Versorgungsgruppe insgesamt erheblich unter den Prävalenzen von Patienten mit bereits seit längerer Zeit bestehender Diabeteserkrankung.

Dennoch weist die Häufigkeit von schwerwiegenden diabetischen Komplikationen im Zusammenhang mit inzidentem Diabetes mellitus darauf hin, dass ein Teil dieser Versorgungsgruppe bereits seit längerem an Diabetes mellitus erkrankt sein muss. So werden etwa 1.300 Personen mit Neuerkrankung an Diabetes mellitus Typ 2 auch wegen eines diabetischen Komas behandelt (Prävalenz: 0,3 %). Hierbei dürfte es sich vornehmlich um Erkrankungsfälle handeln, bei denen die Diagnose der Neuerkrankung an Diabetes im Zusammenhang mit einer stationären Behandlung des diabetischen Komas gestellt wurde. Etwa 10.000 neu an Diabetes mellitus erkrankte Personen weisen ein diabetisches Fußsyndrom auf (Prävalenz: 2,4 %). Eine diabetische Nephropathie, die zu den glomerulären Erkrankungen gehört, ist bei 7.400 Menschen mit inzidentem Diabetes mellitus zu beobachten. Diese Folgeerkrankungen des Diabetes haben eine relativ lange Entwicklungszeit. In den zwei Jahren des Vorbeobachtungszeitraums liegen in den Routinedaten jedoch keine Hinweise auf eine möglicherweise bestehende Glukosestoffwechsellstörung vor.

Die Neudiagnose Diabetes wird bei diesen Personen zeitgleich mit der Feststellung von diabetischen Folgeerkrankungen gestellt. Dies ließe sich so interpretieren, dass es sich bei diesen Neuerkrankungsfällen entweder um Fälle handelt, deren letzte Kontrolluntersuchung vor mehr als zwei Jahren stattgefunden hat, oder um Menschen mit einer für längere Zeit unbekannt und damit unbehandelt gebliebenen Diabeteserkrankung, die nicht adäquat versorgt wurde. Dies könnte auch Folge einer mangelnden Wahrnehmung von ärztlichen Kontroll- bzw. Vorsorgeuntersuchungen sein.

Beim Vergleich der unterschiedlichen Versorgungsgruppen mit persisten-tem Diabetes mellitus Typ 2 ist ersichtlich, dass über alle Komplikationen hinweg Diabetiker mit Insulinverordnung höhere Prävalenzen aufweisen als Diabetiker mit oralen Antidiabetika, für welche wiederum eine höhere Krankheitshäufigkeit zu beobachten ist als für Diabetiker ohne medikamentöse Behandlung. So leidet fast jeder Dritte Diabetiker mit Verordnung von Insulin am diabetischen Fußsyndrom, ein Drittel ist an einer neurologischen Komplikation erkrankt und jeder Fünfte Diabetiker mit Insulinverordnung weist eine diabetische Nephropathie auf. Demgegenüber betragen die Prävalenzraten dieser Erkrankungen bei Diabetikern ohne medikamentöse Therapie des Diabetes mellitus zwischen 5,4 % (diabetisches Fußsyndrom, Nephropathie) und 7,2 % (Neurologische Komplikation bei Diabetes mellitus).

Wenn eine Diabeteserkrankung so weit fortgeschritten ist, dass derart schwerwiegende Komplikationen wie ein diabetisches Fußsyndrom, diabetische Nephropathien oder ein diabetisches Koma eintreten, ist davon auszugehen, dass die Glukosestoffwechsellage sich schon längere Zeit in einem ungünstigen Bereich befindet. Dies ist bei länger andauernden oder schwerwiegenden Krankheitsverläufen nicht immer vermeidbar. Bei den Personen

mit persistentem Diabetes mellitus Typ 2 ohne medikamentöse Behandlung bei gleichzeitig vorliegender diabetischer Komplikation könnte es sich hingegen um die bereits oben erwähnten Diabetiker mit nicht optimal eingestelltem Blutzucker handeln.

Tabelle 17: Anzahl von Personen mit diabetischer Komplikation bei Diabetes mellitus Typ 2 in der Bevölkerung Deutschlands im Alter von 18 bis 89 Jahren im Jahr 2015

Diabetische Komplikation	Personen mit DMT2	Personen mit inzidentem DMT2	Personen mit persistentem DMT2			
			Gesamt	Nach Art der Versorgung		
				Ohne AD	OAD	Insulin
Diabetisches Koma	33.523	1.270	32.253	7.448	14.345	10.459
Diabetische Nephropathie	519.204	7.416	511.788	104.181	189.187	218.420
Diabetische Augenkomplication	316.621	2.649	313.972	41.837	111.041	161.094
Neurologische Komplikation bei Diabetes mellitus	871.338	10.932	860.405	138.715	340.445	381.246
Peripher vaskuläre Komplikation bei Diabetes mellitus	259.187	4.306	254.881	50.280	93.837	110.764
Diabetische Arthropathie	170.697	5.440	165.257	36.405	65.276	63.576
Diabetischer Fuß	617.261	9.822	607.439	104.962	213.105	289.372

Quelle: IGES auf Basis Daten der DAK-Gesundheit

Anmerkung: Hochgerechnet auf die Bevölkerungsstruktur Deutschlands im Jahr 2015
 Erläuterung: Kein DM: Keine Erkrankung an Diabetes mellitus; DMT2: Diabetes mellitus Typ 2; Ohne AD: Diabetes mellitus Typ 2 ohne Verordnung von Antidiabetika; OAD: Diabetes mellitus Typ 2 mit Verordnung von oralen Antidiabetika und ohne Insulinverordnung; Insulin: Diabetes mellitus Typ 2 mit Insulinverordnung.

Vorstellbare Gründe für die Entwicklung diabetischer Komplikationen bei gleichzeitiger Abwesenheit medikamentöser Therapie könnten ein Mangel an Therapieadhärenz oder Nachlässigkeiten der Patienten bei der Wahrnehmung regelmäßiger ärztlicher Kontrolluntersuchungen darstellen. Vorstellbar wäre auch, dass Wechselwirkungen, Gegenanzeigen und Unverträglichkeiten einer medikamentösen Therapie des Diabetes mellitus entgegenstehen. Darüber hinaus wäre denkbar, dass bei Patienten, die sich in einem terminalen Stadium einer anderen Erkrankung (bspw. Tumorerkrankung) befinden, die medikamentöse Behandlung der Diabeteserkrankung eingestellt wurde. Insgesamt festigt sich auf Grundlage der Analyse der diabetischen Folgeer-

krankungen der Eindruck, dass es sich bei Personen mit persistentem Diabetes mellitus Typ 2 ohne medikamentöse Therapie um eine sehr heterogene Gruppe von Diabetikern handelt, die größtenteils einen eher kurzen und weniger schwerwiegenden Krankheitsverlauf aufweisen, zu einem Teil jedoch aufgrund einer unzureichenden Blutzuckerkontrolle von teilweise schwerwiegenden Begleit- und Folgeerkrankungen betroffen sind.

Tabelle 18: Prävalenz von diabetischen Komplikationen bei Diabetes mellitus Typ 2 in der Bevölkerung Deutschlands im Alter von 18 bis 89 Jahren im Jahr 2015

Diabetische Komplikation	Personen mit DMT2	Personen mit inzidentem DMT2	Personen mit persistentem DMT2			
			Gesamt	Nach Art der Versorgung		
				Ohne AD	OAD	Insulin
Diabetisches Koma	0,6%	0,3%	0,6%	0,4%	0,6%	1,0%
Diabetische Nephropathie	9,1%	1,8%	9,7%	5,4%	8,3%	20,9%
Diabetische Augenkomplication	5,6%	0,6%	6,0%	2,2%	4,8%	15,4%
Neurologische Komplikation bei Diabetes mellitus	15,3%	2,6%	16,3%	7,2%	14,9%	36,5%
Peripher vaskuläre Komplikation bei Diabetes mellitus	4,6%	1,0%	4,8%	2,6%	4,1%	10,6%
Diabetische Arthropathie	3,0%	1,3%	3,1%	1,9%	2,9%	6,1%
Diabetischer Fuß	10,9%	2,4%	11,5%	5,4%	9,3%	27,7%

Quelle: IGES auf Basis Daten der DAK-Gesundheit

Anmerkung: Hochgerechnet auf die Bevölkerungsstruktur Deutschlands im Jahr 2015

Erläuterung: Kein DM: Keine Erkrankung an Diabetes mellitus; DMT2: Diabetes mellitus Typ 2; Ohne AD: Diabetes mellitus Typ 2 ohne Verordnung von Antidiabetika; OAD: Diabetes mellitus Typ 2 mit Verordnung von oralen Antidiabetika und ohne Insulinverordnung; Insulin: Diabetes mellitus Typ 2 mit Insulinverordnung.

Die unterschiedlichen Versorgungsgruppen mit persistentem Diabetes mellitus Typ 2 unterscheiden sich nur geringfügig in ihrer Altersstruktur (vgl. Tabelle 9). Allerdings weisen Personen mit einer Neuerkrankung an Diabetes mellitus Typ 2 eine deutlich jüngere Altersstruktur als persistente Fälle auf. Die Ergebnisse der Regressionsanalyse, bei der Unterschiede in der Alters- und Geschlechterstruktur kontrolliert werden, sind in Tabelle 19 dargestellt. Dabei stellen Menschen mit persistentem Diabetes mellitus Typ 2 ohne medikamentöse Therapie mit Antidiabetika die Referenzgruppe (Basiskategorie) dar. Aus den Ergebnissen der Analyse ist ersichtlich, dass auch unter Kontrolle der unterschiedlichen Altersstruktur inzidente Diabetiker ein verringertes Risiko

für Folgeerkrankungen des Diabetes mellitus Typ 2 aufweisen (Odds-Ratio < 1).

Deutlich wird in dieser Betrachtung auch, dass bei längeren und schwerwiegenden Krankheitsverläufen, die medikamentös mit Insulin behandelt werden, das Risiko einer diabetischen Komplikation erheblich zunimmt. So weisen Diabetiker mit Insulinverordnung im Vergleich zu nicht-medikamentös behandelten Diabetikern ein – vereinfacht gesagt – 5-fach erhöhtes Risiko für eine diabetische Nephropathie, ein 8-fach erhöhtes Risiko für eine diabetische Augenkomplikation, ein 7,5-fach erhöhtes Risiko für eine neurologische Komplikation und ein mehr als 6,5-fach erhöhtes Risiko für ein diabetisches Fußsyndrom auf.¹⁴

Tabelle 19: Unterschiede in der Entwicklung von diabetischen Komplikationen bei Diabetes mellitus Typ 2 in der Bevölkerung Deutschlands im Alter von 18 bis 89 Jahren im Jahr 2015: Odds Ratio [95%-Konfidenzintervall] aus der Regressionsanalyse (adjustiert nach Alter und Geschlecht)

Diabetische Komplikation	Inzident DMT2	Persistent DMT2	
		OAD	Insulin
Diabetisches Koma	0,71	1,64	2,61
	[0,56; 0,90]	[1,49; 1,82]	[2,35; 2,90]
Diabetische Nephropathie	0,39	1,65	4,80
	[0,35; 0,42]	[1,60; 1,69]	[4,66; 4,93]
Diabetische Augenkomplikation	0,32	2,38	8,23
	[0,27; 0,37]	[2,29; 2,48]	[7,92; 8,55]
Neurologische Komplikation bei Diabetes mellitus	0,39	2,37	7,63
	[0,36; 0,42]	[2,32; 2,43]	[7,45; 7,82]
Peripher vaskuläre Komplikation bei Diabetes mellitus	0,47	1,62	4,34
	[0,42; 0,53]	[1,56; 1,69]	[4,18; 4,51]
Diabetische Arthropathie	0,71	1,54	3,35
	[0,64; 0,79]	[1,47; 1,61]	[3,20; 3,52]
Diabetischer Fuß	0,46	1,82	6,74
	[0,43; 0,50]	[1,77; 1,87]	[6,56; 6,93]

Quelle: IGES auf Basis Daten der DAK-Gesundheit

Anmerkung: Basiskategorie: Persistenter Diabetes mellitus Typ 2 ohne Verordnung von Antidiabetika

Erläuterung: DMT2: Diabetes mellitus Typ 2; OAD: Diabetes mellitus Typ 2 mit Verordnung von oralen Antidiabetika und ohne Insulinverordnung; Insulin: Diabetes mellitus Typ 2 mit Insulinverordnung.

¹⁴ Die Odds-Ratio entspricht nur bei sehr kleinen Eintrittswahrscheinlichkeiten näherungsweise dem relativen Risiko. Dies ist bei den genannten Erkrankungen weitgehend der Fall.

3.5 Mortalität von Patienten mit Diabetes mellitus Typ 2

Den in Tabelle 20 dargestellten Ein-Jahres-Sterbewahrscheinlichkeiten ist zu entnehmen, dass Diabetes mellitus Typ 2 mit einer deutlich erhöhten Sterbewahrscheinlichkeit einhergeht. Mit Ausnahme der über 80-Jährigen fällt die Sterbewahrscheinlichkeit bei prävalentem Diabetes mellitus Typ 2 über alle Altersgruppen hinweg etwa doppelt bis dreimal so hoch aus wie bei Menschen mit normaler Glukosestoffwechsellage. Im Alter zwischen 80 und 89 Jahren ist die Sterblichkeit bei prävalentem Diabetes mellitus Typ 2 um etwa 50 % erhöht.

Männer mit prävalentem Diabetes mellitus Typ 2 weisen eine etwas höhere Sterblichkeit auf als Frauen. Der Geschlechterunterschied in der Sterblichkeit ist auch bei Menschen mit normaler Glukosestoffwechsellage zu beobachten. Allerdings fallen die relativen Unterschiede in der Sterblichkeit zwischen Männern und Frauen bei normaler Glukosestoffwechsellage geringer aus als bei prävalentem Diabetes mellitus Typ 2.

Insgesamt beträgt die Sterblichkeit bei prävalentem Diabetes mellitus etwa 3,6 %. Bei einem Vergleich mit der Sterblichkeit von Menschen mit normaler Glukosestoffwechsellage, die mit 0,7 % deutlich geringer ausfällt, ist jedoch zu berücksichtigen, dass Diabetiker eine deutlich ältere Altersstruktur aufweisen (vgl. Tabelle 9). Ein Teil der beobachteten Unterschiede in der Gesamtsterblichkeit lässt sich daher auf das höhere durchschnittliche Lebensalter von Diabetikern zurückführen.

Menschen mit einer Neuerkrankung an Diabetes mellitus Typ 2 weisen nicht durchgängig über alle Altersgruppen eine geringere Sterbewahrscheinlichkeit als bereits seit längerer Zeit erkrankte Diabetiker auf. Bei einem Vergleich der in Tabelle 20 abgebildeten Sterbewahrscheinlichkeiten bei inzidentem DMT2 mit der Sterblichkeit bei persistentem DMT2 zeigt sich, dass neuerkrankte Diabetiker ab einem Alter von 40 Jahren durchgängig über alle Altersgruppen eine höhere Sterbewahrscheinlichkeit als Menschen mit persistentem Diabetes mit oder ohne orale Antidiabetika aufweisen. Lediglich Menschen mit persistentem Typ 2 Diabetes und Verordnung von Insulin verfügen über ein noch höheres Sterberisiko.

Dieser Befund deutet – wie auch schon die Befunde zu Begleit- und Folgeerkrankungen bei inzidentem Diabetes mellitus – darauf hin, dass zumindest ein Teil der in den Routinedaten operationalisierten Fälle mit inzidentem Diabetes mellitus Typ 2 möglicherweise schon länger eine unbekannt und daher unbehandelt gebliebene Diabeteserkrankung aufweist, bevor diese diagnostiziert und entsprechend behandelt wird. Dadurch könnte sowohl das vergleichsweise hohe Prävalenzniveau der Begleit- und Folgeerkrankungen als auch eine insgesamt vergleichsweise hohe Sterblichkeit erklärt werden.

Menschen mit persistentem Diabetes mellitus Typ 2, die medikamentös mit Insulin behandelt werden, weisen im Vergleich der unterschiedlichen Versorgungsgruppen mit Diabetes mellitus über alle Altersgruppen die höchste Sterbewahrscheinlichkeit auf. Bemerkenswert ist, dass die Sterbewahrscheinlichkeit von Diabetikern ohne medikamentöse Behandlung höher ausfällt als die Sterblichkeit von Diabetikern mit Verordnung von oralen Antidiabetika.

Dies könnte als weiterer Hinweis auf die Heterogenität der Diabetiker ohne medikamentöse Therapie gedeutet werden (siehe auch Abschnitt 3.4).

Tabelle 20: Sterblichkeit bei Diabetes mellitus Typ 2 in der Bevölkerung Deutschlands im Alter von 18 bis 89 Jahren im Jahr 2015

Bevölkerungsgruppe	Kein DM	Personen mit DMT2	Personen mit inzidentem DMT2	Personen mit persistentem DMT2			
				Gesamt	Nach Art der Versorgung		
					Ohne AD	OAD	Insulin
Männer	0,8%	3,8%	2,7%	3,9%	3,9%	2,8%	5,9%
Frauen	0,7%	3,2%	2,5%	3,2%	3,2%	2,3%	5,6%
18 – 39 Jahre	0,0%	0,3%	0,2%	0,3%	0,2%	0,3%	0,6%
40 – 49 Jahre	0,2%	0,6%	0,7%	0,5%	0,4%	0,4%	1,2%
50 – 59 Jahre	0,4%	1,1%	1,2%	1,1%	1,0%	0,7%	2,0%
60 – 69 Jahre	1,0%	1,9%	2,0%	1,9%	1,6%	1,4%	3,6%
70 – 79 Jahre	2,1%	3,8%	3,6%	3,8%	3,4%	2,9%	6,5%
80 – 89 Jahre	6,5%	9,1%	8,7%	9,2%	8,6%	7,7%	13,0%
Gesamt	0,7%	3,5%	2,6%	3,6%	3,5%	2,6%	5,8%

Quelle: IGES auf Basis Daten der DAK-Gesundheit

Anmerkung: Hochgerechnet auf die Bevölkerungsstruktur Deutschlands im Jahr 2015

Erläuterung: Kein DM: Keine Erkrankung an Diabetes mellitus; DMT2: Diabetes mellitus Typ 2; Ohne AD: Diabetes mellitus Typ 2 ohne Verordnung von Antidiabetika; OAD: Diabetes mellitus Typ 2 mit Verordnung von oralen Antidiabetika und ohne Insulinverordnung; Insulin: Diabetes mellitus Typ 2 mit Insulinverordnung;

Die Sterblichkeit bei prävalenter Glukosestörung ist in Tabelle 21 dargestellt. Im Vergleich mit Menschen mit normaler Glukosestoffwechsellage fällt die Sterblichkeit bei prävalenter Glukosestörung über alle Altersklassen geringfügig höher aus. Insgesamt beträgt die Sterblichkeit bei prävalenter Glukosestörung etwa 1,7 %. Bei einem Vergleich mit normaler Glukosestoffwechsellage ist jedoch zu beachten, dass Menschen mit Glukosestörung eine ältere Altersstruktur aufweisen (vgl. Tabelle 9 und Tabelle 11).

Die Sterblichkeit von Menschen mit inzidenter Glukosestörung liegt – mit Ausnahme der 40- bis 49-Jährigen – durchgängig unterhalb der Sterbewahrscheinlichkeit von Menschen mit persistenter Glukosestörung. Die Unterschiede in der Sterblichkeit fallen jedoch vernachlässigbar gering aus.

Die relativ geringen Unterschiede in der Sterblichkeit zwischen inzidenter und persistenter Glukosestörung korrespondieren mit den beobachteten Unterschieden in der Prävalenz von Begleiterkrankungen (vgl. Tabelle 14), die ebenfalls nur marginal ausfallen. Die vergleichsweise geringen Unterschiede im Krankheits- und Sterbe geschehen zwischen inzidenter und persistenter Glukosestörung könnten als Ausdruck des relativ „dynamischen Erkan-

kungsgeschehens“ bei Fällen mit Glukosestörung interpretiert werden. Dieses wäre gekennzeichnet durch eine erhöhte Fluktuation zwischen inzidenten und persistenten Fällen mit Glukosestörung, die aus wiederkehrenden, kurzzeitig auffälligen Laborparametern für Blutzucker, Glukosetoleranz oder HbA1c resultieren. Die Befunde unterstützen daher die Sichtweise, dass bei Menschen mit Glukosestörung gemäß der Operationalisierung im Rahmen dieser Analyse eine Glukosestoffwechsellage vorliegt, die sich nahe bei oder an der Schwelle zu einer manifesten Diabeteserkrankung befindet.

Tabelle 21: Sterblichkeit bei Glukosestoffwechselstörung in der Bevölkerung Deutschlands im Alter von 18 bis 89 Jahren im Jahr 2015

Bevölkerungsgruppe	Personen mit Glukosestörung		
	Prävalent	Inzident	Persistent
Männer	2,0%	1,6%	2,1%
Frauen	1,5%	1,1%	1,6%
18 – 39 Jahre	0,1%	0,1%	0,1%
40 – 49 Jahre	0,3%	0,4%	0,2%
50 – 59 Jahre	0,7%	0,7%	0,7%
60 – 69 Jahre	1,2%	0,9%	1,3%
70 – 79 Jahre	2,6%	2,5%	2,7%
80 – 89 Jahre	7,5%	6,6%	7,7%
Gesamt	1,7%	1,3%	1,8%

Quelle: IGES auf Basis Daten der DAK-Gesundheit

Anmerkung: Hochgerechnet auf die Bevölkerungsstruktur Deutschlands im Jahr 2015
Ein Teil der in Tabelle 20 und Tabelle 21 dargestellten Unterschiede in der Sterblichkeit zwischen Diabetikern, Menschen mit Glukosestörung und Menschen mit normaler Glukosestoffwechsellage lässt sich auf eine im Vergleich unterschiedliche Altersstruktur zurückführen. Daher wird in einer Regressionsanalyse untersucht, inwieweit Unterschiede in der Sterbewahrscheinlichkeit zwischen Diabetikern, Menschen mit Glukosestörung und Menschen mit normaler Glukosestoffwechsellage unter Kontrolle des Alters und des Geschlechts bestehen. Die auf Alter und Geschlecht adjustierte Odds-Ratio der berücksichtigten Versorgungsgruppen ist in Tabelle 22 dargestellt. Dabei stellen Menschen mit normaler Glukosestoffwechsellage die Referenzgruppe (Basiskategorie) dar.

Die Analyse bestätigt, dass neu an Diabetes erkrankte Personen eine auffallend hohe Sterbewahrscheinlichkeit aufweisen. Vereinfacht ausgedrückt ist die Sterblichkeit inzidenter Fälle mit Diabetes mellitus Typ 2 etwa 1,7-fach höher als die Sterbewahrscheinlichkeit von Menschen mit normaler Glukosestoffwechsellage und signifikant höher als die Sterbewahrscheinlichkeit bei

persistentem Diabetes mellitus mit oder ohne medikamentöse Behandlung mit oralen Antidiabetika.

Auch aufgrund des relativ hohen Anteils von Menschen mit inzidentem Diabetes mellitus mit bereits ausgeprägten diabetischen Komplikationen (vgl. Tabelle 18) erscheint es plausibel, davon auszugehen, dass es sich bei einem Teil dieser Neuerkrankungen entweder um Fälle handelt, deren letzte Kontrolluntersuchung länger als zwei Jahre zurück liegt, oder um Menschen mit einer für längere Zeit unbekannt und damit unbehandelt gebliebene Diabeteserkrankung, deren Diabetesdiagnose erstmalig im zeitlichen Zusammenhang mit der Feststellung von Folgeerkrankungen und diabetischen Komplikationen gestellt wird. Dementsprechend würden diese Menschen dann auch eine morbiditätsbedingt erhöhte Sterblichkeit aufweisen.

Weiterhin ist aus Tabelle 22 ersichtlich, dass persistenter Diabetes mellitus ohne medikamentöse Therapie mit Antidiabetika im Vergleich zu persistentem Diabetes mellitus mit Behandlung durch orale Antidiabetika mit einem höheren Sterberisiko verbunden ist. Auch dieser Befund unterstützt die Sichtweise, dass die Versorgungsgruppe der Diabetiker ohne medikamentöse Therapie sehr heterogen ist. Diese könnte zum einen aus Menschen mit eher kürzeren und weniger schwerwiegenden Krankheitsverläufen bestehen, bei denen eine Kontrolle des Blutzuckerspiegels mit Elementen der Basistherapie noch möglich ist. Zum anderen dürfte diese Gruppe jedoch auch Menschen umfassen, die einen eher ungünstigen Krankheitsverlauf aufweisen und deren Blutzucker nicht optimal eingestellt ist. Daraus resultiert ein erhöhtes Risiko für die Entwicklung von Begleit- und Folgeerkrankungen und entsprechend auch eine damit verbundene erhöhte Sterblichkeit. Insbesondere unter Berücksichtigung der Tatsache, dass Menschen mit persistentem Diabetes mellitus ohne medikamentöse Blutzuckerkontrolle eine im Vergleich erhöhte Prävalenz von Niereninsuffizienz und kardiovaskulären Erkrankungen aufweisen, erscheint die erhöhte Sterbewahrscheinlichkeit plausibel.

Menschen mit inzidenter Glukosestörung weisen gegenüber Menschen mit normaler Glukosestoffwechsellage ein nur geringfügig erhöhtes Sterberisiko auf. Eine im Vergleich leicht erhöhte Sterbewahrscheinlichkeit ist bei Menschen mit persistenter Glukosestörung zu beobachten. Bemerkenswert ist auch der vergleichsweise geringe Unterschied in der Sterblichkeit zwischen Menschen mit persistenter Glukosestörung und persistentem Diabetes mellitus Typ 2 mit Verordnung von oralen Antidiabetika. Insgesamt reflektieren die Unterschiede zwischen diesen Versorgungsgruppen unterschiedlich schwere und unterschiedlich lange andauernde Zustände von Glukosestoffwechselstörungen, bei denen die Übergänge fließend sind und die teilweise überlappende Teilgruppen aufweisen.

Tabelle 22: Diabetes-assoziierte Unterschiede in der Sterblichkeit bei Diabetes mellitus Typ 2 in der Bevölkerung Deutschlands im Alter von 18 bis 89 Jahren im Jahr 2015: Odds Ratios [95%-Konfidenzintervalle] aus der Regressionsanalyse (adjustiert nach Alter und Geschlecht)

Bevölkerungsgruppe	Odds Ratio	95%-CI
Inzident <i>Glukosestörung</i>	1,10	[1,01; 1,20]
Persistent <i>Glukosestörung</i>	1,25	[1,21; 1,30]
Inzident DMT2	1,68	[1,56; 1,80]
Persistent DMT2 ohne AD	1,44	[1,40; 1,48]
Persistent DMT2 OAD	1,27	[1,23; 1,31]
Persistent DMT2 Insulin	2,69	[2,60; 2,77]

Quelle: IGES auf Basis Daten der DAK-Gesundheit

Anmerkung: Basiskategorie: Keine Diabetes mellitus Erkrankung

Erläuterung: DMT2: Diabetes mellitus Typ 2; OAD: Diabetes mellitus Typ 2 mit Verordnung von oralen Antidiabetika und ohne Insulinverordnung; Insulin: Diabetes mellitus Typ 2 mit Insulinverordnung.

3.6 Medikamentöse Behandlungen von Patienten mit Diabetes mellitus Typ 2

Entsprechend der unterschiedlichen Prävalenz von Begleit- und Folgeerkrankungen der im Rahmen der Analyse berücksichtigten Versorgungsgruppen (siehe Abschnitt 3.4) und der diesen Erkrankungen zugrundeliegenden Risikoprofile des metabolischen Syndroms unterscheidet sich auch die medikamentöse Versorgung dieser Patientenkollektive.

In Tabelle 23 ist ersichtlich, dass über 80 % der Menschen mit prävalentem DMT2 Arzneimittel zur Behandlung von Bluthochdruck (Antihypertensiva) erhalten. Bei Menschen mit normaler Glukosestoffwechsellage fällt dieser Anteil mit 26 % deutlich geringer aus. Die am häufigsten verordneten Arzneimittel zur Behandlung von Bluthochdruck sind solche mit Wirkung auf das Renin-Angiotensin-System (RAAS) und Beta-Adrenorezeptor-Antagonisten (Betablocker). Etwa 69,1 % der Menschen mit prävalentem DMT2 erhalten zumindest zeitweilig eine medikamentöse Therapie mit RAAS und 52,2 % erhalten Betablocker.

43,2 % der Menschen mit prävalentem DMT2 erhalten einen Lipidsenker zur Behandlung einer Fettstoffwechselstörung. Bei Menschen mit normaler Glukosestoffwechsellage ist dies nur bei 7,6 % der Fall. In der überwiegenden Mehrzahl der Fälle mit Medikation gegen Fettstoffwechselstörungen werden Statine verordnet (bei 93 % der Diabetiker und 95 % der übrigen Versicherten). Fibrate spielen dagegen nur eine untergeordnete Rolle.

Etwa 36 % der inzidenten Fälle mit Diabetes mellitus Typ 2 werden im Jahr der Diagnosestellung mit Antidiabetika behandelt. Etwa 3,3 % der neu erkrankten Diabetiker erhalten eine medikamentöse Therapie ausschließlich mit Insulin, 2,6 % der Fälle werden mit einer Kombination aus Insulin und oralen Antidiabetika versorgt (Insulin gesamt: 5,9 %). 30,4 % der Menschen mit inzidentem DMT2 werden im Jahr der Diagnosestellung ausschließlich mit oralen Antidiabetika medikamentös behandelt (OAD gesamt: 33,0 %). Insgesamt erhalten 29,5 % aller Neuerkrankten eine Verordnung von Metformin und ggfs. weitere Arzneimittel aus der Wirkstoffgruppe der oralen Antidiabetika. Damit werden etwa 90 % aller mit oralen Antidiabetika behandelten Neuerkrankungen mit Metformin versorgt.

Menschen mit inzidentem DMT2 werden zwar seltener als Versicherte mit persistentem DMT2 mit Medikamenten behandelt, die gegen die Manifestationsformen eines metabolischen Syndroms eingesetzt werden, auch bei diesen „Neu-Diabetikern“ sind jedoch hohe Behandlungsprävalenzen zu beobachten. So wird etwa jeder siebte neu erkrankte Diabetiker gegen Bluthochdruck behandelt und jeder dritte erhält eine medikamentöse Therapie wegen zu hoher Blutfettwerte. Im Vergleich zu Menschen mit normaler Glukosestoffwechsellage liegen bereits bei inzidentem Diabetes in erheblichem Ausmaß behandlungsbedürftige Erkrankungen bzw. Risikofaktoren des metabolischen Syndroms vor. Dies ist insofern auch plausibel, da die Entwicklung von Risikofaktoren der Diabeteserkrankung vorangeht. Bemerkenswert ist jedoch der relativ große Unterschied in der Behandlungsbedürftigkeit zwischen inzidentem Diabetes mellitus und Menschen mit normaler Glukosestoffwechsellage.

In allen Versorgungsgruppen mit persistentem DMT2 werden ebenfalls am häufigsten Mittel mit Wirkung auf das Renin-Angiotensin-System (64 % bis 77 % der persistenten Diabetiker) und Betablocker (50 % bis 59 % der persistenten Diabetiker) verordnet. Bei Diabetikern mit Insulinverordnung werden gehäuft auch Diuretika zur Behandlung von Bluthochdruck verschrieben (45 %). Lipidsenker erhalten zwischen 37 % und 55 % aller Diabetiker mit persistentem DMT2.

Die Angaben zu Verordnungen von Arzneistoffen zur Behandlung von Fettstoffwechselstörungen und Bluthochdruck verdeutlichen die in Abschnitt 2.1 dargestellte Entwicklung eines Diabetes mellitus Typ 2 aus einem Stoffwechsellagezustand heraus, der als „metabolisches Syndrom“ bezeichnet wird. Beim metabolischen Syndrom liegen eine Reihe von Risikofaktoren und Stoffwechselstörungen gleichzeitig vor, die sich gegenseitig bedingen bzw. in ihrer gesundheitsschädigenden Wirkung verstärken, und zu denen neben Übergewicht bzw. Adipositas, Bluthochdruck und Fettstoffwechselstörung ebenso gehören wie auch das Auftreten von erhöhten Blutzuckerwerten, auch ohne dass bereits ein Diabetes mellitus vorliegen muss. Dies reflektiert sich auch in den mit DMT2 assoziierten Begleiterkrankungen (siehe Abschnitt 3.4) ebenso wie in den in Abschnitt 3.5 dargestellten Angaben zu diabetes-assoziierten Unterschieden in der Sterblichkeit.

Tabelle 23: Medikamentöse Therapie: Anteil der Personen mit Diabetes mellitus Typ 2 in der Bevölkerung Deutschlands im Alter von 18 bis 89 Jahren im Jahr 2015 mit Verordnung der jeweiligen Medikation

Arzneistoff	Kein DM	Personen mit DMT2	Personen mit inzidentem DMT2	Personen mit persistentem DMT2			
				Gesamt	Nach Art der Versorgung		
					Ohne AD	OAD	Insulin
Antidiabetika (A10)	0,0%	61,3%	36,3%	63,3%	0,0%	100,0%	100,0%
Insulin (A10A)	0,0%	18,8%	5,9%	19,8%	0,0%	0,0%	100,0%
Orale Antidiabetika (A10B)	0,0%	54,6%	33,0%	56,3%	0,0%	100,0%	64,7%
Metformin (A10BA02)	0,0%	39,0%	29,5%	39,8%	0,0%	72,8%	40,8%
Lipidsenker (C10)	7,6%	43,2%	30,0%	44,3%	36,6%	45,9%	54,8%
Statine (C10AA)	7,2%	40,5%	28,3%	41,5%	34,4%	43,0%	51,2%
Fibrate (C10AB)	0,2%	1,4%	0,9%	1,4%	0,9%	1,7%	2,0%
Antihypertensiva (C02, C03, C07-C09)	25,6%	83,2%	71,0%	84,1%	80,3%	85,1%	89,1%
Antihypertonika* (C02)	0,9%	6,2%	4,2%	6,4%	5,0%	5,9%	10,1%
Diuretika (C03)	5,3%	30,5%	24,0%	31,0%	28,2%	27,3%	44,4%
Beta-Adrenorezeptor-Antagonisten (C07)	13,9%	52,2%	43,2%	52,9%	50,5%	52,2%	59,1%
Calciumkanalblocker (C08)	5,7%	26,9%	20,0%	27,5%	24,3%	27,7%	32,9%
Mittel mit Wirkung auf das RAAS (C09)	18,3%	69,1%	56,4%	70,1%	63,9%	72,1%	77,2%

Quelle: IGES auf Basis Daten der DAK-Gesundheit

Anmerkung: Hochgerechnet auf die Bevölkerungsstruktur Deutschlands im Jahr 2015

Erläuterung: Kein DM: Keine Erkrankung an Diabetes mellitus; DMT2: Diabetes mellitus Typ 2; Ohne AD: Ohne Verordnung von Antidiabetika; OAD: Mit Verordnung von oralen Antidiabetika und ohne Insulinverordnung; Insulin: Mit Insulinverordnung

* Antiadrenerge Mittel und Mittel mit Wirkung auf die Gefäßmuskulatur

In Tabelle 24 ist die medikamentöse Behandlung von Menschen mit Glukosestörung dargestellt. Die Tabelle enthält Angaben zum Anteil der Personen mit

Glukosestörung, die medikamentös gegen Bluthochdruck und Fettstoffwechselstörung behandelt werden. 51,3 % der Versicherten mit Glukosestörung erhalten eine medikamentöse Therapie mit Antihypertensiva. Am häufigsten werden auch bei dieser Patientengruppe Arzneimittel mit Wirkung auf das Renin-Angiotensin-System (38,8 %) und Beta-Adrenorezeptor-Antagonisten (29,7 %) verordnet. Die Behandlungshäufigkeit von Fettstoffwechselstörungen fällt etwas geringer aus: Etwa 18,6 % der Menschen mit Glukosestörung erhalten Lipidsenker. Dabei werden – wie bei den Personen mit manifestem DMT2 – weit überwiegend Statine eingesetzt (94 %).

Es fällt auf, dass sich der Anteil der inzidenten Fälle mit Glukosestörung, die medikamentös mit Lipidsenkern bzw. Antihypertensiva behandelt werden, nur unwesentlich von der Behandlungshäufigkeit von Menschen mit persistenter Glukosestörung unterscheidet. Dies weist darauf hin, dass es sich bei diesen Gruppen um weniger scharf abgegrenzte Teilgruppen handelt.

Die Versicherten der Subgruppe Glukosestörung weisen ausweislich ihrer Arzneimittelverordnungen deutlich ausgeprägtere Zeichen eines metabolischen Syndroms auf, als die Versicherten mit normalem Zuckerstoffwechsel, aber geringere Behandlungshäufigkeiten als die Patienten mit manifestem DMT2 (vgl. Tabelle 23).

Tabelle 24: Medikamentöse Therapie: Anteil der Personen mit Glukosestörung in der Bevölkerung Deutschlands im Alter von 18 bis 89 Jahren im Jahr 2015 mit Verordnung der jeweiligen Medikation

Erkrankungsgruppe	Personen mit <i>Glukosestörung</i>		
	Prävalent	Inzident	Persistent
Lipidsenker (C10)	18,6%	17,3%	19,0%
Statine (C10AA)	17,5%	16,3%	17,8%
Fibrate (C10AB)	0,4%	0,5%	0,4%
Antihypertensiva (C02, C03, C07-C09)	51,3%	49,7%	51,8%
Antihypertonika* (C02)	2,4%	2,3%	2,4%
Diuretika (C03)	14,2%	12,7%	14,6%
Beta-Adrenorezeptor-Antagonisten (C07)	29,7%	28,0%	30,2%
Calciumkanalblocker (C08)	13,4%	12,7%	13,6%
Mittel mit Wirkung auf das Renin-Angiotensin-System (C09)	38,8%	37,4%	39,2%

Quelle: IGES auf Basis Daten der DAK-Gesundheit

Anmerkung: Hochgerechnet auf die Bevölkerungsstruktur Deutschlands im Jahr 2015
 Erläuterung: * Antiadrenerge Mittel und Mittel mit Wirkung auf die Gefäßmuskulatur

Die Personen mit Glukosestörung gemäß der Operationalisierung im Rahmen dieser Analyse können demnach als Patientengruppe aufgefasst werden, die sich in einem „prädiabetischen Zustand“ nahe bei oder an der Schwelle zu einer manifesten Diabeteserkrankung befindet. Dieser prädiabetische Zustand ist bereits mit einer leicht erhöhten Prävalenz von Begleiterkrankungen und einer leicht erhöhten Sterblichkeit verbunden. Diesen wiederum liegt das gehäufte Auftreten von Risikofaktoren des metabolischen Syndroms zugrunde, das aus einer erhöhten medikamentösen Behandlungshäufigkeit dieser Erkrankungen bzw. Risikofaktoren in den Routinedaten ersichtlich ist.

Auch unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Altersstruktur von Diabetikern bzw. Menschen mit Glukosestörung und Menschen mit normaler Glukosestoffwechsellage zeigen sich in der Regressionsanalyse erhebliche Unterschiede in der Häufigkeit der medikamentösen Behandlung von Risikofaktoren des metabolischen Syndroms. Die alters- und geschlechtsadjustierte Odds-Ratio für die analysierten Arzneistoffe ist in Tabelle 25 dargestellt. Den Angaben lässt sich entnehmen, dass die Behandlungshäufigkeit von Risikofaktoren, die das metabolische Syndrom kennzeichnen, mit der Dauer und der Schwere des Verlaufs von Glukosestoffwechselstörungen bis hin zur manifesten Diabeteserkrankung zunimmt.

Es besteht demnach ein Zusammenhang zwischen der Schwere und der Dauer der Stoffwechselstörung bzw. Diabeteserkrankung und der Behandlungshäufigkeit von Risikofaktoren des metabolischen Syndroms. Einfacher ausgedrückt: Menschen mit einer seit längerem bestehenden und/oder schwerer verlaufenden Glukosestoffwechselstörung weisen tendenziell auch häufiger weitere, medikamentös behandelte Risikofaktoren des metabolischen Syndroms auf als Menschen mit einer eher erst seit kurzem bestehenden und/oder weniger ausgeprägten Glukosestoffwechselstörung.

Diese Zusammenhangsstruktur von Risikofaktoren des metabolischen Syndroms reflektiert sich nicht nur in den Prävalenzunterschieden von Begleit- und Folgeerkrankungen des Diabetes mellitus sowie der Sterbewahrscheinlichkeit, sondern auch in der medikamentösen Behandlung dieser Risikofaktoren. Sie zeigt sich gerade auch bei Menschen, bei denen sich die Glukosestoffwechselstörung noch nicht in einem Diabetes mellitus Typ 2 manifestiert hat, sondern lediglich als Hinweis auf einen sich entwickelnden Diabetes mellitus vorliegt.

Die Ergebnisse der Regressionsanalyse bestätigen den Eindruck, dass bei der Behandlungshäufigkeit von Risikofaktoren des metabolischen Syndroms keine nennenswerten Unterschiede zwischen Menschen mit inzidenter und persistenter Glukosestörung bestehen. Beide Versorgungsgruppen weisen jedoch eine höhere Behandlungshäufigkeit als Menschen mit normaler Glukosestoffwechsellage auf.

Bemerkenswert ist, dass Menschen mit einer Neuerkrankung an Diabetes mellitus Typ 2 häufiger wegen Bluthochdruck und Fettstoffwechselstörung medikamentös behandelt werden als Menschen mit persistentem Diabetes mellitus ohne Verordnung von Antidiabetika. Dies könnte – wie auch schon weitere Befunde im Zusammenhang mit der Analyse der Behandlung des DMT2 zeigen – darauf hindeuten, dass zumindest eine Teilgruppe der Men-

schen mit inzidentem Diabetes mellitus einen fortgeschrittenen Krankheitsverlauf aufweist, der sich auch in einer erhöhten Prävalenz von Bluthochdruck und Fettstoffwechselstörungen widerspiegelt, die entsprechend medikamentös behandelt wird.

Tabelle 25: Diabetes-assoziierte Unterschiede in der medikamentösen Therapie von Begleiterkrankungen des Diabetes mellitus Typ 2 in der Bevölkerung Deutschlands im Alter von 18 bis 89 Jahren im Jahr 2015: Odds Ratios [95%-Konfidenzintervall] aus der Regressionsanalyse (adjustiert nach Alter und Geschlecht)

Erkrankungsgruppe	Glukosestörung		DMT2			
	Inzident	Persistent	Inzident	Persistent		
				Ohne AD	OAD	Insulin
Lipidsenker (C10)	1,58	1,52	2,41	2,33	3,71	5,00
	[1,54; 1,62]	[1,50; 1,55]	[2,35; 2,48]	[2,30; 2,36]	[3,67; 3,75]	[4,92; 5,07]
Antihypertensiva (C02, C03, C07-C09)	1,99	1,81	3,86	3,69	6,30	9,06
	[1,94; 2,04]	[1,79; 1,84]	[3,74; 3,98]	[3,64; 3,74]	[6,20; 6,39]	[8,82; 9,30]
Antihypertonika* (C02)	1,73	1,68	2,58	2,47	3,14	5,47
	[1,62; 1,85]	[1,62; 1,74]	[2,44; 2,74]	[2,41; 2,53]	[3,07; 3,21]	[5,34; 5,62]
Diuretika (C03)	1,67	1,66	2,85	2,32	2,59	5,60
	[1,62; 1,72]	[1,64; 1,69]	[2,77; 2,94]	[2,29; 2,35]	[2,56; 2,62]	[5,52; 5,69]
Beta-Adrenorezeptor-Antagonisten (C07)	1,60	1,55	2,45	2,26	2,68	3,40
	[1,56; 1,64]	[1,53; 1,57]	[2,39; 2,51]	[2,24; 2,29]	[2,65; 2,71]	[3,35; 3,45]
Calciumkanalblocker (C08)	1,52	1,45	1,98	1,87	2,44	3,01
	[1,48; 1,57]	[1,43; 1,47]	[1,92; 2,04]	[1,85; 1,90]	[2,42; 2,47]	[2,96; 3,05]
Mittel mit Wirkung auf das RAAS (C09)	1,75	1,62	2,83	2,58	4,22	5,33
	[1,71; 1,79]	[1,60; 1,64]	[2,75; 2,9]	[2,55; 2,61]	[4,17; 4,27]	[5,23; 5,43]

Quelle: IGES auf Basis Daten der DAK-Gesundheit

Anmerkung: Basiskategorie: Keine Diabetes mellitus Erkrankung

Erläuterung: Kein DM: Keine Erkrankung an Diabetes mellitus; DMT2: Diabetes mellitus Typ 2; Ohne AD: Ohne Verordnung von Antidiabetika; OAD: Mit Verordnung von oralen Antidiabetika und ohne Insulinverordnung; Insulin: Mit Insulinverordnung.

* Antidiadrenerge Mittel und Mittel mit Wirkung auf die Gefäßmuskulatur

4. DAK-Versorgungskonzept Prädiabetes

4.1 Evidenz für wirksame Interventionen bei Prädiabetes

4.1.1 Übersicht über die Studienlage

Zu wirksamen Interventionen bei Prädiabetes mit dem Ziel, die Entwicklung eines Diabetes mellitus Typ 2 zu verhindern oder zu verzögern, liegt eine Vielfalt von Veröffentlichungen vor, die im Folgenden vorgestellt werden.

4.1.1.1 Leitlinien

Empfehlungen für effektive Vorgehensweisen bei Vorliegen von Befunden, die mit einem hohen Risiko für die Entwicklung eines DMT2 bzw. mit Folgeschäden verbunden sind, werden in einer Reihe von internationalen Leitlinien umfassend behandelt:

- Die britische Leitlinie „Type 2 diabetes: prevention in people at high risk“ (NICE 2012) des National Institute for Health and Care Excellence – NICE wurde im Jahr 2017 auf Basis eines umfassenden Evidenzreviews (NICE 2012; siehe auch Abschnitt 4.1.2) entwickelt und bildet die Grundlage für das seit 2016 laufende „Diabetes Prevention Programme“ des National Health Service (NHS DPP) in England (siehe Abschnitt 4.1.1.3.)
- Die jährlich aktualisierten „Standards of Medical Care in Diabetes“ der American Diabetes Association (ADA) enthalten Kriterien zur Feststellung eines erhöhten Diabetesrisikos („Categories of Increased Risk for Diabetes – Prediabetes“) sowie ein gesondertes Kapitel zur Prävention oder Verzögerung des Diabetes mellitus Typ 2 (American Diabetes Association 2018).
- Auch die gemeinsam von der European Society of Cardiology (ESC) und der European Association for the Study of Diabetes (EASD) herausgegebene Leitlinien zu „Diabetes, prediabetes and cardiovascular diseases“ enthalten Empfehlungen zum Screening nach Glukosestoffwechselstörungen sowie zu Maßnahmen für die Verhinderung der Konversion eines Prädiabetes in einen manifesten Diabetes (Ryden et al. 2007)

Demgegenüber hat die Prädiabetes-Thematik in einschlägigen deutschen Leitlinien noch kaum Berücksichtigung gefunden:

- Die Nationale Versorgungsleitlinie (NVL) „Therapie des Typ-2-Diabetes“ definiert Menschen mit gestörter Glukosetoleranz (IGT) sowie Menschen mit abnormer Nüchternplasmaglukose (IFG) als „Risikopersonen für Diabetes mellitus und Makroangiopathie“ und empfiehlt daher für diesen Personenkreis „lebensstilmodifizierende Maßnahmen“ (Bundesärztekammer (BÄK) et al. 2014).

- In der NVL-Anwenderversion für die Hausarztpraxis empfiehlt die Deutsche Gesellschaft für Allgemeinmedizin und Familienmedizin (DEGAM) „Aufklärung über das Diabetes-Risiko“, eine „Lifestyle-Intervention“ sowie die Behandlung weiterer Risikofaktoren. Eine erneute Risikobestimmung sollte nach einem Jahr erfolgen (DEGAM 2013).

Die spezifischen Empfehlungen der Leitlinien zu Screening- und Interventionsmaßnahmen werden im Rahmen des Abschnitts 4.1.3 dargestellt.

4.1.1.2 Reviews und Metaanalysen

Zur Effektivität von lebensstilmodifizierenden Interventionen zur Diabetesprävention konnten folgende Reviews und Metaanalysen identifiziert werden:

- Der Metaanalyse „Pharmacological and lifestyle interventions to prevent or delay type 2 diabetes in people with impaired glucose tolerance“ von Gillies et al. lagen 17 Studien zugrunde (Gillies et al. 2007).
- Der Cochrane Review „Exercise or exercise and diet for preventing type 2 diabetes mellitus“ berücksichtigte acht Studien zu lebensstilmodifizierenden Interventionen (Orozco *et al.* 2008).
- Der Review und die Metaanalyse von Ashra et al. („A systematic review and metaanalysis assessing the effectiveness of pragmatic lifestyle interventions for the prevention of type 2 diabetes mellitus in routine practice“) wurden im Rahmen der methodischen und konzeptionellen Vorbereitung des NHS Diabetes Prevention Programme erstellt. Er fokussiert die klinische Effektivität von in der Routineversorgung umgesetzten Programmen zur Diabetesprävention in Hochrisikopopulationen. In die Metaanalyse flossen die Ergebnisse von 36 kontrollierten und randomisierten Studien mit insgesamt 12.396 Teilnehmern ein. Die Kriterien für das Diabetesrisiko variierten stark zwischen den Studien. Endpunkte der Metaanalyse sind Diabetesinzidenz (primär), BMI und Glukoseparameter (Hba1c, Nüchternplasmaglukose, oGTT). Im Einzelnen sollten folgende Forschungsfragen beantwortet werden (Ashra et al. 2015):
 1. Wie effektiv sind Diabetes-Präventionsprogramme hinsichtlich der Verzögerung von Diabetes mellitus Typ 2 in Hochrisikopopulationen und hinsichtlich der Reduzierung von Körpergewicht und Glukose-Parametern?
 2. Für welche Subgruppen (Alter, Geschlecht, BMI usw.) sind die identifizierten Präventionsprogramme am effektivsten?
 3. Welche Kernmaßnahmen konstituieren ein erfolgreiches Interventionsprogramm?
- Die aktuelle Publikation von Haw et al. („Long-term Sustainability of Diabetes Prevention Approaches: A Systematic Review and Metaanalysis of Randomized Clinical Trials“) umfasst 43 Studien mit ca. 50.000 Teilnehmern und stellt u. a. auch die Langzeiteffekte von Interventionen zur Diabetesprävention dar (Haw et al. 2017).

- Barry et al. („Efficacy and effectiveness of screen and treat policies in prevention of type 2 diabetes: systematic review and metaanalysis of screening tests and interventions“) untersuchen neben der Effektivität von Präventionsprogrammen auch die diagnostische Qualität von Blutglukose-Screeningverfahren zur Identifikation von Hochrisikopersonen für die Entwicklung eines Diabetes mellitus Typ 2 (Barry et al. 2017).

4.1.1.3 Exemplarische Diabetespräventionsprogramme

Die oben dargestellten Reviews und Metaanalysen beziehen sich auf über hundert Studien zur Diabetesprävention. Die folgenden Diabetespräventionsprogramme können aufgrund ihrer methodischen Qualität, ihrer langen Laufzeit, ihrer relativ hohen Teilnehmerzahl, der gut beschriebenen Interventionen und ihrer hohen nachgewiesenen Effektivität als exemplarisch angesehen werden:

- Die „Da Qing Diabetes Prevention Study“ (Da Qing DPP) in der Volksrepublik China startete bereits 1986 und weist im internationalen Vergleich der Diabetespräventionsprogramme sowohl die längste Follow-up-Zeit (20 Jahre) als auch die längste Interventionsdauer pro Teilnehmer (sechs Jahre) auf. Untersucht wurden in drei Studienarmen (Ernährungsumstellung, körperliche Aktivität, Kombination aus Ernährungsumstellung und körperlicher Aktivität) ausschließlich lebensstilmodifizierende Interventionen. Eine weitere Besonderheit der Da Qing DPP-Studie besteht darin, dass im Rahmen des Follow-up nicht nur die Diabetesinzidenz, sondern auch Spätkomplikationen und kardiovaskuläre Folgeerkrankungen sowie die Mortalität erhoben wurden (Pan et al. 1997; Li et al. 2008; Li et al. 2014).
- Auch die „Finnish Diabetes Prevention Study“ (Finn DPP) untersuchte in den Jahren 1993 bis 2001 lebensstilmodifizierende Interventionen (ausschließlich individuelle Einzelberatungen und -trainings). Primärer Endpunkt war die Diabetesinzidenz (Tuomilehto *et al.* 2001).
- Das US-amerikanische „Diabetes Prevention Program“ (US DPP) verglich in einem randomisierten Studiendesign die Effekte einer intensiven Lebensstilmodifikation auf die Diabetesinzidenz mit den Effekten einer Behandlung mit Metformin (1700mg/d) sowie einer Kontrollgruppe, die ein Placebo-Medikament erhielt. Die Interventionen wurden in den Jahren 1996 bis 2001 mit insgesamt 3234 Teilnehmern (Lebensstilmodifikation: 1079; Metformin: 1073; Placebo: 1082) durchgeführt (Knowler et al. 2002). 2776 Teilnehmer der US DPP Studie nahmen in den Jahren 2002 bis 2013 an der anschließenden Diabetes Prevention Program Outcomes Study (DPPOS) teil. Während der DPPOS-Studie wurden die lebensstilmodifizierenden Interventionen mit deutlich reduzierter Intensität (2 Termine pro Jahr) fortgesetzt. Teilnehmer, die während US DPP-Studie dem Metformin-Studienarm zugeteilt waren, erhielten weiterhin diesen Wirkstoff (Group 2015).
- Bei dem NHS Diabetes Prevention Programme (NHS DPP, angeboten unter der Bezeichnung „Healthier You“) handelt es sich nicht um eine kli-

nische Studie, sondern um ein flächendeckendes Präventionsprogramm des englischen National Health Service, welches auf der Grundlage einer umfassenden Aufarbeitung der Ergebnisse internationaler Diabetespräventionsstudien in Reviews und Metaanalysen (NICE 2017; Ashra et al. 2015) sowie Leitlinien (NICE 2012) konzipiert wurde. Das NHS DPP soll Menschen mit einem hohen Diabetesrisiko bzw. Prädiabetes (Nüchternplasmaglukose 100–125 mg/dl oder einem HbA1c-Wert von 6,0 % bis 6,4 %) identifizieren und ihnen die Teilnahme an einer evidenzbasierten lebensstilmodifizierenden Intervention anbieten. Primäres Ziel des NHS DPP ist die Reduktion der Diabetesinzidenz. Das NHS DPP wurde im Jahr 2016 mit einer ersten Welle in 27 englischen Regionen mit einer Bevölkerung von insgesamt 26 Millionen gestartet. Von den 48.000 Menschen, denen bis April 2017 eine Teilnahme an dem Programm empfohlen wurde, haben bis zu diesem Zeitpunkt 18.000 mit dem Programm begonnen. Geplant ist eine komplette Abdeckung aller englischen Regionen bis 2018/2019. Das Programm umfasst

- ein initiales Risikoassessment,
- Schulungs- und Trainingsgruppentermine (mindestens 13 Termine innerhalb von 9 bis 18 Monaten mit einer Gesamtdauer von mindestens 16 Stunden) zu den Themen: Ernährungsumstellung, Gewichtsreduzierung, Steigerung der körperlichen Aktivität und Verhaltensmodifikation,
- Verlaufs- und Abschluss-Assessments.

Zudem wird in acht Pilotregionen ein ausschließlich auf digitaler bzw. telefonischer Kommunikation basierendes individuelles Coaching-Programm zur Lebensstiländerung erprobt („the digital stream of Healthier You“) erprobt.

Angestrebt wird, dass insgesamt ca. 370.000 Menschen am NHS DPP teilnehmen und ca. 18.000 Diabeteserkrankungen verhindert oder verzögert werden können (NHS England 2016a; NHS England 2018).

4.1.2 Evidenz für die Effektivität von lebensstilmodifizierenden und medikamentösen Interventionen

4.1.2.1 Übersicht

Internationale Leitlinien (siehe Abschnitt 4.1.1.1) bezeichnen Prädiabetes übereinstimmend als einen interventionsbedürftigen klinischen Zustand und empfehlen intensive Lebensstilmodifikationen sowie, unter bestimmten Voraussetzungen, medikamentöse Interventionen:

- Die ESC/EASD-Leitlinie „Diabetes, prediabetes and cardiovascular diseases“ empfiehlt intensive lebensstilmodifizierende Interventionen bei hohem Diabetesrisiko oder pathologischer Glukosetoleranz (Ryden et al. 2007).

- Gemäß der aktuellen „Standards of Medical Care in Diabetes“ (American Diabetes Association) sollten bei Prädiabetes folgende Maßnahmen durchgeführt werden (American Diabetes Association 2018):
 - Überprüfung der Blutglukoseparameter mindestens einmal jährlich
 - Intensive Lebensstilmodifikation nach dem Muster der US DPP-Studie
 - Ergänzender Einsatz von internetbasierten Kommunikationsplattformen und Apps zur Unterstützung der Lebensstilmodifikationen
 - Metformingabe bei Prädiabetikern unter 60 Jahren und mit einem BMI $\geq 35 \text{ kg/m}^2$
- Die NICE-Leitlinie „Type 2 diabetes: prevention in people at high risk“ enthält detaillierte Empfehlungen für die Identifizierung und Stratifizierung von Menschen mit erhöhtem Diabetesrisiko und die Inhalte und die Durchführung von Lebensstilinterventionen mit dem Ziel der Ernährungsumstellung und der Steigerung der körperlichen Aktivität (siehe Abschnitt 4.1.1.2). Die Leitlinie enthält auch Empfehlungen für medikamentöse Interventionen. Demnach sollte eine Metformingabe insbesondere bei Prädiabetikern erwogen werden,
 - deren Nüchternplasmaglukose- oder HbA1c-Werte sich trotz Teilnahme an einer lebensstilmodifizierenden Intervention (weiter) verschlechtert haben bzw. denen eine Teilnahme nicht möglich war und/oder
 - die einen BMI $\geq 35 \text{ kg/m}^2$ aufweisen.

Bei einer Behandlung mit Metformin sollte Folgendes beachtet werden (NICE 2012)

- Überprüfung der Nierenfunktion vor Therapiebeginn sowie zweimal jährlich für die Dauer der Therapie
- Langsame Steigerung der Dosierung von initial 500 mg auf 1500 bis 2000 mg täglich
- Metformin sollte zunächst für sechs bis zwölf Monate verschrieben werden. Nüchternplasmaglukose- oder HbA1c-Werte sollten in Dreimonatsabständen überprüft werden. Bei ausbleibenden Effekten sollte der Wirkstoff abgesetzt werden.

Die Ergebnisse von fünf Reviews und Metaanalysen sowie von drei exemplarischen Diabetespräventionsprogrammen zeigen, dass bei Personen mit Prädiabetes das Risiko für die Entwicklung eines Diabetes mellitus Typ 2 durch lebensstilmodifizierende Interventionen und, in etwas geringerem Umfang, durch Medikamente reduziert werden kann:

- Die berichtete Verringerung des relativen Risikos für die Entwicklung eines Diabetes mellitus Typ 2 unmittelbar nach Abschluss der lebensstilmodifizierenden Interventionen bewegte sich zwischen 26 % in der Metaanalyse von Ashra et al. (Ashra et al. 2015) und 58 % in den Studien zum US DPP und Finn DPP. Die Spannweite erklärt sich u. a. dadurch, dass in die Metaanalyse von Ashra et al. vorrangig Ergebnisse von in der Routineversorgung implementierten Diabetespräventionsprogrammen mit eher

niedriger Interventionsintensität einfließen. Demgegenüber setzten Finn DPP und insbesondere US DPP sehr aufwändige Interventionsprogramme unter „klinischen“ Studienbedingungen um.

- Wurden in Metaanalysen oder Studien die Effekte von lebensstilmodifizierenden Interventionen und Medikation (zumeist Metformin) verglichen, zeigte sich, dass das relative Risiko für Diabetes mellitus Typ 2 durch Medikation in geringerem Maße als durch lebensstilmodifizierende Interventionen gesenkt werden konnte.

Tabelle 26 gibt eine Übersicht über die Ergebnisse von Reviews und Einzelstudien hinsichtlich der Reduktion des Diabetesrisikos durch lebensstilmodifizierende und medikamentöse Interventionen.

Tabelle 26: Reduktion des Diabetesrisikos durch lebensstilmodifizierende (L) und medikamentöse (M) Interventionen: Ergebnisse von Reviews und Einzelstudien

Autor bzw. Studie	Zeitraum	Art der Publikation ¹	Anzahl Studien/ Teilnehmer	Risikoreduktion DMT2 ²
Gillies CL	2007	Review und Metaanalyse	17/8.084	L: 49% M: 30%
Orozco LJ	2008	Review	8/5.956	L: 37%
Ashra NB	2015	Review und Metaanalyse	35/12.396	L: 26%
Haw JS	2017	Review und Metaanalyse	43/49.029	<u>Nach Intervention</u> L: 39% M: 36% <u>Follow-up (7,2 Jahre)</u> L: 28% M: insignifikant
Barry E	2017	Review und Metaanalyse	50/k.A.	<u>Nach Intervention</u> L: 36% M: 26% <u>Follow-up</u> L: 20% M: k.A.
DaQing DPP	1986-2006	RCS	1/577	<u>Nach Intervention:</u> L: 35% (ID: 6 Jahre) <u>Follow-up (20 Jahre)</u> L: 14%
Finn DPP	1993-2001	RCS	1/522	L: 58% (ID: 3,2 Jahre)

Autor bzw. Studie	Zeitraum	Art der Publikation ¹	Anzahl Studien/ Teilnehmer	Risikoreduktion DMT2 ²
US DPP	1996-2001	RCS	1/3.234	<u>Nach Intervention</u> L: 58% M: 31% (ID: 2,8 Jahre)
DPPOS	2002-2013	RCS	1/2.776	<u>Follow-up (15 Jahre)</u> L: 27% M: 18%

Quelle: IGES

Erläuterung: ¹ RCS: Randomisierte Kontrollstudie,

² L: Lebensstilmodifikation; M: Medikation; ID: Interventionsdauer je Teilnehmer

4.1.2.2 Ergebnisse von Reviews und Metaanalysen

Die Metaanalyse von Haw et al. umfasst 43 kontrollierte und randomisierte Studien zu den Effekten von Lebensstilmodifikationen und/oder Medikation auf das Auftreten eines Diabetes mellitus Typ 2 bei Menschen mit einem erhöhten Diabetesrisiko. Die Metaanalyse ergab eine Verringerung des Diabetesrisikos durch Lebensstilmodifikationen um 39 % und durch Medikation um 36 % unmittelbar nach Abschluss der Interventionen. Die Effekte der Lebensstilinterventionen blieben, wenn auch abgeschwächt, längerfristig erhalten: Nach Ende der jeweiligen Follow-up-Perioden konnte bei Lebensstilinterventionen (durchschnittliche Follow-up-Zeit: 7,2 Jahre) noch eine Verringerung des Diabetesrisikos von 28 % festgestellt werden. Bei medikamentösen Interventionen hingegen war bereits nach wenigen Monaten (durchschnittliche Follow-up-Zeit: 17 Wochen) keine Risikoreduktion mehr nachweisbar (Haw et al. 2017).

Die Metaanalyse von Ashra et al. zeigt, dass auch Diabetes-Präventionsprogramme, die nicht unter den Bedingungen klinischer Studien, sondern im Rahmen der Routineversorgungen umgesetzt werden, eine signifikante Verringerung des Diabetesrisikos um 26 % erreichen können. Geringe, wenn auch signifikante Unterschiede zwischen Interventions- und Kontrollgruppe wurden hinsichtlich Gewichtsverlauf (-1.57 kg) und HbA1c-Wert (- 0,04 %) festgestellt. Insbesondere übergewichtige Teilnehmer profitierten hinsichtlich der Reduktion des Diabetesrisikos, des Körpergewichtes und der Nüchternplasmaglukose von Präventionsprogrammen. Studien, welche einen BMI von mehr als 25 kg/m² als Einschlusskriterium vorgaben, erzielten eine größere Reduktion der Diabetesinzidenzrate als Studien ohne BMI-Einschlusskriterien (Ashra et al. 2015)

Eine weitere Metaanalyse von 50 Studien ergab eine Reduktion des relativen Risikos für die Entwicklung eines Diabetes mellitus Typ 2. Unmittelbar nach Ende der jeweiligen Interventionen konnte das Diabetesrisiko durch lebensstilmodifizierende Interventionen um 36 % und durch die Einnahme von Metformin um 26 % verringert werden. Nach Ende der Follow-up-Periode

wurde für die lebensstilmodifizierenden Interventionen noch eine Reduktion der Diabetesinzidenz von 20 % festgestellt (Barry et al. 2017).

Der Cochrane-Review von Orozco et al. ergab auf Basis von 8 Studien eine Reduktion der Diabetesinzidenz um 37 % durch lebensstilmodifizierende Interventionen (Ernährungsumstellung und körperliche Aktivität) (Orozco et al. 2008).

4.1.2.3 Ergebnisse exemplarischer Diabetespräventionsprogramme

US DPP und DPPOS

Unmittelbar nach Beendigung der intensiven Interventionsphase im Rahmen der US DPP-Studie (Durchschnittliche Follow up-Zeit: 2,8 Jahre) war die Diabetesinzidenz bei den Teilnehmern der Lebensstilintervention um 58 % und bei den mit Metformin behandelten Teilnehmern um 31 % niedriger als in der Kontrollgruppe. Im Vergleich der beiden Interventionsgruppen ergab sich eine um 39 % niedrigere Diabetesinzidenz in der Lebensstilinterventionsgruppe als in der Metformingruppe (Knowler et al. 2002).

Im Verlauf der anschließenden DPPOS-Studie (Durchschnittliche Follow up-Zeit: 15 Jahre) konnte noch eine Reduzierung der Diabetesinzidenz im Vergleich zur Kontrollgruppe um 27 % durch Lebensstilintervention und um 17 % durch Metformingabe festgestellt werden (Group 2015).

Finn DPP

Nach vier Jahren betrug die kumulative Diabetesinzidenz in der Interventionsgruppe (ausschließlich Lebensstilmodifikation) 11 % und in der Kontrollgruppe 23 %. Dies entspricht einer Reduktion des Diabetesrisikos von 58 % durch eine intensive Lebensstilmodifikation (Tuomilehto et al. 2001).

DaQing DPP

Während der sechsjährigen Interventionsphase wiesen die Teilnehmer der drei Interventionsgruppen (nur Ernährungsumstellung, nur körperliche Aktivität, Ernährungsumstellung und körperliche Aktivität) eine kumulierte Diabetesinzidenz von 43 %, die Kontrollgruppe von 66 % auf. Dies entspricht einer Reduzierung des Diabetesrisikos von 35 %. Die kumulierten Diabetesinzidenzraten während der zwanzigjährigen Follow up-Beobachtung betrugen 80 bzw. 93 % (Risikoreduktion: 14 %) (Li et al. 2008).

4.1.3 Kernelemente von wirksamen lebensstilmodifizierenden Maßnahmen

Auf der Grundlage der in Abschnitt 4.1 vorgestellten Leitlinien, Reviews und Metaanalysen sowie Einzelstudien lassen sich die im Folgenden dargestellten Kernelemente für wirksame lebensstilmodifizierende Interventionen bei Prädiabetes identifizieren.

4.1.3.1 Identifikation von Personen mit erhöhtem Diabetesrisiko

Die American Diabetes Association empfiehlt folgendes Vorgehen zur Identifikation von Personen mit erhöhtem Diabetesrisiko bzw. Prädiabetes (American Diabetes Association 2018) :

- Bei allen übergewichtigen oder adipösen Personen ($\text{BMI} > 24 \text{ kg/m}^2$) sollten unabhängig vom Lebensalter die Glukoseparameter (Nüchternplasmaglukose oder oGTT oder HbA1c) bestimmt werden, wenn mindestens einer der folgenden Risikofaktoren vorliegt:
 - Direkte Verwandte ersten Grades mit Diabetes
 - Ethnien mit sehr hohem Diabetesrisiko (z. B. African American, Latinos)
 - Kardiovaskuläre Erkrankung(en)
 - Arterielle Hypertonie
 - Fettstoffwechselstörung
 - Körperliche Inaktivität
 - Weitere, mit dem metabolischen Syndrom assoziierte klinische Zustände
- Bei nicht übergewichtigen oder adipösen Erwachsenen sollten spätestens ab dem 45. Lebensjahr die Glukoseparameter bestimmt werden
- Sollten die Glukoseparameter unauffällig sein, wird eine erneute Überprüfung nach drei Jahren empfohlen

Zur Ermittlung des Diabetesrisikos können zusätzlich standardisierte Tests (z. B. FindRisk oder Diabetes Risk Test) zur Ermittlung eines Diabetes-Risikoscores eingesetzt werden. Der ausschließliche Einsatz eines derartigen Tests wird allerdings nicht empfohlen. Insbesondere kann ein Risikotest nicht die Bestimmung der Glukoseparameter ersetzen. In Interventionen, welche zur Identifizierung von Personen mit hohem Diabetesrisiko einen Glukosetest einsetzen, wurde eine Reduzierung der Diabetesinzidenz um 47 % erreicht. Demgegenüber führten Interventionen, die ausschließliche einen Risikoscore-Fragebogen einsetzen, zu keiner im Vergleich zur Kontrollgruppe verringerten Diabetesinzidenz (Ashra et al. 2015).

4.1.3.2 Risikostratifizierung

Die NICE Leitlinie „Type 2 diabetes: prevention in people at high risk“ empfiehlt eine Stratifizierung des Diabetesrisikos, welche neben Glukoseparametern auch durch ein standardisiertes Instrument (UK Diabetes Risk Score) erhobene weitere Risikomerkmale (z. B. BMI, Diabeteserkrankungen bei nahen Verwandten und das Vorliegen einer Hochdruckerkrankung) berücksichtigt.

Dem ermittelten Diabetesrisiko entsprechend sieht die Leitlinie nach Inhalt und Intensität abgestufte Präventionsmaßnahmen vor (NICE 2012):

- Für Personen mit einem leicht bis mäßig erhöhten Risikoscore bzw. einem hohen Risikoscore und einer Nüchternplasmaglukose unter 100 mg/dl bzw. einem HbA1c-Wert unter 6,0 %:
 - Beratung zu den festgestellten Risikofaktoren für Diabetes und den Möglichkeiten ihrer Beeinflussung
 - Hinweise auf regionale Angebote zur Ernährungsberatung, Gewichtsreduzierung und körperlichen Aktivierung
- Für Personen mit einem Nüchternplasmaglukose-Wert von 100 bis 125mg/dl oder einem HbA1c-Wert von 6,0 bis 6,4 %:
 - Beratung zu den festgestellten Risikofaktoren für Diabetes und den Möglichkeiten ihrer Beeinflussung
 - Angebot eines evidenzbasierten und qualitätsgesicherten Intensiv-Programms zur Lebensstilmodifikation in der Region

4.1.3.3 Anforderungen an Inhalte und Umsetzung lebensstilmodifizierender Interventionen

Auf der Grundlage

- der in exemplarischen Diabetespräventionsprogrammen (siehe Abschnitt 4.1.1.3) beschriebenen Interventionen,
- der Empfehlungen in der NICE-Leitlinie „Type 2 diabetes: prevention in people at high risk“ (NICE 2012) und weiterer Dokumente zu Programmanforderungen für das NHS Programm, wie z. B. die Spezifikation (NHS England) oder die ausführliche Interventionsbeschreibung des US Programms (Diabetes Prevention Program Research 2002) sowie
- der Ergebnisse einer im Rahmen der Metaanalyse von Ashra (Ashra et al. 2015) durchgeführten Subgruppenanalyse zum Zusammenhang zwischen einzelnen Interventionsmaßnahmen und den erzielten Veränderungen hinsichtlich Diabetesinzidenz, Gewicht und Glukoseparametern

lassen sich folgende Anforderungen für erfolgreiche, lebensstilmodifizierende Interventionen identifizieren:

1. Inhalte und Themen
2. Methodisch-didaktischer Ansatz
3. Organisatorisches Setting
4. Interventionsdauer und -frequenz
5. Qualifikationsanforderungen

Diese Anforderungen werden im Folgenden näher erläutert und präzisiert.

Inhalte und Themen: Ernährung, Bewegung und Verhaltensumstellung gleichermaßen berücksichtigen

Gemäß der ADA und NICE-Leitlinien sollten Teilnehmer von Diabetespräventionsprogrammen fachlich fundierte Informationen, praktische Hinweise und persönliche Unterstützung erhalten, um ihre individuellen Ziele hinsichtlich Ernährungsumstellung, Gewichtsreduktion und hinsichtlich der Steigerung der körperlichen Aktivität zu erreichen (NICE 2012), (American Diabetes Association 2018). Diese Leitlinienempfehlung wird durch die Metaanalyse von Ashra et al. bestätigt. Diese zeigte in einer Subgruppenanalyse, dass Diabetespräventionsprogramme, die die Ernährungsthematik und körperliche Aktivität in gleicher Intensität abdecken, effektiver sind als Programme, die nur auf eines der Themen fokussieren (Ashra et al. 2015).

Die im Rahmen der US-amerikanischen, finnischen und chinesischen Diabetespräventionsprogramme umgesetzten Lebensstilinterventionen berücksichtigten gleichermaßen Ernährungs- und Bewegungsaspekte (siehe Tabelle 30). Insbesondere umfassten die genannten Präventionsprogramme jedoch Maßnahmen, die die erforderliche Verhaltensumstellung der Teilnehmer unterstützen, wie beispielsweise Selbstmotivation und Selbstmanagement sowie den Umgang mit Rückschlägen und Krisen bei der Erreichung von persönlichen Gewichts-, Ernährungs- und Bewegungszielen.

Im Einzelnen sollten Coaching-Programme zur Lebensstilmodifikation bei Prädiabetes folgende Themenblöcke abdecken:

1. Informationen über Diabetes mellitus Typ 2
 - a. Folgeschäden und Spätkomplikationen des DMT2
 - b. Risikofaktoren für die Entstehung eines DMT2
 - c. Vermeidung eines DMT2 durch Lebensstilmodifikation
2. Informationen und praktische Übungen
 - a. Ernährungsgrundsätze und Ernährungsverhalten
 - b. Möglichkeiten der Gewichtsreduktion
 - c. Steigerung der körperlichen Aktivität (inkl. Bewegungsübungen)
3. Erarbeitung individueller Zielvereinbarungen zum Ernährungsverhalten, zur Gewichtsreduktion und zur Steigerung der körperlichen Aktivität
4. Hinweise und Übungen für die Umsetzung der individuellen Zielvereinbarungen zur Lebensstilmodifikation, insbesondere
 - a. Techniken des Selbstmonitorings und Selbstmanagements
 - b. Sicherung von sozialer Unterstützung
 - c. Rückschlagprophylaxe
 - d. Umgang mit Misserfolgen

Methodisch-didaktischer Ansatz: Wissensvermittlung und zielbasierte Verhaltensintervention („Goal-based behavioral intervention“)

Zur Optimierung der aktiven Einbindung und Motivation der Teilnehmer von Diabetespräventionsprogrammen empfehlen die ADA und NICE-Leitlinien, die Vermittlung medizinischer sowie ernährungs- und bewegungsphysiologischer Inhalte durch persönliche Zielvereinbarungen („Goal-Setting“) zu ergänzen.¹⁵ Mit allen Teilnehmern sollten dieselben Ziele hinsichtlich Ernährungsumstellung und Gewichtsreduktion vereinbart werden (American Diabetes Association 2018, NICE 2012), Zeitraum und Methoden der Zielerreichung sollten aber individuell gestaltbar bleiben.

Die Teilnehmer sollten durch ein individuelles „Coaching“ bei der Erstellung und Umsetzung eines Aktionsplans zur Erreichung der Ziele unterstützt werden („Action Planning“). Mit Unterstützung eines persönlichen Coaches sollen die Teilnehmer einen Plan erarbeiten, wie und in welchem Zeitraum bestimmte individuelle Ernährungs- und Bewegungsgewohnheiten schrittweise verändert werden sollten.¹⁶ Durch regelmäßige persönliche oder telefonische Kontakte sollen die Teilnehmer bei der Umsetzung ihres persönlichen Aktionsplans unterstützt werden. Hierbei kommen verschiedene, aus der Verhaltenstherapie entlehnte Konzepte, wie z. B. Selbstmanagement, positive Verstärkung, Aufbau bzw. Weiterentwicklung sozialer Unterstützung für die Lebensstilmodifikation im Verwandten- und Freundeskreis, Methoden der Rückfallprophylaxe sowie Strategien für den Umgang mit Misserfolgserlebnissen bei Nichterreichen der Zielvereinbarungen zum Einsatz (Diabetes Prevention Program Research 2002).

Alle in Abschnitt 4.1.1.3 aufgeführten Diabetespräventionsprogramme setzen zielbasierte Verhaltensinterventionen um. Neben dem Schwerpunkt auf der Verfolgung von individuellen Zielen der Teilnehmer bzgl. Ernährung und Bewegung, werden von den Programmen auch übergeordnete Ernährungs- und Bewegungsziele formuliert, die in den Tabellen 27, 28 und 29, aufgeführt sind.

15 Die NICE-Leitlinie definiert die Goal-Setting Methode folgendermaßen: „Anleitung der Teilnehmer zur Setzung kurz- und langfristiger Ziele, die erreichbar und persönlich relevant sind (z. B. 5 bis 10 % Gewichtsverlust innerhalb eines Jahres) (NICE 2012).

16 „Action planning: prompting participants to produce action plans detailing what specific physical activity or eating behaviour they intend to change – and when, where and how this will happen. They should start with achievable and sustainable short-term goals and set graded tasks (starting with an easy task and gradually increasing the difficulty as they progress towards their goal). The aim is to move over time towards long-term, lifestyle change.“ (NICE 2012)

Tabelle 27: Zielvorgaben für die Ernährung in ausgewählten Diabetespräventionsprogrammen

Präventionsprogramm	Zielvorgabe Ernährung
US DPP*	Verringerung der Kalorienaufnahme um 500 bis 1.000 kcal Gesamtfett: 25 % der gesamten Kalorienaufnahme
Finn DPP**	Gesamtfett: 30 % der gesamten Kalorienaufnahme Gesättigtes Fett: 10 % der gesamten Kalorienaufnahme Ballaststoffe: 15g/1000kcal
DaQing DPP***	<u>BMI unter 25:</u> Zufuhr von 25-30kcal/kg Körpergewicht Kohlenhydrate: 55-65 % der gesamten Kalorienaufnahme Proteine: 10-15 % der gesamten Kalorienaufnahme Gesamtfett: 25-30 % der gesamten Kalorienaufnahme <u>BMI 25 und höher:</u> Verringerung der Kohlenhydrate bis Gewichtsreduktionsziel erreicht ist
NHS DPP****	Kohlenhydrate: 50 % der gesamten Kalorienaufnahme Zucker: max. 5 % der gesamten Kalorienaufnahme Gesamtfett: max. 35 % der gesamten Kalorienaufnahme Gesättigtes Fett: max. 11 % der gesamten Kalorienaufnahme Ballaststoffe: 30g/Tag Salz: max. 6g/Tag

Quelle: * (Diabetes Prevention Program Research 2002)
 ** (Tuomilehto et al. 2001)
 *** (Pan et al. 1997)
 **** (NHS England 2016a)
 Zusammenstellung: IGES

Tabelle 28: Zielvorgaben für die Gewichtsreduktion in ausgewählten Diabetespräventionsprogrammen

Präventionsprogramm	Zielvorgabe Gewichtsreduktion
US DPP*	Verringerung des Körpergewichts um 7 % im Vergleich zum Programmbeginn innerhalb von sechs Monaten Beibehaltung dieser Gewichtsreduktion bis zum Programmende
Finn DPP**	Verringerung des Körpergewichts um mindestens 5% im Vergleich zum Programmbeginn
DaQing DPP***	BMI 25 und höher: Verringerung des Körpergewichts um 0,5-1,0kg/Monat bis BMI unter 25 erreicht ist

Präventionsprogramm	Zielvorgabe Gewichtsreduktion
NHS DPP****	Verringerung des Körpergewichts bis BMI unter 25 erreicht ist

Quelle: * (Diabetes Prevention Program Research 2002)
 ** (Tuomilehto et al. 2001)
 *** (Pan et al. 1997)
 **** (NHS England 2016a)
 Zusammenstellung: IGES

Tabelle 29: Zielvorgaben für die körperliche Aktivität in ausgewählten Diabetespräventionsprogrammen

Präventionsprogramm	Zielvorgabe körperliche Aktivität
US DPP*	Mindestens 150 Minuten moderate körperliche Anstrengung (z. B. zügiges Gehen) pro Woche
Finn DPP**	Mindestens 30 Minuten moderate körperliche Anstrengung pro Tag
DaQing DPP***	Bewegungseinheit: Gehen: 20-30 Minuten Joggen: 10 Minuten Springseil: 2 Minuten
NHS DPP****	Mindestens 150 Minuten moderate körperliche Anstrengung pro Woche

Quelle: * (Diabetes Prevention Program Research 2002)
 ** (Tuomilehto et al. 2001)
 *** (Pan et al. 1997)
 **** (NHS England 2016a)
 Zusammenstellung: IGES

Organisatorisches Setting: Einzelinterventionen

Die Diabetespräventionsprogramme weisen eine große Vielfalt an unterschiedlichen organisatorischen Settings auf. Das Spektrum reicht von Programmen, in denen die Teilnehmer ausschließlich individuell betreut wurden (wie z. B. das US-amerikanische und das finnische DPP), über Programme, die sowohl Gruppen- als auch Einzelinterventionen vorsehen (z. B. das chinesische Da Qing DPP) bis zu Gruppenprogrammen, wie z. B. das Programm des NHS. Im NHS DPP werden ferner parallel zu den Gruppenangeboten rein digitale bzw. telematische Interventionen systematisch erprobt.

Die oben formulierten Anforderungen an den methodisch-didaktischen Ansatz eines lebensstilmodifizierenden Diabetespräventionsprogramms legen nahe, dass durch Einzelsettings die hohen Anforderungen an individuell abgestimmte Verhaltensmodifikation am ehesten erfüllt werden können.

Digitale Interventionskonzepte – wie bspw. die aktuell in England erprobten Ansätze – bieten eine Kombination aus individuellem Coaching (per Telefon

sowie Kommunikation per App) und E-Learning-Angeboten (Videos, Podcasts usw.) zur Wissensvermittlung. Darüber hinaus nutzen diese Ansätze die Möglichkeit, anstelle eines schriftlich vom Teilnehmer zu führenden Ernährungstagebuchs, jeweils Fotos der Mahlzeiten an den persönlichen Coach zu schicken, der darauf mit entsprechenden Kommentaren etc. reagiert.

Interventionsdauer und Interventionsfrequenz

Die Interventionsdauer der US-amerikanischen, finnischen und chinesischen Programme bewegte sich zwischen 2,8 und 6 Jahren. Auf eine deutlich kürzere Zeitdauer pro Teilnehmer (9 bis 12 Monate) ist demgegenüber das angelegte Diabetespräventionsprogramm des NHS angelegt (siehe Tabelle 30). Damit folgt das NHS-Programm einer entsprechenden Vorgabe der NICE-Leitlinie (NICE 2012), die wiederum auf Ergebnissen der Metaanalyse von Ashra et al. basiert: Demnach konnte eine maximale Verringerung der Diabetesinzidenz und des Körpergewichtes erreicht werden, wenn mindestens 13 Interventionstermine in einem Zeitraum zwischen 9 und 18 Monaten stattfanden. Die Gesamtdauer der Interventionen sollte mindestens 16 Stunden betragen (Ashra et al. 2015).

Alle Programme beginnen mit einer intensiven Phase mit 9 bis 16 Terminen. Anschließend setzten die US-amerikanischen, finnischen und chinesischen Programme die Interventionen in geringerer Intensität weiter fort (siehe Tabelle 30). Zumeist handelte es sich dabei u. a. um persönliche Einzelcoachings zur Sicherung der in der Initialphase erreichten Verhaltensmodifikationen und /oder (Zwischen-)Untersuchungstermine.

Qualifikationsanforderungen

Die Vermittlung von medizinischen, ernährungs- und bewegungstherapeutischen Inhalten der Lebensstilintervention erfolgt durch Ärzte und klinisches Fachpersonal mit entsprechender Ausbildung und Berufserfahrung (NICE 2012). Für das NHS-Diabetespräventionsprogramm werden neben Ärzten explizit registrierte Ernährungsberater sowie qualifizierte Anleiter für Sport und Bewegung („qualified physical activity instructors“) aufgeführt (NHS England).

Für die verhaltenstherapeutischen Aspekte der Lebensstilintervention sind zusätzlich entsprechende psychologische Kenntnisse und Kompetenzen erforderlich. Diese können entweder durch Psychologen oder durch entsprechendes Training und die Fortbildung des oben genannten Fachpersonals sichergestellt werden (NHS England 2016a, NICE 2012).

Für die sogenannten „Lifestyle-Coaches“ des US-Diabetespräventionsprogramms sind regelmäßige Fortbildungsveranstaltungen zur Vermittlung der Inhalte des Programms, zu neuen verhaltensmedizinischen Erkenntnissen sowie zu praktischen kommunikativen Kompetenzen, wie z. B. Gesprächsführung und Empowerment-Techniken, vorgesehen. Darüber hinaus finden monatliche Fallkonferenzen statt, auf denen u. a. eine mögliche Herangehensweise bei Teilnehmern mit Adhärenz-Problemen oder spezifische fachliche Fragen zum Thema Ernährung und anderen Themen besprochen wurden (Diabetes Prevention Program Research 2002).

Tabelle 30: Merkmale von Interventionen ausgewählter lebensstilmodifizierender Diabetespräventionsprogramme

	US DPP*	Finn DPP**	DaQing DPP***	NHS DPP****
Einschlusskriterien	Alter: 25 Jahre oder älter BMI: 25 oder höher Nüchternplasmaglukose: 95-125mg/dl Pathologische Glukosetoleranz (OGTT 2h: 140-199mg/dl)	Alter: 40-65 Jahre BMI: 25 oder höher Pathologische Glukosetoleranz (OGTT 2h: 140-199mg/dl)	Pathologische Glukosetoleranz (OGTT 2h: 140-199mg/dl)	Alter: 40 Jahre oder älter HbA1c: 6,0-6,4% Nüchternplasmaglukose: 100-125mg/dl (Messzeitpunkt 1 Jahr vor Teilnahme)
Ausschlusskriterien	DMT2 Schwere Erkrankung Medikation mit Einfluss auf oGTT	DMT2 Schwere Erkrankungen	DMT2	DMT2 HbA1c unter 6,0% Nüchternplasmaglukose <100mg/dl Schwangerschaft
Teilnehmer	1079	265	438	390.000 innerhalb von fünf Jahren (geplant)
Teilnahmedauer	Durchschnittlich 2,8 Jahre	Durchschnittlich 3,2 Jahre	6 Jahre	9 bis 18 Monate
Inhalte der Intervention	1.) Initiales Kerncurriculum: Ernährung, körperliche Aktivität 2.) Coaching zur praktischen Umsetzung	1.) Individuelle Ernährungsberatung und Anleitung zur körperliche Aktivität 2.) Supervidiertes körperliches Training (freiwillig)	Drei Interventionsgruppen: 1.) Ernährungsberatung 2.) Körperliche Aktivität 3.) Ernährungsberatung und körperliche Aktivität	1.) Ernährungsumstellung 2.) Gewichtsreduktion 3.) Steigerung der körperlichen Aktivität
Anzahl obligatorischer Termine	1.) 16 Termine 2.) 12 Termine Gesamt: 28 Termine Teilnahmedauer: 3 Jahre	Erstes Jahr 7 Termine Zweites Jahr 4 Termine Gesamt: 11 Termine Teilnahmedauer: 2 Jahre	Erstes Jahr 9 Termine Folgebahre: jeweils 4 Termine Gesamt: 29 Termine Teilnahmedauer: 6 Jahre	13 Termine
Zeitdauer pro Termin	1.) 30-60 Minuten 2.) 15-45 Minuten	k.A.	k.A.	30-60 Minuten
Setting	Einzelberatung	Einzelberatung	Gruppen- und Einzelberatung	Gruppenberatung Individuelle Online-Berstattung

Quelle: * (Diabetes Prevention Program Research 2002)
 ** (Tuomilehto et al. 2001)
 *** (Pan et al. 1997)
 **** (NHS England 2016a)
 Zusammenstellung: IGES

4.2 Das DAK-Versorgungskonzept „Prädiabetes“ im Überblick

In Abschnitt 4.1 konnte gezeigt werden, dass weltweit bereits seit längerer Zeit eine Vielzahl von Programmen zur Diabetesprävention umgesetzt worden sind und dass diese Programme die Entwicklung eines Diabetes mellitus Typ 2 bei Prädiabetes sowohl durch lebensstilmodifizierende Interventionsmaßnahmen als auch durch Metformingabe bereits bei prädiabetischer Stoffwechsellage verhindern bzw. verzögern können.

Auf dieser Grundlage sowie unter Berücksichtigung von bereits vorhandenen Versorgungsleistungen in der GKV wurde das DAK-Versorgungskonzept „Prädiabetes“ entwickelt, das Abbildung 3 im Überblick zeigt.

Abbildung 3: DAK-Versorgungskonzept „Prädiabetes“ im Überblick



Quelle: IGES

Ziel des DAK-Versorgungskonzepts ist es, Versicherte mit einem erhöhten Diabetesrisiko zu identifizieren und das Risiko für die Entwicklung eines Diabetes mellitus Typ 2 durch gezielte Interventionen zu verringern.

Das Konzept gliedert sich in drei Module:

- Screening

Im Rahmen der Gesundheitsuntersuchung nach § 25 SGB V erfolgt regelmäßig eine Bestimmung der Nüchternplasmaglukose und somit eine Screening-Untersuchung auf das Vorliegen eines Diabetes mellitus. Diese – bislang von etwa 25 % der anspruchsberechtigten Versicherten der GKV genutzte – Untersuchung fungiert innerhalb des DAK-Versorgungskonzepts Prädiabetes als hauptsächliches Eingangstor.

Dabei ist die Vorgehensweise des Arztes nur insoweit zu modifizieren, als nunmehr auch erhöhte Blutzuckerwerte unterhalb der Schwelle zum manifesten Diabetes – die aktuell möglicherweise ohnehin bereits Anlass zu einer ärztlichen Beratung geben – zu einer spezifischen Reaktion führen: Je nach Höhe des Blutzuckerwertes sowie unter Würdigung von weiteren, dem Arzt in der Regel bekannten Risikofaktoren, soll eine Stratifizierung der Patienten in die beiden Teilgruppen „Versicherte mit Prädiabetes/leicht bis mäßig erhöhtes Risiko“ bzw. „Versicherte mit Prädiabetes/stark erhöhtes Risiko“ vorgenommen werden. Die genauen Kriterien für diese Stratifizierung werden im folgenden Abschnitt 4.3.1 im Detail erläutert.

Der Teilgruppe „Prädiabetes mit mäßig erhöhtem Risiko“ bietet der Arzt das zweite Modul „Monitoring“ und der Teilgruppe mit stark erhöhtem Risiko das Modul „Intervention“ des DAK-Versorgungskonzepts an.

- Monitoring

Alle Versicherten erhalten im Rahmen der regulären Gesundheitsuntersuchung nach § 25 SGB V eine Erläuterung ihrer Befunde und darauf bezogen eine ärztliche Beratung. In Bezug auf die Teilgruppe „Prädiabetes mit mäßig erhöhtem Risiko“ wird diese Beratung den Aspekt ansprechen, dass die Blutzuckerwerte bereits von den als normal geltenden Werten abweichen. In diesem Zusammenhang sollten die Versicherten durch den Arzt auf regional vorhandene Angebote – z. B. im Rahmen der Gesundheitsförderung nach § 20 SGB V – zur Ernährungsumstellung bzw. Gewichtsreduktion und zur Bewegungsförderung hingewiesen und zur eigenständigen Inanspruchnahme aufgefordert werden. Sofern weitere Risikofaktoren vorliegen (z. B. Übergewicht/Adipositas) wird den Versicherten im Rahmen des Moduls „Monitoring“ eine jährliche Kontrolluntersuchung (Bestimmung der Nüchternplasmaglukose) angeboten (zu Details vgl. Abschnitt 4.3.2).

- Intervention

Versicherten, die im Rahmen des Screenings aufgrund ihrer Blutzuckerwerte der Teilgruppe „Prädiabetes/stark erhöhtes Risiko“ zugeordnet wurden, soll die Teilnahme an dem Modul „Intervention“ des DAK-Versorgungskonzepts angeboten werden.

Dieses Modul analysiert der Versorgungsreport in zwei Varianten: In Variante A besteht die Intervention ausschließlich aus dem individuellen Coachingprogramm zur Lebensstilmodifikation. In Modul B würde zusätzlich die Möglichkeit bestehen, die Patienten medikamentös mit Metformin zu behandeln, sofern sie für das Coaching zur Lebensstilmodifikation nach ärztlichem Urteil nicht geeignet sind oder sich während der Teilnahme an der Lebensstilmodifikation die Blutzuckerwerte verschlechtern oder nach zunächst erfolgreichem Abschluss des Programms zur Lebensstilmodifikation, aber anschließend sich verschlechternder Glukosestoffwechsellaage. Die Details des Moduls „Intervention“ werden in Abschnitt vorgestellt.

Das DAK-Versorgungskonzept basiert auf den umfangreichen Praxiserfahrungen die im internationalen Kontext gesammelt worden sind und orientiert sich eng an den in Abschnitt 4.1.3 dargestellten Kernelementen von wirk-

samen lebensstilmodifizierenden und medikamentösen Interventionen bei Prädiabetes.

Unter Orientierung an den entsprechenden Festlegungen in bereits umgesetzten internationalen Diabetespräventionsprogrammen wird die Zielgruppe für das DAK-Versorgungskonzept wie folgt definiert:

1. Versicherte ab 35 Jahren
2. Kein diagnostizierter Diabetes mellitus
3. Keine schwere Erkrankung mit eingeschränkter Lebenserwartung bzw. absehbaren Problemen bei der Teilnahme an der Intervention
4. Vorliegen eines Diabetesrisikos wie in Abschnitt 4.3.1 definiert

Innerhalb der drei Module umfasst das DAK-Versorgungskonzept Prädiabetes fünf Maßnahmen in der Variante A und sechs Maßnahmen in der Variante B (siehe Tabelle 31), die in den folgenden Abschnitten 4.3.1 bis 4.3.3 näher erläutert werden.

Tabelle 31: Überblick über die einzelnen Maßnahmen innerhalb der drei Module des DAK-Versorgungskonzepts

Modul	Maßnahmen		Zielgruppe	Durchführende Berufsgruppe
Screening	M1	Ermittlung des Diabetesrisiko	Alle Versicherte	Hausarzt
Monitoring	M2.1	Ärztliche Beratung	Leicht bis mäßig erhöhtes Diabetesrisiko	Hausarzt
	M2.2	Kontrolluntersuchung mit Bestimmung der Nüchternplasmaglukose und ärztliche Beratung	Leicht bis mäßig erhöhtes Diabetesrisiko	Hausarzt
Intervention	M3.1	Initiale ärztliche Beratung	Stark erhöhtes Diabetesrisiko	Hausarzt
	M3.2	Individuelles Coaching zur Lebensstilmodifikation	Stark erhöhtes Diabetesrisiko	Ernährungsberater (DGE), Hausarzt
	M3.3	Metformingabe	Stark erhöhtes Diabetesrisiko	Hausarzt

Quelle: IGES

4.3 Maßnahmen innerhalb der drei Module des DAK-Versorgungskonzepts „Prädiabetes“

Die Interventionen des Versorgungsprogramms sind in „Maßnahmen“ zusammengefasst, um eine möglichst hohe Praxisnähe zu erreichen. Die Maßnahmen des Versorgungskonzepts bilden den wissenschaftlichen Kenntnisstand zu wirksamen Interventionen bei Prädiabetes bzw. Diabetesrisiko ab. Grundlage für die Angaben zum Inhalt, zum organisatorischem Setting, zur Anzahl und Zeitdauer der Maßnahmen und zur Qualifikation der durchführenden Personen der einzelnen Maßnahmen sind die in Abschnitt 4.1.3 herausgearbeiteten Kernelemente von wirksamen lebensstilmodifizierenden Interventionen bei Prädiabetes. Die für den deutschen Versorgungskontext relevanten Vorgaben, z. B. hinsichtlich bestimmter Berufsbezeichnungen (z. B. Diätassistent, Diabetesberater, etc.) und bereits in der Routineversorgung angebotener Leistungen (z. B. ärztliche Gesundheitsuntersuchung), wurden berücksichtigt.

4.3.1 Modul „Screening“ (alle Versicherten ab 35 Jahren)

Primärer Zugangsweg für das Interventionsprogramm ist die ärztliche Gesundheitsuntersuchung für Erwachsene nach § 25 Abs. 1 Satz 1 SGB V (kurz „Check-up 35“). Gemäß der im Juli 2018 durch den G-BA aktualisierten Richtlinien haben Versicherte ab Vollendung des 35. Lebensjahres alle drei (bisher zwei) Jahre Anspruch auf eine ärztliche Gesundheitsuntersuchung. Darüber hinaus haben nunmehr auch Versicherte ab Vollendung des 18. Lebensjahres bis zum Ende des 35. Lebensjahres einen einmaligen Anspruch auf die Gesundheitsuntersuchung. Die Gesundheitsuntersuchung sieht u. a. folgende Maßnahmen vor (Gemeinsamer Bundesausschuss 2018):

- Bestimmung der Nüchternplasmaglukose
- Klinische Untersuchung
- Anamnestische Erhebung u. a. von Stoffwechselerkrankungen, kardiovaskulären Vorerkrankungen und persönlichen Risikofaktoren
- Risikoadaptierte ärztliche Aufklärung und Beratung u. a. zum Ernährungs- und Bewegungsverhalten mit Hinweisen für geeignete Präventionsangebote

Die Feststellung eines Diabetesrisikos, die risikobezogene Beratung und Information über die Angebote des DAK-Versorgungsprogrammes Prädiabetes kann weitgehend auf der Grundlage der im Rahmen der Gesundheitsuntersuchung erhobenen Angaben und Befunde erfolgen. Darüber hinaus können auch Angaben und Befunde, die im Rahmen anderer ärztlicher Kontakte erhoben worden sind, für die Steuerung in das Interventionsprogramm genutzt werden.

Damit kommen den Ärzten der ambulanten Versorgung drei zentrale Funktionen bei der Umsetzung des Interventionsprogramms zu:

- Identifikation potenzieller Teilnehmer aufgrund von im Rahmen der Gesundheitsuntersuchung oder anderer Anlässe erhobenen Angaben und Befunde
- Durchführung des ärztlichen Beratungsgesprächs zum Diabetesrisiko
- Information der Versicherten mit Diabetesrisiko über Präventionsangebote und das DAK-Versorgungsprogramm Prädiabetes

Eingebettet in die Gesundheitsuntersuchung nach § 25 SGB V ist die Maßnahme M1 (Ermittlung des Diabetesrisikos) des Moduls „Screening“ (siehe Tabelle 32).

Die Maßnahme umfasst die Identifizierung von Versicherten mit Diabetesrisiko durch ihren Hausarzt und ihre Zuführung zu der für das ermittelte Risiko vorgesehenen Interventionsmaßnahme.

Liegen die entsprechenden Voraussetzungen vor, kann die Maßnahme im Rahmen der Durchführung einer ärztlichen Gesundheitsuntersuchung für Erwachsene nach § 25 Abs. 1 Satz 1 SGB V umgesetzt werden. Die im Rahmen der Maßnahme zu erbringenden Befunde und Beratungsleistungen sind in der Gesundheitsuntersuchung enthalten.

Darüber hinaus ist davon auszugehen, dass den Ärzten ihre Patienten mit potentiell Diabetesrisiko aus der Routineversorgung bekannt sind und die für die Risikoermittlung erforderlichen Angaben und Befunde in vielen Fällen aktuell vorliegen bzw. ohne großen Aufwand beschafft werden können.

Die in Abschnitt 4.1 dargestellten Diabetespräventionsprogramme umfassen ausschließlich sehr intensive und aufwändige Lebensstilinterventionen. Eine Abstufung von Intensität und Inhalt der Interventionen nach Risikograd erfolgt in diesen Programmen nicht.

Das DAK Versorgungsprogramm sieht eine intensive lebensstilmodifizierende Intervention (sowie in Variante B auch die Behandlung mit Metformin) für Versicherte mit stark erhöhtem Diabetesrisiko vor (siehe Abschnitt 4.3.3). Für die Definition eines stark erhöhten Diabetesrisikos wurden die WHO-Kriterien für Prädiabetes übernommen, welche „strengere“ Grenzwerte als die American Diabetes Association (ADA) für Nüchternplasmaglukose (≥ 110 mg/dl vs. ≥ 100 mg/dl) und den HbA1c ($\geq 6,0$ % vs. $\geq 5,7$ %) vorgibt (siehe Abschnitt 2.4).¹⁷

Ein stark erhöhtes Diabetesrisiko liegt somit vor, wenn einer oder mehrere der folgenden Befunde¹⁸ zutreffen:

- Nüchternplasmaglukose: 110-125 mg/dl
- HbA1c: 6,0 – 6,4%
- oGTT-2h-Wert: 140 -199 mg/dl

¹⁷ Laut NICE–Leitlinie stellt ein HbA1c-Wert von 6,0 % bis 6,4 % ein hohes Diabetesrisiko dar (NICE 2012). Dieser Wertebereich wurde auch vom NHS Diabetespräventionsprogramm als Eingangskriterium für seine intensive lebensstilmodifizierende Intervention übernommen (NHS England 2016a) .

¹⁸ Alle aufgeführten Laborbefunde sollten nicht älter als ein Jahr sein.

Zusätzlich enthält das DAK Versorgungsprogramm auch Präventionsangebote für Versicherte, die die o. g. Kriterien für ein stark erhöhtes Diabetesrisiko nicht erfüllen, aber die (niedrigeren) ADA-Grenzwerte für Prädiabetes oder sonstige Merkmale aufweisen, die als Risikokriterien gelten. Diese Versicherten werden der Risikogruppe „leicht bis mäßig erhöhtes Diabetesrisiko“ zugeordnet.

Grundvoraussetzung für eine Zuordnung zur Risikogruppe „leicht bis mäßig erhöhtes Diabetesrisiko“ ist, dass, sofern ein oraler Glukosetoleranztest durchgeführt wurde, der ermittelte Zweistundenwert unter 140mg/dl liegen muss. Liegt diese Voraussetzung vor, wird ein leicht bis mäßig erhöhtes Diabetesrisiko angenommen, wenn eine der folgenden Konstellationen vorliegt:

1. Aktueller Befund:

HbA1c: 5,7 % bis <6,0 % und/oder

Nüchternplasmaglukose: 100 bis <110mg/dl

ODER

2. Aktueller Befund:

HbA1c: < 5,7 % bzw.

Nüchternplasmaglukose: <100mg/dl

UND

Vorliegen eines oder mehrerer der folgenden Befunde:

- Aktuell erhöhtes Diabetesrisiko in einem standardisierten Risikotest (z. B. FindRisk, Deutscher Diabetes-Risiko-Test)
- Adipositas
- Bekannte Fettstoffwechselstörung
- Bekannte Hypertonie
- Diabeteserkrankung bei nahen Angehörigen
- Erhöhtes Diabetesrisiko in früheren Untersuchungen

Das Versorgungskonzept sieht für diese Versicherten mit leicht bis mäßig erhöhtem Diabetesrisiko Präventionsangebote vor, die sicherstellen sollen, dass die Betroffenen über ihr Diabetesrisiko und Möglichkeiten zu dessen Verringerung aufgeklärt und die weitere Entwicklung des Diabetesrisikos überprüft werden (Modul „Monitoring“, siehe Abschnitt 4.3.2). Dieses Vorgehen entspricht weitgehend den Empfehlungen der NICE-Leitlinie (NICE 2012), die eine niedrighschwellige Intervention auch für Personen mit geringem bis mäßig erhöhtem Diabetesrisiko vorsieht (siehe Abschnitt 4.1.3).

Tabelle 32: Maßnahme M1: Ermittlung des Diabetesrisikos

Bezeichnung	M1: Ermittlung des Diabetesrisikos
Inhalt	Ermittlung des Diabetesrisikos und Feststellung der Risikogruppe unter Berücksichtigung der oben genannten Angaben und Befunde. Blutglukoseparameter, d. h. Nüchternplasmaglukose oder Hba1c oder orale Glukosetoleranz und weitere zeitsensible Angaben und Befunde wie z. B. BMI sollten nicht älter als 6 Monate sein Bei Vorliegen der Teilnahme Kriterien (siehe Abschnitt 4.2) und Einverständnis des Versicherten Durchführung von Maßnahme M2.1 bei gering bis mäßig erhöhtem Diabetesrisiko und Durchführung von Maßnahme M3.1 bei stark erhöhtem Diabetesrisiko.
Frequenz und Dauer	Einmalig Zeitdauer abhängig von den vorliegenden Befunden
Durchführende Berufsgruppe	Hausarzt

Quelle: IGES

4.3.2 Modul „Monitoring“ (Versicherte mit leicht bis mäßig erhöhtem Diabetesrisiko)

Das Modul „Monitoring“ für Versicherte mit leicht bis mäßig erhöhtem Diabetesrisiko setzt sich aus einem ärztlichen Beratungsgespräch und einer Kontrolle des Nüchternplasmaglukose-Wertes nach einem Jahr zusammen. Liegen die entsprechenden Voraussetzungen vor (siehe Abschnitt 4.2), kann die Maßnahmen M2.1 im Rahmen der Durchführung der ärztlichen Gesundheitsuntersuchung für Erwachsene nach § 25 Abs. 1 Satz 1 SGB V erfolgen. Die im Rahmen der Maßnahme M2.1 zu erbringenden Befunde und Beratungsleistungen sind in der Gesundheitsuntersuchung enthalten (siehe Abschnitt 4.2).

Tabelle 33: Maßnahme M2.1: Ärztliche Beratung bei leicht bis mäßig erhöhtem Diabetesrisiko

Bezeichnung	M2.1: Ärztliche Beratung bei leicht bis mäßig erhöhtem Diabetesrisiko
Inhalt	Aufklärung und Beratung zu <ul style="list-style-type: none"> • dem individuellen Diabetesrisiko, • den mit Diabetes mellitus Typ 2 verbundenen Risiken und • den Möglichkeiten der Risikoreduzierung. Erläuterung des DAK-Versorgungsprogramms
Frequenz und Dauer	Einmalig Ca. 30 Minuten
Durchführende Berufsgruppe	Hausarzt

Quelle: IGES

Nach ca. 12 Monaten erfolgt eine Kontrolluntersuchung der Nüchternplasmaglukose mit einer anschließenden kurzen ärztlichen Beratung, in der u. a. die Entwicklung des Diabetesrisikos erläutert wird.

Tabelle 34: Maßnahme M2.2: Kontrolluntersuchung mit Bestimmung der Nüchternplasmaglukose

Bezeichnung	M2.2: Kontrolluntersuchung mit Bestimmung der Nüchternplasmaglukose und ärztlicher Beratung
Inhalt	Überprüfung der Nüchternplasmaglukose und kurze ärztliche Beratung ca. ein Jahr nach Maßnahme M2.1
Frequenz und Dauer	Einmalig
Durchführende Berufsgruppe	Hausarzt

Quelle: IGES

4.3.3 Modul „Intervention“ (Versicherte mit stark erhöhtem Diabetesrisiko)

Initial erfolgt eine ärztliche Aufklärung zum persönlichen Diabetesrisiko des Versicherten, eine Beratung zu grundsätzlichen Möglichkeiten der Risikoreduzierung sowie Informationen über ein individuelles Coaching zur Lebensstilmodifikation im Rahmen des DAK-Versorgungskonzepts. Den Versicherten wird eine Teilnahme an dem individuellen Coaching angeboten.

Tabelle 35: Maßnahme M3.1: Initiale ärztliche Beratung bei stark erhöhtem Diabetesrisiko

Bezeichnung	M3.1: Initiale ärztliche Beratung bei stark erhöhtem Diabetesrisiko
Inhalt	Aufklärung und Beratung zu <ul style="list-style-type: none"> • dem individuellen Diabetesrisiko • den mit Diabetes mellitus Typ 2 verbundenen Risiken • den Möglichkeiten der Risikoreduzierung Erläuterung des DAK-Versorgungsprogramms
Frequenz und Dauer	Einmalig Ca. 30 Minuten
Durchführende Berufsgruppe	Hausarzt

Quelle: IGES

Das individuelle Coaching zur Lebensstilmodifikation (Maßnahme M3.2) wurde in enger Orientierung an die Inhalte, didaktischen Methoden und Abläufe insbesondere der US-amerikanischen und finnischen Diabetespräventionsprogramme sowie an die in Abschnitt 4.1.3 herausgearbeiteten Kernelemente wirksamer lebensstilmodifizierender Interventionen entwickelt.

- Inhalte und Themen des Coachings umfassen sowohl Wissensvermittlung und praktische Hinweise als auch die Vereinbarung individueller Ziele hinsichtlich Ernährungsumstellung, Gewichtsreduktion und körperlicher Aktivität sowie Unterstützung bei den zur Zielerreichung erforderlichen Verhaltensumstellungen („Goal-based behavioral intervention“)
- Es finden, analog zu den US-amerikanischen und finnischen Diabetespräventionsprogrammen, ausschließlich Coachings im Einzelsetting statt. Damit kann den Anforderungen an eine individuelle Beratung und Unterstützung sowie an zeitliche Flexibilität besser Rechnung als in Gruppensettings getragen werden.
- Jedem Teilnehmer steht während der gesamten Maßnahme ein(e) Ernährungsberater(-in) als persönlicher Coach zur Verfügung. Die erforderlichen Qualifikationen des Ernährungsberaters bzw. der Ernährungsberaterin umfassen auch die Themenbereiche „körperliche Aktivierung“ und „Verhaltensmodifikation“. Darüber hinaus finden initial sowie nach sechs und zwölf Monaten Beratungen mit dem Hausarzt des Teilnehmers statt (s. u.).

- Das Coaching findet sowohl in Face-to-Face Terminen als auch in persönlichen Online-Beratungen statt. Durch eine dem Teilnehmer zur Verfügung gestellte App können zudem wesentliche Beratungsgrundlagen für die Coaches (z. B. Fotografien eingenommener Mahlzeiten sowie Daten zur körperlichen Aktivität und zum Gewichtsverlauf) sowie didaktisch ansprechend aufbereitete Informationen (z. B. Podcasts und Videoschulungen) an die Teilnehmer übermittelt werden.
- Das individuelle Coaching zur Lebensstilmodifikation gliedert sich in drei Phasen, die sich über insgesamt 18 Monate erstrecken:
 1. Während der dreimonatigen Initialphase werden wesentliche Grundlagenkenntnisse zu den Themen Diabetesrisiko, Ernährung und körperliche Aktivität vermittelt, persönliche Ziele vereinbart und die Teilnehmer beim Start in die praktische Umsetzung durch häufige Online-Coachings unterstützt. Den Auftakt bildet ein initiales Arztgespräch mit Bestimmung des HbA1c-Wertes, falls noch nicht im Rahmen der Maßnahme M1 erfolgt, sowie ein ausführlicher persönlicher (face-to-face) Termin mit dem Ernährungsberater, bei dem das Ernährungs- und Bewegungsverhalten im Detail analysiert, individuelle Ziele vereinbart werden usw. Nach drei Monaten findet ein zweiter persönlicher Kontakt mit dem Ernährungsberater statt.
 2. Die anschließende sechsmonatige Intensivphase setzt die engmaschige Unterstützung durch kontinuierliche Onlinecoachings und zwei face-to-face Kontakte sowie einen weiteren Gesprächstermin mit dem Hausarzt fort.
 3. In der neunmonatigen Erhaltungsphase sollen die Verhaltensmodifikationen durch drei weitere Coaching-Termine gesichert werden, die je nach Wunsch des Teilnehmers online oder face-to-face erfolgen. Im Rahmen eines weiteren Arztkontaktes im 12. Monat werden die Nüchternplasmaglukose und der HbA1c-Wert bestimmt und die Ergebnisse besprochen.

Insgesamt finden während der Gesamtdauer von 18 Monaten somit bis zu sieben persönliche Kontakte mit einem Ernährungsberater, drei Gespräche mit dem Hausarzt sowie über neun Monate eine online-basierte Unterstützung des individuellen Coachings über eine App statt.

Tabelle 36: Maßnahme M3.2: Individuelles Coaching zur Lebensstilmodifikation

Bezeichnung	M3.2: Individuelles Coaching zur Lebensstilmodifikation
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> ● Grundlagenkenntnisse zu den Themen Diabetesrisiko, Ernährung und körperliche Aktivität ● Vereinbarung persönlicher Ziele hinsichtlich Ernährungsumstellung, Gewichtsreduktion und körperlicher Aktivität ● Unterstützung bei der Umsetzung der persönlichen Ziele
Frequenz und Dauer	<p>1. Initialphase (1.–3. Monat)</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Initiales Arztgespräch ● Coaching zur Modifikation des Ernährungs- und Bewegungsverhaltens: Kontinuierlich online, zwei Termine face-to-face <p>2. Intensivphase (4.–9. Monat)</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Arztgespräch (6. Monat) ● Coaching zur Modifikation des Ernährungs- und Bewegungsverhaltens: Kontinuierlich online, zwei Termine face-to-face <p>3. Erhaltungsphase (9.–18. Monat)</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Überprüfung der Blutglukosewerte und Arztgespräch (12. Monat) ● Coaching zur Modifikation des Ernährungs- und Bewegungsverhaltens: Dreimal face-to-face (12., 15. und 18. Monat)
Durchführende Berufsgruppen	Ernährungsberater/-in (DGE), Hausarzt

Quelle: IGES

Die Maßnahmen M1 bis M3.2 bilden die Variante A des DAK-Versorgungsprogramms Prädiabetes und können ohne formale Hürden umgesetzt werden. Darüber hinaus analysiert der Versorgungsreport auch eine Variante B, die in Ergänzung der Maßnahmen der Variante A unter definierten Bedingungen die Behandlung mit dem blutzuckersenkenden Medikament Metformin vorsieht.

Die in Abschnitt 4.1 vorgestellten Ergebnisse von Metaanalysen und Reviews ergaben, dass auch durch die Gabe von Metformin eine Reduzierung des Diabetesrisikos erreicht werden kann. Die Leitlinien von NICE und ADA nennen daher die Gabe von Metformin als mögliche weitere Interventionsoption neben einer intensiven Lebensstilmodifikation bereits bei prädiabetischer Stoffwechsellaage. Andererseits stellt eine prädiabetische Stoffwechsellaage in Deutschland keine Indikation für eine Metformingabe dar. Für die präventive Metformingabe in der „Routineversorgung“ außerhalb von klinischen Studien, wie sie bspw. in England umgesetzt werden kann, müssten in Deutschland erst die arzneimittelrechtlichen Voraussetzungen geschaffen werden. Da die Metformingabe aber im internationalen Kontext ein wesentliches Element von wirksamen Diabetespräventionsprogrammen darstellt, sollte diese Interventionsoption aus Sicht der Autoren dieses Versorgungsreports bei der Diskussion über ein Versorgungskonzept „Prädiabetes“ trotz der bestehenden formalen Hürden in Deutschland berücksichtigt werden.

Unter Orientierung an den diesbezüglichen Empfehlungen der NICE-Leitlinie (NICE 2012) kann eine Metformingabe bei folgenden Konstellationen in Betracht kommen:

1. Bei Nicht-Eignung für das individuelle Coaching zur Lebensstilmodifikation
2. Sich (weiter) verschlechternde Blutglukosewerte während der Teilnahme am individuellen Coaching zur Lebensstilmodifikation
3. Sich wieder verschlechternde Blutglukosewerte nach abgeschlossener Teilnahme am individuellen Coaching zur Lebensstilmodifikation

Die Inhalte der folgenden Maßnahme „Metformingabe“ (M3.3) wurden in enger Orientierung an die Vorgaben der NICE-Leitlinie festgelegt.

Tabelle 37: Maßnahme M3.3: Metformingabe

Bezeichnung	M3.3: Metformingabe
Inhalt	<p>Mögliche Vorteile und Risiken einer Metformingabe im Vergleich zu einer Lebensstiländerung sollten vorab ausführlich besprochen werden.</p> <p>Vor Beginn der Metformingabe sollte das Vorliegen von Kontraindikationen und die Nierenfunktion überprüft werden.¹⁹ Die Überprüfung der Nierenfunktion sollte mindestens zweimal jährlich wiederholt werden.</p> <p>Die Metformingabe sollte mit einer niedrigen Initialdosierung (z. B. 500mg/d) begonnen und unter Beachtung von Unverträglichkeiten langsam auf eine Maximaldosis von 1500-2000 mg/d gesteigert werden.</p> <p>Metformin sollte zunächst für 6 bis 12 Monate verschrieben werden. Die Nüchternplasmaglukose oder der HbA1c-Wert sollten in Dreimonatsintervallen überprüft und die Metformingabe beendet werden, wenn sich kein Effekt auf diese Parameter zeigt.</p> <p>Auch bei Nicht- bzw. erfolgloser Teilnahme am individuellen Coaching zur Lebensstilmodifikation, sollte die Metformingabe durch regelmäßige Informationen und Hinweise zur Ernährungsumstellung und Steigerung der körperlichen Aktivität führen■■■■ (Verb eingefügt, so korrekt?).</p>

19 Nierenfunktionseinschränkungen können bei Metformingabe zu unerwünschten Arzneimittelwirkungen, wie z. B. einer Laktatazidose führen (Bundesärztekammer (BÄK) et al. 2014). Die Laktatazidose stellt eine schwerwiegende metabolische Komplikation bei Metformingabe dar. Eine Niereninsuffizienz mit einer glomerulären Filtrationsrate von $<30\text{ml/min/1,73 m}^2$ stellt laut Fachinformation eine absolute Kontraindikation für eine Metformingabe dar (Ratiopharm 2016) Laktatazidosen unter Metformintherapie sind allerdings insgesamt sehr selten. In einer Metaanalyse ermittelten Inzucchi et al. eine Inzidenz der Laktatazidose bei mit Metformin behandelten Patienten von vier bis zehn pro 100.000 Patientenjahre und zieht den Schluss, dass, solange die Nierenfunktionseinschränkung nicht $<30\text{ ml/min/1,73 m}^2$ betrage, sei epidemiologisch in der klinischen Praxis keine signifikante Häufung einer Laktatazidose zu verzeichnen. Die Azidoseinzidenz bei Diabetespatienten könne mit der in dieser Patientengruppe sowieso bestehenden Inzidenz

Bezeichnung	M3.3: Metformingabe
Durchführende Berufsgruppe	Hausarzt

Quelle: IGES

Die zu erwartenden Effekte einer breiten Einführung des DAK-Versorgungskonzepts Prädiabetes auf die Gesundheit der deutschen Bevölkerung sind getrennt für die beiden Varianten – nur mit lebensstilbezogenen Interventionen sowie zusätzlich mit der Möglichkeit einer medikamentösen Behandlung mit Metformin – mit Hilfe eines komplexen gesundheitsökonomischen Modells untersucht worden. In den beiden folgenden Abschnitten 5 und 6 werden zunächst die Methodik und anschließend die Ergebnisse dargestellt. In Abschnitt 5.4.8 findet sich die Kalkulation der erwarteten Zusatzkosten für die Durchführung der spezifischen Maßnahmen des DAK-Versorgungskonzepts.

für dieses Ereignis gleichgesetzt werden (Inzucchi et al. 2014) (Weyrich 2015). Gemäß der Nationalen Versorgungsleitlinie „Therapie des Diabetes mellitus Typ 2“ könne „...bei einer eGFR <60 ml/min/1,73 m² eine Metformintherapie unter besonderen Vorsichtsmaßnahmen und engmaschigen Kontrollen der Nierenfunktion fortgeführt werden.“ Der „vorsichtige Einsatz von Metformin bei mäßiger Nierensuffizienz und ggf. reduzierter Dosierung“ sei gerechtfertigt; hierbei würde es sich allerdings um einen Off-Label-Gebrauch handeln (Bundesärztekammer (BÄK) et al. 2014).

5. Methodik

Wie eingangs bereits kurz dargestellt, stützt sich der DAK-Versorgungsreport auf methodische Konzepte, die von der Weltgesundheitsorganisation (WHO) im Kontext der Global Burden of Disease Studien zur globalen bzw. regionalen Krankheitslast sowie zur Unterstützung der Prioritätensetzung im Gesundheitswesen entwickelt wurden. Im Folgenden werden diese methodischen Ansätze zunächst in ihrer allgemeinen Form sowie die Konkretisierungen bei der Analyse der Versorgung der Patienten mit gestörtem Glukosestoffwechsel erläutert.

In Abschnitt 5.1 wird in einem kurzen Überblick das methodische Vorgehen im Rahmen der Analyse zusammenfassend und in allgemeiner Form erläutert. Dieser Abschnitt soll nicht die anschließend folgende detaillierte Darstellung der angewendeten Methodik ersetzen, sondern als Einstieg zum besseren Verständnis der nachfolgend erläuterten, sehr unterschiedlichen methodischen Konzepte beitragen und als eine Orientierungshilfe zur Einordnung der Analyseansätze dienen.

Im anschließenden Abschnitt 5.2 werden die übergreifenden methodischen Konzepte dargestellt, die im Rahmen der Analyse und Modellierung der gegenwärtigen und zwei Varianten einer optimierten Versorgung der Bevölkerung im Alter von 40 bis 89 Jahren zur Anwendung kommen. Diese Altersabgrenzung wurde gewählt, da im Alter von unter 40 Jahren die Diabetesprävalenz und die Prävalenz prädiabetischer Stoffwechsellagen zu gering ausfällt, um zuverlässige Schätzgrößen für relevante Modellparameter zu bestimmen, und ab einem Alter von 90 Jahren keine hinreichenden Fallzahlen vorliegen. In Abschnitt 5.3 ist die Datengrundlage der Simulationsstudie beschrieben und Abschnitt 5.4 bietet vertiefende Informationen zum Aufbau des Markow-Modells, mit dem die wesentlichen Analysen durchgeführt wurden. In Abschnitt 5.5 wird erläutert, wie die Bestimmung der Krankheitslast der Bevölkerung im Alter von 40 bis 89 Jahren erfolgt.

5.1 Überblick

Ziel der Simulationsstudie ist es, den Effekt einer bundesweiten Einführung des in Abschnitt 4 beschriebenen DAK-Versorgungsprogramms bzw. seiner beiden Varianten auf die Gesundheit der Bevölkerung im Alter von 40 bis 89 Jahren in Deutschland abzuschätzen und die Kosteneffektivität der Maßnahme zu bestimmen.

Für die Untersuchung wird ein Zeithorizont von 50 Jahren gewählt, d. h. die Analyseergebnisse zeigen die Auswirkungen der Einführung der Intervention die sich einstellen, wenn die Maßnahme im Jahr 2015 eingeführt und von 2016 bis zum Ende des Jahres 2065 angeboten wird. Im Rahmen einer Verlaufsanalyse wird dargestellt, wie sich ausgehend vom Jahr 2015 die Effekte einer optimierten Versorgung von Menschen mit Prädiabetes im Zeitverlauf bis zum Jahr 2065 entwickeln.

Um die Veränderungen, die sich aus der bundesweiten Einführung der jeweiligen Variante des Versorgungsprogramms hinsichtlich des Gesundheitszustandes und der damit verbundenen Krankheitslast der Bevölkerung ergeben, evaluieren zu können, ist es zunächst erforderlich, in einem Status-quo Szenario zu simulieren, wie die Entwicklung der Gesundheit der Bevölkerung im Alter zwischen 40 und 89 Jahren bis zum Jahr 2065 verlaufen würde, wenn es diese Maßnahme nicht gäbe.

Darüber hinaus wird in einem Szenario mit einer fiktiven Null-Exposition (Null-Szenario) simuliert, welche Krankheitslast zu erwarten wäre, wenn in Deutschland niemand an Diabetes mellitus Typ 2 erkranken würde. Durch einen Vergleich zwischen dem Status-quo Szenario und dem Null-Szenario lässt sich abschätzen, welche mit Diabetes mellitus Typ 2 assoziierte Krankheitslast der Bevölkerung Deutschlands derzeit entsteht bzw. im Zeitverlauf bis 2065 unter der gegenwärtigen Versorgung (ohne das neue Versorgungsprogramm bei Prädiabetes) entstehen würde.

Diese Größe stellt somit das Gesamtpotenzial an prinzipiell vermeidbarer Krankheitslast bei völliger Abwesenheit von Diabetes mellitus Typ 2 dar. Es ist jedoch unrealistisch anzunehmen, dass eine völlige Vermeidung dieser Krankheitslast auch unter der bestmöglichen Versorgung jemals erreichbar wäre. Vielmehr fungiert das Gesamtpotenzial an prinzipiell vermeidbarer Diabetes-assoziiierter Krankheitslast als Referenzgröße, anhand derer die realistisch umsetzbaren Effekte einer optimierten Versorgung bestimmt und eingeordnet werden können.

Ausgehend von der Modellierung des Status-quo-Szenarios werden in zwei Optimierungs-Szenarien sodann die erwarteten Effekte der beiden Varianten des Versorgungsprogramms ermittelt. In jedem Optimierungs-Szenario wird simuliert, wie die Entwicklung des Gesundheitszustandes der Bevölkerung im Alter zwischen 40 und 89 Jahren bis zum Ende des Jahres 2065 verlaufen würde, wenn die Einführung der Interventionsmaßnahme bundesweit umgesetzt und von einem bestimmten Teil der Zielgruppe tatsächlich in Anspruch genommen würde. Der Vergleich von Ergebnisgrößen der Simulation zwischen Status-quo-Szenario und Optimierungsszenario ermöglicht eine Einschätzung, wie sich die Effekte des Versorgungskonzepts im Zeitverlauf entwickeln und welche Langzeiteffekte zu erwarten sind.

Ein Vergleich zwischen den ermittelten Effekten einer optimierten Versorgung auf die Krankheitslast der Bevölkerung im Alter von 40 bis 89 Jahren mit dem Gesamtpotenzial an prinzipiell vermeidbarer Diabetes-assoziiierter Krankheitslast bei völliger Abwesenheit von Diabetes mellitus Typ 2 ermöglicht eine Einschätzung, in welcher Größenordnung eine Vermeidung Diabetes-assoziiierter Krankheitslast durch die jeweilige Variante einer optimierten Versorgung realistisch möglich ist.

Die Populationsgrundlage der Simulation bildet der Bevölkerungsstand im Jahr 2015 aus Daten des Statistischen Bundesamtes. Der Bevölkerungsstand und die Zusammensetzung der Bevölkerung nach Alter und Geschlecht werden für jedes Simulationsjahr konstant gehalten. Demografisch bedingte Veränderungen der Bevölkerungszusammensetzung gehen daher nicht in die Analysen ein. Die Ergebnisse der Analyse stellen demnach keine Pro-

jektion der Entwicklung des Gesundheitszustands der Bevölkerung im Alter von 40 bis 89 Jahren unter dem Einfluss demografischer Veränderungen dar, sondern reflektieren die Effekte, die – unabhängig von der Bevölkerungszusammensetzung – allein auf die optimierte Versorgung zurückzuführen sind. Etwaige Effekte auf den Bevölkerungsstand und die Bevölkerungszusammensetzung, die sich möglicherweise aus einer interventionsinduziert geringeren Gesamtsterblichkeit ergeben und somit allein aus der Einführung der optimierten Versorgung resultieren, werden gesondert berichtet (vgl. Abschnitt 5.2.4).

Im Rahmen der Modellierung wird – ausgehend vom Jahr 2015 – mit einem Markow-Modell das Gesundheits- und Sterbegeschehen der Bevölkerung im Alter von 40 bis 89 Jahren bis zum Ende des Jahres 2065 abgebildet. Dabei wird die Bevölkerung stratifiziert nach Alter und Geschlecht, nach dem Grad der Glukosestoffwechselstörung bzw. nach der Art der Versorgung eines manifesten Diabetes mellitus Typ 2 (sechs Glukosestoffwechselzustände bzw. Versorgungsgruppen) sowie dem BMI als Körpermasseindex (Normalgewicht, Übergewicht und Adipositas) in insgesamt achtzehn Gesundheitszustände klassifiziert (Details vgl. Abschnitt 5.4.2).

Bei der Modellierung der Interventionseffekte wird die in Abschnitt 4.3 beschriebene Zielgruppendefinition zugrunde gelegt. Voraussetzung für die Inanspruchnahme einer Interventionsmaßnahme ist ein durch den Hausarzt durchgeführtes Screening, bei dem ein bestehender Prädiabetes mit einem erhöhten Risiko für eine Erkrankung an Diabetes mellitus Typ 2 festgestellt wird. Das Screening erfolgt entweder im Rahmen einer gesetzlichen Gesundheitsuntersuchung (Check-Up 35), die alle drei Jahre in Anspruch genommen werden kann, oder im Rahmen einer jährlich stattfindenden Kontrolluntersuchung nach einem im Vorjahr diagnostizierten Prädiabetes, die Bestandteil der optimierten Versorgung von Patienten mit Glukosestoffwechselstörung ist.

Es wird erwartet, dass nicht alle Versicherten, die grundsätzlich für die Teilnahme an der Interventionsmaßnahme geeignet wären und die auch Bedarf für eine solche Maßnahme hätten, bereit sind, an einer solchen Maßnahme teilzunehmen. Darüber hinaus wird ein bestimmter Anteil der Versicherten aufgrund der persönlichen Umstände, der konkreten medizinischen Gegebenheiten im Einzelfall oder aufgrund der (haus-) ärztlichen Einschätzung und Empfehlung für oder gegen die angebotene Maßnahme nicht an der Maßnahme teilnehmen. Dies wird bei der Modellierung durch Ansetzen bestimmter Inanspruchnahmequoten berücksichtigt (vgl. Abschnitt 5.4.6). Die tatsächlich in Anspruch genommenen Interventionsmaßnahmen bilden die Grundlage für die mit der Durchführung des Interventionsprogramms assoziierten Kosten. Die Grundlage der Kostenkalkulation ist in Abschnitt 5.4.8 dargestellt.

Bei der Modellierung wird berücksichtigt, dass in Abhängigkeit vom Grad der Glukosestoffwechselstörung bzw. der Art der Versorgung eines manifesten DMT2, dem BMI, dem Alter und dem Geschlecht bestimmte, mit Glukosestoffwechselstörungen assoziierte Begleit- und Folgeerkrankungen auftreten, die wiederum Einfluss auf die Sterbewahrscheinlichkeit ausüben. In den Rou-

tinedaten der DAK-Gesundheit wurden insgesamt neun Erkrankungsgruppen identifiziert, die einen Zusammenhang mit Glukosestoffwechselstörungen aufweisen. Hierbei handelt es sich um glomeruläre Krankheiten, Niereninsuffizienz, Affektionen der Linse und der Netzhaut, Neuropathien, Krankheiten der Arterien, Arteriolen und Kapillaren, Arthropathien, ischämische Herzkrankheiten, zerebrovaskuläre Erkrankungen und Hypertonien. Der Zusammenhang dieser Erkrankungsgruppen mit der Glukosestoffwechsellaage sowie die multivariate Zusammenhgangsstruktur dieser Erkrankungsgruppen werden im Rahmen der Modellierung der mit Diabetes bzw. Prädiabetes assoziierten (Multi-)Morbidity berücksichtigt (siehe Abschnitt 5.4.5).

Darüber hinaus werden Prävalenz und Inzidenz einzelner diabetischer Komplikationen, die teilweise auch in den oben genannten Erkrankungsgruppen inkludiert sind, gesondert modelliert. Hierbei handelt es sich um das diabetische Koma, diabetische Nephropathien, diabetische Augenkomplikationen, neurologische Komplikationen und peripher vaskuläre Komplikationen bei Diabetes mellitus, diabetische Arthropathien und den diabetischen Fuß. Bei der Modellierung dieser Erkrankungen wird angenommen, dass diese in Form diabetischer Folgeerkrankungen ausschließlich bei Bestehen einer manifesten Diabeteserkrankung auftreten. Gleichwohl besteht ein Zusammenhang zwischen der Art der Versorgung des Diabetes mellitus Typ 2 und dem Auftreten diabetischer Komplikationen, der im Rahmen der Modellierung ebenso berücksichtigt wird wie der multivariate Zusammenhang innerhalb der diabetischen Komplikationen sowie mit den modellierten Erkrankungsgruppen (siehe Abschnitt 5.4.5).

Aus Analysen der DAK-Routinedaten ergibt sich, dass neben dem Alter und dem Geschlecht auch die Glukosestoffwechsellaage bzw. die Art der Versorgung eines manifesten DMT2 Einfluss auf die Sterbewahrscheinlichkeit ausüben (vgl. Abschnitt 3.5). Dieser Einfluss bleibt – in abgeschwächter Ausprägung – auch dann bestehen, wenn die Sterbewahrscheinlichkeit auf bestehende Begleit- und Folgeerkrankungen konditioniert wird. Glukosestoffwechselstörungen stellen einen eigenen, von anderen Erkrankungen unabhängigen Risikofaktor für die Sterbewahrscheinlichkeit dar.

Ebenfalls aus Analysen der DAK-Routinedaten geht hervor, dass mit Ausnahme von Arthropathien und Augenerkrankungen (Affektionen der Linse und der Netzhaut) alle oben genannten Erkrankungsgruppen einen signifikanten Einfluss auf die Sterbewahrscheinlichkeit ausüben. Konsequenterweise wird im Rahmen der Modellierung die Sterbewahrscheinlichkeit stratifiziert nach Alter und Geschlecht und in Abhängigkeit von Erkrankungen aus den genannten Erkrankungsgruppen abgebildet. Unter Hinzuziehung der Todesursachenstatistik des Statistischen Bundesamtes wird basierend auf den daraus abgeleiteten morbiditätsbedingten Sterbewahrscheinlichkeiten abgeschätzt, zu welchen Anteilen sich die Todesfälle auf vier kardiovaskuläre Erkrankungsgruppen zurückführen lassen (siehe Abschnitt 5.4.3).

Bei der Modellierung des Gesundheits- und Sterbe geschehens der Bevölkerung im Alter von 40 bis 89 Jahren wird berücksichtigt, dass Menschen in Abhängigkeit von ihrer Glukosestoffwechsellaage und ihrem BMI, ihrem Alter und dem Geschlecht eine unterschiedliche Wahrscheinlichkeit aufwei-

sen, dass sich ihre Stoffwechsellage und ihr BMI im Verlauf eines Jahres verschlechtern, verbessern oder gleichbleiben. Während bei der Abbildung der Morbiditätsstruktur davon ausgegangen wird, dass sich die oben genannten Erkrankungsgruppen wechselseitig bedingen und von der Glukosestoffwechsellage sowie dem BMI abhängen, erfolgt eine Veränderung der Glukosestoffwechsellage und des BMI unabhängig von bestehenden Begleit- und Folgeerkrankungen (siehe Abschnitt 5.4.4).

Bei der Modellierung wird grundsätzlich angenommen, dass sich die Effekte der Interventionsmaßnahmen nicht direkt auf die Sterblichkeit und die Wahrscheinlichkeit für die Entwicklung von Begleit- und Folgeerkrankungen auswirken, sondern dass durch das präventive Versorgungsprogramm bei erfolgreicher Teilnahme eine Verbesserung der Glukosestoffwechsellage und eine Gewichtsreduktion erreicht werden, die sich implizit in einem geringeren Mortalitäts- und Morbiditätsrisiko niederschlagen. Die Verbesserung der Glukosestoffwechsellage stellt den Transmissionsmechanismus dar, über den sich die Verringerung der Morbidität und Mortalität der Interventionsteilnehmer realisieren.

Es wird angenommen, dass die Teilnahme an einer der beiden Varianten des Interventionsprogramms keinen von der Glukosestoffwechsellage und dem BMI unabhängigen Beitrag zur Risikoreduktion für Begleit- und Folgeerkrankungen begründet. Dies stellt eine konservative Annahme zum Umfang der Effekte insbesondere von Lebensstiländerungsprogrammen auf die Morbidität der Teilnehmer dar, da prinzipiell eher davon auszugehen ist, dass Lebensstiländerungen sich positiv auf das Auftreten von kardiovaskulären Erkrankungen auswirken, auch wenn der Glukosestoffwechsel unverändert bleibt.

Eine Verbesserung des Glukosestoffwechsels nach der erfolgreichen Teilnahme an dem Interventionsprogramm ist möglicherweise nicht von Dauer. Bei der Modellierung wird berücksichtigt, dass die Teilnehmer möglicherweise nicht langfristig therapieadhärent sind bzw. es ihnen nicht gelingt, ihren Lebensstil dauerhaft umzustellen. Bei diesen Teilnehmern besteht der Effekt der Intervention aus einer temporär verbesserten Glukosestoffwechsellage und damit einhergehend einem temporär verringerten Mortalitäts- und Morbiditätsrisiko.

Unabhängig vom Erfolg der Teilnahme an einer Intervention und der Dauer der Effekte besteht zudem grundsätzlich die Möglichkeit einer erneuten Verschlechterung des Glukosestoffwechsels oder einer erneuten Gewichtszunahme, die – bei Vorlage der Zugangskriterien – eine erneute Teilnahme an einer Interventionsmaßnahme begründen kann (siehe Abschnitt 5.4.7).

Die Ergebnisgrößen der Simulation beinhalten für beide modellierten Optimierungsszenarien die interventionsinduzierte Entwicklung der Populationsgröße und Populationsstruktur, die Entwicklung der Prävalenz der modellierten Glukosestoffwechsellagen bzw. Versorgungsgruppen mit Diabetes mellitus Typ 2, die Entwicklung der Verteilung des BMI, sowie die Anzahl und den Anteil der Todesfälle und die Prävalenz von Begleit- und Folgeerkrankungen. Alle Ergebnisgrößen werden stratifiziert nach Alter und Geschlecht ermittelt. Darüber hinaus werden die Entwicklung der Inanspruchnahme der beiden Varianten der Interventionsmaßnahme sowie die mit der Inanspruchnahme verbundenen Kosten berichtet.

Aus den Ergebnisgrößen der Simulation lässt sich ableiten, welche Krankheitslast unter der gegenwärtigen und einer optimierten Versorgung zukünftig zu erwarten ist und wie sich die Kosten für die Durchführung der Interventionsmaßnahmen entwickeln werden. Dadurch lässt sich für den simulierten Zeitraum die Entwicklung der Kosteneffektivität unter den beiden Optimierungsvarianten bestimmen.

5.2 Übergreifende methodische Konzepte

5.2.1 Disability Adjusted Life Years (DALY) zur Messung der Krankheitslast

Die verfügbaren Mittel im Gesundheitswesen reichen in der Regel nicht aus, um alle grundsätzlich wünschenswerten und möglichen Leistungen und Maßnahmen zu finanzieren. Daraus erwächst die Notwendigkeit, Prioritäten zu setzen bzw. bewusste Entscheidungen zu treffen, wie viele Mittel für welche Gesundheitsprobleme – in Form von Versorgungsleistungen, Forschungsmitteln usw. – aufgewendet werden sollen.

Solche Entscheidungsprozesse erfordern wegen der Heterogenität von Krankheiten und Gesundheitsstörungen sehr komplexe Abwägungen: Manche Krankheiten führen zu einer erheblichen Verkürzung der Lebenserwartung, andere dagegen sind eher mit Beeinträchtigungen (z. B. Schmerzen, Behinderungen usw.) verbunden, die über lange Zeiträume bestehen und die Lebensqualität der Betroffenen stark, die Lebenserwartung aber kaum vermindern. Welchen Krankheiten sollte bei der Behandlung oder Erforschung größeres Gewicht eingeräumt werden?

Um Entscheidungsprobleme dieser Art auf eine rationalere Grundlage stellen zu können, wurden methodische Konzepte zur Messung der Krankheitslast entwickelt, mit denen die Aspekte „Verkürzung der Lebenserwartung“ und „Verminderung der Lebensqualität“ krankheitsübergreifend quantifiziert werden können. Die beiden wichtigsten dieser Konzepte sind das „Qualitäts-adjustierte Lebensjahr“ (quality-adjusted life year, QALY) und das „Behinderungs-adjustierte Lebensjahr“ (disability-adjusted life year, DALY).

Die beiden Konzepte QALY und DALY ähneln sich, insofern sie die Krankheitslast durch Addition von zwei Komponenten operationalisieren: Die durch vorzeitigen krankheitsbedingten Tod verlorenen Lebensjahre YLL (Years of Life Lost) – also die mit der jeweiligen Krankheit assoziierte Mortalität – und die durch das Leben mit der Krankheit verminderte Lebensqualität YLD (Years Lost due to Disability).

Neben verschiedensten Einzelheiten der methodischen Umsetzung besteht der augenfälligste Unterschied zwischen dem QALY- und DALY-Konzept in der gegenläufigen Umsetzung der zweiten Komponente. Im QALY-Ansatz wird jedes mit der Krankheit verbrachte Lebensjahr mit einem Qualitätsgewicht versehen, welches Werte zwischen „1“ für „völlig gesund“ und „0“ für „tot“ bzw. unter Umständen auch negative Werte für Gesundheitszustände „schlimmer als der Tod“ annehmen kann. In Untersuchungen, die das QALY-

Konzept verwenden geht es also vereinfacht gesprochen darum, möglichst viele QALYs zu erreichen, indem man die Behandlungsmöglichkeiten verbessert und dadurch die Sterblichkeit senkt und/oder die Lebensqualität der Patienten – durch Verminderung der Krankheitssymptome usw. – erhöht.

Im DALY-Ansatz wird dagegen ein „Behinderungsgewicht“ (disability weight, DW) für jedes mit der Krankheit verbrachte Lebensjahr vergeben, das Werte zwischen „0“ für „völlig gesund bzw. frei von Behinderung“ und „1“ für „tot“ annehmen kann. Das DALY-Konzept misst somit die Krankheitslast, die es durch gesundheitliche Versorgung, Prävention usw. zu verringern gilt.

Die Unterschiede sowie Vor- und Nachteile beider methodischen Konzepte werden in einer Reihe von Publikationen erörtert ((Anand und Hanson 1997), (Murray 1994)). Teilweise sind die dort geführten Diskussionen auch überholt, da bspw. das DALY-Konzept in seinen jüngsten Anwendungen im Kontext der neuesten „Burden of Disease Studie“ der WHO gegenüber den früheren Operationalisierungen deutlich verändert wurde ((Murray et al. 2012)). Im Folgenden wird nur das DALY-Konzept in der hier angewendeten Operationalisierung dargestellt, für den größeren Kontext wird auf die zitierte Literatur verwiesen.

Im Rahmen des DAK-Versorgungsreports wird die der Bevölkerung im Alter von 40 bis 89 Jahren entstehende Krankheitslast gemäß dem DALY-Konzept wie nachfolgend dargestellt berechnet:

$$DALY = YLD + YLL$$

Für jedes Simulationsjahr (2015 bis 2065) wird bestimmt, welche Krankheitslast der deutschen Bevölkerung im Alter von 40 bis 89 Jahren durch vorzeitige Sterbefälle sowie aus einer Erkrankung an Diabetes mellitus Typ 2 sowie den neun im Rahmen der Modellierung berücksichtigten Erkrankungsgruppen, die als Begleit- und Folgeerkrankungen des Diabetes mellitus Typ 2 betrachtet werden, entsteht. Im Rahmen dieser Berechnung werden nicht nur Diabetiker berücksichtigt, sondern auch Menschen mit normaler Glukosestoffwechsellage. Die so bestimmte Krankheitslast stellt somit die Gesamtkrankheitslast der deutschen Bevölkerung bezüglich der berücksichtigten Erkrankungsgruppen sowie vorzeitiger Todesfälle dar.

Für die Berechnung der aus Erkrankung resultierenden Krankheitslast YLD wird in jedem Jahr bestimmt, wie viele Menschen an den jeweiligen Gesundheitsstörungen erkrankt sind und aufgrund dessen gesundheitlich und in ihrer Lebensqualität eingeschränkt sind.

Dabei wird berücksichtigt, dass sich die einzelnen Erkrankungen hinsichtlich des Schweregrades der gesundheitlichen Beeinträchtigung und des Grades der Einschränkung der Lebensqualität unterscheiden. Ein mit einer Beeinträchtigung der Gesundheit verbrachtes Lebensjahr wird – je nach Schweregrad der Beeinträchtigung – mit einem unterschiedlichen Behinderungsgewicht (disability weight) bei der Bestimmung der Krankheitslast gewertet. So ist beispielsweise eine Niereninsuffizienz mit einer stärkeren gesundheitlichen Einschränkung verbunden und wird mit einem höheren disability weight gewertet als ein mit Arthrose verbrachtes Lebensjahr.

Die Beeinträchtigung der Lebensqualität (YLD), die der Bevölkerung aus einer Erkrankung k entsteht, wird demnach wie folgt berechnet:

$$YLD_k = DW_k * YD_k$$

Dabei ist YD_k die Anzahl der Lebensjahre, die innerhalb einer Bevölkerung mit Krankheit k verbracht wurden und DW_k ist das dieser Erkrankung k zugeordnete Behinderungsgewicht, das – vereinfacht dargestellt – ausdrückt, um wieviel Prozent die Lebensqualität durch die Erkrankung beeinträchtigt wird. Die Anzahl der Lebensjahre, die innerhalb einer Bevölkerung mit der Erkrankung k verbracht wurden, entspricht der Anzahl der prävalenten Fälle dieser Erkrankung. Auf diese Weise lässt sich für jede Erkrankung die hieraus resultierende Krankheitslast einer Bevölkerung bestimmen.

In den vergangenen Versorgungsreporten zu Schlaganfall, Adipositas und Multimorbidität im Alter wurde auf diese Weise die lebensqualitätsbezogene Krankheitslast der Bevölkerung berechnet. Diabetes mellitus Typ 2 ist jedoch eine Erkrankung, die, solange noch keine Folgeerkrankungen aufgetreten sind, nur mit geringen Auswirkungen auf die Lebensqualität verbunden ist. Diabetiker sind aufgrund ihrer Erkrankung in ihren Ernährungsgewohnheiten leicht eingeschränkt. Diabetiker mit Insulintherapie müssen zudem auf ihre Medikamenteneinnahme in besonderem Maße achten. Auch die Blutzuckerselbstmessungen können die Lebensqualität beeinträchtigen. Insgesamt handelt es sich jedoch hierbei nicht um substantiell gravierende Einschränkungen der Lebensqualität.

Die Bedeutung von Diabetes mellitus für die Krankheitslast der Betroffenen und der Bevölkerung ergibt sich aus den schwerwiegenden und teilweise lebensbedrohlichen Begleit- und Folgeerkrankungen. Eine Studie zur Krankheitslast des Diabetes mellitus muss daher auch die Krankheitslast der Begleit- und Folgeerkrankungen berücksichtigen und sie muss im besonderen Maße die Krankheitslast berücksichtigen, die mit Multimorbidität bei Diabetes mellitus verbunden ist.

Daher wird in diesem Versorgungsreport von der oben beschriebenen und in den bisherigen DAK-Versorgungsreports verfolgten Methodik abgewichen und auf eine Berechnungsmethode zurückgegriffen, die ebenfalls im Kontext der Global Burden of Disease Studien der WHO angewendet wird, um die Krankheitslast bei Multimorbidität zu bestimmen. Dabei wird für jeden einzelnen Menschen i einer Bevölkerung vom Umfang N die Krankheitslast YLD_i aus Erkrankungen $k=1, \dots, K$ wie folgt bestimmt:

$$YLD_i = 1 - \prod_{k=1}^K (1 - DW_k * YD_{i,k})$$

Dabei ist YLD_i die individuelle Krankheitslast von Individuum i , DW_k ist das einer Erkrankung k zugeordnete disability weight (Behinderungsgewicht) und $YD_{i,k}$ ist eine Indikatorvariable, die den Wert 1 annimmt, wenn Individuum i an Erkrankung k erkrankt ist, und den Wert Null, wenn Individuum i an Erkrankung k nicht erkrankt ist.

Die Krankheitslast einer Bevölkerung YLD errechnet sich dann, in dem die individuellen Krankheitslasten YLD_i aller Individuen $i = 1, \dots, N$ einer Bevölkerung summiert werden: (Murray et al. 2012)

$$YLD = \sum_{i=1}^N YLD_i$$

Die Bestimmung der Krankheitslast unter Berücksichtigung von Multimorbidität wird im Folgenden an einem Fallbeispiel erläutert. Es sei angenommen, dass eine Bevölkerung aus fünf Individuen besteht (ID: A bis E). Für diese fünf Individuen soll die Krankheitslast bestimmt werden, die aus drei Erkrankungen (K1 bis K3) resultiert. Die fünf Individuen sind in unterschiedlichem Maße von dieser Erkrankung betroffen. Manche weisen mehrere der drei berücksichtigten Erkrankungen auf.

Ein Erkrankungsprofil dieser fünf Individuen ist in Tabelle 38 dargestellt. Das disability weight (Behinderungsgewicht) für Erkrankung K1 betrage 0,1, Erkrankung K2 sei mit einer Einschränkung der Lebensqualität von 0,2 verbunden und das disability weight von K3 betrage 0,5. Den Spalten K1 bis K3 der Tabelle lässt sich entnehmen, ob das jeweilige Individuum (A bis E) an der jeweiligen Erkrankung erkrankt ist (Wert: 1) oder nicht (Wert: Null). Die Spalte YLD enthält die Berechnung und den Wert der individuellen Krankheitslast gemäß der oben genannten Berechnungsweise. Die Summe aller individuellen Krankheitslasten beträgt 1,62 YLD.²⁰

Tabelle 38: Fallbeispiel für die Bestimmung der Krankheitslast bei Multimorbidität

ID	K1	K2	K3	YLD
A	1	0	0	$1 - ((1 - 0,1 * 1) * (1 - 0,2 * 0) * (1 - 0,5 * 0)) = 0,10$
B	0	1	1	$1 - ((1 - 0,1 * 0) * (1 - 0,2 * 1) * (1 - 0,5 * 1)) = 0,60$
C	1	1	0	$1 - ((1 - 0,1 * 1) * (1 - 0,2 * 1) * (1 - 0,5 * 0)) = 0,28$
D	1	1	1	$1 - ((1 - 0,1 * 1) * (1 - 0,2 * 1) * (1 - 0,5 * 1)) = 0,64$
E	0	0	0	$1 - ((1 - 0,1 * 0) * (1 - 0,2 * 0) * (1 - 0,5 * 0)) = 0,00$
Gesamt				1,62

Quelle: IGES

²⁰ Eine Konsequenz aus dieser Vorgehensweise bei der Bestimmung der Krankheitslast unter Berücksichtigung von Multimorbidität ist, dass die Stationaritätsgleichungen des Markow-Modells, mit dem das Gesundheits- und Sterbe geschehen der Bevölkerung im Alter von 40 bis 89 Jahren simuliert und abgebildet wird, nicht mehr analytisch gelöst werden können. Unter Berücksichtigung von Multimorbidität wären im Rahmen einer analytischen Lösung zu viele Gesundheitszustände zu berücksichtigen, da jede mögliche Kombination aus Erkrankungen einen Gesundheitszustand darstellen würde. Daher werden im Rahmen dieses Versorgungsreports die Ergebnisse der Markow-Modellierung mittels discrete-event simulation (auch: event-driven simulation, ereignisgesteuerte Simulation) bestimmt.

Bei der Anzahl der verlorenen Lebensjahre (YLL), der zweiten Komponente der Krankheitslast der Bevölkerung, kann methodisch nicht differenziert werden, ob bzw. inwieweit das frühzeitige Ableben spezifisch auf Diabetes mellitus oder die Diabetes-assoziierte Beeinträchtigung des Gesundheitszustands (oder z. B. auf die Multimorbidität) zurückzuführen ist. Bei der Bestimmung der Krankheitslast der Bevölkerung eines Jahres werden deshalb die Anzahl der verlorenen Lebensjahre bestimmt, indem für jeden Sterbefall des laufenden Jahres die Differenz zwischen dem Lebensalter der Verstorbenen und einem Alter von 85 Jahren als verlorene Lebensjahre bewertet und bei Bestimmung der YLL und der DALY berücksichtigt werden. Sterbefälle, die ein Sterbealter von mehr als 85 Jahren aufweisen, verringern die YLL um den Betrag, um den das Sterbealter das Referenzalter von 85 Jahren überschreitet.

Die fehlende Möglichkeit, Todesfälle ursächlich einer Erkrankung zuzuordnen und die Berücksichtigung aller Todesfälle bei der Bestimmung der YLL unabhängig von der Todesursache bedeutet, dass das ausgewiesene YLL-Niveau im Gegensatz zum YLD-Niveau nicht den auf Diabetes-assoziierte Begleit- und Folgeerkrankungen bezogenen Beitrag zur Krankheitslast der Bevölkerung ausweist. Die absolute Anzahl der YLL ist das Ergebnis sämtlicher Todesursachen, während die absolute Anzahl der YLD die Krankheitslast für ausgewählte Begleit- und Folgeerkrankungen des Diabetes mellitus reflektiert. Eine Konsequenz daraus ist, dass die in diesem Bericht ausgewiesenen absoluten DALY-Werte in jedem Szenario zu einem relativ hohen Anteil aus YLL bestehen.

Dieser methodische Unterschied zwischen der Berechnung von YLD und YLL ist ebenso wie die Wahl des Referenzalters von 85 Jahren nur für die Interpretation des YLL- bzw. DALY-Niveaus relevant, aber nicht für die Bewertung des Effekts der Interventionen auf die DALY-Krankheitslast (und damit auch nicht für die Berechnungen zur Kosten-Effektivität): Die ermittelte Differenz zwischen Status quo und optimierter Versorgung bildet – sowohl bezüglich YLD als auch YLL – allein die Wirkung der Intervention ab.

Die im Rahmen dieses Konzepts ausgewiesene gesamte Krankheitslast (DALY) der Bevölkerung im Alter von 40 bis 89 Jahren ergibt sich aus der Summe der auf Diabetes mellitus und Diabetes-assoziierte Begleit- und Folgeerkrankungen zurückzuführenden Krankheitslast eines Jahres (YLD) und der Anzahl der verlorenen Lebensjahre (YLL) der Bevölkerung im Alter von 40 bis 89 Jahren. Bei der Berechnung der DALY wird weder eine Altersgewichtung noch eine Diskontierung von DALY vorgenommen.

5.2.2 Kosten-Effektivität der Versorgungskonzepte bei Prädiabetes

Mit den im vorangehenden Abschnitt skizzierten methodischen Konzepten QALY bzw. DALY lassen sich die gesundheitsbezogenen Effekte von Präventions- oder Versorgungsleistungen auf einheitlichen Skalen messen und untereinander vergleichen, indem man ermittelt wie viele QALY durch eine Intervention A (im Vergleich zu B) gewonnen bzw. DALY vermieden werden. Für eine Priorisierung von Interventionen oder allgemeiner ausgedrückt, zur

Unterstützung von Entscheidungen über die Mittelverwendung im Gesundheitswesen, müssen die gesundheitlichen Effekte von Interventionen in Beziehung zu ihren Kosten gesetzt, d. h. Kosten-Effektivitäts-quotienten – Euro pro verhindertes DALY/gewonnenes QALY – berechnet werden.

Kosten-Effektivitätsanalysen in Bezug auf einzelne Behandlungsmaßnahmen werden insbesondere bei neu eingeführten Interventionen durchgeführt. Dabei wird z. B. ein neues Arzneimittel mit einer oder mehreren bereits existierenden Therapien verglichen, indem der Zuwachs an Gesundheit durch die neue Therapie – i. d. R. gemessen in QALYs – zu den zusätzlichen Kosten gegenüber der herkömmlichen Behandlung in Beziehung gesetzt wird (sog. Inkrementelle Kosten-Effektivitäts-Ratio, IKER). Sofern die Zusatzkosten für ein zusätzliches QALY innerhalb akzeptabler Grenzen liegen, wird die neue Therapieform als „kosteneffektiv“ bewertet. Als methodischer Rahmen für diesen Typus von Fragestellungen – allgemein formuliert für Fragen der Optimierung der Allokation eines gegebenen Gesundheitsbudgets – wurde die „Generalisierte Kosten-Effektivitätsanalyse“ (Generalized Cost-Effectiveness Analysis (GCEA), (Hutubessy et al. 2003)) entwickelt. Kennzeichnend für die GCEA ist vor allem, dass die Kosten-Effektivität der bestehenden Interventionsmaßnahmen bezogen auf ein sog. „kontrafaktisches Szenario“ ermittelt wird:

Die Besonderheit bei der Untersuchung des Versorgungskonzepts bei erhöhtem Risiko für Diabetes mellitus Typ 2 besteht darin, dass es derzeit in Deutschland keine etablierten Präventionsmaßnahmen gibt, die primär darauf abzielen, der Entwicklung eines Diabetes mellitus Typ 2 vorzubeugen. Bei Vorsorgeuntersuchungen (bspw. Gesundheitsvorsorgeuntersuchung Check-Up 35) besteht vorrangig das Ziel in der frühzeitigen Erkennung und Diagnose eines Diabetes mellitus, um möglichst frühzeitig eine medizinische Behandlung einzuleiten. Bei der medizinischen Versorgung der Patienten mit Diabetes mellitus liegt der Schwerpunkt auf der Behandlung des Diabetes und der Prävention von Begleit- und Folgeerkrankungen.

Werden im Rahmen von Vorsorgeuntersuchungen auffällige Laborwerte für Blutzucker oder HbA1c festgestellt, die nicht die Definition eines manifesten Diabetes mellitus erfüllen (siehe Abschnitt 2.2), aber auf eine Glukosestoffwechselstörung hindeuten, so ist bei der Besprechung der Befunde vorgesehen, dass in einem ärztlichen Gespräch zu Möglichkeiten der Ernährungsumstellung beraten und durch den Arzt auf lokale Angebote zur Bewegungsförderung hingewiesen wird. Darüber hinaus erhalten Patienten mit einem erhöhten Risiko für die Entwicklung eines Diabetes mellitus nur eher unsystematisch Unterstützung durch das Gesundheitswesen. Ob diese Maßnahmen über einen nennenswerten Effekt hinsichtlich der Prävention von Diabetes mellitus verfügen, ist zumindest fraglich. Das hier untersuchte Versorgungskonzept hat demnach nicht das Ziel, etablierte Versorgungsmaßnahmen zu ersetzen, sondern die bereits vorhandene medizinische und präventive Versorgung zu ergänzen.

Für die Analyse der Kosteneffektivität einer flächendeckenden, bundesweiten Einführung des optimierten Versorgungskonzepts bedeutet dies, dass der Status-quo, also die gegenwärtige Versorgung, gleichzeitig das „kontrafakti-

sche Szenario“ darstellt, in dem überhaupt keine entsprechenden Präventionsmaßnahmen stattfinden. Dementsprechend kann in der Analyse nicht die Kosteneffektivität des optimierten Versorgungskonzepts mit der Kosteneffektivität eines etablierten Versorgungskonzepts verglichen werden. In Abweichung von der allgemein üblichen Vorgehensweise bei Durchführung einer Generalisierten Kosten-Effektivitätsanalyse wird die Analyse der Kosteneffektivität des optimierten Versorgungskonzepts daher wie folgt operationalisiert:

Da derzeit keine Maßnahmen zur Verfügung stehen, die primär das Ziel haben, die Entwicklung eines Diabetes mellitus zu vermeiden, gibt es aus der gegenwärtigen präventiven Versorgung keinen Effekt auf die Krankheitslast, die aus Diabetes mellitus und Diabetes-assoziierten Folgeerkrankungen resultiert.²¹ Im Status quo wird – gemäß der o. g. Definitionen – ausgehend vom Jahr 2015 für jedes Jahr die Krankheitslast (in DALY) geschätzt, die bereits heute entsteht und in der Zukunft entstünde, wenn es weiterhin keine auf die Prävention von Diabetes mellitus abzielenden Interventionsmaßnahmen gäbe.

Die Schätzung erfolgt auf Basis der heute zu beobachtenden Verteilung der Bevölkerung auf die im Rahmen der Modellierung berücksichtigten Gesundheitszustände (sechs Glukosestoffwechsellagen bzw. Versorgungsgruppen mit Diabetes mellitus Typ 2 mit jeweils drei BMI-Stufen), der gegenwärtigen Mortalität und der gegenwärtigen Häufigkeit von Begleit- und Folgeerkrankungen. Dieses Status-quo-Szenario stellt zugleich das „kontrafaktische Szenario“ dar. Die aus dem Status-quo-Szenario resultierende Krankheitslast bildet die alleinige Vergleichsgröße für die Kosteneffektivitätsanalyse des optimierten Versorgungskonzepts.

Im nächsten Schritt wird geschätzt, welche Krankheitslast – gemäß der o. g. Definitionen – in der Bevölkerung im Altersbereich von 40 bis 89 Jahren entstünde, wenn die jeweilige Variante der optimierten Versorgung bei Prädiabetes bundesweit eingeführt würde. Diese Schätzung erfolgt auf Basis der gleichen Schätzparameter wie für das Status-quo-Szenario. Dies entspricht einer Analyse *ceteris paribus*, bei der angenommen wird, dass die auf das Alter, das Geschlecht, den Gesundheitszustand und die Morbidität bedingten Sterbewahrscheinlichkeiten, die auf das Alter, das Geschlecht und den Gesundheitszustand bedingte Inzidenz von Begleit- und Folgeerkrankungen sowie die alters- und geschlechtsspezifischen Übergangswahrscheinlichkeiten zwischen den Gesundheitszuständen über die Jahre gleichbleiben.

Was sich im Vergleich zum Status quo Szenario lediglich ändert, ist die Glukosestoffwechsellage und ggfs. der BMI von denjenigen Teilnehmern der Interventionsmaßnahmen, die diese erfolgreich abschließen. Diese weisen – bei entsprechendem Teilnahmeerfolg – eine verbesserte Glukosestoffwechsellage

21 Dies bedeutet nicht, dass die bestehenden medizinischen Versorgungsmaßnahmen zur Behandlung des Diabetes mellitus und zur Prävention von Begleit- und Folgeerkrankungen bei prävalentem Diabetes mellitus (bspw. umfassende Maßnahmen aus DMP usw.) keinen Effekt auf die Krankheitslast hätten, sondern dass in Abwesenheit von Maßnahmen zur Prävention eines Diabetes mellitus auch kein Effekt von Präventionsmaßnahmen auf die Diabetesinzidenz und mit Diabetes assoziierte Begleit- und Folgeerkrankungen vorliegen kann.

ge und ggfs. einen geringeren BMI auf. Diese verbesserte Glukosestoffwechsellage ist wiederum mit einer im Vergleich geringeren Sterbewahrscheinlichkeit und einer niedrigeren Inzidenzrate verbunden. Daher erkrankten die Teilnehmer seltener an Begleit- und Folgeerkrankungen und weisen eine geringere Sterblichkeit auf.

Die Effekte auf den Glukosestoffwechsel, die aus Interventionsstudien der veröffentlichten Literatur entnommen werden, sind zeitlich begrenzt. Einigen Teilnehmern gelingt es zwar, ihren Glukosestoffwechsel dauerhaft zu verbessern, bei anderen Teilnehmern verschwindet der Effekt der Teilnahme nach einiger Zeit jedoch wieder. Dies bedeutet, dass die mit der verbesserten Glukosestoffwechsellage einhergehende Verringerung der Sterbewahrscheinlichkeit und des Erkrankungsrisikos nur temporär besteht. Da die Wahrscheinlichkeit für eine Verschlechterung der Glukosestoffwechsellage allein vom Alter, dem Geschlecht und der gegenwärtigen Glukosestoffwechsellage abhängt, weisen auch erfolgreiche Teilnehmer einer Interventionsmaßnahme darüber hinaus ein Risiko auf, dass sich der Glukosestoffwechsel wieder verschlechtert. Im Ergebnis kann die erfolgreiche Teilnahme an einer Interventionsmaßnahme daher auch dazu führen, dass die Entwicklung eines Diabetes mellitus nicht verhindert, aber der Eintritt der Erkrankung zeitlich verzögert wird.

Die in diesem Optimierungs-Szenario bestimmte Krankheitslast (in DALY) wird für jedes Jahr ausgehend vom Jahr 2015 mit der entsprechenden Krankheitslast des Status-quo-Szenarios verglichen. Die Differenz der Krankheitslast zwischen diesen beiden Szenarien stellt den gesundheitlichen Nutzen dar, der aus der Einführung des optimierten Versorgungskonzepts resultiert. Dieser gesundheitliche Nutzen ist auch unter den in Abschnitt 5.2.1 genannten Einschränkungen hinsichtlich der Interpretation der absoluten Werte von YLL und DALY als Effekt auf das Versorgungskonzept zurückführbar, da bei einem Vergleich der Versorgungsszenarien nicht das Niveau der YLL bzw. DALY interpretiert wird, sondern die Differenz im Niveau dieser Maßzahlen der Krankheitslast. Das heißt, dass zwar die absolute Höhe der YLL bzw. DALY nicht als allein Diabetes-assoziiert interpretierbar ist, dass aber die Differenz zwischen den Maßzahlen zweier unterschiedlicher Versorgungsszenarien den Effekt der Intervention abbildet.

Unter Berücksichtigung des Bedarfs, der Eignung sowie der Bereitschaft, an der angebotenen Interventionsmaßnahme teilzunehmen, werden im Optimierungs-Szenario für jedes Jahr die Kosten geschätzt, die aus der Inanspruchnahme des Interventionsprogramms resultieren. Kosteneinsparungen, die sich als Folgeeffekt aus der Verbesserung der Glukosestoffwechsellage ergeben, wie bspw. eine Verringerung der Morbidität und die damit einhergehende Verringerung der Behandlungsbedürftigkeit, bleiben unberücksichtigt, da die Interventionsmaßnahme primär nicht darauf abzielt, Behandlungskosten einzusparen oder die Versorgung von Patienten effizienter zu gestalten, sondern der Entwicklung eines Diabetes mellitus Typ 2 vorzubeugen bzw. eine Manifestation zeitlich zu verzögern und dadurch die Dauer der Erkrankung zu verkürzen und die Schwere des Verlaufs zu mildern. Dies stellt einen konservativen Ansatz zur Kostenschätzung dar. Gleichwohl kann zumindest

ein dämpfender Effekt der Maßnahme auf die Behandlungskosten vermutet werden.

Aufgrund der zu erwartenden geringeren Prävalenz von Diabetes mellitus Typ 2 sowie einer damit verbundenen geringeren Häufigkeit von Begleit- und Folgeerkrankungen ist unter dem optimierten Versorgungskonzept eine Verringerung der Häufigkeit von Krankenhausbehandlungen und dementsprechend eine geringere Inanspruchnahme von stationär erbrachten Behandlungsleistungen zu erwarten. Darüber hinaus ist zu erwarten, dass sich unter dem optimierten Versorgungskonzept auch die Inanspruchnahme ambulanter Leistungen verringert und die Maßnahmen einen dämpfenden Effekt auf die Ausgaben für verordnete Arzneimittel ausüben. Auch diese potenziellen Kosteneinsparungen bleiben bei der Bestimmung der Kosteneffektivität unberücksichtigt.

Dieser Ansatz folgt dem Ziel, die Kosten des optimierten Versorgungskonzepts möglichst konservativ zu schätzen und den gesundheitlichen Nutzen nur mit den tatsächlich anfallenden Zusatzkosten für die Durchführung der Maßnahme in Beziehung zu setzen. Die in diesem Bericht ausgewiesene Kosteneffektivität stellt demnach die allein gesundheitsbezogene Kosteneffektivität dar, selbst wenn alle derzeit anfallenden Behandlungskosten unverändert bleiben.

Die Kosteneffektivität des optimierten Versorgungskonzepts ergibt sich aus dem Quotient der Verringerung der Krankheitslast (in DALY) und den damit assoziierten Maßnahmenkosten. Dieser Quotient stellt gleichzeitig die inkrementelle Kosteneffektivität dar, also der Betrag in Euro der dafür aufzuwenden ist, die Krankheitslast der Bevölkerung um ein DALY zu verringern.

Der in diesem Versorgungsreport gewählte Ansatz der GCEA betrachtet die Differenz der Krankheitslast zwischen der aktuellen Versorgung und der Krankheitslast unter einem optimierten Versorgungskonzept in Relation zu den Kosten, die durch das optimierte Versorgungskonzept entstehen. In Abbildung 4 ist die Ermittlung der Kosten-Effektivität des optimierten Versorgungskonzepts schematisch dargestellt.

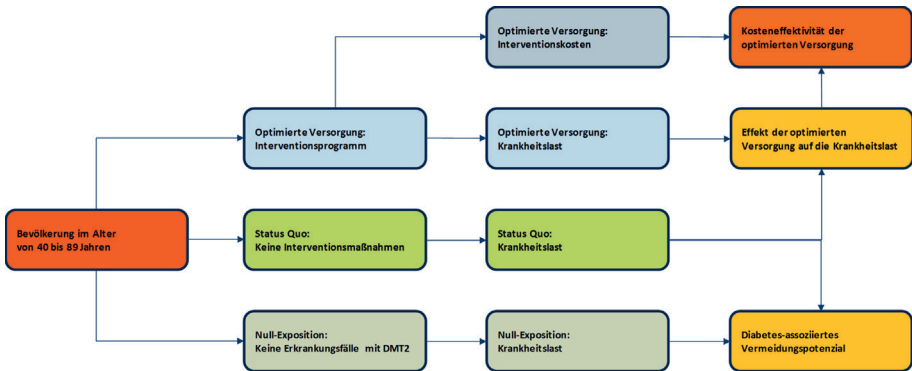
Ergänzend wird in einem dritten Schritt in einem Szenario mit sogenannter Null-Exposition (Null-Szenario) simuliert, welche Krankheitslast der deutschen Bevölkerung im Alter zwischen 40 und 89 Jahren aus den im Rahmen der Modellierung berücksichtigten Begleit- und Folgeerkrankungen des Diabetes mellitus entstehen würde, wenn es keine Erkrankungsfälle mit Diabetes mellitus Typ 2 geben würde.

Auch bei Menschen, die nicht an Diabetes mellitus Typ 2 erkrankt sind und die nicht das mit einer solchen Erkrankung assoziierte Risikoprofil des metabolischen Syndroms aufweisen, können die mit Diabetes mellitus Typ 2 assoziierten Begleiterkrankungen auftreten. Die Inzidenz dieser Begleiterkrankungen fällt bei Menschen mit normaler Glukosestoffwechsellage jedoch deutlich geringer aus. Zum einen können bei Menschen mit normaler Glukosestoffwechsellage keine diabetischen Komplikationen – d. h. ursächlich auf den Diabetes zurückzuführende Folgeerkrankungen des Diabetes mellitus – auftreten, zum anderen besteht aufgrund des günstigeren Risikoprofils von

Risikofaktoren des metabolischen Syndroms auch eine verringerte Inzidenz für Begleiterkrankungen des Diabetes mellitus. Im Null-Szenario wird daher die Krankheitslast geschätzt, die zu erwarten wäre, wenn alle Menschen dieses günstigere Risikoprofil aufweisen würden und keinen manifesten Diabetes mellitus Typ 2 entwickeln würden.

Die Differenz zwischen der Krankheitslast des Status quo und dem Null-Szenario stellt das maximale Vermeidungspotenzial der mit Diabetes mellitus assoziierten Krankheitslast dar. Die Relation zwischen der aus Vergleich zwischen Status quo und Optimierungsszenario ermittelten Verringerung der Krankheitslast und dem maximalen Vermeidungspotenzial der mit Diabetes mellitus Typ 2 assoziierten Krankheitslast vermittelt einen Eindruck, in welcher Größenordnung die mit Diabetes mellitus assoziierte Krankheitslast realistisch vermeidbar wäre. Zu dieser Kenngröße wird die Kosteneffektivität der Maßnahme in Beziehung gesetzt.

Abbildungung 4: Schematische Darstellung der Generalisierten Kosten-Effektivitätsanalyse



Quelle: IGES

5.2.3 Verlaufsanalyse

Die Analyse der Kosteneffektivität einer optimierten Prädiabetes-Versorgung der Bevölkerung im Alter von 40 bis 89 Jahren wird unter der Stationaritätsannahme durchgeführt. Damit ist gemeint, dass die Analyse unter der Annahme erfolgt, dass bedingte Sterbewahrscheinlichkeiten, bedingte Inzidenz- und Prävalenzraten der Begleit- und Folgeerkrankungen, sowie bedingte Übergangswahrscheinlichkeiten zwischen Gesundheitszuständen zwar von Alter, Geschlecht, Glukosestoffwechsellage und bestehenden Erkrankungen abhängigen, nicht jedoch von der Zeit abhängig sind. Vereinfacht ausgedrückt bedeutet dies, dass die Parameter, mit denen die bedingten Übergangs- und Ereigniseintrittswahrscheinlichkeiten des Markow-Modells spezifiziert werden, über die Zeit konstant bleiben.

Weiterhin erfolgt die Analyse unter der Annahme einer stationären proportionalen Bevölkerungszusammensetzung. Dies bedeutet, dass davon ausge-

gangen wird, dass die Populationsanteile nicht von der Zeit abhängen und ebenfalls über die Zeit konstant bleiben.

Die Stationaritätsannahme impliziert, dass die alters- und geschlechtsabhängigen Zustandswahrscheinlichkeiten der jeweiligen Modellierungsszenarien ebenfalls zeitstationär, allerdings abhängig vom jeweiligen Versorgungsregime sind. Beim Optimierungsszenario ergeben sich andere stationäre Zustandswahrscheinlichkeiten als im Status quo. Die Unterschiede in den stationären Zustandswahrscheinlichkeiten (Glukosestoffwechsellage bzw. Art der Versorgung eines prävalenten Diabetes mellitus Typ 2 und BMI) sind eines der zentralen Ergebnisse dieser Analyse.

Die oben genannten Stationaritätsannahmen reflektieren natürlich nicht durchgängig die Wirklichkeit. Tatsächlich lässt sich bereits heute absehen, dass die Bevölkerung Deutschlands in absehbarer Zeit altert. Aus der Entwicklung der Sterbetafeln lässt sich bereits heute ableiten, dass die Lebenserwartung steigt und zukünftig geborene Menschen eine höhere Lebenserwartung – und demnach eine geringere Sterblichkeit – aufweisen als heute geborene Menschen.

Die Stationaritätsannahme erfüllt lediglich den methodischen Zweck, die Effekte einer optimierten Versorgung in einer Analyse *ceteris paribus* und damit ungeachtet einer möglichen Veränderung in Bevölkerungszusammensetzung, bedingter Sterblichkeit und bedingter Morbidität abzuschätzen. Nur so kann bewertet werden, welche Veränderung der Krankheitslast allein auf die Einführung der Interventionsmaßnahmen zurückzuführen ist. Andernfalls wären die ermittelten Effekte durch die Veränderung der Simulationsparameter verzerrt und es müsste differenziert dargestellt werden, welche Effekte aus der Veränderung relevanter Parameter resultieren und in welchem Umfang Effekte ursächlich auf das Versorgungsregime zurückzuführen sind.

Die Stationaritätsannahme impliziert, dass das Krankheits- und Sterbe geschehen einer Kohorte im Lebensverlauf identisch ist mit dem Krankheits- und Sterbe geschehen der Bevölkerung in einer Querschnittsbetrachtung. Unter der Stationaritätsannahme weisen beispielsweise die heute 40-Jährigen in 10 Jahren die gleiche bedingte Erkrankungsprävalenz wie die heute 50-Jährigen auf. Dies folgt aus der Stationaritätsannahme, gemäß der die heute beobachteten Krankheitsprävalenzen sich zwar in Abhängigkeit des Alters unterscheiden, jedoch unabhängig von der Zeit sind.

Für die Modellierung der Effekte einer optimierten Versorgung der Bevölkerung hat dies zur Folge, dass die auf diese Weise ermittelten Ergebnisse einen Zustand reflektieren, der erst dann eintritt, wenn die jüngste der modellierten Kohorten (die 40-Jährigen) das Alter der ältesten modellierten Kohorte (die 89-Jährigen) erreicht hat, d. h. wenn alle Zustandswahrscheinlichkeiten auf ihre stationäre Verteilung konvergiert sind. Der modellierte Zeitraum von 50 Jahren (2015 bis 2065) ergibt sich demnach aus der Altersspanne der Population, für die die Analyse durchgeführt wird.

Dies lässt sich auch praktisch anschaulich darstellen: Wenn ein Präventionsprogramm neu eingeführt wird, dann wird es von einer Bevölkerung in Anspruch genommen, die bereits eine bestimmte Diabetesprävalenz und ein

bestimmtes Niveau an Begleit- und Folgeerkrankungen aufweist. Viele haben bereits einen langen und möglicherweise schwerwiegenden Krankheitsverlauf hinter sich. Die Möglichkeiten, durch ein Präventionsprogramm kurzfristig an dieser Situation etwas zu verändern, sind gering und im ersten Jahr der Einführung (2016) werden deshalb aus der optimierten Versorgung kaum oder nur geringfügige Effekte aus dieser Versorgung zu erwarten sein.

Je länger das Programm jedoch läuft, desto stärker werden sich die Effekte des Präventionsprogramms auswirken. Nachwachsende Generationen können frühzeitig bereits bei beginnenden Glukosestoffwechselstörungen das Programm in Anspruch nehmen. Dadurch werden sie in späteren Jahren eine geringere Diabetesprävalenz aufweisen als die älteren Jahrgänge heute. Mit jedem weiteren Jahr, in dem das Programm implementiert ist, werden die Effekte stärker. Das ist ein typisches Kennzeichen für Präventionsprogramme, bei denen die Aufwendungen und die zu beobachtenden Effekte aus diesen Aufwendungen zeitlich auseinanderfallen.

Innerhalb dieses Zeitraums von 50 Jahren, während derer das Programm erst seine volle Wirkung langsam entfaltet, verändern sich die Zustandswahrscheinlichkeiten, also die alters- und geschlechtsabhängige Prävalenz der Gesundheitszustände, jedes Jahr ein wenig und konvergieren – angefangen mit den 40-Jährigen – sukzessive gegen die stationäre Verteilung der Zustandswahrscheinlichkeiten der Bevölkerung. Dieser Konvergenzprozess wird im Rahmen der Verlaufsanalyse abgebildet, indem für jedes Jahr, in dem das Interventionsprogramm implementiert ist, die Verringerung der Krankheitslast, der Sterbefälle und der prävalenten Fälle mit Begleit- und Folgeerkrankungen im Vergleich zum Status quo berichtet wird. Darüber hinaus ((bitte Satz prüfen■■■■)) werden der Verlauf der Interventionsinanspruchnahme die damit assoziierten Kosten ausgewiesen.

5.2.4 Interventionsinduzierter Bevölkerungszuwachs

Weiter oben wurde ausgeführt, dass im Rahmen der Modellierung von einer stationären Verteilung der Bevölkerungsstruktur hinsichtlich Alter und Geschlecht ausgegangen wird. Dies ist zwar prinzipiell richtig, allerdings verändern sich Populationsgröße und -struktur im Rahmen der Modellierung der optimierten Versorgung leicht. Durch die Teilnahme an den Präventionsmaßnahmen wird bei manchen Menschen die Entwicklung eines Diabetes mellitus Typ 2 verhindert, bei einigen tritt ein manifester Diabetes verzögert ein. Allgemein führt die – wenn auch möglicherweise nur kurzzeitig eintretende – Verbesserung der Glukosestoffwechsellaage bei erfolgreichen Interventionsteilnehmern dazu, dass sie weniger häufig von Begleit- und Folgeerkrankungen des DMT2 betroffen sind. Die geringere Morbidität spiegelt sich wiederum in einer verringerten Sterblichkeit wieder. Dadurch sinkt die Anzahl der Sterbefälle innerhalb der betrachteten Population und dies führt dazu, dass die Populationsgröße im Vergleich zum Status quo höher ausfällt.²²

²² Aussagen zu einer Verringerung der Sterblichkeit und der Verringerung von Todesfällen beziehen sich auf die alterseingeschränkte Population im Alter von 40 bis 89 Jahren. Über die vollständige Lebenszeit einer Population ohne Altersein-

Einfach ausgedrückt: Einer der mittelbaren Effekte von Präventionsprogrammen ist, dass Menschen später sterben und länger leben als ohne diese Präventionsmaßnahmen. Daher steigt die Populationsgröße nach Einführung des Präventionsprogramms während der Dauer des Konvergenzprozesses nahezu kontinuierlich an und erreicht nach einem Zeitraum von 50 Jahren ein neues stationäres Gleichgewicht, das nun höher ausfällt, als es ohne diese Maßnahmen der Fall wäre.

Dieser interventionsinduzierte Bevölkerungszuwachs ist im Allgemeinen dadurch gekennzeichnet, dass er im Vergleich zur übrigen Bevölkerung älter und morbider ist. Es handelt sich hierbei um Fälle, die ohne die Präventionsmaßnahmen frühzeitig verstorben wären. Insofern ist es nicht verwunderlich, wenn das längere Leben auch mit einer altersbedingt höheren Morbidität einhergeht.

Diese zusätzlichen Erkrankungsfälle, die aus dem interventionsinduzierten Bevölkerungszuwachs resultieren, verringern die Effekte der Interventionsmaßnahmen hinsichtlich der lebensqualitätsbezogenen Krankheitslast, erhöhen jedoch die Effekte hinsichtlich der verlorenen Lebensjahre. Im Rahmen des DALY-Konzepts und der Kosteneffektivitätsanalyse findet der interventionsinduzierte Bevölkerungszuwachs daher eine angemessene Berücksichtigung. Pragmatisch ausgedrückt, könnte man sagen: Im Kontext des DALY-Konzepts entsteht durch einen lebenden Kranken weniger Krankheitslast als durch einen gesunden Toten.

Eine angemessene Berücksichtigung des interventionsinduzierten Bevölkerungszuwachses bei Bericht der Effekte einer optimierten Versorgung auf die Anzahl prävalenter Fälle mit Begleit- und Folgeerkrankungen gestaltet sich schwieriger, da die Anzahl der Krankheitsfälle nur sinnvoll bei tatsächlich gleicher Populationsgröße verglichen werden kann. Daher werden die Effekte der optimierten Versorgung auf die Anzahl der Fälle mit Begleit- und Folgeerkrankungen sowie Sterbefälle differenziert berichtet.

Zum einen werden die tatsächlichen Veränderungen von prävalenten Erkrankungsfällen und Sterbefällen im Vergleich zum Status quo unter Berücksichtigung des interventionsinduzierten Bevölkerungszuwachses berichtet. Diese Kennzahlen vermitteln einen Eindruck von den zu erwartenden tatsächlichen Veränderungen von Prävalenz und Sterblichkeit.

Zum anderen wird der Effekt der Interventionsmaßnahmen auf die genannten Kennzahlen unter der Annahme identischer Populationsgröße und Struktur berichtet. Bei dieser Analyse werden nur jene Fälle berücksichtigt, die sowohl im Status quo als auch im Optimierungsszenario das gleiche Lebensalter erreicht haben. Der interventionsinduzierte Bevölkerungszuwachs bleibt bei dieser Betrachtung unberücksichtigt. Diese Kennzahlen sind geeignet, einen Eindruck von der tatsächlichen Effektivität der Interventionsmaßnahmen hinsichtlich der Vermeidung von Krankheitsfällen zu vermitteln.

schränkung betrachtet, handelt es sich hierbei nicht um eine Verringerung der Sterbefälle, sondern um eine zeitliche Verzögerung von Todesfällen bei entsprechend gestiegener Lebenserwartung.

5.3 Datengrundlage der Modellierung

5.3.1 Routinedaten der DAK-Gesundheit

Die für die Simulationsstudie genutzten Routinedaten der DAK-Gesundheit umfassen etwa 4 Millionen Versicherte. Für die Simulationsstudie werden die vertragsärztlichen Abrechnungsdaten von Versicherten der Jahre 2011 bis 2016 ausgewertet. In den Analysen werden alle Personen berücksichtigt, die am 1.1.2011 bei der DAK-Gesundheit versichert waren und die im Beobachtungszeitraum bis zum 31.12.2016 entweder durchgängig bei der DAK-Gesundheit versichert waren oder innerhalb des Beobachtungszeitraums verstorben sind. Versicherte, die innerhalb des Beobachtungszeitraums die Krankenversicherung gewechselt haben oder die nach dem 1.1.2011 neu in die DAK-Gesundheit eingetreten sind, werden von den Analysen ausgeschlossen. Aus technischen Gründen werden ferner alle Versicherten der inzwischen mit der DAK-Gesundheit fusionierten ehemaligen BKK-Gesundheit nicht berücksichtigt.

Für die Simulationsstudie werden auf Basis der DAK-Routinedaten Schätzgrößen bestimmt, mit denen das Gesundheits- und Sterbe geschehen der Bevölkerung im Alter von 40 bis 89 Jahren simuliert wird. Hierfür ist es erforderlich, Versicherte nach ihrer Glukosestoffwechsellage bzw. der Art der Versorgung eines prävalenten DMT2 einzuteilen (Details siehe Abschnitt 5.4.2). Die Operationalisierung dieser Einteilung folgt weitgehend der in Abschnitt 3.2 dargestellten Systematik.

Diese Versicherten der Jahre 2013 bis 2015 stellen die Untersuchungspopulation der Simulationsstudie dar. Berücksichtigt werden in den Analysen alle Versicherten, die sich im jeweiligen Datenjahr im Alter zwischen 40 und 89 Jahren befanden. Bei der Bestimmung der nach Alter und Geschlecht stratifizierten Schätzgrößen werden die Datenjahre 2013 bis 2015 aggregiert. Dies bedeutet, dass die Bestimmung der Schätzgrößen für Versicherte eines bestimmten Altersjahres auf Basis der Datensätze von Versicherten aus den Jahren 2013 bis 2015 erfolgt, die im jeweiligen Datenjahr ein bestimmtes Alter aufwiesen. Insgesamt werden für die Bestimmung der Schätzgrößen damit etwa 12 Millionen Versichertendatensätze herangezogen.

Auf Basis der Untersuchungspopulation werden die zentralen Modellparameter der Modellierung geschätzt. Dazu gehört die Verteilung der Versicherten auf die im Rahmen der Modellierung berücksichtigten Gesundheitszustände (vgl. Abschnitt 5.4.2 und der Anteil der prinzipiell für die Interventionsmaßnahme geeigneten Versicherten gemäß der Zielgruppendefinition (vgl. Abschnitt 5.4.6).

Darüber hinaus wird auf Basis des Routinedatensatzes der DAK die Häufigkeit von Begleit- und Folgeerkrankungen geschätzt. Diese beinhalten neben den mit DMT2 assoziierten Erkrankungsgruppen auch diabetische Komplikationen (siehe Abschnitt 5.4.5).

Die Schätzung der Sterbewahrscheinlichkeit wird ebenfalls auf Basis der Routinedaten der DAK-Gesundheit durchgeführt. Dabei werden nach Alter

und Geschlecht stratifizierte Schätzer für die morbiditätsbedingte und von der Glukosestoffwechsellage abhängende Ein-Jahres-Sterbewahrscheinlichkeit bestimmt. Diese Schätzgrößen werden dann auf populationsbasierte Sterbewahrscheinlichkeiten adjustiert, die aus den Sterbetafeln des Statistischen Bundesamtes entnommen werden (siehe Abschnitt 5.4.3).

Schließlich wird unter anderem auf Basis des Routinedatensatzes geschätzt, mit welcher Wahrscheinlichkeit sich der Gesundheitszustand innerhalb eines Jahres ändert (siehe Abschnitt 5.4.4).

5.3.2 Prävalenz von Prädiabetes aus Auswertungen des Robert Koch-Instituts (RKI) auf Grundlage der Bevölkerungsbefragung DEGS1

Auf Basis der DAK-Routinedaten lassen sich die Versicherten der DAK nicht vollständig in alle Gesundheitszustände einteilen, die im Rahmen der Modellierung berücksichtigt werden. So ist die prädiabetische Glukosestoffwechsellage nicht in Routinedaten der Krankenkassen abgebildet, da es sich hierbei um klinische Daten handelt. Auch der BMI eines Versicherten kann Routinedaten der Krankenkassen nicht entnommen werden.

Die Häufigkeit und Verbreitung (Prävalenz) von Prädiabetes sowie die BMI-Verteilung stratifiziert nach Altersgruppe, Geschlecht und der Glukosestoffwechsellage wird daher statistischen Auswertungen des Robert Koch-Instituts entnommen. Diese Auswertungen, die vom RKI eigens für diesen Bericht angefertigt und IGES zur Verfügung gestellt wurden, basieren auf den Ergebnissen der ärztlichen Untersuchung, die das RKI im Rahmen des großen bevölkerungsbezogenen Surveys DEGS1 (Studie zur Gesundheit Erwachsener in Deutschland) durchgeführt hat. Sie orientieren sich dabei an statistischen Auswertungen, die das RKI in eigenen Studien bereits publiziert hat (Heidemann et al. 2016).

Im Zusammenhang mit den ärztlichen Untersuchungen in DEGS1 wurde den Probanden auch Blut entnommen und eine Reihe von Laborwerten bestimmt (Blutzucker, Cholesterin, etc.). Aus dem Laborwert HbA1c in Verbindung mit Angaben der Probanden zu einer bestehenden Erkrankung an Diabetes mellitus lässt sich die Prävalenz prädiabetischer Glukosestoffwechsellagen abschätzen. Darüber hinaus liegen aus den ärztlichen Untersuchungen zuverlässig gemessene Werte anthropometrischer Daten vor (Körpergröße, Gewicht, etc.), sodass die Häufigkeit von Glukosestoffwechsellagen auch nach BMI stratifiziert werden kann.

Die Ergebnisse der statistischen Auswertungen wurden vom RKI unter Anwendung der Gewichte aus dem Stichprobendesign und der Populationsgewichte auf die Bevölkerung des Jahres 2011 standardisiert. Sie werden im Rahmen der Simulationsstudie dafür verwendet, die Prävalenz von prädiabetischen Glukosestoffwechsellagen stratifiziert nach Geschlecht, Altersgruppe und BMI abzuschätzen und die Versicherten der DAK-Gesundheit entsprechend dieser Prävalenzen zu klassifizieren (siehe Abschnitt 5.4.2). Dies erfolgt unter der Annahme, dass die jeweiligen Prävalenzraten seit 2015 unverändert geblieben sind.

5.3.3 Bevölkerungsstand, Sterbetafel und Todesursachenstatistik des Statistischen Bundesamtes

Die Populationsgrundlage für die Simulation des Gesundheits- und Sterbengeschehens der Bevölkerung im Alter von 40 bis 89 Jahren ist der Bevölkerungsstand im Jahr 2015.

Der Bevölkerungsstand im Jahr 2015 ist der Fortschreibung des Bevölkerungsstandes auf Basis des Zensus 2011 des Statistischen Bundesamtes entnommen. Dieser enthält Angaben über die Anzahl der in Deutschland lebenden Personen im Alter zwischen 40 und 89 Jahren differenziert nach Alter und Geschlecht.

Die nach Alter und Geschlecht differenzierte Sterblichkeit wird der Periodensterbetafel des Jahres 2015 entnommen, die IGES vom Statistischen Bundesamt zur Verfügung gestellt wurde. Diese entspricht der vorausberechneten (Perioden-)Sterbetafel, die bei der 2017 veröffentlichten, aktualisierten Fassung der 13. Bevölkerungsvorausberechnung auf Basis des Bevölkerungsstandes zum 31.12.2015 Anwendung fand (Statistisches Bundesamt 2015). Auf die in der Sterbetafel 2015 dargestellte Sterbewahrscheinlichkeit nach Alter und Geschlecht werden die auf Basis der DAK-Routinedaten geschätzten morbiditäts- und stoffwechsellagebedingten Sterbewahrscheinlichkeiten adjustiert (siehe Abschnitt 5.4.3).

Für die Abschätzung der Effekte einer optimierten Versorgung auf die Anzahl der Sterbefälle differenziert nach Todesursachen wird die Todesursachenstatistik 2015 des Statistischen Bundesamtes herangezogen (Statistisches Bundesamt (Destatis) 2017). Diese enthält in der Langfassung die Sterbefälle 2015 nach ausgewählten Todesursachen, Altersgruppen und Geschlecht (5-Jahres-Altersgruppen). In Verbindung mit dem ebenfalls in dieser Statistik enthaltenen durchschnittlichen Bevölkerungsstand 2015 nach Alter und Geschlecht kann für jede Kombination aus Geschlecht und Altersgruppe die Sterblichkeit nach ausgewählten Todesursachen bestimmt werden. Diese Sterblichkeit bildet die Grundlage für die Abschätzung der Effekte der Intervention auf die Sterbefälle nach Todesursachen (siehe Abschnitt 5.4.3).

5.3.4 Weitere Datenquellen

Die Inanspruchnahme von Gesundheitsvorsorgeuntersuchungen nach Altersgruppe und Geschlecht ist Veröffentlichungen der Gesundheitsberichterstattung des Bundes entnommen, die gemeinsam vom Robert Koch-Institut und dem Statistischen Bundesamt getragen wird ((Zentralinstitut für die kassenärztliche Versorgung in der Bundesrepublik Deutschland 2018)). Aus den veröffentlichten Angaben zur Inanspruchnahmequote der teilnahmeberechtigten Versicherten werden bedingte Inanspruchnahmequoten abgeleitet und an die neue Gesetzeslage, nach der ein Anspruch auf eine gesetzliche Gesundheitsuntersuchung nur noch einmal innerhalb von drei Jahren besteht, angepasst.

Bei einigen Begleiterkrankungen (z. B. Schlaganfall, ischämische Herzerkrankung, etc.) des Diabetes mellitus besteht ein erhöhtes Erkrankungsrisiko im

Zusammenhang mit Übergewicht und Adipositas. Die korrespondierenden BMI-Risikofaktoren dieser Erkrankungen werden einer Publikation von Forster et al. (2011) entnommen (Forster et al. 2011). Die BMI-Risikofaktoren liegen als relatives Risiko je BMI-Einheit differenziert nach Altersgruppe und Geschlecht vor und werden im Zusammenhang mit der Schätzung des Erkrankungsrisikos angewendet, um die Inzidenz bzw. Prävalenz dieser Begleiterkrankungen differenziert nach dem BMI abzubilden (siehe Abschnitt 5.4.5).

Die für die Bestimmung der Krankheitslast erforderlichen disability weights („Behinderungsgewichte“), mit denen die Einschränkung der Lebensqualität aufgrund einer oder mehrerer bestehender Erkrankungen ausgedrückt wird, sind aus einer Publikation im Kontext der Global Burden of Disease Studien abgeleitet (GBD 2017). Aus den veröffentlichten Angaben zu Prävalenz und YLD (Years lost due to disability) werden die der Berechnung zugrundeliegenden disability weights bestimmt (siehe Abschnitt 5.5).

Die Interventionseffekte auf HbA1c und BMI sind den Studien im Kontext des US-amerikanischen Diabetes Prevention Programm (DPP) entnommen (Diabetes Prevention Program Research 2002). Hieraus lassen sich Kurzzeiteffekte (bis 4 Jahre) auf HbA1c und BMI entnehmen. Die im Rahmen der Simulationsstudie modellierten Langzeiteffekte basieren auf veröffentlichten Ergebnissen der DPP Outcome Studies (Diabetes Prevention Program Research 2012, Group 2015).

5.4 Details der Modellierung (Markow-Modell)

Um die Krankheitslast der Bevölkerung im Alter von 40 bis 89 Jahren und die Verringerung dieser Krankheitslast durch Einführung des optimierten Versorgungskonzepts in den beiden untersuchten Varianten evaluieren zu können, wird mit einem Markow-Modell in diskreter Zeit und einem endlichen Zustandsraum die Bevölkerungsstruktur und die Verteilung der Bevölkerung auf die berücksichtigten Gesundheitszustände proportional abgebildet (proportional multi-state life table Markow model) und das Gesundheits- und Sterbegeschehen der Bevölkerung im Zeitverlauf (2015–2065) simuliert.

Ausgehend vom Jahr 2015 wird für jede Alterskohorte im Alter von 40 bis 89 Jahren simuliert, wie sich die Verteilung der Bevölkerung der Alterskohorte auf die berücksichtigten Gesundheitszustände mit fortschreitendem Alter ändert, mit welcher Häufigkeit Diabetes-assoziierte Begleit- und Folgeerkrankungen auftreten und wie sich die Sterbewahrscheinlichkeit der Alterskohorte im Zeitverlauf entwickelt. Um geschlechtsspezifische Unterschiede hinsichtlich der Modellparameter zu berücksichtigen, wird das Gesundheits- und Sterbegeschehen für Männer und Frauen jeweils in einem separaten Markow-Modell abgebildet.

Wie bereits in Abschnitt 5.2.1 kurz erwähnt, wird bei der Bestimmung der Krankheitslast in Abweichung zu vorangegangenen Versorgungsreporten Multimorbidität explizit modelliert. In vorangegangenen Versorgungsreporten wurde die Krankheitslast, die aus mehreren Erkrankungen resultiert, dadurch bestimmt, indem für jede Erkrankung die aus dieser Erkrankung resultierende Krankheitslast in einem separaten Markov-Modell ermittelt wurde. Die auf

diese Weise bestimmten krankheitsbezogenen Krankheitslasten wurden in einem Folgeschritt summiert und als Gesamtkrankheitslast berichtet. Eine explizite Berücksichtigung von Multimorbidität und der Zusammenhgangsstruktur multipler Erkrankungen erfolgte nicht.

Im Zusammenhang mit Diabetes mellitus Typ 2 ist die explizite Berücksichtigung der Zusammenhgangsstruktur von Begleit- und Folgeerkrankungen jedoch bedeutsam, da Diabetes und die daraus resultierenden Begleit- und Folgeerkrankungen kausal von einem gemeinsamen Set an Risikofaktoren des metabolischen Syndroms abhängen, die wiederum ebenfalls eine Zusammenhgangsstruktur aufweisen und sich wechselseitig bedingen bzw. verstärken. Daher wird im Rahmen des vorliegenden Versorgungsreports die aus Multimorbidität resultierende Krankheitslast explizit berücksichtigt.

Eine Konsequenz aus dieser Vorgehensweise bei der Bestimmung der Krankheitslast unter Berücksichtigung von Multimorbidität ist, dass die Stationaritätsgleichungen des Markow-Modells, mit dem das Gesundheits- und Sterbe geschehen der Bevölkerung im Alter von 40 bis 89 Jahren simuliert und abgebildet wird, nicht mehr analytisch gelöst werden können. Unter Berücksichtigung von Multimorbidität wären im Rahmen einer analytischen Lösung zu viele Gesundheitszustände zu berücksichtigen, da jede mögliche Kombination aus Erkrankungen einen Gesundheitszustand darstellen würde. Daher werden im Rahmen dieses Versorgungsreports die Ergebnisse der Markow-Modellierung mittels discrete-event simulation (auch: event-driven simulation, ereignisgesteuerte Simulation) bestimmt.

Bei der ereignisgesteuerten Simulation wird das Gesundheits- und Sterbe geschehen im Lebensverlauf auf Einzelfallebene simuliert. Dabei repräsentiert jeder Einzelfall einen Versicherten, der durch sein Alter, sein Geschlecht, seinen individuellen Gesundheitszustand (Glukosestoffwechsellage und BMI) und seine Begleit- und Folgeerkrankungen charakterisiert ist. Das Modell wird im Status quo mit einer Versichertenkohorte im Alter von 40 Jahren initialisiert. Die Merkmalsausprägungen (Gesundheitszustand, bestehende Begleit- und Folgeerkrankungen) dieser Versichertenkohorte sind den Routinedaten der DAK-Gesundheit aus den Jahren 2013 bis 2015 entnommen.

In der Folge wird für jeden Versicherten dieser Alterskohorte simuliert, welchen Gesundheitszustand der Versicherte im Folgejahr einnimmt, welche Diabetes-assoziierten Begleit- und Folgeerkrankungen der Versicherte entwickelt oder ob der Versicherte im Jahresverlauf verstirbt. Die Modellparameter, die dieser Simulation zugrunde liegen, werden auf Basis des gesamten Versichertenstamms aus den Routinedaten der DAK-Gesundheit geschätzt.

Unter der Stationaritätsannahme (siehe Abschnitt 5.2.3) bedeutet dies, dass die Anwendung der Modellparameter beispielsweise auf die Kohorte der 40-Jährigen eine Merkmalsverteilung erzeugt, die der Merkmalsverteilung der 41-Jährigen in den DAK-Routinedaten entspricht. Im Verlauf der Simulation altert die Kohorte der ursprünglich 40-Jährigen Versicherten und reproduziert dabei für jedes Altersjahr das Gesundheits- und Sterbe geschehen, das sich bei Versicherten der DAK-Gesundheit im jeweiligen Altersjahr empirisch beobachten lässt. Das Gesundheits- und Sterbeverhalten dieser Kohorte im Lebensverlauf, das im Verlauf der Simulation erzeugt und abgebildet wird,

entspricht unter der Stationaritätsannahme dem Gesundheits- und Sterbeverhalten der Gesamtpopulation in der Querschnittsbetrachtung, das wiederum in jedem Verlaufsjahr der Simulation erneut reproduziert wird.

Die Modellparameter der Simulation im Status quo bestehen aus Ereigniseintritts- und Übergangswahrscheinlichkeiten. Die Übergangswahrscheinlichkeiten drücken aus, mit welcher Wahrscheinlichkeit eine Veränderung des Gesundheitszustandes, also der Glukosestoffwechsellage bzw. der Art der Versorgung eines manifesten Diabetes mellitus Typ 2 sowie des BMI, eintritt. Diese werden abgeleitet aus der nach Alter und Geschlecht stratifizierten Verteilung der Gesundheitszustände in den Routinedaten der DAK sowie der Prävalenz von Prädiabetes und der BMI-Verteilung der Bevölkerung im Alter von 40 bis 89 Jahren aus Daten des Robert Koch-Instituts (siehe auch Abschnitt 5.4.2).

Auch das Versterben innerhalb eines Jahres stellt eine Übergangswahrscheinlichkeit dar. Die der Modellierung zugrunde gelegte, nach Alter und Geschlecht stratifizierte morbiditäts- und stoffwechsellagebedingte Sterbewahrscheinlichkeit wird auf Basis der DAK-Routinedaten geschätzt und auf die der Sterbetafel des Statistischen Bundesamtes entnommene Sterbewahrscheinlichkeit des Jahres 2015 stratifiziert nach Alter und Geschlecht adjustiert (siehe Abschnitt 5.4.3).

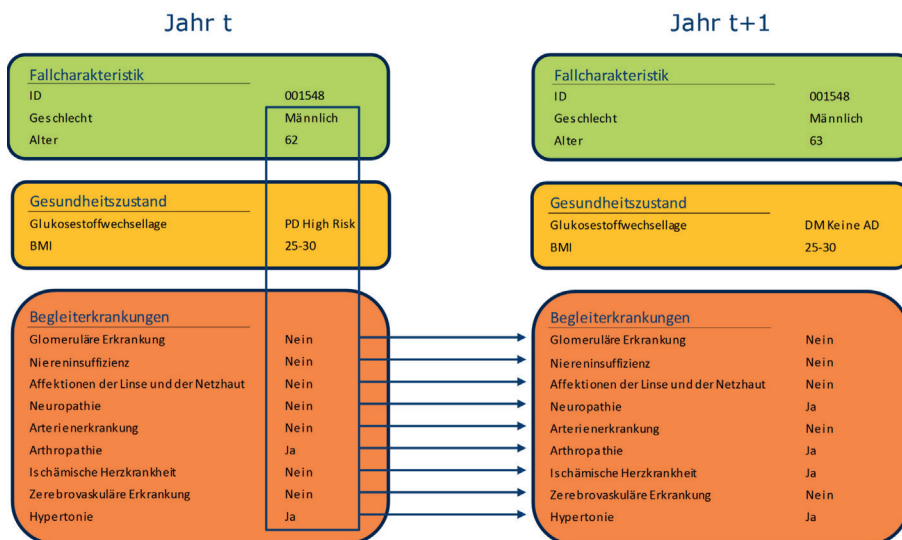
Der Grundaufbau des Markow-Modells, mit dem das Gesundheits- und Sterbe geschehen der Bezugsbevölkerung simuliert wird, ist in Abbildung 5 dargestellt. Neben dem Zustand Tod enthält das Modell achtzehn Gesundheitszustände, die die Glukosestoffwechsellage bzw. die Art der Versorgung eines manifesten Diabetes mellitus Typ 2 repräsentieren und die zusätzlich nach dem BMI differenziert sind. Es wird davon ausgegangen, dass von einem gegebenen Gesundheitszustand nicht jeder beliebige andere Gesundheitszustand innerhalb eines Jahres erreicht werden kann. So werden Übergänge, die mehr als eine BMI-Stufe und/oder mehr als eine Glukosestoffwechsellage umfassen als unplausibel erachtet. Die mit dem „Überspringen“ einer BMI-Stufe oder Glukosestoffwechsellage verbundenen Übergangswahrscheinlichkeiten werden daher per Definition auf Null gesetzt.

In der Abbildung 5 ist für den Gesundheitszustand Prädiabetes High Risk – BMI 2 beispielhaft dargestellt, welche Übergänge eine positive Übergangswahrscheinlichkeit aufweisen. Darunter sind auch Übergänge, die theoretisch zwar eine positive Übergangswahrscheinlichkeit aufweisen, in der Praxis jedoch sehr selten auftreten. Diese im Schaubild rot markierten Übergänge sind durch einen gegenläufigen Verlauf von Glukosestoffwechsellage und Entwicklung des BMI gekennzeichnet. Tatsächlich treten diese Verläufe nur sporadisch auf, weshalb die mit diesen Verläufen verbundenen Übergangsraten für alle Altersjahre entweder Null sind oder sehr gering ausfallen.

stoffwechsellage und des BMI auf Basis der Routedaten der DAK-Gesundheit geschätzt (siehe Abschnitt 5.4.5) und auf die Prävalenz der Begleit- und Folgeerkrankungen im Jahr 2015 adjustiert.

Für jeden Versicherten einer Alterskohorte wird in jedem Verlaufsjahr auf Basis der Fallcharakteristik, des Gesundheitszustandes sowie bestehender Begleit- und Folgeerkrankungen bestimmt, an welchen Begleit- und Folgeerkrankungen der Versicherte im Folgejahr erkrankt ist. In Abbildung 6 ist die Simulation der Entwicklung von Begleiterkrankungen des Diabetes mellitus Typ 2 beispielhaft für einen Versicherten schematisch dargestellt.

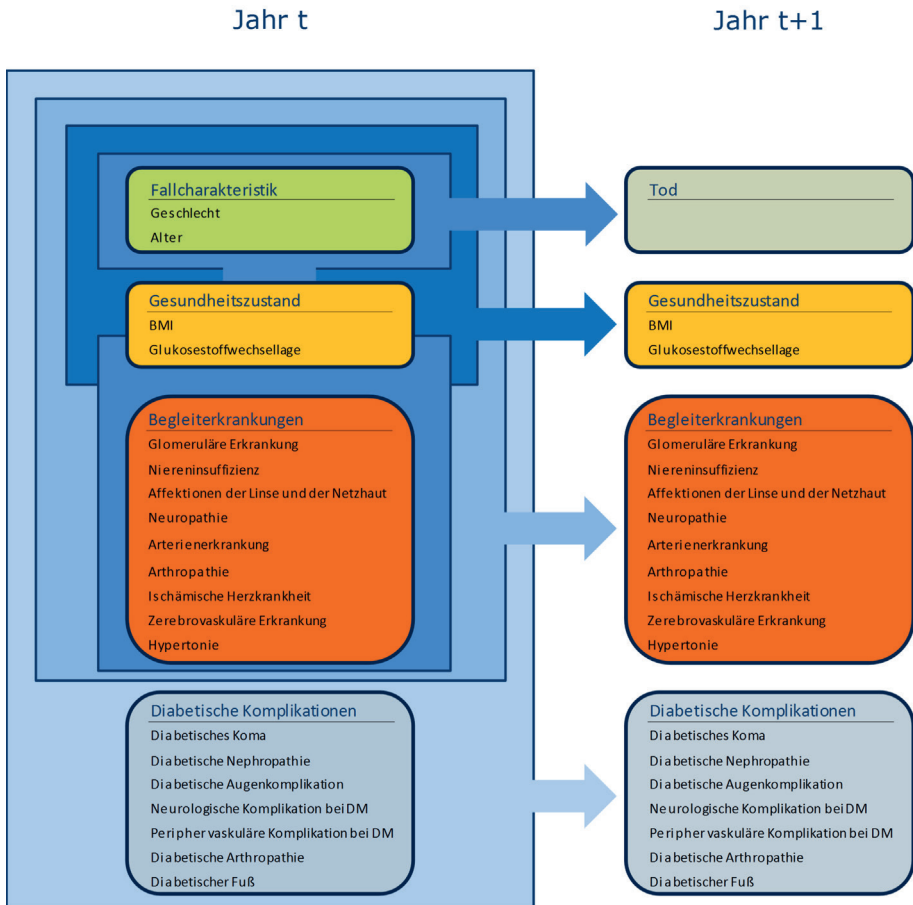
Abbildung 6: Schematische Darstellung der Entwicklung von Begleiterkrankungen im Rahmen der ereignisgesteuerten Simulation auf Einzellebene



Quelle: IGES

Die Vorgehensweise bei der Abbildung von diabetischen Komplikationen erfolgt analog. Allerdings wird bei der Abbildung von Folgeerkrankungen des Diabetes mellitus davon ausgegangen, dass diese nur Versicherte mit manifester Diabeteserkrankung betrifft, da es sich bei diabetischen Komplikationen um Erkrankungen handelt, deren Entwicklung sich ursächlich auf eine Erkrankung an Diabetes mellitus zurückführen lässt. In Abbildung 7 ist die Abhängigkeitsstruktur aller im Rahmen der Simulation verwendeten Modellparameter schematisch dargestellt.

Abbildung 7: Abhängigkeitsstruktur von Modellparametern des Markov-Modells



Quelle: IGES

In den folgenden Abschnitten werden die Details der Modellierung näher erläutert. Die der Modellierung zugrundeliegenden Populationsgrößen sind in Abschnitt 5.4.1 dargestellt. In Abschnitt 5.4.2 wird die Operationalisierung der Gesundheitszustände in den Routinedaten der DAK-Gesundheit erläutert. Das Schätzverfahren für die Bestimmung der Wahrscheinlichkeit, eine Begleit- und Folgeerkrankung zu entwickeln, wird in Abschnitt 5.4.5 erläutert, das Schätzverfahren für die Bestimmung der Sterbewahrscheinlichkeit wird in Abschnitt 5.4.3 präsentiert. Das Verfahren zur Bestimmung der Übergangswahrscheinlichkeiten ist in Abschnitt 5.4.4 dargestellt. Die im Optimierungsszenario untersuchten Interventions- und Therapievarianten sowie die mit diesen Alternativszenarien verbundenen Inanspruchnahmequoten lassen sich Abschnitt 5.4.6 entnehmen. Die Details zur Umsetzung der aus der Literatur entnommenen Effektschätzer bei erfolgreicher Teilnahme am Interventionsprogramm können 5.4.7 entnommen werden. Die für die Kostenkalku-

lation des Interventionsprogramms relevanten Details sind in Abschnitt 5.4.8 aufgeführt.

5.4.1 Populationsgrößen

Die Populationsgrundlage der Simulationsstudie ist die Bevölkerung Deutschlands im Alter zwischen 40 und 89 Jahren im Jahr 2015. Zum Ende des Jahres 2015 lebten etwa 46,3 Mio. Menschen im Alter zwischen 40 und 89 Jahren in Deutschland. Die Zusammensetzung der Bevölkerung nach Altersgruppe und Geschlecht ist in Tabelle 39 dargestellt. Die Zusammenfassung in Altersgruppen erfolgt hier lediglich zum Zweck einer anschaulicheren Darstellung. Für die Simulationsstudie werden die Bevölkerungsangaben des Statistischen Bundesamtes nach Altersjahren verwendet.

Die Simulation des Gesundheits- und Sterbegeschehens erfolgt unter der Annahme eines gleichbleibenden Bevölkerungsstandes und einer zeitkonstanten Bevölkerungszusammensetzung für den gesamten Simulationszeitraum von 2015 bis 2065. Diese Annahme erfolgt aus methodischen Gründen und reflektiert nicht die tatsächlichen Gegebenheiten. Tatsächlich lässt sich bereits heute absehen, dass die Bevölkerung Deutschlands in den nächsten Jahren zunehmend älter wird. Mit der Analyse ist jedoch nicht intendiert, die Entwicklung der Krankheitslast unter Berücksichtigung des demographischen Wandels abzubilden, sondern die Effekte auf die Krankheitslast der Bevölkerung zu untersuchen, die sich aus der Teilnahme an Maßnahmen bei Prädiabetes ergeben und die sich ursächlich auf die Einführung einer der beiden Varianten des Interventionsprogramms zur Prävention von Diabetes mellitus Typ 2 zurückführen lassen. Insofern stellt die Analyse keine Projektion der zukünftigen Krankheitsentwicklung dar, sondern erfolgt als Analyse *ceteris paribus*.

Tabelle 39: Populationsgrundlage der Simulationsstudie: Bevölkerungsstand und Bevölkerungszusammensetzung nach Altersgruppe und Geschlecht der Bevölkerung Deutschlands im Alter zwischen 40 und 89 Jahren zum Ende des Jahres 2015

Alter	Männer	Frauen	Gesamt
40–44 Jahre	2.518.808	2.471.280	4.990.088
45–49 Jahre	3.302.545	3.221.159	6.523.704
50–54 Jahre	3.510.827	3.443.938	6.954.765
55–59 Jahre	3.012.491	3.026.149	6.038.640
60–64 Jahre	2.529.258	2.672.798	5.202.056
65–69 Jahre	2.080.322	2.251.562	4.331.884
70–74 Jahre	1.847.371	2.121.822	3.969.193
75–79 Jahre	1.889.669	2.380.229	4.269.898

Alter	Männer	Frauen	Gesamt
80–84 Jahre	1.019.477	1.504.935	2.524.412
85–89 Jahre	504.530	982.170	1.486.700
Gesamt	22.215.298	24.076.042	46.291.340

Quelle: Statistisches Bundesamt (2017)

5.4.2 Gesundheitszustände

Bei der Modellierung des Gesundheits- und Sterbegeschehens der Bevölkerung im Alter von 40 bis 89 Jahren werden insgesamt achtzehn Gesundheitszustände berücksichtigt. Diese Gesundheitszustände repräsentieren zum einen den Schweregrad einer möglicherweise bestehenden Glukosestoffwechselstörung, zum anderen den Schweregrad eines möglicherweise vorliegenden Übergewichts.

Dabei werden sechs unterschiedliche Zustände der Glukosestoffwechsellage berücksichtigt, die sich durch den Schweregrad einer bestehenden Glukosestoffwechselstörung unterscheiden. In der ersten Stufe liegt eine normale Glukosestoffwechsellage vor, die durch eine regelgerechte Glukosetoleranz mit normgerechten Laborwerten für Blutzucker und HbA1c gekennzeichnet ist. In der zweiten und dritten Stufe liegen prädiabetische Glukosestoffwechsellagen vor. In diesen Stufen ist der Glukosestoffwechsel gestört und es liegen auffällige Laborwerte für Blutzucker, Glukosetoleranz oder HbA1c vor. Allerdings ist der Grad der Stoffwechselstörung bei beiden Zuständen nicht soweit ausgeprägt, dass eine manifeste Erkrankung an Diabetes mellitus Typ 2 vorliegt. Die Laborwerte für Blutzucker, Glukosetoleranz oder HbA1c befinden sich unterhalb der Schwellenwerte, ab denen von einer Diabeteserkrankung ausgegangen werden kann (vgl. Abschnitt 2.4).

Die beiden prädiabetischen Glukosestoffwechsellagen unterscheiden sich in der Höhe des Risikos für die Entwicklung eines DMT2. Während in Stufe 2 ein eher geringes Risiko besteht, ist das Risiko in Stufe 3 erhöht. In Stufe 2 besteht im Vergleich zu einer normalen Glukosestoffwechsellage kein erhöhtes Risiko für Begleiterkrankungen des Diabetes mellitus und entsprechend bestehen zwischen der prädiabetischen Glukosestoffwechsellage in Stufe 2 und der normalen Glukosestoffwechsellage keine Unterschiede in Morbidität und Sterblichkeit. In Stufe 3 liegt dagegen eine prädiabetische Glukosestoffwechsellage vor, die sich nahe oder an der Schwelle zu einer manifesten Erkrankung an DMT2 befindet und bei der bereits ein erhöhtes Risiko für Begleiterkrankungen vorliegt. Dementsprechend ist Stufe 3 im Vergleich mit den Stufen 1 und 2 durch eine leicht erhöhte Morbidität und Sterblichkeit gekennzeichnet.

In den Stufen 4 bis 6 liegen diabetische Stoffwechsellagen vor. Bei diesen Zuständen handelt es sich also um eine manifeste Erkrankung an DMT2. Die drei Stufen mit diabetischer Stoffwechsellage unterscheiden sich hinsichtlich der Schwere des Verlaufs der Erkrankung. In Stufe 4 liegt eine Störung vor,

bei der der Blutzuckerspiegel noch mit Elementen der Basistherapie kontrolliert und auf einem aus medizinischer Sicht hinreichenden Niveau stabilisiert werden kann. Gemäß der Leitlinie zur Behandlung eines Diabetes mellitus Typ 2 stellt die Basistherapie (Ernährungsumstellung, Bewegung) die erste Stufe der Behandlung bei einer Neuerkrankung dar.

Ist mit den Mitteln der Basistherapie keine hinreichende Kontrolle des Blutzuckerspiegels zu erreichen, soll gemäß Leitlinie eine medikamentöse Therapie mit Wirkstoffen aus der Gruppe der oralen Antidiabetika eingeleitet werden. Diesen Zustand repräsentiert die fünfte Stufe der Glukosestoffwechsellagen.

Die sechste und höchste Stufe ist dadurch gekennzeichnet, dass mit Mitteln der Basistherapie und einer begleitenden medikamentösen Therapie mit oralen Antidiabetika keine hinreichende Kontrolle der Blutzuckerwerte mehr erreicht werden kann. Gemäß Leitlinie erfolgt in diesem Fall eine Therapieeskalation auf Insulin.

Die Therapieeskalation bei einer manifesten Erkrankung mit reflektiert die Schwere des Verlaufs der Erkrankung. Diese Unterschiede im Schweregrad der Glukosestoffwechselstörung zeigen sich auch in einem zunehmenden Risiko für die Entwicklung von Folgeerkrankungen bzw. diabetischen Komplikationen. Entsprechend unterscheiden sich die drei diabetischen Stoffwechsellagen durch eine ansteigende Prävalenz von ursächlich auf Diabetes zurückzuführenden Folgeerkrankungen. Im Vergleich mit den Stufen 1 bis 3 (normale Glukosestoffwechsellage und prädiabetische Zustände) sind die Stufen 4 bis 6 durch ein erhöhtes Risiko für Begleiterkrankungen und eine erhöhte Sterblichkeit gekennzeichnet. Die unterschiedliche Art der Versorgung eines manifesten DMT2 stellt demnach eine Operationalisierung der Erkrankungsschwere und/oder der Erkrankungsdauer einer Diabeteserkrankung in Routinedaten der Krankenkassen dar.

Jeder der sechs Zustände der Glukosestoffwechsellage wird nach drei Stufen der relativen Körpermasse differenziert abgebildet, die einen unterschiedlichen Schweregrad des Übergewichts repräsentieren. In der ersten Stufe liegt Normalgewicht vor, das durch einen BMI von unter 25 kg/m^2 gekennzeichnet ist. Die zweite Stufe repräsentiert Übergewicht. Dieses liegt bei einem BMI zwischen 25 kg/m^2 und unter 30 kg/m^2 vor. Ab einem BMI von 30 kg/m^2 handelt es sich um eine Erkrankung an Adipositas. Diese bildet die dritte Stufe der relativen Körpermasse. Eine darüber hinaus gehende Differenzierung der unterschiedlichen Schweregrade der Adipositas erfolgt nicht.

Die Differenzierung der Glukosestoffwechsellagen nach dem BMI erfolgt aus zwei Gründen. Zum einen ist Übergewicht bzw. Adipositas ein Risikofaktor des metabolischen Syndroms, der mit einem erhöhten Risiko für bestimmte Erkrankungen verbunden ist, darunter auch einige Begleiterkrankungen des Diabetes mellitus (bspw. Schlaganfall, ischämische Herzerkrankung, etc.). Durch die Berücksichtigung von Übergewicht bei den Gesundheitszuständen in der Modellierung ist es möglich, dieses erhöhte Erkrankungsrisiko und die damit verbundene erhöhte Prävalenz dieser Begleiterkrankungen abzubilden und bei der Bestimmung der Krankheitslast zu berücksichtigen. Zum anderen wirken sich Maßnahmen des Interventionsprogramms teilweise nicht nur auf die Glukosestoffwechsellage, sondern auch auf das Gewicht

aus (vgl. Abschnitt 5.4.7). Dies bedeutet, dass übergewichtige Interventionsteilnehmer von bestimmten Maßnahmen stärker profitieren als Teilnehmer mit Normalgewicht. Durch die Berücksichtigung des Gewichts bei der Modellierung der Interventionseffekte lassen sich die unterschiedlichen Effektgrößen auf die Krankheitslast differenziert abbilden.

Eine Übersicht der im Rahmen der Simulation berücksichtigten Gesundheitszustände ist in Tabelle 40 aufgeführt.

Tabelle 40: Gesundheitszustände des Markov-Modells

	BMI		
Glukosestoffwechsellage	Normaler Glukosestoffwechsel BMI unter 25	Normaler Glukosestoffwechsel BMI 25 bis unter 30	Normaler Glukosestoffwechsel BMI 30 und höher
	Prädiabetes mit geringem Risiko für die Entwicklung eines Diabetes (PD low risk) BMI unter 25	Prädiabetes mit geringem Risiko für die Entwicklung eines Diabetes (PD low risk) BMI 25 bis unter 30	Prädiabetes mit geringem Risiko für die Entwicklung eines Diabetes (PD low risk) BMI 30 und höher
	Prädiabetes mit hohem Risiko für die Entwicklung eines Diabetes (PD high risk) BMI unter 25	Prädiabetes mit hohem Risiko für die Entwicklung eines Diabetes (PD high risk) BMI 25 bis unter 30	Prädiabetes mit hohem Risiko für die Entwicklung eines Diabetes (PD high risk) BMI 30 und höher
	Diabetes mellitus ohne Verordnung von Antidiabetika (DMT2 ohne AD) BMI unter 25	Diabetes mellitus ohne Verordnung von Antidiabetika (DMT2 ohne AD) BMI 25 bis unter 30	Diabetes mellitus ohne Verordnung von Antidiabetika (DMT2 ohne AD) BMI 30 und höher
	Diabetes mellitus mit Verordnung von oralen Antidiabetika (DMT2 OAD) BMI unter 25	Diabetes mellitus mit Verordnung von oralen Antidiabetika (DMT2 OAD) BMI 25 bis unter 30	Diabetes mellitus mit Verordnung von oralen Antidiabetika (DMT2 OAD) BMI 30 und höher
	Diabetes mellitus mit Verordnung von Insulin (DMT2 Insulin) BMI unter 25	Diabetes mellitus mit Verordnung von Insulin (DMT2 Insulin) BMI 25 bis unter 30	Diabetes mellitus mit Verordnung von Insulin (DMT2 Insulin) BMI 30 und höher

Quelle: IGES

5.4.2.1 Vorgehensweise bei der Operationalisierung der Gesundheitszustände

Wie eingangs dieses Abschnitts bereits dargestellt, erfolgt die Simulation des Gesundheits- und Sterbegeschehens der Bevölkerung im Alter von 40 bis

89 Jahren mittels ereignisgesteuerter Simulation auf Fallebene. Für die Initialisierung der Simulation ist es daher erforderlich, über eine Kohorte von 40-Jährigen zu verfügen, für die alle im Rahmen der Simulation erforderlichen Merkmale und insbesondere auch die individuellen Gesundheitszustände auf Einzelfallebene vorliegen.

Darüber hinaus erfordert die Schätzung von zentralen Modellparametern der Simulation zumindest die nach Alter und Geschlecht stratifizierte Verteilung der Gesundheitszustände für alle Jahrgänge. Für einige Modellparameter ist zudem die Glukosestoffwechsellage auf Einzelfallebene erforderlich.

Wie in Abbildung 7 dargestellt, hängen die Übergangswahrscheinlichkeiten der Gesundheitszustände, also die Wahrscheinlichkeit, innerhalb eines Jahres den Gesundheitszustand zu verbessern, zu verschlechtern oder beizubehalten, lediglich vom Gesundheitszustand des Vorjahres ab. Daher können diese Übergangswahrscheinlichkeiten auf Basis der Häufigkeitsverteilung der Gesundheitszustände geschätzt werden, ohne dass diese auf Einzelfallebene vorliegen müssen (vgl. auch Abschnitt 5.4.4).

Die Schätzung der (bedingten) Wahrscheinlichkeit für die Entwicklung einer Begleit- und Folgeerkrankung erfordert eine Identifikation der Glukosestoffwechsellage auf Einzelfallebene, da diese bedingten Wahrscheinlichkeiten auch vom individuellen Krankheitsprofil des Vorjahres abhängen (vgl. Abbildung 7). Eine Identifikation des BMI auf Einzelfallebene ist dennoch nicht erforderlich, da für die Differenzierung der Erkrankungswahrscheinlichkeit nach dem BMI auf aus der Literatur bekannte BMI-Risikofaktoren zurückgegriffen werden kann, die für die Glukosestoffwechsellagen in der erforderlichen Differenzierung nicht vorliegen (siehe auch Abschnitt 5.4.5). Gleichwohl erfordert eine nach dem BMI differenzierte Abbildung des Erkrankungsrisikos Angaben über die BMI-Verteilung nach Alter und Geschlecht in der Bevölkerung im Alter von 40 bis 89 Jahren.

Die Schätzung der Sterbewahrscheinlichkeit ist, wie Abbildung 7 entnommen werden kann, unabhängig vom BMI, aber abhängig von der Glukosestoffwechsellage. Für die Schätzung dieses Modellparameters ist es daher erforderlich, dass alle Glukosestoffwechselzustände für alle Altersjahre auf Einzelfallebene vorliegen.

Aus den Routinedaten der DAK-Gesundheit lässt sich entnehmen, ob ein Versicherter an Diabetes mellitus erkrankt ist und ob bzw. mit welcher Therapie eine bestehende Erkrankung medikamentös behandelt wird. Auch bestehende Begleit- und Folgeerkrankungen des Diabetes mellitus liegen in den Routinedaten vor. Darüber hinaus lassen sich aus den Routinedaten der DAK-Gesundheit bedingte Sterbewahrscheinlichkeiten schätzen, um diese Schätzgrößen dann im Anschluss auf populationsbasierte Statistiken der Sterblichkeit zu adjustieren.

Allerdings liegen einige Ausprägungen der Gesundheitszustände in Routinedaten der Krankenkassen nicht vor. Die Routinedaten enthalten keine Angaben über den BMI eines Versicherten und keine Labormesswerte aus Blutuntersuchungen. Gemäß ICD-10-Systematik ist es den abrechnenden Leistungserbringern zwar prinzipiell möglich, eine Diagnose Adipositas zu

kodieren (ICD E66.-), allerdings ist aus Vergleichen zwischen der Häufigkeit von in Routinedaten kodierten Fällen mit Adipositas und epidemiologischen Untersuchungen bekannt, dass Adipositas in Routinedaten untererfasst ist (Nolting et al. 2016). Zudem ist in der ICD-Systematik eine Kodierung von Übergewicht (BMI zwischen 25 und 30) nicht vorgesehen.

Für erhöhte Blutglukosewerte ist in der ICD-10-Systematik zwar eine Entität vorgesehen (R73.-), allerdings fällt hier bei einem Vergleich der Häufigkeit mit den in Studien ermittelten Prävalenzen von Prädiabetes die Untererfassung noch größer als bei Adipositas aus. Ein Grund hierfür könnte sein, dass die Kodierung dieser Entität weitgehend folgenlos ist. Prädiabetes ist nicht als Erkrankung anerkannt und es existieren derzeit keine, in systematischer Weise durchgeführten (Therapie-)Maßnahmen, für die eine Kodierung des Prädiabetes Voraussetzung wäre oder die einen Zusammenhang mit dem Vorliegen einer prädiabetischen Stoffwechsellage erfordern. Zudem ermöglicht die Entität R73.- keine Differenzierung zwischen Versicherten mit geringem oder hohem Risiko für die Entwicklung eines Diabetes mellitus.

Aus Publikationen und Daten des Robert Koch-Instituts lassen sich jedoch Angaben zur Häufigkeit von Prädiabetes und der Verteilung des BMI der Bevölkerung im Alter von 40 bis 79 Jahren entnehmen. Diese basieren auf der DEGS1-Studie, die das RKI in den Jahren 2009 bis 2011 in der deutschen Bevölkerung durchgeführt hat. Aus den dort gemessenen Laborwerten des HbA1c in Verbindung mit Angaben der Probanden zu einer bestehenden Erkrankung an Diabetes mellitus lässt sich die Prävalenz prädiabetischer Glukosestoffwechsellage abschätzen. Darüber hinaus liegen aus den ärztlichen Untersuchungen zuverlässig gemessene Werte anthropometrischer Daten vor (Körpergröße, Gewicht, etc.), sodass die Häufigkeit von Glukosestoffwechsellagen auch nach BMI stratifiziert werden kann.

In Verbindung mit einer Publikation des Robert Koch-Instituts über die Verteilung des BMI in der Erwachsenenbevölkerung lässt sich die Verteilung von Glukosestoffwechsellage und BMI stratifiziert nach Altersgruppe und Geschlecht angeben. Der erste Schritt der Operationalisierung der modellierten Gesundheitszustände in den Routinedaten der DAK besteht demnach darin, aus den Daten des RKI die Häufigkeitsverteilung der Gesundheitszustände stratifiziert nach Altersgruppe und Geschlecht zu bestimmen. Im zweiten Schritt erfolgt dann die eigentliche Operationalisierung der Gesundheitszustände in den Routinedaten entsprechend der aus Daten des RKI bestimmten Häufigkeitsverteilung.

5.4.2.2 Häufigkeitsverteilung der Gesundheitszustände in der Bevölkerung im Alter von 18 bis 79 Jahren auf Basis von Daten und Auswertungen des RKI

Die Bestimmung der Häufigkeitsverteilung der Gesundheitszustände in der Bevölkerung im Alter von 40 bis 79 Jahren stützt sich im Wesentlichen auf statistische Auswertungen der Ergebnisse der Befragungsstudie DEGS1. Diese Auswertungen wurden vom RKI eigens für diesen Bericht für IGES durchgeführt, orientieren sich jedoch stark an bereits bestehenden Publikati-

onen des RKI. Die Auswertungssystematik folgt hierbei einer Publikation von Heidemann et al. (2016), in der u. a. die Prävalenz von Prädiabetes in der deutschen Bevölkerung untersucht wurde.

Den Ausgangspunkt der Bestimmung der Häufigkeitsverteilung der Gesundheitszustände bildet die in Tabelle 41 dargestellte bedingte Häufigkeit einer prädiabetischen Stoffwechsellage. Die Punktschätzer sind bedingt auf die Altersgruppe, das Geschlecht und den BMI. Die Operationalisierung von Prädiabetes erfolgte auf Basis des Wertes für den HbA1c aus einer Blutabnahme im Rahmen der ärztlichen Untersuchung. Für die Bewertung einer prädiabetischen Glukosestoffwechsellage wird die in Abschnitt 2.4 aufgeführte Definition des Prädiabetes herangezogen, die auch derjenigen entspricht, die das RKI in seinen Publikationen zu Prädiabetes anwendet (Heidemann et al. 2016). Gemäß dieser Definition liegt ein Prädiabetes vor, wenn der HbA1c zwischen 5,7 % und unter 6,5 % beträgt.

Tabelle 41: Punktschätzer und 95 %-Konfidenzintervall für den Anteil mit prädiabetischer Glukosestoffwechsellage nach Altersgruppe, Geschlecht und BMI

Alter	BMI-Stufe	Männer		Frauen	
		Anteil mit Prädiabetes	95 %-CI	Anteil mit Prädiabetes	95 %-CI
40–49 Jahre	1	0,149	[0,092; 0,231]	0,095	[0,059; 0,149]
40–49 Jahre	2	0,250	[0,180; 0,337]	0,136	[0,080; 0,222]
40–49 Jahre	3	0,285	[0,204; 0,382]	0,181	[0,110; 0,284]
50–59 Jahre	1	0,281	[0,191; 0,392]	0,193	[0,134; 0,270]
50–59 Jahre	2	0,330	[0,261; 0,408]	0,262	[0,189; 0,351]
50–59 Jahre	3	0,342	[0,259; 0,436]	0,294	[0,217; 0,385]
60–69 Jahre	1	0,288	[0,180; 0,427]	0,249	[0,174; 0,343]
60–69 Jahre	2	0,359	[0,300; 0,422]	0,272	[0,208; 0,348]
60–69 Jahre	3	0,303	[0,228; 0,390]	0,404	[0,311; 0,504]
70–79 Jahre	1	0,317	[0,201; 0,462]	0,279	[0,193; 0,385]
70–79 Jahre	2	0,322	[0,254; 0,399]	0,300	[0,223; 0,391]
70–79 Jahre	3	0,315	[0,226; 0,421]	0,308	[0,231; 0,398]

Quelle: Statistische Auswertungen des Robert Koch-Institut (RKI) auf Basis der Ergebnisse der DEGS1-Studie im Jahr 2011 (2018)

Anmerkung: Gewichteter Schätzer; adjustiert auf die Population des Jahrs 2011 unter Anwendung der Stichprobendesgin- und Populationsgewichte aus DEGS1

Aus einer zweiten Auswertung des RKI für IGES liegen darüber hinaus auf die Altersgruppe, das Geschlecht und den BMI bedingte Punktschätzer und Konfidenzintervalle für klassierte HbA1c-Werte vor. Diese Schätzer sind zusätzlich konditioniert auf die Bedingung, dass keine bekannte Erkrankung an Diabetes mellitus vorliegt. Die HbA1c-Werte werden dabei in vier Klassen unterteilt, die jeweils eine Operationalisierung der Glukosestoffwechsellage darstellen. Die erste Klasse enthält HbA1c-Werte bis unter 5,7 % und repräsentiert eine normale Glukosestoffwechsellage mit regelgerechter Blutzuckerregulierung. Die zweite Klasse enthält HbA1c-Werte von 5,7 % bis unter 6,0 %. Hier liegt eine prädiabetische Stoffwechsellage vor mit leicht bis mäßig erhöhten Werten. In die dritte Klasse fallen HbA1c-Werte von 6,0 % bis unter 6,5 %. Auch diese Klasse repräsentiert eine prädiabetische Glukosestoffwechsellage, mit allerdings bereits stärker erhöhten Werten bis an die Grenze zu einer Diabeteserkrankung. In die vierte Klasse fallen HbA1c-Werte von 6,5 % oder höher. Hierbei handelt es sich um Fälle mit einer bisher unbekanntem Diabeteserkrankung. Es sei an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass es sich bei den genannten Operationalisierungen nicht um ärztliche Diagnosen handelt, sondern um Interpretationen des HbA1c durch IGES, und dass die Operationalisierungen von IGES vorgenommen wurden, auch wenn sich diese an Publikationen des RKI orientieren.

Die Punktschätzer für die klassierten HbA1c-Werte sind in Tabelle 42 dargestellt. Die Darstellung der relativen Häufigkeiten der HbA1c-Klasse 4, mit HbA1c-Werten von 6,5 % oder höher erfolgt nur der Vollständigkeit wegen. Diese Werte finden im weiteren Verlauf der Bestimmung der Häufigkeit der Gesundheitszustände sowie in der Simulationsstudie keine Anwendung. Zudem ist darauf hinzuweisen, dass diese Schätzer aufgrund ihrer geringen Fallzahl eine stark erhöhte Unsicherheit aufweisen (Konfidenzintervalle siehe Anhang 1.A1).

Tabelle 42: Punktschätzer für den Anteil der Fälle mit klassierten HbA1c-Werten nach Altersgruppe, Geschlecht und BMI bedingt auf Fälle ohne bekannte Diabeteserkrankung

Alter	BMI-Stufe	Männer				Frauen			
		unter 5,7 %	5,7 bis unter 6,0 %	6,0 bis unter 6,5 %	6,5 % und höher	unter 5,7 %	5,7 bis unter 6,0 %	6,0 bis unter 6,5 %	6,5 % und höher
40–49 Jahre	1	0,837	0,115	0,035	0,013	0,902	0,064	0,034	0,000
40–49 Jahre	2	0,730	0,167	0,085	0,018	0,842	0,102	0,038	0,018
40–49 Jahre	3	0,578	0,183	0,120	0,119	0,789	0,154	0,044	0,013
50–59 Jahre	1	0,707	0,213	0,080	0,000	0,804	0,126	0,070	0,000
50–59 Jahre	2	0,635	0,213	0,134	0,018	0,731	0,152	0,117	0,000
50–59 Jahre	3	0,501	0,253	0,147	0,099	0,632	0,182	0,141	0,045
60–69 Jahre	1	0,690	0,166	0,144	0,000	0,730	0,149	0,103	0,018
60–69 Jahre	2	0,532	0,242	0,184	0,042	0,682	0,206	0,095	0,016
60–69 Jahre	3	0,526	0,240	0,158	0,075	0,449	0,228	0,277	0,046
70–79 Jahre	1	0,596	0,174	0,199	0,031	0,668	0,204	0,110	0,018
70–79 Jahre	2	0,526	0,198	0,191	0,085	0,589	0,236	0,132	0,044
70–79 Jahre	3	0,373	0,263	0,217	0,147	0,497	0,252	0,194	0,058

Quelle: Statistische Auswertungen des Robert Koch-Institut (RKI) auf Basis der Ergebnisse der Befragungsstudie DEGS1 im Jahr 2011 (2018)

Anmerkung: Gewichteter Schätzer; adjustiert auf die Population des Jahrs 2011 unter Anwendung der Stichprobendesgin- und Populationsgewichte aus DEGS1

Aus der auf das Geschlecht, die Altersgruppe und den BMI bedingten relativen Häufigkeit einer prädiabetischen Glukosestoffwechsellage und den auf das Geschlecht, die Altersgruppe, den BMI und die Nicht-Erkrankung an Diabetes mellitus bedingten relativen Häufigkeiten der HbA1c-Klassen 2 und 3,

mit HbA1c-Werten zwischen 5,7 % und unter 6,0 % bzw. zwischen 6,0 % und unter 6,5 % lässt sich die auf das Geschlecht, die Altersgruppe und den BMI bedingte Wahrscheinlichkeit, an Diabetes mellitus Typ 2 erkrankt bzw. nicht erkrankt zu sein, bestimmen:

$$P(\text{Kein Diabetes} \mid \text{Alter, Geschlecht BMI}) = \frac{P(\text{Prädiabetes} \mid \text{Alter, Geschlecht, BMI})}{P(5,7 \leq \text{HbA1c} < 6,5 \mid \text{Kein Diabetes, Alter, Geschlecht, BMI})}$$

$$P(\text{Diabetes} \mid \text{Alter, Geschlecht BMI}) = 1 - P(\text{Kein Diabetes} \mid \text{Alter, Geschlecht BMI})$$

Unter Anwendung der einer Publikation von Mensink et al. (2013) entnommenen, auf die Altersgruppe und das Geschlecht bedingten Wahrscheinlichkeit für Normalgewicht, Übergewicht und Adipositas (siehe Tabelle 43) lässt sich die alters- und geschlechtsbedingte gemeinsame Verteilung von BMI und HbA1c-Klasse ableiten (Mensink et al. 2013).

Tabelle 43: BMI-Verteilung der Bevölkerung Deutschlands im Alter von 40 bis 79 Jahren in Deutschland 2011 bedingt auf das Geschlecht und die Altersklasse

Alter	BMI- Stufe	Männer	Frauen
40–49 Jahre	1	30,1 %	53,6 %
40–49 Jahre	2	47,0 %	27,8 %
40–49 Jahre	3	22,9 %	18,6 %
50–59 Jahre	1	21,7 %	39,1 %
50–59 Jahre	2	50,8 %	33,6 %
50–59 Jahre	3	27,5 %	27,3 %
60–69 Jahre	1	16,1 %	29,4 %
60–69 Jahre	2	50,8 %	35,8 %
60–69 Jahre	3	33,1 %	34,8 %
70–79 Jahre	1	17,5 %	19,7 %
70–79 Jahre	2	51,2 %	38,7 %
70–79 Jahre	3	31,3 %	41,6 %

Quelle: Mensink et al. 2013

Die in den Tabelle 44 und Tabelle 45 dargestellte, gemeinsame alters- und geschlechtsbedingte Verteilung von BMI und HbA1c-Klasse der Männer bzw. Frauen im Alter von 40 bis 79 Jahren bildet die Grundlage für Schätzung der Modellparameter der Simulation bzw. die Bestimmung der Verteilung der Gesundheitszustände in den Routinedaten der DAK-Gesundheit. Dabei werden die Häufigkeitsangaben für die prädiabetischen Zustände in Kombination mit dem BMI vollständig übernommen. Darüber hinaus wird die bedingte BMI-Verteilung der diabetischen Stoffwechsellage als Schätzer für die BMI-Verteilung übernommen. Die gemeinsame Verteilung der diabetischen

Stoffwechsellagen und des BMI wird hingegen auf Basis der Routinedaten der DAK-Gesundheit bestimmt, da die Diagnoseangaben in den Routinedaten zusätzlich nach der Art der medikamentösen Behandlung des Diabetes mellitus differenziert werden können.

Die bedingte BMI-Verteilung bei normaler Glukosestoffwechsellage wird ebenfalls aus diesen Auswertungen übernommen, während die gemeinsame Verteilung von normaler Glukosestoffwechsellage und BMI sich als Residuum aus der gemeinsamen Verteilung der diabetischen und der prädiabetischen Glukosestoffwechsellagen ergibt.

Tabelle 44: Auf die Altersgruppe bedingte Verteilung von BMI und Glukosestoffwechsellage der Männer im Alter von 40 bis 79 Jahren

Alter	BMI-Stufe	Glukosestoffwechsellage					Gesamt
		Normal	PD low risk	PD high risk	Unbekannter Diabetes	Bekannter Diabetes	
40–49 Jahre	1	0,250	0,034	0,010	0,004	0,002	0,301
40–49 Jahre	2	0,341	0,078	0,040	0,008	0,003	0,470
40–49 Jahre	3	0,124	0,039	0,026	0,026	0,014	0,229
40–49 Jahr	Gesamt	0,715	0,152	0,076	0,038	0,020	1,000
50–59 Jahre	1	0,147	0,044	0,017	0,000	0,009	0,217
50–59 Jahre	2	0,306	0,103	0,065	0,009	0,025	0,508
50–59 Jahre	3	0,118	0,059	0,035	0,023	0,040	0,275
50–59 Jahre	Gesamt	0,571	0,207	0,116	0,032	0,074	1,000
60–69 Jahre	1	0,103	0,025	0,022	0,000	0,012	0,161
60–69 Jahre	2	0,228	0,104	0,079	0,018	0,080	0,508
60–69 Jahre	3	0,133	0,061	0,040	0,019	0,079	0,331
60–69 Jahre	Gesamt	0,463	0,189	0,140	0,037	0,171	1,000
70–79 Jahre	1	0,088	0,026	0,030	0,005	0,026	0,175
70–79 Jahre	2	0,223	0,084	0,081	0,036	0,088	0,512
70–79 Jahre	3	0,077	0,054	0,045	0,030	0,108	0,313
70 – 79 Jahre	Gesamt	0,388	0,164	0,155	0,071	0,222	1,000

Quelle: IGES (2018) auf Basis statistischer Auswertungen des Robert Koch-Institut (RKI) der Ergebnisse der Befragungsstudie DEGS1 im Jahr 2011 (2018) sowie Mensink et al. 2013.

Tabelle 45: Auf die Altersgruppe bedingte Verteilung von BMI und Glukosestoffwechsellage der Frauen im Alter von 40 bis 79 Jahren

Alter	BMI-Stufe	Glukosestoffwechsellage					Gesamt
		Normal	PD low risk	PD high risk	Unbekannter Diabetes	Bekannter Diabetes	
40–49 Jahre	1	0,465	0,033	0,018	0,000	0,021	0,536
40–49 Jahre	2	0,227	0,028	0,010	0,005	0,008	0,278
40–49 Jahre	3	0,134	0,026	0,008	0,002	0,016	0,186
40–49 Jahr	Gesamt	0,825	0,087	0,036	0,007	0,045	1,000
50–59 Jahre	1	0,310	0,048	0,027	0,000	0,006	0,391
50–59 Jahre	2	0,239	0,050	0,038	0,000	0,009	0,336
50–59 Jahre	3	0,157	0,045	0,035	0,011	0,025	0,273
50–59 Jahre	Gesamt	0,705	0,143	0,100	0,011	0,039	1,000
60–69 Jahre	1	0,213	0,043	0,030	0,005	0,003	0,294
60–69 Jahre	2	0,221	0,067	0,031	0,005	0,034	0,358
60–69 Jahre	3	0,125	0,064	0,077	0,013	0,070	0,348
60–69 Jahre	Gesamt	0,558	0,174	0,138	0,023	0,107	1,000
70–79 Jahre	1	0,117	0,036	0,019	0,003	0,022	0,197
70–79 Jahre	2	0,186	0,075	0,042	0,014	0,070	0,387
70–79 Jahre	3	0,143	0,072	0,056	0,017	0,128	0,416
70 – 79 Jahre	Gesamt	0,447	0,183	0,117	0,034	0,220	1,000

Quelle: IGES (2018) auf Basis statistischer Auswertungen des Robert Koch-Institut (RKI) der Ergebnisse der Befragungsstudie DEGS1 im Jahr 2011 (2018) sowie Mensink et al. 2013.

Da die Verteilungsangaben aus den Daten des RKI nur bis zu einem Alter von 79 Jahren vorliegen, mit dem Markow-Modell jedoch das Gesundheits- und Sterbegeschehen der Bevölkerung bis zu einem Alter von 89 Jahren simuliert wird, ist für die Altersgruppe der 80- bis 89-Jährigen eine Festlegung bzw. Annahme hinsichtlich der Verteilung der prädiabetischen Stoffwechsellagen und der bedingten BMI-Verteilungen zu treffen. Für die vorliegende Analyse wird daher angenommen, dass diese Altersgruppe in Bezug auf Prädiabetes und BMI die gleiche Verteilung aufweist wie die Altersklasse der 70- bis 79-Jährigen. Diese Annahme gilt sowohl für Männer als auch für Frauen. Die bei Übergang zwischen zwei Altersgruppen auftretenden Sprünge in den

Häufigkeitsangaben der prädiabetischen Stoffwechsellagen werden durch gleitende 5-Jahresdurchschnitte, die auf die Angaben des RKI adjustiert werden, geglättet.

Die Plausibilität dieser Annahme und die Wirkung einer möglichen Verletzung der Annahme im Hinblick auf die Effekte der Intervention sind schwierig einzuschätzen. Einerseits könnte sie im Hinblick auf die Effekte einer Intervention als konservativ eingeschätzt werden. Dies träfe dann zu, wenn sich die Verteilungsmasse für die 80- bis 89-Jährigen tatsächlich eher in Richtung schwerer Glukosestoffwechsellagen und höherer BMI-Stufen verschiebt. In diesem Fall wäre aufgrund der frühzeitig einsetzenden Interventionsmaßnahmen tatsächlich ein stärkerer Effekt der Intervention zu erwarten, als in der Simulation abgebildet wird. Verschiebt sich die Verteilungsmasse der 80- bis 89-Jährigen hingegen in Richtung einer normalen Glukosestoffwechsellage und niedrigeren BMI-Stufen, so würde der Effekt der Interventionsmaßnahmen durch die Annahme überschätzt. Im Hinblick auf die Entwicklung der Glukosestoffwechsel- und BMI-Verteilung im Lebensverlauf wird die Annahme insgesamt jedoch als eher konservativ im Hinblick auf die Interventionseffekte eingeschätzt.

5.4.2.3 Operationalisierung der Gesundheitszustände in den Routinedaten der DAK-Gesundheit

Mit der Operationalisierung der Gesundheitszustände in den DAK-Routinedaten werden drei unterschiedliche Ziele verfolgt. Für die Schätzung der Übergangswahrscheinlichkeiten ist es erforderlich, die gemeinsame Verteilung der Gesundheitszustände bedingt auf das Alter und das Geschlecht, die teilweise aus den Daten des RKI bestimmt werden kann, für alle Glukosestoffwechselzustände zu vervollständigen. Die Schätzung der bedingten Sterbewahrscheinlichkeit und der bedingten Wahrscheinlichkeit, eine Folge- oder Begleiterkrankung zu entwickeln, erfordert als Grundlage die Operationalisierung der Glukosestoffwechsellagen in den Routinedaten der DAK-Gesundheit und die Zuordnung von Versicherten in eine Glukosestoffwechsellage auf Einzelfallebene. Für die Initialisierung der Simulation wird zudem eine vollständige Klassifizierung der Kohorte der 40-jährigen Versicherten nach dem Gesundheitszustand benötigt. Gemäß dieser Ziele sind die einzelnen Schritte der Operationalisierung im Folgenden dargestellt.

Vervollständigung der Bestimmung der gemeinsamen Verteilung der Gesundheitszustände bedingt auf Alter und Geschlecht

Auf Basis von Auswertungen des Robert Koch-Instituts liegen die auf Altersklasse und Geschlecht bedingte gemeinsame Verteilung von BMI und prädiabetischer Glukosestoffwechsellage für Menschen im Alter von 40 bis 79 Jahren vor. Darüber hinaus lässt sich den Auswertungen die auf Altersklasse und Geschlecht bedingte BMI-Verteilung von Diabetikern und Menschen mit normaler Glukosestoffwechsellage im Alter zwischen 40 und 79 Jahren entnehmen. Die Häufigkeit der diabetischen Stoffwechsellagen (Diabetes mellitus Typ 2 ohne Verordnung von Antidiabetika, mit Verordnung von oralen

Antidiabetika und mit Insulinverordnung) wird hingegen auf Basis der Routinedaten der DAK-Gesundheit bestimmt.

In Anlehnung an das in Abschnitt 3.2 aufgeführte Verfahren zur Bestimmung und Abgrenzung von Krankheitsfällen in administrativen Daten werden hierfür alle Versicherten auf Basis ihrer Diagnosen aus vertragsärztlichen Behandlungen sowie der an sie abgegebenen Arzneimittel klassifiziert.

Das Vorliegen eines Diabetes mellitus Typ 2 wird auf Basis der ärztlichen Diagnosen gemäß der International Classification of Disease (ICD) ermittelt, wobei in Abweichung zu o. g. Verfahren folgende Diagnosen für die Bestimmung und Einordnung von Krankheitsfällen mit Diabetes mellitus Typ 2 herangezogen werden:

- E10.- Diabetes mellitus, Typ 1
- E11.- Diabetes mellitus, Typ 2
- E12.- Diabetes mellitus in Verbindung mit Fehl- oder Mangelernährung
- E13.- Sonstiger näher bezeichneter Diabetes mellitus
- E14.- Nicht näher bezeichneter Diabetes mellitus

Analog zu dem in Abschnitt 3.2 aufgeführten Verfahren werden Versicherte nur dann als Erkrankungsfall gewertet, wenn mindestens eines von drei Kriterien zutrifft:

1. Ambulante Diagnosen

Es wurde eine Diagnose E10.- bis E14.- im Rahmen einer ambulanten Behandlung durch einen Vertragsarzt kodiert. Darüber hinaus wurde im Rahmen einer ambulanten Behandlung mindestens eine weitere Diagnose E10.- bis E14.- in mindestens einem der drei Quartale durch einen Vertragsarzt kodiert, die auf dasjenige Quartal folgen, in dem erstmalig im Untersuchungsjahr eine ambulante Diagnose E10.- bis E14.- kodiert wurde.

2. Stationäre Diagnosen

In der Entlassungsmeldung nach einer stationären Behandlung in einem Krankenhaus, die im Untersuchungsjahr endete, wurde eine Diagnose E10.- bis E14.- als Haupt- oder Nebendiagnose an die Krankenkasse übermittelt.

3. Arzneimittelverordnungen

Im Untersuchungsjahr liegt eine Arzneimittelverordnung von Antidiabetika vor. Maßgeblich ist das Verordnungsdatum.

Zur Sicherung der Datenqualität werden beim Kriterium der ambulanten Diagnosen nur gesicherte ambulante Diagnosen berücksichtigt. Für das Kriterium der stationären Diagnosen aus der Entlassungsmeldung werden dagegen Haupt- und Nebendiagnosen herangezogen, da die Diagnosen aus stationären Aufenthalten aufgrund der rechtlichen Bestimmungen zur Übermittlung von Abrechnungsdaten an die Krankenkassen über eine noch höhere Datenqualität verfügen. Eine Verordnung von Antidiabetika liegt vor, wenn

Arzneistoffe aus der Wirkstoffgruppe der Antidiabetika (ATC A10 gemäß der Anatomical Therapeutic Chemical/Defined Daily Dose Classification (ATC)) verordnet werden.

In Abweichung zu dem in Abschnitt 3.2 aufgeführten Verfahren wird nicht zwischen inzidenten Fällen und prävalenten nicht-inzidenten (persistenten) Fällen differenziert.

Nach Identifizierung der Fälle mit Diabetes mellitus werden diese einem bestimmten Typ bzw. einer Form des Diabetes mellitus zugeordnet. In Abweichung zu der in Abschnitt 3.2 aufgeführten Systematik, nach der Krankheitsfälle mit Diabetes mellitus einem von fünf möglichen Typen bzw. Formen zugeordnet wurde, wird hier in Anlehnung an Goffrier et al. (2017) nur noch zwischen Diabetes mellitus Typ 1 und Diabetes mellitus Typ 2 unterschieden (Goffrier et al. 2017). Dabei werden die Formen sonstiger Diabetes mellitus (E12.- und E13.-), unspezifischer Diabetes mellitus (E14.-) und unklarer Diabetes mellitus (Diagnosen E10.- bis E13.- unterschiedlicher Formen für den gleichen Versicherten von unterschiedlichen Leistungserbringern) als Diabetes mellitus Typ 2 gewertet. Ein Diabetes mellitus Typ 2 liegt demnach vor, wenn eines der drei oben genannten Kriterien für einen Erkrankungsfall erfüllt ist und kein Diabetes mellitus Typ 1 vorliegt. Ein Diabetes mellitus Typ 1 liegt dann vor, wenn alle folgenden Bedingungen erfüllt sind:

1. Es liegt mindestens eine Diagnose E10.- vor (stationär oder ambulant).
2. Es liegen ausschließlich Diagnosen E10.- und E14.- vor und keine Diagnosen E11.- bis E13.-

In allen anderen Fällen wird ein Fall, der eine der drei oben genannten Bedingungen für einen Krankheitsfall erfüllt, als Diabetes mellitus Typ 2 gewertet.

Im Rahmen der Simulation ist für Diabetiker mit Diabetes mellitus Typ 1 kein Gesundheitszustand vorgesehen, da diese grundsätzlich nicht zur (potenziellen) Zielgruppe für die betrachteten Versorgungsprogramme gehören. Fälle mit einer Erkrankung an Diabetes mellitus Typ 1 sind die einzigen Versicherten, die prinzipiell keinen Diabetes mellitus 2 entwickeln können. Daher werden diese Fälle von den weiteren Analysen sowie der Simulation des Gesundheits- und Sterbegeschehens ausgeschlossen. Alle Analyseergebnisse reflektieren demnach die nicht an Diabetes mellitus Typ 1 erkrankte Bevölkerung. Diabetiker mit Diabetes mellitus Typ 1 stellen etwa 0,4 % der Gesamtpopulation dar.

Auf Basis der auf diese Weise operationalisierten diabetischen Stoffwechsellage lässt sich die auf Alter und Geschlecht bedingte gemeinsame Verteilung von diabetischer Stoffwechsellage und BMI in den Routinedaten der DAK-Gesundheit bestimmen. Die (bedingte) Häufigkeit einer normalen Glukosestoffwechsellage ergibt sich als Residualgröße aus diabetischer Stoffwechsellage auf Basis der Routinedaten und der Häufigkeit prädiabetischer Zustände gemäß der statistischen Auswertungen des RKI auf Basis von DEGS1.

Die gemeinsame Verteilung von Glukosestoffwechsellage und BMI bildet die Grundlage für die Schätzung der Übergangswahrscheinlichkeiten (siehe Abschnitt 5.4.4).

Operationalisierung der Glukosestoffwechsellagen aller Versicherten im Alter von 40 bis 89 Jahren auf Einzelfallebene

Für die Schätzung der Sterblichkeit sowie der Wahrscheinlichkeit, eine Begleit- bzw. Folgeerkrankungen zu entwickeln, ist es nicht erforderlich, den BMI auf Einzelfallebene zu operationalisieren. Die Sterblichkeit wird unabhängig vom BMI modelliert und allein auf Alter, Geschlecht, Glukosestoffwechsellage und bereits bestehende Begleiterkrankungen bedingt geschätzt. Die BMI-abhängige Differenzierung der Wahrscheinlichkeit, an einer Folge- oder Begleiterkrankung zu erkranken, erfolgt durch Anwendung von aus der Literatur entnommenen BMI-Risikofaktoren. Allerdings ist es sowohl für die Schätzung der Sterblichkeit als auch für die Wahrscheinlichkeit von Begleit- und Folgeerkrankungen erforderlich, alle Versicherten auf Einzelfallebene einer Glukosestoffwechsellage zuzuordnen.

Die Zuordnung zu einer diabetischen Stoffwechsellage wurde bereits im oben stehenden Abschnitt erläutert. Durch die Operationalisierung einer Erkrankung an Diabetes mellitus Typ 2 kann in Verbindung mit den Daten zu Arzneimittel-Verordnungen eine Zuordnung zu den modellierten diabetischen Stoffwechsellagen auf Einzelfallebene erfolgen.

Die Zuordnung von Einzelfällen zu prädiabetischen Glukosestoffwechsellagen gestaltet sich schwieriger, da es sich bei Routinedaten der Krankenkassen nicht um klinische Daten, sondern um administrative Daten handelt. Dementsprechend enthalten Routinedaten der Krankenkassen keine Angaben zu Laborbefunden.

Wie in Abschnitt 3 gezeigt werden konnte, gibt es in den Routinedaten der DAK-Gesundheit Versicherte, die zwar nicht das Kriterium für eine manifeste Erkrankung an Diabetes mellitus erfüllen, für die es jedoch Hinweise gibt, dass in jüngerer Vergangenheit eine Glukosestoffwechselstörung zumindest kurzzeitig bestand oder aktuell noch besteht. Diese Versicherte wurden in den deskriptiven Analysen zu Häufigkeit und Behandlung von Diabetes mellitus Typ 2 in der Kategorie Glukosestörung zusammengefasst.

Den Analysen zur Altersverteilung der Fälle mit Glukosestörung in Abschnitt 3.3 lässt sich entnehmen, dass diese Fälle jünger sind als inzidente Diabetesfälle und deutlich jünger als persistente Fälle mit DMT2. Gleichzeitig weisen sie ein höheres Durchschnittsalter auf als Menschen ohne Hinweise auf eine Glukosestoffwechselstörung. Sie sind deutlich weniger häufig von Begleiterkrankungen betroffen als Diabetiker, weisen jedoch ein höheres Erkrankungsrisiko auf als Menschen mit normaler Glukosestoffwechsellage (vgl. Abschnitt 3.4). Ein ähnlicher Zusammenhang stellt sich in Bezug auf die Sterbewahrscheinlichkeit dar (siehe Abschnitt 3.5). Alle Befunde der deskriptiven Analyse bestätigen sich in der Regressionsanalyse, bei der für Einflüsse einer unterschiedlichen Zusammensetzung nach Alter und Geschlecht kontrolliert wird.

Insgesamt stützt die Analyse in Abschnitt 3 die Annahme, dass mit der Operationalisierung der Kategorie Glukosestörung ein Versichertenkollektiv erfasst wird, das sich in einem Zustand befindet, bei dem keine voll ausgeprägte Erkrankung an Diabetes mellitus Typ 2 vorliegt, aber eine Glukosestoffwechselstörung höheren Grades besteht, die bereits mit einem höheren Risiko für die Entwicklung eines Diabetes mellitus Typ 2 verbunden ist, und die durch eine im Vergleich erhöhte Morbidität und Mortalität gekennzeichnet ist. Der Verlauf vom Beginn einer Glukosestoffwechselstörung über einen Zustand, der sich an der Schwelle zu einer Diabeteserkrankung befindet, bis hin zu den unterschiedlich schweren Verläufen bei einer manifesten Diabeteserkrankung spiegelt sich sowohl in der Altersverteilung als auch in der Häufigkeit von Komorbiditäten wider.

Auch die leichten Morbiditätsunterschiede zwischen inzidenten und persistenten Fällen mit Glukosestörung und das durch eine hohe Dynamik geprägte Erkrankungsgeschehen, bei dem es an der Schwelle zu einer Diabeteserkrankung zu einer erhöhten Fluktuation zwischen inzidenten und persistenten Fällen mit Glukosestörung kommt, die aus wiederkehrenden, kurzzeitig auffälligen Laborwerten für Blutzucker, Glukosetoleranz oder HbA1c resultiert und auf den vergleichsweise geringen Differenzierungsgrad zwischen diesen beiden Teilgruppen hinweist, unterstützt die Annahme, dass die Kategorie Glukosestörung eine geeignete Operationalisierung einer prädiabetischen Stoffwechsellage mit einem erhöhten Risiko für eine Diabeteserkrankung darstellen könnte.

Das in Abschnitt 3.2.3 dargestellte Verfahren zur Identifikation von Fällen mit Glukosestörung wird daher dahingehend erweitert, dass auch Diagnosen, die einen Verdacht auf eine bestehende Glukosestoffwechsellage begründen können, bei der Operationalisierung von Prädiabetes mit einem erhöhten Risiko für die Entwicklung eines Diabetes mellitus Typ 2 berücksichtigt werden. Dazu gehört die ICD-Entität R73.- (erhöhter Blutglukosewert inkl. abnormer Glukosetoleranztest) sowie die Diagnose E66.- (Adipositas).

Für die Zuordnung zu diesem prädiabetischen Zustand werden mit Ausnahme von E66.- nicht nur gesicherte ambulante Diagnosen R73.- und E11.- bis E14.- herangezogen, sondern auch Verdachtsdiagnosen, da die ärztliche Diagnose auf Verdacht einer Diabeteserkrankung bzw. einer Glukosestoffwechselstörung bereits als hinreichender Beleg für eine Störung des Glukosestoffwechsels erachtet wird. Dies gilt gerade dann, wenn sich der Verdacht auf Diabetes mellitus nicht bestätigt. Bei der Diagnose E66.- werden hingegen nur gesicherte Diagnosen berücksichtigt und Verdachtsdiagnosen E66.- als unplausibel erachtet und dementsprechend ausgeschlossen.

Eine Zuordnung von Versicherten auf Basis dieses Verfahrens führt zu einer Prävalenz des Prädiabetes mit einem erhöhten Risiko für die Entwicklung eines Diabetes mellitus, die – je nach Altersjahr – zwischen 40 % und 60 % der Häufigkeit aus den Daten des RKI entspricht. In einzelnen Altersjahren – insbesondere bei Frauen- werden durch die Operationalisierung bis zu 80 % der Prävalenz der prädiabetischen Hochrisikogruppen abgebildet. Dies ist auch insofern plausibel, da für Fälle mit Prädiabetes nicht nur aber tendenziell eher dann Datensätze in den Routinedaten vorliegen, wenn konkrete Beschwer-

den im Zusammenhang mit einer gestörten Glukosestoffwechsellage eintreten. Es wird daher davon ausgegangen, dass sich in den Routinedaten weitere Versicherte mit Prädiabetes und einem erhöhten Risiko für die Entwicklung eines Diabetes mellitus Typ 2 befinden, die jedoch durch das Verfahren zur Abgrenzung dieser Fälle nicht erfasst werden. Es wird angenommen, dass diese Fälle zwar über eine prädiabetische Glukosestoffwechsellage verfügen, jedoch nicht verstärkt von Begleiterkrankungen des Diabetes mellitus betroffen sind.

Daher werden in den Routinedaten der DAK-Gesundheit Versicherte auf Einzelfallebene der prädiabetischen Glukosestoffwechsellage mit einem erhöhten Risiko für die Entwicklung eines Diabetes mellitus mittels Zufallsauswahl zugeordnet, soweit diese bisher weder einer diabetischen noch einer prädiabetischen Glukosestoffwechsellage zugeordnet werden konnten. Die zufällige Zuweisung von Versicherten erfolgt dabei stratifiziert nach Alter und Geschlecht. Der Umfang der Zuweisungen entspricht hierbei der Differenz aus der in den Daten des RKI beobachteten Häufigkeit und der auf Basis des oben genannten Verfahrens erfolgten Operationalisierung von Prädiabetes mit erhöhtem Risiko für eine Erkrankung an Diabetes mellitus Typ 2.

Im Hinblick auf die Analyse der Effekte der beiden Varianten des Interventionsprogramms auf die Krankheitslast der Bevölkerung im Alter von 40 bis 89 Jahren wird diese Annahme als konservativ erachtet. Durch die zufällige Zuweisung von Versicherten, die unter Anwendung des Verfahrens zur Abgrenzung von Krankheitsfällen mit Prädiabetes und einem hohen Risiko für die Entwicklung von Diabetes mellitus Typ 2 sich nicht dieser Gruppe zuordnen ließen, sinkt die durchschnittliche Krankheitslast, die mit dieser Glukosestoffwechsellage verbunden ist. Da Menschen mit Prädiabetes und einem erhöhten Risiko für die Entwicklung einer Diabeteserkrankung die (potenzielle) Zielgruppe des Interventionsprogramms darstellen, wäre bei einer Verletzung der Annahme eine höhere Krankheitslast und dementsprechend auch höhere Effekte aus der Anwendung des Interventionsprogramms zu erwarten. Dies bedeutet, dass die Effekte der Interventionen unter dieser Annahme tendenziell unterschätzt werden.

Weiterhin wird angenommen, dass sich Prädiabetiker mit einem geringen Risiko für die Entwicklung eines DMT2 und Menschen mit normaler Glukosestoffwechsellage hinsichtlich der Sterblichkeit und des Risikos für Begleiterkrankungen nicht unterscheiden. Diese beiden Gruppen unterscheiden sich lediglich in der Wahrscheinlichkeit einer Verschlechterung der Glukosestoffwechsellage. Diese fällt bei Menschen mit normaler Glukosestoffwechsellage geringer aus als bei Menschen mit Prädiabetes. Dementsprechend erfolgt die Operationalisierung der prädiabetischen Glukosestoffwechsellage mit einem geringen Risiko für die Entwicklung eines manifesten DMT2 in den Routinedaten auf Einzelfallebene durch Zufallsauswahl aus jenen Versicherten, die bisher weder einer diabetischen Stoffwechsellage noch der Hochrisikogruppe der Prädiabetiker zugeordnet werden konnten.

Im Hinblick auf die Analyse der Effekte der Interventionen auf die Krankheitslast der Bevölkerung im Alter von 40 bis 89 Jahren wird diese Annahme als eher optimistisch erachtet. Durch die zufällige Zuweisung von Versicherten,

für die keine Anzeichen einer bestehenden Glukosestoffwechselstörung in den Routinedaten vorliegen, wird die Krankheitslast der Versorgungsgruppe mit Prädiabetes und einem geringen Risiko für die Entwicklung eines Diabetes mellitus Typ 2 möglicherweise tendenziell unterschätzt. In der Konsequenz werden Effekte, die aus Präventionsmaßnahmen für die Zielgruppe der Prädiabetiker mit hohem Risiko für die Entwicklung eines Diabetes mellitus resultieren, tendenziell überschätzt. Es wird jedoch davon ausgegangen, dass diese Verzerrung aufgrund einer möglicherweise etwas zu gering eingeschätzten Krankheitslast der Prädiabetiker mit einem geringen Risiko für die Entwicklung eines Diabetes mellitus vernachlässigbar gering ist.

Im Ergebnis werden auf diese Weise alle Versicherten in den Routinedaten der DAK-Gesundheit einer der sechs modellierten Glukosestoffwechsellagen auf Einzelfallebene zugewiesen. Diese Zuweisungen bilden die Grundlage für die Schätzung der bedingten Sterbewahrscheinlichkeit und der bedingten Wahrscheinlichkeit, eine Folge- oder Begleiterkrankung zu entwickeln.

Operationalisierung des BMI für die Alterskohorte der 40-Jährigen

Die Simulation des Gesundheits- und Sterbegeschehens der Bevölkerung im Alter von 40 bis 89 Jahren wird mittels ereignisgesteuerter Simulation auf Einzelfallebene durchgeführt. In dieser Hinsicht unterscheidet sich die Methodik von vergangenen Versorgungsreporten zu Adipositas und Multimorbidität im Alter, bei denen die Stationaritätsgleichungen des der Simulation zugrunde liegenden Markow-Modells analytisch gelöst wurden.

Die Simulation wird initialisiert mit einer Kohorte von 40-Jährigen Versicherten, auf die dann sukzessive die Modellparameter angewendet werden, die auf Basis des vollständigen Versichertenstamms der DAK-Gesundheit bestimmt werden. Dies macht es erforderlich, dass für diese initiale Kohorte alle Gesundheitszustände auf Einzelfallebene vorliegen.

In den vorangegangenen Operationalisierungsschritten wurden bereits alle Versicherten einer Glukosestoffwechsellage zugeordnet. Ausstehend ist noch die Zuordnung der Kohorte der 40-Jährigen zu einer BMI-Stufe (Normalgewicht, Übergewicht, Adipositas). Da jedoch auf Basis von Routinedaten keine Operationalisierung des BMI möglich ist, werden die Mitglieder der Kohorte der 40-Jährigen Versicherten per Zufallsauswahl einer BMI-Stufe zugewiesen. Die Zuweisung per Zufallsauswahl erfolgt stratifiziert nach dem Geschlecht und der Glukosestoffwechsellage. Der Umfang der zufälligen Zuweisungen entspricht hierbei der bedingten BMI-Verteilung, die den Daten des RKI entnommen werden.

Der zufälligen Zuweisung einer BMI-Stufe liegt implizit die Annahme zugrunde, dass bis zu einem Alter von 40 Jahren keine BMI-abhängigen Unterschiede in der Prävalenz von Begleiterkrankungen vorherrschen. Zwar bestehen innerhalb der Kohorte der 40-Jährigen Morbiditätsunterschiede zwischen den verschiedenen Glukosestoffwechsellagen und zwischen Männern und Frauen, es wird jedoch angenommen, dass der BMI bis zu einem Alter von 40 Jahren keinen Einfluss auf die Morbidität ausübt.

Auf BMI-abhängige Morbiditätsveränderungen ab einem Alter von 41 Jahren hat diese Annahme keinen Einfluss. Die BMI-abhängigen Morbiditätsverän-

derungen werden unabhängig von dieser Festlegung gemäß der BMI-Risikofaktoren, die der Literatur entnommen werden, abgebildet. Die Annahme beeinflusst lediglich, von welchem Ausgangsniveau sich diese BMI-abhängigen Morbiditätsveränderungen realisieren. Insofern dürfte eine mögliche Verletzung der Annahme zu allenfalls geringfügigen Verzerrungen im Hinblick auf den Effekt des Interventionsprogramms führen. Trifft die Annahme nicht zu, so wäre bei den höheren BMI-Stufen ein höheres Morbiditätsausgangsniveau zu erwarten. Dementsprechend würden Effekte des Interventionsprogramms tendenziell eher unterschätzt. Unter diesem Gesichtspunkt ist die Annahme einer BMI-unabhängigen Morbidität bis zu einem Alter von 40 Jahren als eher konservativ einzuschätzen.

5.4.3 Mortalität und Todesursachen

Die im Rahmen der Simulationsstudie angewendete Sterblichkeit ist abhängig vom Geschlecht, dem Alter, der Glukosestoffwechsellage und bestehenden Begleiterkrankungen. Es wird angenommen, dass der BMI keinen von diesen Größen unabhängigen Einfluss auf die Sterbewahrscheinlichkeit ausübt. Ebenso wird angenommen, dass zwischen der Ätiologie einer Begleiterkrankung und der Sterbewahrscheinlichkeit kein von der Begleiterkrankung unabhängiger Einfluss besteht.

Konkret bedeutet dies, dass beispielsweise der Zusammenhang zwischen einer glomerulären Erkrankung und der Sterbewahrscheinlichkeit unabhängig davon besteht, ob die glomeruläre Erkrankung sich ursächlich auf eine Erkrankung an Diabetes mellitus zurückführen lässt, oder ob eine andere Ursache maßgeblich für die Entstehung der glomerulären Erkrankung war. Es wird demnach angenommen, dass der Einfluss einer diabetischen Nephropathie und einer glomerulären Erkrankung aufgrund anderer Ursachen den gleichen Einfluss auf die Sterbewahrscheinlichkeit ausüben. Da die meisten diabetischen Komplikationen in den Erkrankungsgruppen der Begleiterkrankungen enthalten sind (vgl. Abschnitt 3.4), wird der Einfluss von diabetischen Komplikationen auf die Sterbewahrscheinlichkeit implizit berücksichtigt.

Die bedingte Sterbewahrscheinlichkeit wird auf Basis der Routinedaten der DAK-Gesundheit aus den Jahren 2013 bis 2016 geschätzt. Dabei wird die Ein-Jahres-Sterbewahrscheinlichkeit bzw. der Tod innerhalb eines Jahres als abhängige Variabel für jedes Altersjahr und Geschlecht mit einem separaten logistischen Regressionsmodell modelliert. Die Glukosestoffwechsellage und bestehende Begleiterkrankungen stellen die unabhängigen Variablen dar, auf die der Tod innerhalb eines Jahres regressiert wird.

Das logistische Regressionsmodell zur Modellierung des Versterbens innerhalb eines Jahres der Individuen i mit Geschlecht $s \in \{\text{Mann, Frau}\}$ und Alter $t = 40, \dots, 89$ lautet:

$$P(Y_{s,t+1} = 1 \mid X_{s,t} = x_{s,t,i}, Z_{s,t} = z_{s,t,i}) = \frac{\exp(\beta_{s,t,0} + x_{s,t,i}^T \beta_{s,t} + z_{s,t,i}^T \gamma_{s,t})}{1 + \exp(\beta_{s,t,0} + x_{s,t,i}^T \beta_{s,t} + z_{s,t,i}^T \gamma_{s,t})}$$

Dabei notiert $Y_{s,t+1}$ für den Tod innerhalb eines Jahres (d. h. Tod im folgenden Altersjahr), der Vektor $X_{s,t}$ für die Glukosestoffwechsellage und $Z_{s,t}$ stellt den

Vektor der Begleiterkrankungen dar. Für jedes Altersjahr und Geschlecht werden separate Parametervektoren $\beta_{s,t}$, $\gamma_{s,t}$ und eine konstante $\beta_{s,t,0}$ bestimmt, die den Zusammenhang zwischen dem Tod innerhalb eines Jahres und der Glukosestoffwechsellage bzw. bestehenden Begleiterkrankungen ausdrücken.

Bei der Modellierung des Versterbens innerhalb eines Jahres werden als unabhängige Variablen alle in Abschnitt 5.4.2 beschriebenen Glukosestoffwechsellagen bzw. Arten der Versorgung eines Diabetes mellitus Typ 2 berücksichtigt. Diese umfassen die normale Glukosestoffwechsellage, zwei prädiabetische Glukosestoffwechsellagen mit geringem bzw. hohem Risiko für die Entwicklung eines Diabetes mellitus sowie drei diabetische Glukosestoffwechsellagen mit unterschiedlicher Art der Versorgung (ohne Antidiabetika, mit oralen Antidiabetika, mit Verordnung von Insulin). Die unterschiedlichen Versorgungsarten einer manifesten Diabeteserkrankung stellen hierbei Operationalisierungen einer unterschiedlichen Schwere des Krankheitsverlaufs dar.

Aus Voranalysen zur Modellierung des Versterbens innerhalb eines Jahres (hier nicht aufgeführt) geht hervor, dass bei zwei Erkrankungsgruppen kein Zusammenhang zwischen dem Bestehen der Erkrankung und dem Versterben innerhalb eines Jahres besteht. Eine bestehende Arthropathie (ICD-10 M00.- bis M25.-) und bestehende Affektionen der Linse und Netzhaut (ICD-10 H25.- bis H28.- und H33.- bis H36.-) üben keinen Einfluss auf das Versterben innerhalb eines Jahres aus. Dementsprechend bleiben diese beiden Erkrankungsgruppen bei der Modellierung des Versterbens innerhalb eines Jahres unberücksichtigt. Die übrigen sieben Erkrankungsgruppen (Glomeruläre Erkrankungen, Niereninsuffizienz, Neuropathie, Hypertonie, ischämische Herzkrankheit, zerebrovaskuläre Erkrankung und Krankheiten der Arterien, Arteriolen und Kapillaren) werden bei der Modellierung des Versterbens als unabhängige Variablen berücksichtigt.

In einzelnen Altersjahren ergibt sich für einzelne Erkrankungsgruppen ein negativer Zusammenhang zwischen dem Bestehen einer Begleiterkrankung aus diesen Erkrankungsgruppen und dem Versterben innerhalb eines Jahres. Die Parameterschätzer nehmen in diesem Fall negative Werte an. Der negative Zusammenhang ist hierbei überwiegend insignifikant oder nur schwach ausgeprägt. Da negative Zusammenhänge zwischen Begleiterkrankungen und dem Versterben innerhalb eines Jahres als unplausibel erachtet werden, werden diese Variablen in diesen Regressionsmodellen ausgeschlossen.

Um für Unterschiede im Sterblichkeitsniveau zwischen den Versicherten der DAK-Gesundheit und der Bevölkerung Deutschlands zu kontrollieren, werden die Parameterschätzer auf die nach Alter und Geschlecht stratifizierte Sterblichkeit der Bevölkerung Deutschlands im Jahr 2015 adjustiert. Die nach Alter und Geschlecht stratifizierte Sterbewahrscheinlichkeit der Bevölkerung Deutschlands wird hierbei der Periodensterbetafel des Statistischen Bundesamtes für das Jahr 2015 entnommen.

Angepasst werden jeweils die alters- und geschlechtsspezifischen Konstanten $\beta_{s,t,0}$. Die Anpassung erfolgt demnach auf das alters- und geschlechtsspezifische Sterblichkeitsniveau. Die über die übrigen Parameterschätzer abgebildete Zusammenhangsstruktur zwischen Begleiterkrankungen, Glu-

kosstoffwechsellage und dem Versterben innerhalb eines Jahres, bleibt von dieser Anpassung unberührt. Mit einem Näherungsverfahren werden für jedes Alter und Geschlecht die alters- und geschlechtsspezifischen Konstanten so angepasst, dass bei Anwendung aller Schätzparameter auf den Versichertenstamm der DAK-Gesundheit die alters- und geschlechtsspezifische durchschnittliche Sterbewahrscheinlichkeit der Versicherten die in der Sterbetafel aufgeführte Sterbewahrscheinlichkeit reproduziert.

Durch Anwendung der Parameterschätzungen kann für jedes beliebige Individuum eine individuelle Sterbewahrscheinlichkeit geschätzt bzw. präzisiert werden. Diese wird im Rahmen der ereignisgesteuerten Simulation auf Fallebene auf der Grundlage der individuellen Fallcharakteristik (Alter, Geschlecht), Glukosestoffwechsellage bzw. Art der Versorgung eines Diabetes mellitus (sechs Zustände) und bestehender Begleiterkrankungen (sieben Erkrankungsgruppen) bestimmt und das Versterben innerhalb eines Jahres simuliert.

Für jeden Sterbefall, der im Rahmen der Simulation des gesundheits- und Sterbe geschehens der Bevölkerung im Alter von 40 bis 89 Jahren auftritt, erfolgt eine Abschätzung der Todesursache. Zu den im Rahmen dieser Abschätzung berücksichtigten Todesursachen gehören Hypertonie, ischämische Herzerkrankung, zerebrovaskuläre Erkrankung, Krankheiten der Arterien, Arteriolen und Kapillaren und andere Ursachen, auf die der größte Teil der Todesursachen entfällt.

Die Abschätzung erfolgt auf der Grundlage der Todesursachestatistik des statistischen Bundesamtes für das Jahr 2015. Diese enthält in ihrer Langfassung die Anzahl der Sterbefälle des Jahres 2015 differenziert nach ausgewählten Todesursachen, Altersgruppen (5-Jahres-Altersgruppen) und dem Geschlecht. Unter Anwendung des ebenfalls in der Todesursachenstatistik enthaltenen durchschnittlichen Bevölkerungsstandes 2015 lässt sich für jede Altersgruppe und Geschlecht die Sterbewahrscheinlichkeit nach Todesursache bestimmen.

Unter der Annahme, dass eine Erkrankung bestanden haben muss, damit diese als Todesursache potenziell in Frage kommt, lassen sich unter Anwendung der Erkrankungshäufigkeiten, die auf Basis der Routinedaten der DAK-Gesundheit geschätzt werden, bedingte Sterbewahrscheinlichkeiten nach der Todesursache bestimmen. So wird beispielsweise angenommen, dass im Sterbefall nur dann die Todesursache ischämische Herzerkrankung potenziell in Frage kommt, wenn zuvor eine ischämische Herzerkrankung bestanden hat. Aus der Prävalenz von ischämischer Herzerkrankung in den Routinedaten der DAK-Gesundheit und der Sterbewahrscheinlichkeit mit Todesursache ischämische Herzerkrankung aus den Daten der Todesursachenstatistik lässt sich die Wahrscheinlichkeit bestimmen, unter der Bedingung einer bereits bestehenden ischämischen Herzerkrankung an ischämischer Herzerkrankung zu sterben.

Diese Annahme weist eine leichte Unschärfe auf. So ist es beispielsweise möglich, an einem Herzinfarkt zu versterben, auch ohne dass zuvor eine dem Arzt bekannte ischämische Herzkrankheit als Vorerkrankung bestanden hat. Möglicherweise wird daher die Wahrscheinlichkeit mit Todesursache ischämi-

sche Herzerkrankung zu versterben bei Menschen mit einer Vorerkrankung an ischämischer Herzerkrankung leicht überschätzt, und die Wahrscheinlichkeit mit Todesursache ischämische Herzerkrankung zu versterben bei Menschen ohne eine solche Vorerkrankung an ischämischer Herzerkrankung leicht unterschätzt.

Im Hinblick auf die Schätzung der Effekte einer optimierten Versorgung der Bevölkerung wäre zu erwarten, dass bei einer Verletzung der Annahme der Effekt auf die explizit modellierten Todesursachen leicht überschätzt wird, und der Effekt auf die Todesursache andere Ursachen entsprechend leicht unterschätzt wird. Die Verletzung der Annahme würde demnach zu einer Verzerrung in der Verteilung der Todesursachen führen und nicht zu einer Verzerrung der Anzahl der Sterbefälle insgesamt.

Das Ausmaß einer möglichen Verletzung der Annahme wird jedoch – mit Ausnahme zerebrovaskuläre Erkrankungen – als eher gering eingeschätzt. Bei den berücksichtigten Todesursachen handelt es sich durchgängig um kardiovaskuläre Erkrankungen, bei denen im Allgemeinen eine Krankheitsvorgeschichte besteht, die dem behandelnden Hausarzt bekannt und entsprechend auch in den Routinedaten dokumentiert ist. Einzig bei zerebrovaskulären Erkrankungen könnte die Abschätzung stärkere Verzerrungen beinhalten. Diese treten u. U. als zerebrovaskuläres Ereignis (Schlaganfall) auch ohne bekannte zerebrovaskuläre Vorerkrankung auf. Dies sollte bei der Interpretation der Ergebnisse berücksichtigt werden.

5.4.4 Veränderung des Gesundheitszustandes

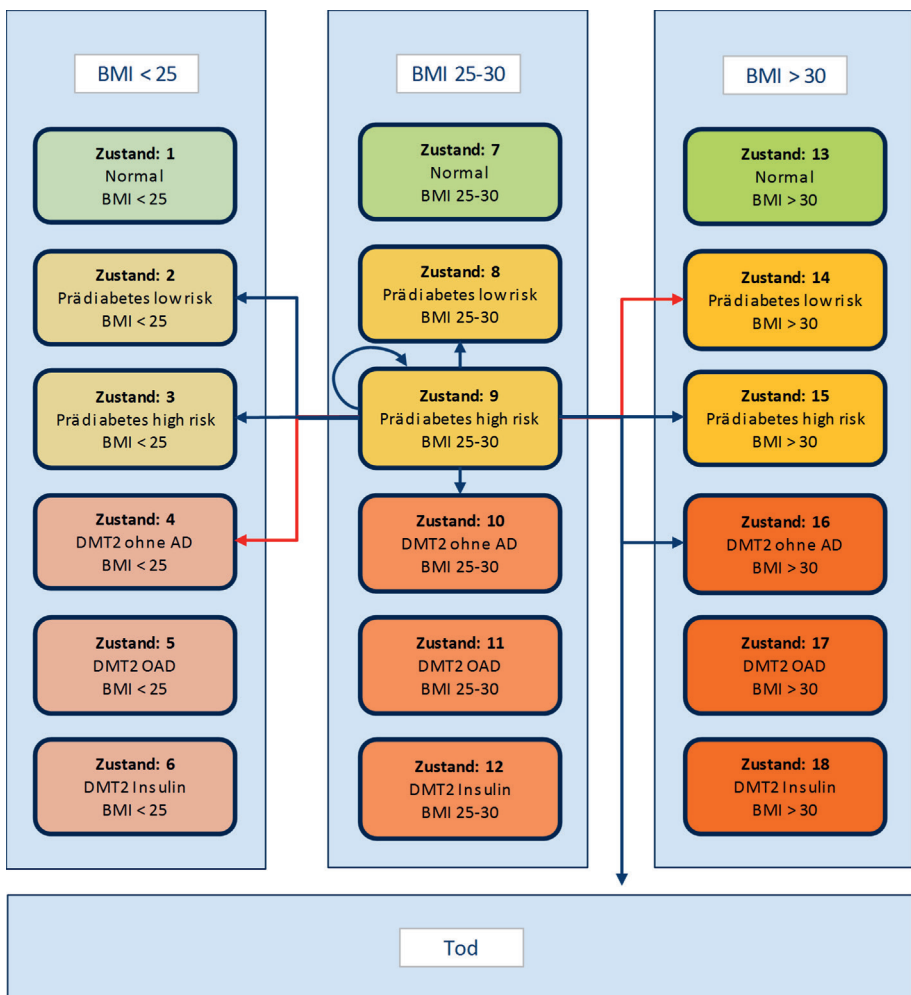
Wie eingangs dieses Abschnitts bereits dargestellt, sind die Übergangswahrscheinlichkeiten der Gesundheitszustände abhängig vom gegenwärtigen Gesundheitszustand, dem Alter und dem Geschlecht. Wie in Abschnitt 5.4.2 dargestellt werden im Rahmen der Simulation des Gesundheits- und Sterbegeschehens der Bevölkerung im Alter von 40 bis 89 Jahren insgesamt achtzehn verschiedene Gesundheitszustände modelliert. Diese Gesundheitszustände bilden sechs unterschiedliche Glukosestoffwechsellagen bzw. Arten der Versorgung einer manifesten Diabeteserkrankung mit jeweils drei unterschiedlichen BMI-Stufen ab. Die sechs unterschiedlichen Glukosestoffwechsellagen bzw. Arten der Versorgung einer Diabeteserkrankung stellen hierbei Operationalisierungen der Schwere und Dauer des Verlaufs einer Glukosestoffwechselstörung dar.

Der Grundaufbau des Markow-Modells, mit dem das Gesundheits- und Sterbegeschehen der Bezugsbevölkerung simuliert wird, ist in Abbildung 8 dargestellt. Bei der Schätzung der Übergangswahrscheinlichkeiten, d. h. der Wahrscheinlichkeit einer Veränderung von BMI und/oder Glukosestoffwechsellage im Jahresverlauf, wird davon ausgegangen, dass von einem gegebenen Gesundheitszustand nicht jeder beliebige andere Gesundheitszustand innerhalb eines Jahres erreicht werden kann. So werden Übergänge, die mehr als eine BMI-Stufe und/oder mehr als eine Glukosestoffwechsellage umfassen als unplausibel erachtet. Die mit dem „überspringen“ einer BMI-

Stufe oder Glukosestoffwechsellage verbundenen Übergangswahrscheinlichkeiten werden daher per Definition auf den Wert Null gesetzt.

In Abbildung 8 ist für den Gesundheitszustand Prädiabetes High Risk – BMI 2 beispielhaft dargestellt, welche Übergänge für diesen Zustand eine positive Übergangswahrscheinlichkeit aufweisen. Darunter sind auch Übergänge, die theoretisch zwar eine positive Übergangswahrscheinlichkeit aufweisen, in der Praxis jedoch sehr selten auftreten. Diese im Schaubild rot markierten Übergänge sind durch einen gegenläufigen Verlauf von Glukosestoffwechsellage und Entwicklung des BMI gekennzeichnet.

Abbildung 8: Grundaufbau des Markow-Modells und Übergangswahrscheinlichkeiten am Beispiel des Gesundheitszustands Prädiabetes High Risk – BMI 25–30



Quelle: IGES

Da eine Operationalisierung des BMI in Routinedaten der Krankenkassen nicht möglich ist, können die Übergangswahrscheinlichkeiten nicht auf Basis der Routinedaten der DAK-Gesundheit geschätzt werden. In den Routinedaten der DAK-Gesundheit liegt zwar für alle Versicherten eine Operationalisierung der Glukosestoffwechsellage, jedoch keine fallbezogene Angabe zum BMI vor. Die Übergangswahrscheinlichkeiten werden daher stratifiziert nach Alter und Geschlecht auf Basis der Verteilung der Gesundheitszustände abgeleitet.

In Tabelle 46 ist die Matrix der abzuleitenden Übergangswahrscheinlichkeiten beispielhaft für Frauen im Alter von 67 Jahren angegeben. Die Gesundheitszustände sind nummeriert gemäß der in Abbildung 8 angegebenen Zustandsbezeichnungen. Der (Gesundheits-)Zustand 1 notiert für Menschen mit einem BMI unter 25 und normaler Glukosestoffwechsellage. Die folgenden Zustände 2 bis 6 notieren für die weiteren Glukosestoffwechsellagen bei einem BMI von unter 25. Zustand 2 und 3 sind die prädiabetischen Glukosestoffwechsellagen mit niedrigem (Zustand 2) bzw. hohem (Zustand 3) Risiko für die Entwicklung eines Diabetes mellitus bei einem BMI von unter 25. Die Zustände 3 bis 6 notieren für die diabetischen Glukosestoffwechsellagen ohne medikamentöse Behandlung mit Antidiabetika (Zustand 4), mit medikamentöser Behandlung durch orale Antidiabetika (Zustand 5) und mit Insulinverordnung (Zustand 6) bei einem BMI von unter 25. Die Zustände 7 bis 12 notieren für die sechs unterschiedlichen Glukosestoffwechsellagen bei einem BMI zwischen 25 und unter 30 (Übergewicht), die Zustände 13 bis 18 notieren für die sechs unterschiedlichen Glukosestoffwechsellagen bei einem BMI von 30 und höher (Adipositas).

In der Spalte bzw. Zeile mit der Bezeichnung Zustands-WS ist die relative Häufigkeit des korrespondierenden (Gesundheits-)Zustands dargestellt. Diese Zustandswahrscheinlichkeit drückt die auf Geschlecht und Alter bedingte Wahrscheinlichkeit aus, dass sich eine zufällig ausgewählte Frau im Alter von 67 Jahren (Spaltenwerte) bzw. 68 Jahren (Zeilenwerte) im korrespondierenden Gesundheitszustand befindet. Etwa 21,53 % der Frauen im Alter von 67 Jahren weisen eine normale Glukosestoffwechsellage bei einem BMI von unter 25 auf (Zustand 1). Die Zustandswahrscheinlichkeit von Zustand 1 bei Frauen im Alter von 68 Jahren beträgt 21,88 %. Dieser Anteil nimmt also bei Frauen beim Übergang vom 67. Lebensjahr in das 68. Lebensjahr leicht zu.

Einem Vergleich der Zustandswahrscheinlichkeiten zwischen dem 67. Lebensjahr und dem 68. Lebensjahr ist zu entnehmen, dass die Häufigkeit der höheren Glukosestoffwechsellagen tendenziell eher ansteigt und die Häufigkeit der niedrigeren Glukosestoffwechsellagen tendenziell eher abnimmt. So weisen die diabetischen Gesundheitszustände 4 bis 6, 10 bis 12 und 16 bis 18 im Alter von 68 Jahren durchgängig eine höhere Zustandswahrscheinlichkeit auf als im 67. Lebensjahr. Gleichzeitig findet eine Verschiebung der Verteilungsmasse von den niedrigen in die höheren BMI-Stufen statt. So ist auch in den prädiabetischen Zuständen 8 und 9 (BMI-Stufe 2) sowie 14 (BMI-Stufe 3) beim Übergang vom 67. Lebensjahr in das 68. Lebensjahr eine Zunahme der Häufigkeit zu beobachten.

Diese Veränderungen der Verteilung der Gesundheitszustände lässt sich bei Männern und Frauen nahezu durchgängig über alle Altersjahre beobachten. Allgemein ausgedrückt verschiebt sich die Verteilung der Gesundheitszustände mit fortschreitendem Lebensalter in Richtung der höheren Glukosestoffwechsellage und BMI-Stufen.

Mit p sind in die Übergangswahrscheinlichkeiten bezeichnet, die für die Modellierung abzuleiten sind. Für jedes Geschlecht und Altersjahr sind insgesamt 324 Übergangswahrscheinlichkeiten festzulegen. Bei Übergängen, die innerhalb eines Jahres mehr als eine Glukosestoffwechsellage und/oder mehr als eine BMI-Stufe umfassen, ist die Übergangswahrscheinlichkeit per Definition auf den Wert Null gesetzt. Es wird also angenommen, dass diese Übergänge nicht auftreten.

Der erste Wert des Index von p bezeichnet den Ausgangszustand im Alter von 67 Jahren, der zweite Indexwert bezeichnet den Zielzustand im Alter von 68 Jahren. Diese Übergangswahrscheinlichkeiten sind für jedes Geschlecht und Altersjahr so festzulegen, sodass bei der Anwendung der geschätzten Übergangswahrscheinlichkeiten auf die Verteilung der Gesundheitszustände einer Alterskohorte sich die Verteilung der Gesundheitszustände der ein Jahr älteren Alterskohorte ergibt.

Das heißt, für jedes Geschlecht $s \in \{\text{Mann, Frau}\}$ mit Alter $t = 40, \dots, 89$ muss gelten:

$$p_{s,t}^T P_{s,t} = p_{s,t+1}^T$$

wobei $p_{s,t}$ ein gegebener Vektor mit den Zustandswahrscheinlichkeiten der Gesundheitszustände für Geschlecht s und Alter t ist, und $P_{s,t} = (p_{s,t,i,j}), i,j = 1, \dots, 18$ für die Matrix der korrespondierenden Übergangswahrscheinlichkeiten notiert.

Die Ableitung der Übergangswahrscheinlichkeiten erfolgt mit einem Linearen Programm (LP) der Form

$$\max\{c^T x \mid Ax \leq b, x \geq 0\},$$

mit gegebenen $A \in \mathbb{R}^{m,n}$, $b \in \mathbb{R}^{m,1}$ und $c \in \mathbb{R}^{n,1}$.

Dieses Lineare Programm wird für jedes Geschlecht und Altersjahr separat durchgeführt.

Bei einem Linearen Programm wird eine lineare Zielfunktion $c^T x$ maximiert, wobei die Menge zulässiger Lösungen für den Vektor x durch Nebenbedingungen $Ax \leq b$ eingeschränkt ist. Der Vektor x stellt die Argumente des Optimierungsproblems dar, die für die 324 in Abbildung 8 dargestellten Übergangswahrscheinlichkeiten notieren. Hiervon werden 212 Einträge als Nebenbedingung auf den Wert Null gesetzt. Die übrigen 112 Übergangswahrscheinlichkeiten können als Ergebnis der linearen Optimierung positive Werte annehmen. Überdies wird in den Nebenbedingungen festgelegt, dass die Übergangswahrscheinlichkeiten keine Werte annehmen dürfen, die größer als 1 sind.

Tabelle 46: Verteilung der Gesundheitszustände und zu schätzende Übergangswahrscheinlichkeiten am Beispiel von Frauen im Alter von 67 Jahren

Alter	Zustand	68 Jahre																		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
67 Jahre	Zustands- WS	21,88 %	4,18 %	2,85 %	0,19 %	0,20 %	0,10 %	19,79 %	6,91 %	3,18 %	2,31 %	2,40 %	1,20 %	8,52 %	6,62 %	7,85 %	4,70 %	4,87 %	2,45 %	
	1	$P_{1,1}$	$P_{1,2}$	0	0	0	0	$P_{1,7}$	$P_{1,8}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	$P_{2,1}$	$P_{2,2}$	$P_{2,3}$	0	0	0	$P_{2,7}$	$P_{2,8}$	$P_{2,9}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	$P_{3,2}$	$P_{3,3}$	$P_{3,4}$	0	0	0	$P_{3,8}$	$P_{3,9}$	$P_{3,10}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	4	0	0	$P_{4,3}$	$P_{4,4}$	$P_{4,5}$	0	0	0	$P_{4,9}$	$P_{4,10}$	$P_{4,11}$	0	0	0	0	0	0	0	0
	5	0	0	0	$P_{5,4}$	$P_{5,5}$	$P_{5,6}$	0	0	0	$P_{5,10}$	$P_{5,11}$	$P_{5,12}$	0	0	0	0	0	0	0
	6	0	0	0	0	$P_{6,5}$	$P_{6,6}$	0	0	0	0	$P_{6,11}$	$P_{6,12}$	0	0	0	0	0	0	0
	7	20,40 %	$P_{7,1}$	$P_{7,2}$	0	0	0	$P_{7,7}$	$P_{7,8}$	0	0	0	0	0	$P_{7,13}$	$P_{7,14}$	0	0	0	0
	8	6,76 %	$P_{8,1}$	$P_{8,2}$	$P_{8,3}$	0	0	$P_{8,7}$	$P_{8,8}$	$P_{8,9}$	0	0	0	0	$P_{8,13}$	$P_{8,14}$	$P_{8,15}$	0	0	0
	9	2,97 %	0	$P_{9,2}$	$P_{9,3}$	$P_{9,4}$	0	0	$P_{9,8}$	$P_{9,9}$	$P_{9,10}$	0	0	0	$P_{9,14}$	$P_{9,15}$	$P_{9,16}$	0	0	0
	10	2,20 %	0	0	$P_{10,3}$	$P_{10,4}$	$P_{10,5}$	0	0	$P_{10,9}$	$P_{10,10}$	$P_{10,11}$	0	0	0	$P_{10,15}$	$P_{10,16}$	$P_{10,17}$	0	0
	11	2,30 %	0	0	$P_{11,3}$	$P_{11,4}$	$P_{11,5}$	$P_{11,6}$	0	0	$P_{11,10}$	$P_{11,11}$	$P_{11,12}$	0	0	0	$P_{11,16}$	$P_{11,17}$	$P_{11,18}$	0
	12	1,17 %	0	0	0	$P_{12,5}$	$P_{12,6}$	0	0	0	0	$P_{12,11}$	$P_{12,12}$	0	0	0	0	$P_{12,17}$	$P_{12,18}$	0
	13	8,74 %	0	0	0	0	0	$P_{13,7}$	$P_{13,8}$	0	0	0	0	$P_{13,13}$	$P_{13,14}$	0	0	0	0	0
	14	6,44 %	0	0	0	0	0	$P_{14,7}$	$P_{14,8}$	$P_{14,9}$	0	0	0	$P_{14,13}$	$P_{14,14}$	$P_{14,15}$	0	0	0	0
	15	8,10 %	0	0	0	0	0	0	$P_{15,8}$	$P_{15,9}$	$P_{15,10}$	0	0	0	$P_{15,14}$	$P_{15,15}$	$P_{15,16}$	0	0	0
	16	4,47 %	0	0	0	0	0	0	0	$P_{16,9}$	$P_{16,10}$	$P_{16,11}$	0	0	0	$P_{16,15}$	$P_{16,16}$	$P_{16,17}$	0	0
	17	4,67 %	0	0	0	0	0	0	0	0	$P_{17,10}$	$P_{17,11}$	$P_{17,12}$	0	0	0	$P_{17,16}$	$P_{17,17}$	$P_{17,18}$	0
18	2,37 %	0	0	0	0	0	0	0	0	0	$P_{18,11}$	$P_{18,12}$	0	0	0	0	$P_{18,17}$	$P_{18,18}$	0	

Quelle: IGES (2018)

Mit einer weiteren Gruppe von Nebenbedingungen wird festgelegt, dass die Zeilensumme der Übergangswahrscheinlichkeiten in Tabelle 46 den Wert 1 ergibt. Damit wird operationalisiert, dass alle Mitglieder einer Geschlechts- und Alterskohorte im Folgejahr einen Gesundheitszustand annehmen. Dies bedeutet, die mit dem linearen Optimierungsprogramm abgeleiteten Übergangswahrscheinlichkeiten beziehen sich auf Mitglieder einer Geschlechts- und Alterskohorte, die im Verlauf eines Jahres nicht versterben.²⁴

Ferner wird über die Nebenbedingungen festgelegt, dass bei der Anwendung der geschätzten Übergangswahrscheinlichkeiten auf die Verteilung der Gesundheitszustände einer Geschlechts- und Alterskohorte sich die Verteilung der Gesundheitszustände der ein Jahr älteren Alterskohorte ergibt (siehe oben). Über diese Nebenbedingungen wird die Stationaritätsannahme operationalisiert, gemäß der durch die Gesundheitsübergänge einer Alterskohorte die Verteilung der Gesundheitszustände der ein Jahr älteren Kohorte reproduziert wird.

Die bisher formulierten Einschränkungen stellen ein Grundgerüst an Nebenbedingungen dar, mit denen gewährleistet wird, dass die Mindestanforderungen an die Übergangswahrscheinlichkeiten (siehe oben) erfüllt sind. Darüber hinaus wird über die Nebenbedingungen die Menge zulässiger Lösungen für das Optimierungsproblem weiter eingeschränkt, um un plausible Lösungen auszuschließen.

So wird beispielsweise festgelegt, dass bei einem gegebenen Glukosestoffwechsellage eine Verschlechterung der Glukosestoffwechsellage bei einer höheren BMI-Stufe wahrscheinlicher ist als bei einer niedrigeren BMI-Stufe. Diese Nebenbedingungen werden sowohl bei gleichbleibender BMI-Stufe als auch bei simultanen Veränderungen der BMI-Stufe festgelegt. Korrespondierend dazu wird über die Nebenbedingungen festgelegt, dass eine Verbesserung der Glukosestoffwechsellage bei einem gegebenen Glukosestoffwechsellage mit einer niedrigeren BMI-Stufe wahrscheinlicher ist als bei einer höheren BMI-Stufe. Auch diese Nebenbedingungen werden ebenfalls sowohl für gleichbleibende als auch sich simultan verändernde BMI-Stufen festgelegt.

Analog hierzu werden über die Nebenbedingungen nicht-simultane Veränderungen von Gewicht und Glukosestoffwechsellage operationalisiert. So wird festgelegt, dass die Wahrscheinlichkeit für den Übergang in einen identischen Gesundheitszustand mit Verschlechterung der Glukosestoffwechsellage bei einer gleichzeitigen Verschlechterung der BMI-Stufe geringer ausfällt, als ohne Veränderung der BMI-Stufe. Dies bedeutet beispielsweise, dass die Diabetesinzidenz von Menschen mit BMI-Stufe 2 höher ist als die Diabetesinzidenz von Menschen mit BMI-Stufe 1 und gleichzeitiger Verschlechterung des BMI von BMI-Stufe 1 auf BMI-Stufe 2. Korrespondierend dazu wird über die Nebenbedingungen festgelegt, dass die Wahrscheinlichkeit für den Übergang in einen identischen Gesundheitszustand mit Verbesserung der Glukosestoffwechsellage bei gleichzeitiger Verbesserung der BMI-Stufe geringer ausfällt, als ohne Veränderung der BMI-Stufe.

²⁴ Das Verfahren zur Schätzung der Sterbewahrscheinlichkeit ist in Abschnitt 5.4.3 dargestellt.

Insgesamt werden auf diese Weise weitere 80 Nebenbedingungen formuliert, mit denen die Menge möglicher Lösungen des Optimierungsproblems im Hinblick auf eine plausible Lösung eingegrenzt wird.

Darüber hinaus erfolgt eine Steuerung der Lösung des Linearen Programms im Hinblick auf eine plausible Lösung. Im Gegensatz zur Formulierung von Nebenbedingungen, die zur Folge haben, dass bestimmte Lösungen ausgeschlossen werden, geht es bei der Steuerung der Lösung um eine Abwägung zwischen eher plausiblen oder eher unplausiblen Lösungen, ohne dass die eher unplausiblen Lösungen von vornherein gänzlich ausgeschlossen werden.

So wird es beispielsweise als eher wahrscheinlich erachtet, dass sich weder BMI-Stufe noch Glukosestoffwechsellage innerhalb eines Jahres ändern als eine Veränderung einer der beiden Zustände oder beide simultan. Wie der Verteilung der Gesundheitszustände am Beispiel der Frauen im Alter vom 67 Jahren in Tabelle 46 entnommen werden kann, verändern sich die Häufigkeiten der Gesundheitszustände innerhalb eines Jahres nur eher geringfügig. Es wird daher als eher plausibel erachtet, dass der größte Teil der Mitglieder einer Alterskohorte innerhalb eines Jahres seinen Gesundheitszustand nicht verändert.

Es wird als eher unplausibel erachtet, dass sich BMI-Stufe und Glukosestoffwechsellage in entgegengesetzte Richtungen bewegen. Eine Verbesserung der Glukosestoffwechsellage bei gleichzeitiger Gewichtszunahme erscheint aus medizinischen Gründen eher weniger wahrscheinlich.

Ein Wechsel von Glukosestoffwechselzustand 4 (Diabetes ohne Verordnung von Antidiabetika) in Glukosestoffwechselzustand 3 (prädiabetischer Zustand mit erhöhtem Risiko für eine Erkrankung an Diabetes mellitus) wird als eher wenig wahrscheinlich erachtet. Dies wäre gleichbedeutend mit der Remission einer Diabeteserkrankung. Die Remission eines Diabetes mellitus ist nicht völlig ausgeschlossen, allerdings wird davon ausgegangen, dass dieser Übergang eher selten auftreten wird.

Bei allen genannten Einschränkungen ist nicht völlig ausgeschlossen, dass diese Übergänge vereinzelt auftreten. Diese vereinzelt vorkommenden Übergänge, d. h. die Dynamik des Gesundheitsgeschehen auf Einzelfallebene, kann jedoch mit diesem Verfahren nicht bestimmt werden. Dies wäre nur möglich, wenn sich die Übergangswahrscheinlichkeiten in den Routinedaten der Krankenkassen schätzen ließen. Da diese Möglichkeit aus methodischen Gründen verwehrt ist, werden mittels des Linearen Programms Nettoübergangsraten bzw. Nettoübergangswahrscheinlichkeiten abgebildet.

Damit ist gemeint, dass nicht die Übergänge von beispielsweise Zustand 3 in Zustand 4 und von Zustand 4 in Zustand 3 abgebildet werden, sondern der Nettostrom zwischen diesen beiden Zuständen. Wechseln also mehr Menschen von Zustand 3 nach Zustand 4 als von Zustand 4 nach Zustand 3, so wird lediglich die Übergangswahrscheinlichkeit auf Basis des Nettostroms von Menschen nach Zustand 4 abgebildet. Die Übergangswahrscheinlichkeit wird demnach bestimmt auf Basis der Differenz zwischen dem Übergang von Zustand 3 nach Zustand 4 und von Zustand 4 nach Zustand 3.

Die Steuerung einer möglichen Lösung des Linearen Programms erfolgt über die Parametrisierung der Variablenkoeffizienten der Zielfunktion. Die Werte des Parametervektors c stellen Relativgewichte dar, mit denen sich bestimmte Lösungen gegenüber anderen bevorzugen lassen. In Tabelle 47 ist die für alle Geschlechts- und Alterskohorten angewendete Parametrisierung der Variablenkoeffizienten dargestellt.

Mit dieser Parametrisierung werden die oben genannten eher plausiblen bzw. eher unplausiblen Lösungen operationalisiert. Grün markierte Felder sind mit einem positiven Gewicht versehen. Diese Übergänge, bei denen sich weder BMI noch Glukosestoffwechsellage ändert, werden bei der Bestimmung einer optimalen Lösung favorisiert. Gelb markierte Felder weisen ein kleines negatives Relativgewicht auf. Bei diesen Übergängen handelt es sich um Gewichts- oder Glukosestoffwechseleränderungen, die als vergleichsweise eher plausibel erachtet werden. Übergänge mit einer gegenläufigen Entwicklung von Glukosestoffwechsellage und BMI sind rot markiert und mit einem hohen negativen Gewicht parametrisiert. Dunkelrot markierte Felder weisen das höchste negative Relativgewicht auf. Hierbei handelt es sich um Übergänge die mit einer Remission des Diabetes verbunden sind. Es wird als sehr unwahrscheinlich erachtet, dass mit einer höheren Rate Remissionen stattfinden als Inzidenzen auftreten.

Tatsächlich weisen Übergänge, die ein sehr hohes negatives Relativgewicht als Ausdruck der geringen Plausibilität aufweisen, fast durchgängig eine Übergangswahrscheinlichkeit mit dem Wert Null auf.

Die in Tabelle 46 beispielhaft dargestellten Zustandswahrscheinlichkeiten für Frauen im Alter von 67 bzw. 68 Jahren stellen die Verteilung der Gesundheitszustände dar, wie sich aus den Daten des RKI bzw. nach Operationalisierung in den Routinedaten ergeben. Diese Verteilungsangaben beziehen sich auf die lebende Bevölkerung. Wie bereits oben erwähnt, beziehen sich die Übergangswahrscheinlichkeiten jedoch nur auf den Teil der Bevölkerung, der innerhalb eines Jahres nicht verstirbt. Anders ausgedrückt: Die Übergangswahrscheinlichkeit bezeichnet die Wahrscheinlichkeit des Übergangs von einem Ausgangszustand in einen Zielzustand innerhalb eines Jahres unter der Voraussetzung, dass das um ein Jahr höhere Lebensalter auch erreicht wird.

Die Verteilung der Gesundheitszustände derjenigen, die ein um ein Jahr höheres Lebensalter erreichen (die überlebende Bevölkerung) und die Verteilung derjenigen, die innerhalb eines Jahres versterben, unterscheidet sich aufgrund der Abhängigkeit der Mortalität von der Glukosestoffwechsellage. Daher ist die oben angegebene Verteilung der Gesundheitszustände im Ausgangszustand vor der Ableitung der Übergangswahrscheinlichkeiten um Sterbefälle zu korrigieren.

Mittels einer in die Simulation des Krankheits- und Sterbegeschehens integrierten Simulation des Sterbegeschehens wird auf Einzelfallebene bestimmt, ob innerhalb eines Jahres ein Sterbefall eintritt oder das nächsthöhere Lebensalter erreicht wird. Das Ergebnis dieser Simulation ist die um Sterbefälle bereinigte geschlechts- und altersbedingte Verteilung der Gesundheitszustände, also die geschlechts- und altersbedingte gemeinsame Verteilung von Glukosestoffwechsellagen bzw. Arten der Versorgung eines manifesten

Tabelle 47: Parametrisierung der der Variablenkoeffizienten in der Zielfunktion des Linearen Programms (LP)

Alter	t+1 Jahre																		
	Zustand	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
t Jahre	1	1	-1	0	0	0	0	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	-1	1	-1	0	0	0	-5	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	-1	1	-1	0	0	0	-5	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0
	4	0	0	-10	1	-1	0	0	0	-10	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0
	5	0	0	0	-1	1	-1	0	0	0	-5	-1	-1	0	0	0	0	0	0
	6	0	0	0	0	-1	1	0	0	0	0	0	-5	-1	0	0	0	0	0
	7	-1	-5	0	0	0	0	1	-1	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0
	8	-1	-1	-5	0	0	0	-1	1	-1	0	0	0	0	-5	-1	0	0	0
	9	0	-1	-1	-5	0	0	0	-1	1	-1	0	0	0	0	-5	-1	-1	0
	10	0	0	-10	-1	-5	0	0	0	-10	1	-1	0	0	0	-10	-1	-1	-1
	11	0	0	0	-1	-1	-5	0	0	0	-1	1	-1	0	0	0	-5	-1	-1
	12	0	0	0	0	-1	-1	0	0	0	0	0	-1	1	0	0	0	0	-5
	13	0	0	0	0	0	0	-1	-5	0	0	0	0	0	1	-1	0	0	0
	14	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-5	0	0	0	0	-1	1	-1	0	0
	15	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-5	0	0	0	0	-1	1	-1	0
	16	0	0	0	0	0	0	0	0	-10	-1	-5	0	0	0	-10	1	-1	-1
	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-5	0	0	0	-1	1	-1
	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	0	0	0	0	-1	-1

Quelle: IGES (2018)

Tabelle 48: Übergangswahrscheinlichkeiten am Beispiel von Frauen im Alter von 67 Jahren

Alter	68 Jahre																			
	Zustand	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
67 Jahre	1	100%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	
	2	0,0%	96,4%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	1,8%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	
	3	0,0%	0,0%	92,9%	0,3%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	4,7%	2,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	4	0,0%	0,0%	0,0%	100%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	5	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	6	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	7	1,6%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	96,8%	1,4%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	8	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	96,5%	1,7%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	1,8%	0,0%	0,0%	0,0%
	9	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	96,0%	2,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	2,0%	0,0%	0,0%
	10	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	11	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,5%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	99,5%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	12	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,7%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	99,3%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	13	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	97,3%	2,7%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	14	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	98,2%	1,8%	0,0%	0,0%	0,0%
	15	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	92,0%	8,0%	0,0%	0,0%
	16	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	88,8%	11,2%	0,0%
	17	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	2,2%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	94,0%	3,8%
	18	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	3,8%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	96,2%

Quelle: IGES (2018)

Anmerkung: Werte gerundet

Diabetes mellitus und dem BMI. In Tabelle 48 sind die auf diese Weise abgeleiteten Übergangswahrscheinlichkeiten für Frauen im Alter von 67 Jahren beispielhaft dargestellt.

Aufgrund der Abhängigkeitsstruktur der Schätzparameter ist für die Bestimmung der um Sterbefälle bereinigten Verteilung der Gesundheitszustände eine sukzessive Vorgehensweise erforderlich. Zunächst wird die Simulation mit einer Kohorte von 40-Jährigen aus den Routinedaten initialisiert, für die alle erforderlichen Merkmale (Gesundheitszustand, bestehende Begleit- und Folgeerkrankungen) vorliegen. Auf dieser Grundlage wird unter Anwendung der Sterbewahrscheinlichkeit das Sterbe geschehen in dieser Kohorte auf Einzelfallebene simuliert. Das Ergebnis dieser Simulation ist die um Sterbefälle bereinigte geschlechts- und altersbedingte Verteilung der Gesundheitszustände. Diese Verteilung bildet den Ausgangszustand für die Abschätzung der Übergangswahrscheinlichkeiten, während die den Daten des RKI und den DAK-Routinedaten entnommene Verteilung der Gesundheitszustände der 41-Jährigen die Zielverteilung bildet.

Auf Basis dieser beiden Verteilungen werden mit dem Linearen Programm die Übergangswahrscheinlichkeiten abgeleitet. In einer anschließenden Simulation wird unter Anwendung dieser Übergangswahrscheinlichkeiten das Übergangsgeschehen der Alterskohorte der 40-Jährigen simuliert. Das heißt, es wird auf Einzelfallebene simuliert, welchen Gesundheitszustand die Mitglieder der initialen Kohorte der 40-Jährigen im 41. Lebensjahr einnehmen. Das Ergebnis dieser Simulation des Übergangsgeschehens bildet wiederum die Basis für die Schätzung der Erkrankungswahrscheinlichkeiten im Folgejahr. Durch Anwendung der Erkrankungswahrscheinlichkeiten wird das Erkrankungsgeschehen der 40-Jährigen simuliert, d. h. es wird auf Einzelfallebene bestimmt, welche Erkrankungen die einzelnen Mitglieder der initialen Kohorte der 40-Jährigen im 41. Lebensjahr aufweisen.

Als Ergebnis dieses Verfahrens liegen für alle Mitglieder der initialen Kohorte der 40-Jährigen alle Merkmalsausprägungen im 41. Lebensjahr auf Einzelfallebene vor, sodass das Verfahren erneut mit der Simulation des Sterbe geschehens der jetzt 41-Jährigen Kohorte beginnt. Mit Erreichen des 89. Lebensjahres liegen für alle Altersjahre abgeleitete Schätzgrößen für die Übergangswahrscheinlichkeit vor.

5.4.5 Begleit- und Folgeerkrankungen des Diabetes mellitus Typ 2

Die im Rahmen dieser Analyse untersuchten Begleit- und Folgeerkrankungen des Diabetes mellitus Typ 2 entsprechen den in Abschnitt 3.4 dargestellten Erkrankungsgruppen und diabetischen Komplikationen. Die Operationalisierung dieser Erkrankungen in den Routinedaten der DAK.-Gesundheit sowie die Systematik der Erkrankungsgruppen kann ebenfalls Abschnitt 3.4 entnommen werden.

Die im Rahmen der Simulationsstudie angewendete Wahrscheinlichkeit für die Erkrankung an Begleit- und Folgeerkrankungen ist abhängig vom Geschlecht, dem Alter, der Glukososestoffwechsellage und bereits bestehenden Begleit- und Folgeerkrankungen. Bei diabetischen Komplikationen wird an-

genommen, dass die Eintrittswahrscheinlichkeit unabhängig vom BMI ist. Für einige Begleiterkrankungen wird hingegen angenommen, dass ein Zusammenhang zwischen dem Erkrankungsrisiko und dem BMI besteht. Bei diesen auch vom BMI abhängigen Erkrankungen handelt es sich um Arthrose (ICD-10 M00.- bis M25.-), Hypertonie (ICD-10 I10.- bis I15.-), ischämische Herzkrankheiten (ICD-10 I20.- bis I25.-) und zerebrovaskuläre Erkrankungen (ICD-10 I61.- bis I66.- und G45.-).

Für Niereninsuffizienz kann ein Zusammenhang mit dem BMI insbesondere bei höheren Graden der Adipositas zwar angenommen werden, es ließen sich jedoch aus den im Rahmen der Literaturrecherche gesichteten Studien keine zuverlässig geschätzten BMI-Risikofaktoren entnehmen, die unter Kontrolle einer Diabeteserkrankung und der im Rahmen der Modellierung berücksichtigten Begleiterkrankungen geschätzt wurden. Daher wird bei der Modellierung der Wahrscheinlichkeit einer Nierenerkrankung keine Differenzierung nach dem BMI vorgenommen. Im Hinblick auf die Analyse der Effekte eines Frühinterventionsprogramms handelt es sich hierbei um eine konservative Annahme, bei der die Effektgröße des Interventionsprogramm tendenziell eher unterschätzt wird.

Es wird angenommen, dass zwischen der Ätiologie einer bereits bestehenden Begleiterkrankung und der Wahrscheinlichkeit auch im Folgejahr von einer Begleiterkrankung betroffen zu sein, kein von der Begleiterkrankung unabhängiger Einfluss besteht. Konkret bedeutet dies, dass beispielsweise der Zusammenhang zwischen einer Neuropathie im Vorjahr und der Wahrscheinlichkeit für eine Affektion der Linse und der Netzhaut im Folgejahr unabhängig davon besteht, ob die Neuropathie sich ursächlich auf eine Erkrankung an Diabetes mellitus zurückführen lässt, oder ob eine andere Ursache maßgeblich für die Entstehung der neurologischen Erkrankung war.

Hingegen wird angenommen, dass zwischen der Ätiologie einer bestehenden Begleiterkrankung und der Wahrscheinlichkeit einer diabetischen Komplikation im Folgejahr ein von der Begleiterkrankung unabhängiger Einfluss besteht. Konkret bedeutet dies, dass beispielsweise eine bereits bestehende neurologische Komplikation bei Diabetes mellitus einen anderen Einfluss auf eine diabetische Retinopathie ausübt als eine Neuropathie, die sich nicht ursächlich auf eine Diabeteserkrankung zurückführen lässt. Dementsprechend wird bei der Modellierung der unterschiedliche Einfluss von bereits bestehenden Begleiterkrankungen und diabetischen Komplikationen auf die Erkrankungswahrscheinlichkeit an einer diabetischen Komplikation im Folgejahr explizit in der Modellierung berücksichtigt.

Zusammenfassend wird bei diabetischen Komplikationen davon ausgegangen, dass eine Komplikation im Folgejahr sowohl von bereits bestehenden Begleiterkrankungen als auch von bereits bestehenden Folgeerkrankungen abhängt, während bei Begleiterkrankungen davon ausgegangen wird, dass die Erkrankung im Folgejahr nur von bereits bestehenden Begleiterkrankungen abhängt.

Modellbeschreibung

Die bedingte Erkrankungswahrscheinlichkeit wird auf Basis der Routinedaten der DAK-Gesundheit aus den Jahren 2013 bis 2016 geschätzt. Dabei wird die Erkrankung an Krankheit $k \in K = \{K_{\text{Folge}}, K_{\text{Begleit}}\}$ im Folgejahr als abhängige Variabel für jede Begleit- und Folgeerkrankung sowie jedes Altersjahr und Geschlecht mit einem separaten logistischen Regressionsmodell modelliert. Der Gesundheitszustand (Glukosestoffwechsellage und BMI) und bereits bestehende Erkrankungen stellen die unabhängigen Variablen dar, auf die Erkrankung an Krankheit k im Folgejahr regressiert wird.

Das logistische Regressionsmodell zur Modellierung der Erkrankung an Begleiterkrankung $k_1 \in K_{\text{Begleit}}$ im Folgejahr der Individuen i mit Geschlecht $s \in \{\text{Mann, Frau}\}$ und Alter $t = 40, \dots, 89$ lautet:

$$P(Y_{k_1,s,t+1} = 1 \mid X_{s,t} = x_{s,t,i}, Y_{s,t} = y_{s,t,i}) = \frac{\exp(\beta_{k_1,s,t,0} + x_{s,t,i}^T \beta_{k_1,s,t} + y_{s,t,i}^T \gamma_{k_1,s,t})}{1 + \exp(\beta_{k_1,s,t,0} + x_{s,t,i}^T \beta_{k_1,s,t} + y_{s,t,i}^T \gamma_{k_1,s,t})}$$

Dabei notiert $Y_{k_1,s,t+1}$ für die Erkrankung an Begleiterkrankung k_1 im Folgejahr, der Vektor $X_{s,t}$ für den Gesundheitszustand (sechs Glukosestoffwechsellage und drei BMI-Stufen, insgesamt 18 Gesundheitszustände) und $Y_{s,t}$ stellt den Vektor aller Begleiterkrankungen dar. Für jede Begleiterkrankung k_1 und jedes Altersjahr und Geschlecht werden separate Parametervektoren $\beta_{k_1,s,t}$, $\gamma_{k_1,s,t}$ und eine konstante $\beta_{k_1,s,t,0}$ bestimmt, die den Zusammenhang zwischen der Erkrankung an Begleiterkrankung k_1 im Folgejahr und dem Gesundheitszustand bzw. bereits bestehenden Begleiterkrankungen ausdrücken.

Das logistische Regressionsmodell zur Modellierung der Erkrankung an Folgeerkrankung (diabetischer Komplikation) $k_2 \in K_{\text{Folge}}$ im Folgejahr der Individuen i mit Geschlecht $s \in \{\text{Mann, Frau}\}$ und Alter $t = 40, \dots, 89$ lautet:

$$P(Y_{k_2,s,t+1} = 1 \mid X_{s,t} = x_{s,t,i}, Y_{s,t} = y_{s,t,i}, Z_{s,t} = z_{s,t,i}) = \frac{\exp(\beta_{k_2,s,t,0} + x_{s,t,i}^T \beta_{k_2,s,t} + y_{s,t,i}^T \gamma_{k_2,s,t} + z_{s,t,i}^T \delta_{k_2,s,t})}{1 + \exp(\beta_{k_2,s,t,0} + x_{s,t,i}^T \beta_{k_2,s,t} + y_{s,t,i}^T \gamma_{k_2,s,t} + z_{s,t,i}^T \delta_{k_2,s,t})}$$

Dabei notiert $Y_{k_2,s,t+1}$ für die Erkrankung an Folgeerkrankung k_2 im Folgejahr, der Vektor $X_{s,t}$ für den Gesundheitszustand (sechs Glukosestoffwechsellagen und drei BMI-Stufen, insgesamt 18 Gesundheitszustände), $Y_{s,t}$ stellt den Vektor aller bereits bestehenden Folgeerkrankungen dar und $Z_{s,t}$ notiert für bestehende Begleiterkrankungen. Für jede Folgeerkrankung k_2 und jedes Altersjahr und Geschlecht werden separate Parametervektoren $\beta_{k_2,s,t}$, $\gamma_{k_2,s,t}$, $\delta_{k_2,s,t}$ und eine konstante $\beta_{k_2,s,t,0}$ bestimmt, die den Zusammenhang zwischen der Erkrankung an Folgeerkrankung k_2 im Folgejahr und dem Gesundheitszustand bzw. bereits bestehenden Begleit- und Folgeerkrankungen ausdrücken.

Bei der Modellierung der Erkrankung im Folgejahr werden alle in Abschnitt 5.4.2 beschriebenen Glukosestoffwechsellagen bzw. Arten der Versorgung eines Diabetes mellitus Typ 2 als unabhängige Variablen berücksichtigt. Diese umfassen die normale Glukosestoffwechsellage, zwei prädiabetische Glukosestoffwechsellagen mit geringem bzw. hohem Risiko für die Entwicklung eines Diabetes mellitus sowie drei diabetische Stoffwechsellagen mit unterschiedlicher Art der Versorgung (ohne Antidiabetika, mit oralen Antidiabetika,

mit Verordnung von Insulin). Die unterschiedlichen Versorgungsarten einer manifesten Diabeteserkrankung stellen hierbei Operationalisierungen einer unterschiedlichen Schwere des Krankheitsverlaufs dar.

Der BMI wird im Rahmen des Schätzverfahrens nicht berücksichtigt, da der BMI in den Routinedaten der Krankenkassen nicht auf Einzellebene operationalisiert werden kann (siehe Abschnitt 5.4.2). Die Parameterschätzer von $\beta_{k_1,s,t}$ bzw. $\beta_{k_2,s,t}$ weisen zwar für jede Glukosestoffwechsellage bzw. Art der Behandlung eines Diabetes mellitus unterschiedliche Werte auf, werden jedoch nicht nach unterschiedlichen BMI-Stufen differenziert. Die Differenzierung nach dem BMI erfolgt durch Adjustierung der Parameterschätzer durch Anwendung von BMI-Risikofaktoren, die der Literatur entnommen werden (siehe unten).

Von den Begleit- und Folgeerkrankungen werden grundsätzlich alle in Abschnitt 3.4 aufgeführten Erkrankungsgruppen und diabetischen Komplikationen bei der Modellwahl berücksichtigt. Ergibt sich jedoch im Modellwahlverfahren bei einzelnen Altersjahren und einem bestimmten Geschlecht für einzelne Erkrankungsgruppen oder Folgeerkrankungen ein negativer Zusammenhang zwischen einer bestehenden Erkrankung und der Erkrankungswahrscheinlichkeit im Folgejahr, werden diese Begleit- bzw. Folgeerkrankungen als Regressor in diesem Modell ausgeschlossen.

Anpassung auf die Prävalenz der Begleit- und Folgeerkrankungen 2015

Die Zielvariable der Regression (Erkrankung im Folgejahr) und die exogenen Variablen der Regression (bestehende Erkrankungen) entstammen nicht dem gleichen Datenjahr. Wird beispielsweise die Erkrankung im Folgejahr derjenigen modelliert, die im Jahr 2015 ein Alter von 65 Jahren aufweisen, so werden bestehende Erkrankungen den Routinedaten des Jahres 2015 entnommen, während die Erkrankung im Folgejahr den Routinedaten des Jahres 2016 entnommen werden. Aus den Daten des Jahres 2016 ist ersichtlich, welche der Versicherten, die im Jahr 2015 65 Jahre alt waren, im Alter von 66 Jahren eine entsprechende Erkrankung aufweisen.

Das alters- und geschlechtsbedingte Morbiditätsniveau ist jedoch nicht über die Zeit konstant. Die Ursachen für zeitliche Veränderungen des Morbiditätsniveaus können vielfältig sein. Vorstellbare wären tatsächliche zeitliche Veränderungen der Krankheitshäufigkeit. Vereinfacht gesagt würde dies bedeuten, dass beispielsweise zukünftige Generationen von 65-jährigen Frauen gesünder (oder kränker) sind als die heutige Generation 65-jähriger Frauen. Denkbar wären auch rein zufällige zeitliche Schwankungen. Vereinfacht gesagt würde dies bedeuten, dass beispielsweise zukünftige Generationen von 65-jährigen Frauen im Durchschnitt nicht gesünder oder kränker sind als die heutige Generation 65-jähriger Frauen, dass aber in manchen Jahren die Generation 65-jähriger Frauen etwas gesünder ist als die heutige Generation und in anderen Jahren etwas kränker.

Darüber hinaus wäre vorstellbar, dass Veränderungen der Kodierqualität ärztlicher Diagnosen im Zusammenhang mit der Dokumentation vertragsärztlicher Leistungen eine zeitliche Veränderung der Morbidität suggeriert, obwohl gar keine tatsächliche Morbiditätsveränderung stattgefunden hat.

In den Routinedaten werden dann nur mehr (oder weniger) Diagnosen kodiert, ohne dass tatsächlich mehr Menschen krank (oder gesund) sind. So ist beispielsweise bei der Diagnose E66.- (Adipositas) bekannt, dass diese in Routinedaten der Krankenkassen untererfasst ist. Tatsächlich gibt es viel mehr Menschen mit Adipositas, als in Routinedaten der Krankenkassen sichtbar ist. Eine Veränderung der Kodierrichtlinien, die dazu führen würde, dass Adipositas vollständig in den Routinedaten der Krankenkassen erfasst ist, würde bei einem zeitlichen Vergleich der Kodierhäufigkeit einen scheinbaren Anstieg der Erkrankungshäufigkeit ergeben, der in Wirklichkeit gar nicht stattgefunden hat. Das Ausmaß der Adipositas würde dann in den Routinedaten lediglich sichtbar werden.

Da bei der Schätzung des Zusammenhangs zwischen Erkrankung im Folgejahr und bestehenden Erkrankungen Zielvariable und Regressoren aus unterschiedlichen Datenjahren stammen, werden bei der Schätzung auch alters- und geschlechtsunabhängige, zeitlich bedingte Morbiditätsveränderungen abgebildet. Die Schätzung tatsächlicher Morbiditätsveränderungen ist jedoch aufgrund des kurzen Beobachtungszeitraums (2013 bis 2016) nicht zuverlässig möglich. Zudem ((Satz prüfen ■■■■)) bestehen methodische Schwierigkeiten, für Veränderungen im Kodierverhalten zu kontrollieren. Eine Analyse der Effekte des Interventionsprogramms erfolgt daher unter der Stationaritätsannahme, d. h. unter der Annahme einer zeitkonstanten Morbidität. Dementsprechend werden die Parameterschätzer aus der Regressionsanalyse auf die nach Alter, Geschlecht und Glukosestoffwechsellage stratifizierte Erkrankungshäufigkeit der Bevölkerung Deutschlands im Jahr 2015 adjustiert.

Angepasst werden die alters-, geschlechts- und erkrankungsspezifischen Parametervektoren, die den Zusammenhang zwischen Gesundheitszustand und Erkrankung im Folgejahr abbilden. Die Anpassung erfolgt demnach auf das alters-, geschlechts- und glukoselagespezifische Erkrankungsniveau. Die über die übrigen Parameterschätzer abgebildete Zusammenhangsstruktur zwischen bestehenden Folge- und Begleiterkrankungen und der Erkrankung im Folgejahr, bleibt von dieser Anpassung unberührt. Die alters-, geschlechts- und erkrankungsspezifischen Parametervektoren werden so angepasst, dass bei Anwendung aller Schätzparameter auf eine Kohorte von Versicherten der DAK-Gesundheit für jede Glukosestoffwechsellage die alters- und geschlechtsspezifische Erkrankungshäufigkeit der ein Jahr älteren Kohorte reproduziert wird.

Die Anpassung erfolgt in einem relativ aufwändigen Verfahren, da bei der Anpassung berücksichtigt werden muss, dass innerhalb eines Jahres Übergänge zwischen den Glukosestoffwechsellagen stattfinden. Ausgangspunkt der Anpassung ist daher die um Sterbefälle bereinigte geschlechts- und altersbedingte Verteilung der Glukosestoffwechsellagen bzw. Arten der Versorgung eines manifesten Diabetes mellitus, auf deren Basis die Übergangswahrscheinlichkeiten geschätzt werden (siehe Abschnitt 5.4.4). Mit einer in die Simulation des Krankheits- und Sterbe geschehens integrierten und dem Anpassungsverfahren vorgeschalteten Simulation des Übergangsgeschehens wird auf Einzelfallebene bestimmt, ob innerhalb eines Jahres eine Verbesserung oder Verschlechterung der Glukosestoffwechsellage stattfindet

oder die Glukosestoffwechsellage unverändert bleibt. Die Ergebnisse dieser Übergangssimulation bilden die Grundlage für das Anpassungsverfahren der alters-, geschlechts- und erkrankungsspezifischen Parameter, bei dem in einem Näherungsverfahren für jede BMI-Stufe jeweils sechs Parameterwerte von, simultan adjustiert werden, bis die Summe der quadrierten Abweichungen zwischen der glukoselagenspezifischen Erkrankungsprävalenz aus den Routinedaten der DAK-Gesundheit und der durchschnittlichen prädizierten Erkrankungswahrscheinlichkeit auf Basis der Modellparameter über alle Glukosestoffwechsellagen einen vorgegebenen Schwellenwert unterschreitet.

Differenzierung der Erkrankungswahrscheinlichkeit nach dem BMI

Im Anschluss erfolgt für die vier BMI-abhängigen Begleiterkrankungen Arthrose, Hypertonie, ischämische Herzkrankheit und zerebrovaskuläre Erkrankungen eine Differenzierung der Erkrankungswahrscheinlichkeit nach dem BMI. Dabei werden Risikofaktoren auf die prädizierten Erkrankungswahrscheinlichkeiten angewendet, die der Literatur entnommen werden. In Tabelle 49 sind die Risikofaktoren für die BMI-abhängigen Erkrankungen als relatives Risiko je BMI-Einheit aufgeführt. Diese beziehen sich jeweils auf eine Neuerkrankung (Inzidenz) der jeweiligen Krankheit.

Tabelle 49: Relative Risiken der Begleiterkrankung pro BMI-Einheit

Alter	Männer				Frauen			
	Arthrose	Schlag-anfall	HHK*	KHK**	Arthrose	Schlag-anfall	HHK*	KHK**
40–44 Jahre	1,04	1,04	1,00	1,10	1,04	1,04	1,00	1,07
45–59 Jahre	1,04	1,04	1,09	1,10	1,04	1,04	1,09	1,07
60–64 Jahre	1,04	1,04	1,16	1,10	1,04	1,04	1,16	1,07
65–69 Jahre	1,04	1,03	1,16	1,07	1,04	1,03	1,16	1,05
70–89 Jahre	1,04	1,03	1,12	1,07	1,04	1,03	1,12	1,05

Quelle: Forster et al. 2011

Anmerkung: * Hypertensive Herzerkrankung
** Ischämische Herzerkrankung

Die Umsetzung der relativen Risiken für die drei im Rahmen der Modellierung berücksichtigten BMI-Stufen erfolgt durch Anpassung der Parameterschätzer $\beta_{k_1,s,t}$ bzw. $\beta_{k_2,s,t}$, die den Zusammenhang zwischen dem Gesundheitszustand und der Entwicklung einer Begleit- bzw. Folgeerkrankung im Folgejahr abbilden.

Innerhalb des oben genannten Anpassungsverfahrens wird – auf Grundlage der Ergebnisse der in die Simulation des Krankheits- und Sterbe geschehens integrierten Übergangssimulation – für jede BMI-abhängige Begleiterkrankung die Differenz der alters-, geschlechts- und glukoselagespezifischen Erkrankungshäufigkeit zweier aufeinanderfolgender Altersjahre bestimmt. Diese Prävalenzdifferenzen fungieren als Schätzer für die alters- geschlechts-

und glukoselageabhängige Inzidenz der Erkrankung. Auf diese Inzidenzen werden die in Tabelle 49 aufgeführten Risikofaktoren angewendet. Hierbei wird davon ausgegangen, dass sich die BMI-Stufen im Durchschnitt um jeweils fünf BMI-Einheiten unterscheiden.

Anschließend erfolgt eine Adjustierung der BMI-differenzierten Inzidenzraten. Dabei wird das Niveau der Inzidenzraten so angepasst, so dass bei Anwendung auf eine Population mit der in Abschnitt 5.4.2 dargestellten alters-, geschlechts- und glukoselagebedingten BMI-Verteilung im gewichteten Durchschnitt über die BMI-Stufen diejenige Inzidenzrate reproduziert wird, die in den DAK-Routinedaten beobachtet werden kann, wobei gleichzeitig die Relation der Inzidenzraten erhalten bleibt. In der Folge werden die Parameterschätzer $\beta_{k_1,s,t}$ bzw. $\beta_{k_2,s,t}$ in einem Näherungsverfahren so angepasst, sodass bei Anwendung auf eine Alterskohorte die prädizierte alters-, geschlechts- und glukoselagenspezifische Wahrscheinlichkeit einer Erkrankung im Folgejahr exakt der Erkrankungsprävalenz der ein Jahr älteren Kohorte in den DAK-Routinedaten entspricht.

Zusammenfassung

Die Erkrankung an einer Begleit- bzw. Folgeerkrankung im Folgejahr wird mit einer logistischen Regression modelliert. Dabei wird für jede Begleit- bzw. Folgeerkrankung die Erkrankung im Folgejahr auf den Gesundheitszustand sowie bereits bestehende Begleiterkrankungen regressiert. Bei der Modellierung diabetischer Komplikationen im Folgejahr werden zusätzlich bereits bestehende Folgeerkrankungen als Regressorvariablen berücksichtigt. Über die Schätzparameter wird der multivariate Zusammenhang zwischen Gesundheitszustand und bestehenden Begleit- bzw. Folgeerkrankungen abgebildet. Die Schätzung dieser Parameter erfolgt auf Grundlage der Versichertendaten der DAK-Gesundheit aus den Jahren 2013 bis 2016.

Die Schätzparameter werden so adjustiert, sodass bei Anwendung auf eine Alterskohorte die durchschnittliche prädizierte Erkrankungswahrscheinlichkeit der Prävalenz der Folge- und Begleiterkrankungen der ein Jahr älteren Alterskohorte im Jahr 2015 entspricht. Bei einer Simulation des Erkrankungs geschehens einer Alterskohorte wird durch Anwendung der adjustierten Schätzparameter die Erkrankungsprävalenz der ein Jahr älteren Kohorte im Jahr 2015 reproduziert.

Bei BMI-abhängigen Begleiterkrankungen erfolgt darüber hinaus eine Differenzierung der Erkrankungswahrscheinlichkeit nach dem BMI. Die Unterschiede in der Neuerkrankungswahrscheinlichkeit zwischen den drei modellierten BMI-Stufen reflektieren das relative Risiko je BMI-Einheit, das der Literatur entnommen wurde.

Durch Anwendung der Parameterschätzungen kann für jedes beliebige Individuum die individuelle Erkrankungswahrscheinlichkeit einer Begleit- bzw. Folgeerkrankung im Folgejahr geschätzt bzw. prädiziert werden. Diese wird im Rahmen der ereignisgesteuerten Simulation auf Fallebene auf der Grundlage der individuellen Fallcharakteristik (Alter, Geschlecht), des Gesundheitszustandes und bestehender Begleit- und Folgeerkrankungen bestimmt, um das Erkrankungs geschehen im Folgejahr zu simulieren.

5.4.6 Inanspruchnahme des DAK-Versorgungskonzepts

Das Ziel der beiden Varianten des Interventionsprogramms ist, Versicherte mit einem erhöhten Diabetesrisiko zu identifizieren und die Entwicklung eines Diabetes mellitus Typ 2 durch ein intensives Programm zur Verhaltensmodifikation bzw. in Variante B durch die zusätzliche Option einer medikamentösen Behandlung (Metformin) zu verhindern oder zu verzögern.

Das Versorgungskonzept umfasst zunächst Maßnahmen zur Identifizierung von Menschen mit Prädiabetes. Diese Screenings auf Prädiabetes finden – sofern die Anspruchsvoraussetzungen erfüllt sind – auf der Grundlage der bereits heute schon bestehenden ärztlichen Gesundheitsvorsorgeuntersuchen für Erwachsene nach § 25 Abs. 1 Satz 1 SGB V statt („Check-Up 35“).

Die Inanspruchnahmequoten der Gesundheitsuntersuchungen nach § 25 SGB V wurden der Gesundheitsberichterstattung des Bundes entnommen. Sie werden vom Zentralinstitut für die kassenärztliche Versorgung (ZI) auf der Grundlage einer jährlich stattfindenden Vollerhebung unter allen gesetzlich Krankenversicherten bereitgestellt. Die in Tabelle 50 dargestellten Inanspruchnahmequoten stellen die Anteile von Versicherten der jeweiligen Geschlechts- und Altersgruppe dar, die im Jahr 2016 eine solche Gesundheitsuntersuchung in Anspruch genommen haben. Die Bezugsgröße dieser Anteile ist die Gesamtanzahl aller Versicherten der jeweiligen Geschlechts- und Altersklasse, d. h. die ausgewiesenen Inanspruchnahmequoten reflektieren die Inanspruchnahme von Gesundheitsuntersuchungen ungeachtet der Frage, in welchem Umfang Versicherte bereits im Jahr 2015 eine Gesundheitsuntersuchung in Anspruch genommen haben und daher im Jahr 2016 nicht mehr anspruchsberechtigt waren, da zu dieser Zeit eine solche Gesundheitsuntersuchung nur alle zwei Jahre zu Lasten der GKV abgerechnet werden konnte.

Tabelle 50: Inanspruchnahmequoten von gesetzlichen Maßnahmen zur Früherkennung nach § 25 SGB V im Jahr 2016

Alter	Männer	Frauen
40–44 Jahre	18,7 %	23,7 %
45–49 Jahre	20,5 %	24,5 %
50–54 Jahre	22,4 %	25,7 %
55–59 Jahre	24,0 %	26,6 %
60–64 Jahre	25,7 %	28,0 %
65–69 Jahre	27,1 %	29,2 %
70–74 Jahre	27,9 %	29,3 %
75–79 Jahre	28,1 %	28,9 %
80 Jahre und älter	25,5 %	23,9 %

Quelle: (Zentralinstitut für die kassenärztliche Versorgung in der Bundesrepublik Deutschland 2018)

Da sich die Gesetzeslage 2018 geändert hat und nunmehr eine Gesundheitsvorsorgeuntersuchung nur noch alle drei Jahre (statt wie bisher alle zwei Jahre) in Anspruch genommen werden kann, wird aus den angegebenen Inanspruchnahmequoten die auf die Anspruchsberechtigung bedingte Wahrscheinlichkeit, eine Gesundheitsuntersuchung in Anspruch zu nehmen, abgeleitet. Diese drückt die Wahrscheinlichkeit aus, eine Gesundheitsuntersuchung in Anspruch zu nehmen, unter der Bedingung, dass ein gesetzlicher Anspruch auf eine solche Maßnahme besteht und diese auch zu Lasten der GKV abgerechnet werden kann.

Die aus den veröffentlichten Inanspruchnahmequoten abgeleiteten auf die Anspruchsberechtigung bedingten Inanspruchnahmewahrscheinlichkeiten sind in Tabelle 51 dargestellt. Diese werden im Rahmen der Modellierung verwendet, um die Inanspruchnahme von Gesundheitsuntersuchungen zu simulieren, in deren Zusammenhang ein Screening auf Prädiabetes stattfindet und eine Bestimmung des Diabetesrisikos durchgeführt wird.

Tabelle 51: Auf die Anspruchsberechtigung bedingte Wahrscheinlichkeit der Inanspruchnahme von gesetzlichen Maßnahmen zur Früherkennung nach § 25 SGB V

Alter	Männer	Frauen
40–44 Jahre	23,0 %	31,1 %
45–49 Jahre	25,8 %	32,5 %
50–54 Jahre	28,9 %	34,6 %
55–59 Jahre	31,6 %	36,2 %
60–64 Jahre	34,6 %	38,9 %
65–69 Jahre	37,2 %	41,2 %
70–74 Jahre	38,7 %	41,4 %
75–79 Jahre	39,0 %	40,6 %
80 Jahre und älter	34,2 %	31,4 %

Quelle: IGES auf Basis von Daten des Zentralinstituts für die kassenärztliche Versorgung (Zentralinstitut für die kassenärztliche Versorgung in der Bundesrepublik Deutschland 2018).

Darüber hinaus sind in dem Prädiabetes-Versorgungskonzept zusätzliche Kontrolluntersuchungen vorgesehen, die keine Gesundheitsuntersuchungen gemäß § 25 Abs. 1 Satz 1 SGB V darstellen, sondern die als zusätzliche Leistungen im Rahmen der optimierten Versorgung der Bevölkerung im Alter von 40 bis 89 Jahren erbracht werden. Diese Kontrolluntersuchungen werden bei Versicherten durchgeführt, bei denen in einer vorangegangenen Gesundheitsuntersuchung gemäß § 25 Abs. 1 Satz 1 SGB V oder einer Kontrolluntersuchung im Rahmen der Intervention eine prädiabetische Glukosestoffwechsellage bei gleichzeitig geringem Risiko für eine Diabeteserkrankung festgestellt wurde. Gemäß dem DAK-Versorgungskonzept findet bei diesen

Versicherten ein jährliches Monitoring der Blutzuckerwerte bzw. der Glukosetoleranz statt.

In der Modellierung der optimierten Versorgung nehmen diejenigen Personen an einer zusätzlichen Kontrolluntersuchung teil, die

1. sich nicht in einer aktuell laufenden Maßnahme befinden,
2. deren letzte Teilnahme an einem Lebensstiländerungsprogramm vor mindestens vier Jahren stattgefunden hat,
3. deren letzte Gesundheitsuntersuchung gemäß § 25 Abs. 1 Satz 1 SGB V weniger als drei Jahre zurückliegt und
4. bei denen im Vorjahr eine prädiabetische Glukosestoffwechsellage mit einem geringen Risiko für eine Diabeteserkrankung festgestellt wurde.

Nur wenn alle vier genannten Bedingungen zutreffen, wird die Inanspruchnahme einer zusätzlichen Kontrolluntersuchung simuliert.

Menschen, bei denen im Rahmen einer ärztlichen Kontrolluntersuchung gemäß § 25 Abs. 1 Satz 1 SGB V oder bei einer der zusätzlichen Kontrolluntersuchungen im Rahmen der optimierten Versorgung eine prädiabetische Glukosestoffwechsellage mit einem stark erhöhten Risiko für die Entwicklung einer Diabeteserkrankung festgestellt wird, gehören zur Zielgruppe für die intensiven Maßnahmen zur Prävention eines manifesten DMT2. Vorgesehen ist eine ärztliche Prüfung auf Eignung dieser Personen für die Teilnahme an den in Abschnitt 4.3.3 beschriebenen Präventionsmaßnahmen und eine ärztliche Beratung zu konkreten Angeboten dieser Maßnahmen.

Die Analyse der Effekte einer optimierten Versorgung erfolgt unter zwei unterschiedlichen, alternativen Varianten. In der ersten Variante A beinhaltet die Intervention nur die Möglichkeit zur Teilnahme an einem Programm zur Lebensstiländerung, wie es in Abschnitt 4.3.3 beschrieben ist. Die zweite Variante B beinhaltet zusätzlich die Möglichkeit einer medikamentösen Behandlung mit Metformin durch den behandelnden Arzt (siehe ebd.).

In der Modellierung ist vorgesehen, dass in der zweiten Variante mit der zusätzlichen Möglichkeit einer Metformingabe die Betroffenen nicht beide Maßnahmen gleichzeitig in Anspruch nehmen können. Entweder Betroffene nehmen an einer Maßnahme zur Lebensstiländerung teil, oder unternehmen eine Behandlung mit Metformin. Gleichwohl besteht die Möglichkeit, zeitlich versetzt beide Kernelemente der optimierten Versorgung in Anspruch zu nehmen. Es ist also die Möglichkeit vorgesehen, im Anschluss an Maßnahmen zur Lebensstiländerung eine Metformingabe zu beginnen oder eine laufende Metformingabe zu beenden und an Maßnahmen zur Lebensstiländerung teilzunehmen. Diese Einschränkung hat rein methodische Gründe: Es konnten in veröffentlichten Studien keine Effektschätzer für lebensstilverändernde Maßnahmen in Kombination mit einer Metformingabe identifiziert werden (siehe auch Abschnitt 4.1). Tatsächlich wäre jedoch auch vorstellbar, die Teilnahme an Maßnahmen zur Lebensstiländerung mit einer Metformingabe begleitend zu unterstützen.

Für die Maßnahmen beider Optimierungsszenarien sind Festlegungen zu treffen, die das erwartete Inanspruchnahmeverhalten im jeweiligen Optimierungsszenario abbilden. Die im Rahmen der Modellierung getroffenen Festlegungen basieren auf Experteneinschätzungen von Ärzten, die als Ernährungsmediziner und Diabetologen mit ambulanter und klinischer Erfahrung für IGES abgeschätzt haben, zu welchen Anteilen Betroffene mit Prädiabetes und hohem Risiko für eine Diabeteserkrankung geeignet und bereit sein könnten, an den Maßnahmen des jeweiligen Optimierungsszenarios teilzunehmen. Leitend war hierbei, dass es sich um möglichst konservative Schätzungen handeln sollte. Das heißt, die modellierten Inanspruchnahmequoten reflektieren nach Einschätzung der Experten das Inanspruchnahmeverhalten der Betroffenen, das bei einer Umsetzung des DAK-Versorgungskonzepts mindestens zu erwarten wäre.

Inanspruchnahme Variante A Lebensstilmodifikation

Es wird davon ausgegangen, dass unabhängig von Alter und Geschlecht etwa 30 % der Menschen mit Prädiabetes und einem hohen Risiko für die Entwicklung eines DMT2 grundsätzlich geeignet und bereit sind, an einem Programm zur Reduktion ihres Diabetesrisikos teilzunehmen.

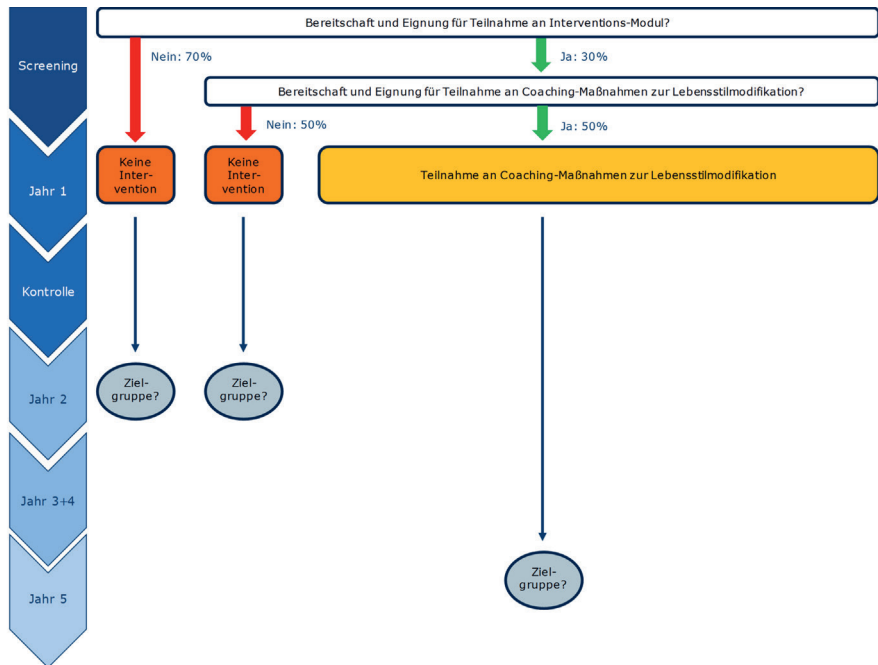
Von diesen Menschen ist etwa die Hälfte geeignet und gewillt, diese Risikoreduktion durch ein Programm zur Lebensstiländerung anzustreben. Die übrigen wären zwar grundsätzlich bereit und geeignet, an ihrer gesundheitlichen Situation etwas zu verändern, sind jedoch auf der Grundlage der medizinischen Einschätzung und/oder einem Mangel an Bereitschaft oder Fähigkeit zur Verhaltensänderung, für Maßnahmen mit dem Ziel einer Lebensstilveränderung nicht geeignet.

Insgesamt nehmen somit jedes Jahr etwa 15 % der Zielgruppe an der Variante A des DAK-Versorgungsprogramms (nur Lebensstilmodifikation) teil.

Für alle Teilgruppen gilt, dass in jedem Jahr grundsätzlich die Möglichkeit besteht, erneut oder erstmalig an dem Interventionsprogramm teilzunehmen, sofern die Indikation gegeben ist. Dies gilt vor allem auch für Menschen, die in der Vergangenheit bereits an dem Versorgungsprogramm teilgenommen haben. Diesen steht bei einer erneuten Verschlechterung der Glukosestoffwechsellage oder nach einem Rückschlag bei der Lebensstiländerung oder bei ausbleibendem Erfolg aus Maßnahmen zur Lebensstilveränderung eine erneute Teilnahme offen, soweit die Zugangskriterien des Programms erfüllt sind. Allerdings besteht die Einschränkung, dass eine erneute Teilnahme an Maßnahmen zur Lebensstilveränderung frühestens nach Ablauf von vier Jahren nach dem letzten Maßnahmenbeginn möglich ist.

Eine schematische Darstellung der Interventionsinanspruchnahme im Optimierungsszenario 1 (Variante A nur mit Maßnahmen zur Lebensstiländerung) ist in Abbildung 9 dargestellt.

Abbildung 9: Schematische Darstellung der Interventionsinanspruchnahme im Optimierungsszenario 1 (Variante A nur Maßnahmen zur Lebensstiländerung)



Quelle: IGES (2018)

Inanspruchnahme Variante B Lebensstilmodifikation plus Metformingabe

In diesem Szenario wird – wie in Variante A – ebenfalls davon ausgegangen, dass bis zu einem Alter von 80 Jahren etwa 30 % der Menschen mit Prädiabetes und einem hohen Risiko für die Entwicklung eines manifesten DMT2 grundsätzlich geeignet und bereit sind, an einem Programm zur Verminderung ihres Diabetesrisikos teilzunehmen. Im Alter zwischen 80 und 89 Jahren besteht eine prinzipielle Eignung nur bei 15 % der Zielgruppe. Bei den übrigen 70 % bzw. 85 % der Zielgruppe liegen entweder die medizinischen Eignungskriterien nicht vor oder es mangelt an der Bereitschaft, an der gesundheitlichen Lage eine Veränderung herbeizuführen.

Von den Menschen im Alter von 40 bis 79 Jahren, die grundsätzlich bereit, geeignet und in der Lage sind, ihre gesundheitliche Situation zu verbessern, ist etwa die Hälfte geeignet und gewillt, eine Veränderung des Lebensstils vorzunehmen (entsprechend Variante A). Die übrigen wären zwar grundsätzlich bereit und geeignet, an ihrer gesundheitlichen Situation etwas zu verändern, sind jedoch auf der Grundlage der medizinischen Einschätzung und/oder einem Mangel an Bereitschaft oder Fähigkeit zur Verhaltensänderung, für Maßnahmen mit dem Ziel einer Lebensstilveränderung nicht geeignet. Diese können in Variante B eine Behandlung mit Metformin in Anspruch nehmen.

Bei Menschen im Alter von 80 bis 89 Jahren wird hingegen davon ausgegangen, dass diese ausschließlich Maßnahmen zur Lebensstilmodifikation in Anspruch nehmen. Eine Behandlung mit Metformin ist für diese Altersgruppe nicht vorgesehen.

Insgesamt nehmen somit jedes Jahr etwas weniger als 30 % der Zielgruppe an Maßnahmen des Interventionsprogramms in der Variante B teil.

Die Behandlung mit Metformin ist zunächst auf einen Zeitraum von vier Jahren angelegt. In dieser Zeit erhalten die Betroffenen regelmäßig ärztliche Verordnungen von Metformin. Es wird davon ausgegangen, dass nicht alle Betroffenen, die mit Metformin behandelt werden, therapieadhärent sind. Die Therapieadhärenz wird bei der Operationalisierung der Effekte der Maßnahme berücksichtigt (siehe Abschnitt 5.4.7). Um die Kosten, die mit einer Metformingabe verbunden sind, möglichst konservativ zu schätzen, wird jedoch davon ausgegangen, dass auch nicht-therapieadhärente Betroffene die ärztlichen Verordnungen regelmäßig in der Apotheke einlösen.

Sofern innerhalb des vierjährigen Behandlungszeitraums eine Diabeteserkrankung eintritt, endet das Prädiabetes-Interventionsprogramm vorzeitig und die Betroffenen gelangen in die Regelversorgung bei manifestem DMT2. Nach Ablauf von spätestens vier Jahren wird die Indikation der Metformingabe erneut überprüft. Liegt die Indikation für die Teilnahme an dem Versorgungsprogramm Prädiabetes vor und sind die Betroffenen nach wie vor geeignet und in der Lage, daran teilzunehmen, kann ein neuer Behandlungszyklus beginnen. Die Betroffenen können zu diesem Zeitpunkt jedoch auch alternativ an lebensstilverändernden Maßnahmen teilnehmen.

Mit dieser Regelung wird operationalisiert, dass sich im Zeitverlauf und mit höherem Lebensalter die Anspruchsvoraussetzungen ändern können, aber auch die Motivation, Bereitschaft und Eignung für verhaltensmodifizierende Maßnahmen. Ändert sich hingegen innerhalb des Behandlungszeitraums von vier Jahren nichts, kann die Metformingabe auch fortgesetzt werden.

Bei den Teilnehmern von lebensstilverändernden Maßnahmen erfolgt nach Ablauf von einem Jahr eine ärztliche Kontrolluntersuchung zur Überprüfung der Wirksamkeit der Lebensstiländerung. Zu diesem Zeitpunkt sind die Intensiv- und die Erhaltungsphase des Interventionsprogramms weitgehend abgeschlossen. Es wird angenommen, dass bei etwa 50 % der Interventionsteilnehmer keine Verbesserung des Glukosestoffwechsels erreicht werden konnte. Bei diesen Versicherten wird davon ausgegangen, dass es den Betroffenen nicht gelungen ist, ihren Lebensstil mit den angebotenen Maßnahmen zu verändern bzw. dass eine möglicherweise vollzogene Lebensstiländerung keine hinreichende Veränderung der Blutzuckerwerte ergeben hat.

Einem Teil dieser Teilnehmer wird nach ärztlicher Prüfung der Eignung und entsprechender ärztlicher Beratung eine Behandlung mit Metformin empfohlen. Es wird davon ausgegangen, dass etwa die Hälfte der Teilnehmer nach einer erfolglosen Lebensstilmodifikation im Anschluss eine medikamentöse Behandlung mit Metformin unternehmen, um den Blutzuckerspiegel zu kontrollieren. Die Modellierung der Metformingabe als Anschlussbehandlung nach einer gescheiterten Lebensstilmodifikation erfolgt analog zur oben be-

schriebenen initialen Behandlung mit Metformin ohne Teilnahme an lebensstilmodifizierenden Maßnahmen. Die übrigen Teilnehmer sind entweder aus medizinischen Gründen nicht für eine Behandlung mit Metformin geeignet oder stehen einer medikamentösen Behandlung ablehnend gegenüber. Es wird davon ausgegangen, dass das Interventionsangebot für diese Teilnehmer keine geeigneten Maßnahmen bereithält.

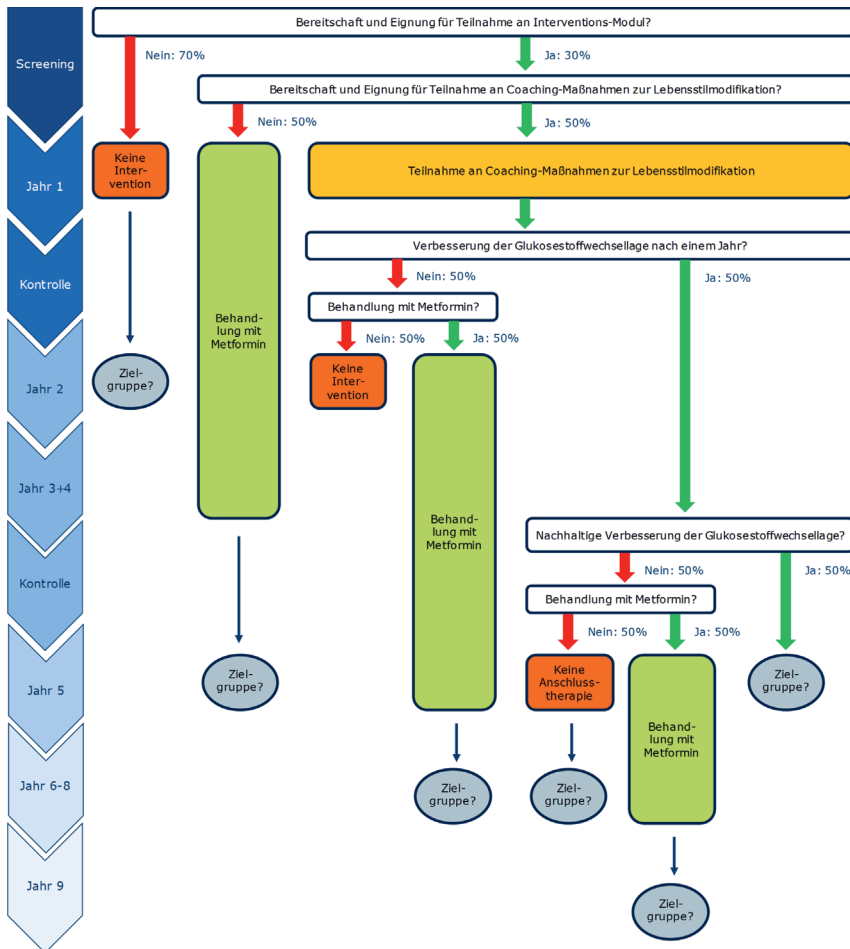
Bei den Teilnehmern, die erfolgreich das Interventionsprogramm mit Maßnahmen zur Lebensstiländerung durchlaufen haben, wird nach Ablauf von vier Jahren überprüft, ob die Verhaltensveränderung von Dauer war. Es wird davon ausgegangen, dass es etwa der Hälfte der Teilnehmer mit kurzzeitiger Verbesserung der Glukosestoffwechsellage nicht gelungen ist, ihren Lebensstil dauerhaft umzustellen bzw. dass eine möglicherweise erfolgte Lebensstilanpassung keine hinreichende Veränderung der Blutzuckerwerte ergeben hat.

Einem Teil dieser Teilnehmer wird nach ärztlicher Prüfung der Eignung und entsprechender ärztlicher Beratung eine Behandlung mit Metformin empfohlen. Es wird davon ausgegangen, dass etwa die Hälfte der Teilnehmer, die keine dauerhafte Lebensstiländerung erreichen konnten, nach einer erfolglosen Lebensstilmodifikation im Anschluss eine medikamentöse Behandlung mit Metformin unternehmen, um den Blutzuckerspiegel zu kontrollieren. Die Modellierung der Metformingabe als Anschlussbehandlung nach einer gescheiterten Lebensstilmodifikation erfolgt analog zur oben beschriebenen initialen Behandlung mit Metformin ohne Teilnahme an lebensstilmodifizierenden Maßnahmen. Die übrigen Teilnehmer sind entweder aus medizinischen Gründen nicht für eine Behandlung mit Metformin geeignet oder stehen einer medikamentösen Behandlung ablehnend gegenüber. Es wird jedoch davon ausgegangen, dass diese zu einem späteren Zeitpunkt erneut Maßnahmen des Versorgungsprogramms in Anspruch nehmen können.

Mit Ausnahme der Teilgruppe mit gescheiterter Lebensstilintervention und fehlender Eignung oder Bereitschaft für eine Behandlung mit Metformin, gilt für alle Teilgruppen, dass in jedem Jahr grundsätzlich die Möglichkeit besteht, erneut oder erstmalig am Interventionsprogramm teilzunehmen, sofern die Indikation gegeben ist. Dies gilt vor allem auch für Menschen, die in der Vergangenheit bereits an Maßnahmen des Programms teilgenommen haben. Diesen steht bei einer erneuten Verschlechterung der Glukosestoffwechsellage oder nach einem Rückschlag bei der Lebensstiländerung oder bei ausbleibendem Erfolg aus Maßnahmen zur Lebensstilveränderung eine erneute Teilnahme offen, soweit die Zugangskriterien des Programms erfüllt sind. Allerdings besteht die Einschränkung, dass eine erneute Teilnahme an Maßnahmen zur Lebensstilveränderung frühestens nach Ablauf von vier Jahren nach dem letzten Maßnahmenbeginn möglich ist.

Eine schematische Darstellung der Interventionsinanspruchnahme im Optimierungsszenario 2 mit Maßnahmen zur Lebensstiländerung und Metformingabe ist in Abbildung 10 dargestellt

Abbildung 10: Schematische Darstellung der Interventionsinanspruchnahme im Optimierungsszenario 2 (Variante B mit Maßnahmen zur Lebensstiländerung und mit Metformingabe)



Quelle: IGES (2018)

5.4.7 Effektivität der Maßnahmen des Interventions-Moduls

Bei der Modellierung wird grundsätzlich angenommen, dass sich die Effekte der Interventionsmaßnahme nicht direkt auf die Sterblichkeit und die Wahrscheinlichkeit für die Entwicklung von Begleit- und Folgeerkrankungen auswirken, sondern dass durch das präventive DAK-Versorgungsprogramm bei erfolgreicher Teilnahme eine Verbesserung der Glukosestoffwechsellage und eine Gewichtsreduktion erreicht werden, die sich implizit in einem geringeren Mortalitäts- und Morbiditätsrisiko niederschlagen. Die Verbesserung der Glukosestoffwechsellage stellt den Transmissionsmechanismus dar, über den sich die Verringerung der Morbidität und Mortalität der Interventionsteilnehmer realisiert.

Es wird angenommen, dass die Teilnahme an dem Interventionsprogramm keinen von der Glukosestoffwechsellage und dem BMI unabhängigen Beitrag zur Risikoreduktion für Begleit- und Folgeerkrankungen begründet. Dies stellt eine konservative Annahme zum Umfang der Effekte insbesondere von Lebensstiländerungsprogrammen auf die Morbidität der Teilnehmer dar, da prinzipiell eher davon auszugehen ist, dass aus Lebensstiländerungen ein positiver Effekt insbesondere auf kardiovaskuläre Erkrankungen resultiert, auch wenn der Glukosestoffwechsel unverändert bleibt.

Aus Studien des US-amerikanischen Diabetes Prevention Program (US DPP) geht hervor, dass die Teilnahme an einem solchen Programm zur Veränderung des Lebensstils bereits innerhalb des ersten Jahres mit einer erheblichen Verbesserung der Glukosestoffwechsellage einhergeht. Ein Jahr nach Beginn der Maßnahme fällt der HbA1c-Wert von Teilnehmern des Programms um durchschnittlich etwa 0,2 Prozentpunkte niedriger aus als bei Teilnehmern der Kontrollgruppe (Knowler et al. 2002). Bei den Teilnehmern der zweiten Interventionsgruppe mit Metformingabe ließ sich ein im Vergleich zur Kontrollgruppe um durchschnittlich etwa 0,15 Prozentpunkte verringerter HbA1c-Wert feststellen. Korrespondierend hierzu wiesen Interventionsteilnehmer beider Studienarme einen im Vergleich zur Kontrollgruppe um durchschnittlich etwa 5-6mg/dl niedrigere Nüchternplasmaglukosewerte auf.

Diese Effekte verstärkten sich teilweise noch während der Programmlaufzeit. Am Ende des Programms nach etwa vier Jahren wiesen Teilnehmer beider Interventionsgruppen einen um durchschnittlich 0,2 Prozentpunkte niedrigeren HbA1c-Wert als die Kontrollgruppe auf. Der Wert für die Nüchternplasmaglukose lag in beiden Interventionsgruppen durchschnittlich etwa 7-8mg/dl unter dem durchschnittlichen Wert der Kontrollgruppe.

Aus der DPP Outcome Study (DDPOS) – also der Nachbeobachtungsstudie zum DPP – geht hervor, dass vier Jahre nach Beginn des Programms Interventionsteilnehmer mit Maßnahmen zur Lebensstilveränderung im Vergleich zur Kontrollgruppe einen um durchschnittlich 2 kg/m² niedrigeren BMI aufwiesen. Bei Interventionsteilnehmern mit Metformingabe fiel der Gewichtsverlust etwas geringer aus. Der durchschnittliche BMI dieser Gruppe lag etwa 1 kg/m² unter dem BMI der Kontrollgruppe (Group 2015).

Basierend auf diesen Studienergebnissen wird im Rahmen der Modellierung der Effekte bei Teilnahme an Maßnahmen zur Lebensstilmodifikation davon ausgegangen, dass bei der Hälfte der Teilnehmer keine Wirkung der Maßnahmen auf BMI oder Glukosestoffwechsellage zu verzeichnen ist. Bei der anderen Hälfte der Teilnehmer ergibt sich hingegen eine Verringerung des HbA1c um 0,4 Prozentpunkte und eine Verringerung des BMI um 4 kg/m². Dies bedeutet, dass bei 50 % der Teilnehmer keine, auch keine kurzzeitige, Wirkung der Maßnahmen auf BMI und Glukosestoffwechsellage zu beobachten ist, während bei den verbleibenden 50 % der Teilnehmer eine Verbesserung der Glukosestoffwechsellage vom Gesundheitszustand Prädiabetes high risk in den Gesundheitszustand Prädiabetes low risk erfolgt und sich die BMI-Stufe um eine Stufe verbessert, sofern nicht bereits BMI-Stufe 1 vorliegt.

Für die Teilnehmer mit einer Metformingabe wird davon ausgegangen, dass analog zu den Teilnehmern an Maßnahmen zur Lebensstilmodifikation bei

der Hälfte der Teilnehmer keine Wirkung der Behandlung auf die Glukosestoffwechsellage eintritt, bei der anderen Hälfte der Teilnehmer jedoch sich eine Verringerung des HbA1c um 0,4 Prozentpunkte ergibt. Dadurch verringert die Hälfte der mit Metformin behandelten Personen ihr Diabetesrisiko. Aufgrund der etwas geringeren Effekte auf den BMI wird davon ausgegangen, dass die Behandlung mit Metformin keinen Einfluss auf das Gewicht hat.

Aus den veröffentlichten Studien im Rahmen der DPP Outcome Study (DD-POS) geht hervor, dass es nicht allen Teilnehmern des Programms gelingt, eine dauerhafte, über die vier Jahre hinausreichende Lebensstilveränderung zu etablieren. Nach Ablauf von weiteren zwölf Jahren weisen Teilnehmer der Interventionsgruppe mit Maßnahmen zur Lebensstiländerung im Vergleich mit der Kontrollgruppe einen um durchschnittlich 0,1 Prozentpunkte niedrigeren HbA1c, eine um 3,6mg/dl niedrigere Nüchternplasmaglukose und einen um 1,0 kg/m² niedrigeren BMI auf (Group 2015). Die ursprünglichen Effekte auf die Glukosestoffwechsellage und den BMI haben sich demnach etwa halbiert.

Die Teilnehmer der Interventionsgruppe mit Metformin konnten ihre ursprüngliche Verbesserung der Glukosestoffwechsellage zwar nahezu beibehalten, allerdings gibt es in der Studie auch Hinweise auf eine im Zeitverlauf der Nachbeobachtung stark nachlassende Therapieadhärenz. Die Therapieadhärenz in der Interventionsgruppe mit Metformingabe, die definiert war durch die Einnahme von mindestens 80 % der verordneten Arzneimittel, sank von ungefähr 70 % im Verlauf der ersten vier Jahre auf etwa 55 % zu Beginn des Nachbeobachtungszeitraums und blieb für die Dauer des Nachbeobachtungszeitraums von 11 Jahren konstant.

Aufgrund dieser Studienergebnisse wird daher im Rahmen der Modellierung unterstellt, dass bei beiden Interventionsgruppen mit Ablauf eines Zeitraums von vier Jahren seit Beginn der Intervention die Therapieadhärenz auf 50 % zurückgeht. Die Operationalisierung dieses Mangels an Therapieadhärenz erfolgt hierbei über den Gesundheitszustand der Interventionsteilnehmer. Etwa der Hälfte der Interventionsteilnehmer gelingt es, eine Verbesserung der Glukosestoffwechsellage bzw. des BMI (bei Maßnahmen zur Lebensstilveränderung) zu erreichen. Durch die erfolgreiche Teilnahme an den Maßnahmen findet ein instanter Übergang vom Glukosezustand Prädiabetes High Risk in den Zustand Prädiabetes low risk statt. Innerhalb der folgenden vier Jahre verändern sich Glukosestoffwechsellage und BMI gemäß der Übergangswahrscheinlichkeiten, deren Ableitung in Abschnitt 5.4.4 dargestellt ist. Es besteht zwar auch die Möglichkeit, dass Interventionsteilnehmer trotz erfolgreicher Interventionsteilnahme an Diabetes erkranken, aufgrund der instanten Verbesserung der Glukosestoffwechsellage wegen der erfolgreichen Interventionsteilnahme fällt das Risiko einer Diabeteserkrankung entsprechend geringer aus. Nach Ablauf der vier Jahre wird in der Simulation gemäß der in Abbildung 9 und Abbildung 10 dargestellten Inanspruchnahme- und Erfolgswahrscheinlichkeiten geprüft, ob die Verbesserung der Glukosestoffwechsellage dauerhaft ist, d. h. ob die Lebensstilveränderung nachhaltig ist bzw. fortdauernde Therapieadhärenz besteht. Ist dies der Fall, so behalten diese Teilnehmer ihre gegenwärtige Glukosestoffwechsellage bzw. ihre BMI-Stufe bei, die auf der instanten Verbesserung des Gesundheitszustands nach

erfolgreicher Maßnahmenteilnahme beruht. Ist dies hingegen nicht der Fall, so wechseln diese Teilnehmer instant in jenen Gesundheitszustand, den sie zu diesem Zeitpunkt eingenommen hätten, wenn sie nie an der Maßnahme teilgenommen hätten.

Mit der instanten Verschlechterung der Glukosestoffwechsellage und des BMI nach Ablauf von vier Jahren nach Maßnahmenbeginn wird der Nachholeffekt operationalisiert, der bei einigen Teilnehmern des US DPP zu beobachten war. Aus den veröffentlichten Angaben zur Diabetesinzidenz geht hervor, dass zwischen dem 5. und dem 16. Beobachtungsjahr kein Unterschied in der jährlichen Diabetesinzidenzrate zwischen den Behandlungsgruppen und der Kontrollgruppe bestand (Hamman et al. 2015a). Während die Diabetesinzidenzrate in der Behandlungsgruppe mit Lebensstilintervention um 31 % anstieg, sank die Diabetesinzidenzrate in der Metformingruppe um 25 % und in der Kontrollgruppe um 42 %. Der Anstieg der Inzidenzrate in der Behandlungsgruppe mit Lebensstilintervention war unter anderem mit Gewichtsveränderungen assoziiert. Dieser Nachholeffekt wird operationalisiert, in dem die Hälfte derjenigen Teilnehmer, die erfolgreich ihren Lebensstil durch die Teilnahme an den Maßnahmen umstellen konnten, nach Ablauf von vier Jahren den gleichen Gesundheitszustand einnehmen wie Nicht-Teilnehmer. Die gleiche Operationalisierung wird auch für Betroffene mit Metformingabe verwendet, da im US DPP zwischen dem 5. und 16. Beobachtungsjahr kein Unterschied in der Diabetesinzidenzrate bestand (Hamman et al. 2015a).

Im Ergebnis realisiert sich der Effekt des Versorgungsprogramms daher auf zwei unterschiedlichen Wegen: Teilnehmer mit einer nur kurzzeitigen Verbesserung des Gesundheitszustands weisen für eine Dauer von vier Jahren einen verbesserten Glukosestoffwechsel und – in Abhängigkeit von der Maßnahme – auch ein reduziertes Gewicht auf. In dieser Zeit besteht aufgrund der Verbesserung des Gesundheitszustands ein verringertes Risiko für Folge- und Begleiterkrankungen, eine verringerte Sterbewahrscheinlichkeit und ein verringertes Diabetesrisiko. Nach Ablauf dieser Zeit weisen sie zwar den gleichen Gesundheitszustand auf, den sie auch hätten, wenn sie nie an einer Maßnahme teilgenommen hätten, verfügen aber immer noch über ein im Vergleich leicht verringertes Risiko für Folge- und Begleiterkrankungen sowie eine etwas verringerte Sterblichkeit, da sie aufgrund des temporär verringerten Risikos für Folge- und Begleiterkrankungen eine etwas niedrigere Morbidität aufweisen. Das heißt, dass durch die Interventionsmaßnahmen eine Diabeteserkrankung bei diesen Teilnehmern zwar möglicherweise nicht verhindert wird, der Eintritt der Erkrankung jedoch später erfolgt und mit weniger Folge- und Begleiterkrankungen verbunden ist.

Der andere Teil der Programmteilnehmer mit dauerhafter Verbesserung des Gesundheitszustands, d. h. nachhaltiger Lebensstiländerung bzw. fortdauernder Therapieadhärenz, behält den gegenwärtigen Gesundheitszustand, der auf einer instanten Verbesserung des Glukosestoffwechsels und ggfs. auch des BMI aufgrund der Teilnahme an den Maßnahmen beruht, bei. Dies schließt nicht aus, dass sich die Glukosestoffwechsellage unter Berücksichtigung der Übergangswahrscheinlichkeiten (siehe Abschnitt 5.4.4) wieder verschlechtert. Allerdings weisen diese Teilnehmer eine deutlich geringere Morbidität und damit auch eine geringere Sterblichkeit und ein geringeres

Risiko für weitere Begleit- und Folgeerkrankungen auf, als wenn sie nie an dieser Maßnahme teilgenommen hätten.

Unabhängig vom Erfolg der Teilnahme an dem Versorgungsprogramm und der Dauer der Effekte besteht zudem grundsätzlich die Möglichkeit einer erneuten Verschlechterung des Glukosestoffwechsels oder einer erneuten Gewichtszunahme, die – bei Vorliegen der Zugangskriterien – eine erneute Teilnahme an einer Interventionsmaßnahme begründen kann (siehe Abschnitt 5.4.6).

5.4.8 Geschätzte Kosten der einzelnen Maßnahmen des DAK-Versorgungsprogramms

Die Gesamtkosten der bundesweiten Einführung und Umsetzung des DAK-Versorgungsprogramms, die maßgeblich sind für die Bestimmung der Kosteneffektivität, ergeben sich aus der Anzahl der durchgeführten Maßnahmen und den durchschnittlichen Kosten je Teilnehmer. Die Höhe der durchschnittlichen Kosten je Teilnehmer setzt sich zusammen aus der Summe der durchschnittlichen Kosten für die einzelnen Komponenten der Maßnahme.

Für die durch den Hausarzt zu erbringenden Maßnahmen „Ermittlung des Diabetesrisikos“ (M1) im Rahmen des Moduls „Screening“ sowie „Ärztliche Beratung“ (M2.1) und „Initiale ärztliche Beratung“ (M3.1) im Rahmen der Module „Monitoring“ bzw. „Screening“ wird davon ausgegangen, dass keine zusätzlichen Kosten anfallen, da diese Interventionen durch die bestehenden Abrechnungsmöglichkeiten für die ärztliche Gesundheitsuntersuchung für Erwachsene nach § 25 Abs. 1 Satz 1 SGB V abgedeckt sind (siehe Abschnitt 4.3.1).

Die bei entsprechender Indikation einmal pro Jahr stattfindende Kontrolluntersuchung im Rahmen des Moduls „Monitoring“ mit Bestimmung der Nüchternplasmaglukose und kurzer ärztlicher Beratung (M2.2) erfolgt ebenfalls durch den Hausarzt. Hierfür wird ein Honorar in Höhe von 20,- € kalkuliert.

Die durch Ernährungsberater/-innen und Hausärzte zu erbringende Maßnahme „Individuelles Coaching zur Lebensstilmodifikation“ (M3.2) im Modul „setzt sich aus folgenden Einzelleistungen zusammen:

- Drei halbstündige und sechs viertelstündige Online-Coachings durch Ernährungsberater/-innen. Als Stundenhonorar werden 80,- € angesetzt.
- Insgesamt sieben face-to-face Coachings. Das erste Coaching dauert ca. eine Stunde, für die übrigen sechs Coaching stehen dreißig Minuten zur Verfügung. Das Stundenhonorar beträgt ebenfalls 80,- €.
- Drei Gesprächstermine mit dem Hausarzt. Pro Termin wird ein Honorar von 40,- € kalkuliert.
- Im Rahmen des ersten und letzten (nach 12 Monaten) hausärztlichen Gesprächstermins ist eine Untersuchung der Nüchternplasmaglukose und des HbA1c-Wertes vorgesehen. Unter Orientierung an den entsprechenden EBM-Ziffern (32057, 32094) wird pro Untersuchung ein Betrag von 4,50 € veranschlagt.

Für die Maßnahme „Metformingabe“ (M3.3) im Rahmen des Moduls „Intervention“ (Variante B) werden folgende jährliche Kosten für das Arzneimittel und für die ärztliche Überwachung veranschlagt:

- Arzneimittelkosten:
 - Dosis pro Tag: 0,85 DDD/Tag²⁵
 - Kosten pro DDD: 0,238 Euro/DDD
 - Dauer: 365 Tage
- Die Kosten für die Überwachung der Metformingabe setzen sich folgendermaßen zusammen:
 - Ärztliches Gespräch zu Vorteilen und Risiken vor Beginn der Metformingabe. Hierfür wird ein Honorar von 40,- € kalkuliert²⁶
 - Vierteljährliche Kontrollen von Nüchternplasmaglukose, HbA1c-Wert, sowie der Nierenfunktion, einschließlich der Bestimmung der Glomerulären Filtrationsrate (GFR). Unter Orientierung an die entsprechenden EBM-Ziffern (32057, 32094, 32880, 32067, 32435) wird pro Untersuchung ein Betrag von 10,- € veranschlagt

Für einen Teilnehmer mit mäßig erhöhtem Diabetesrisiko und daraus resultierender Teilnahme an den Maßnahmen des Moduls „Monitoring“ würden somit lediglich Kosten in Höhe von 20,- € pro Jahr anfallen. Für einen Teilnehmer mit stark erhöhtem Diabetesrisiko, der an dem Coaching zur Lebensstilmodifikation teilnimmt, ergäben sich Gesamtkosten in Höhe von 709,- €. Bei einer Metformingabe fallen einmalig 40,- € für das Beratungsgespräch zu Beginn der Behandlung an, sowie Kosten in Höhe von 113,84 € für jedes Behandlungsjahr. Diese jährlichen Behandlungskosten setzen sich aus 73,84 € Arzneimittelausgaben und 40,- € für die Kontrolle des Blutzuckers und der Nierenfunktion zusammen.

Die Tabelle 52 stellt die Ergebnisse der oben beschriebenen Kostenkalkulationen für alle Interventionsmaßnahmen des DAK Versorgungskonzeptes dar.

25 Es wird von einer Gabe von 1700mg/d ausgegangen. Dies entspricht der Dosierung in der US DPP-Studie (Knowler et al. 2002).

26 Sollten im Zusammenhang mit der Metformingabe weitere ärztliche Gespräche anfallen, wird davon ausgegangen, dass diese im Rahmen der allgemeinen hausärztlichen Versorgung durch die Versichertenpauschale (EBM-Ziffer 3000) abgedeckt sind. Eine gesonderte Honorierung ist daher nicht vorgesehen.

Tabelle 52: Kalkulation der durchschnittlichen Kosten der Interventionsmaßnahmen pro Teilnehmer

Modul	Nr.	Bezeichnung	Anzahl Einheiten	Kosten pro Einheit*	Gesamt
Screening	M1	Ermittlung des Diabetesrisikos	1	Bestandteil GU § 25 SGB V	
Monitoring	M2.1	Ärztliche Beratung	1	Bestandteil GU § 25 SGB V	
	M2.2	Kontrolluntersuchung mit Bestimmung der Nüchternplasmaglukose und kurzer ärztlicher Beratung	1	20,- €	20,- €
Intervention	M3.1	Initiale ärztl. Beratung	1	Bestandteil GU § 25 SGB V	
	M3.2	Individuelles Coaching zur Lebensstilmodifikation	21		689,- €
		Online-Coaching 30 Minuten	3	40,- €	120,- €
		Online-Coaching, 15 Minuten	6	20,- €	120,- €
		Face-to-face Coaching, 60 Minuten	1	80,- €	80,- €
		Face-to-face Coaching, 30 Minuten	6	40,- €	240,- €
		Ärztlicher Gesprächstermin	3	40,- €	120,- €
		Glukose & HbA1c	2	4,50€	9,- €
		M3.3 Metformingabe** (jährlich)			113,84€
		Ärztliches Gespräch	einmalig	40,- €	40,- €
	Vierteljährliche Kontrollen	4	10,- €	40,- €	
	Arzneikosten			73,84- €	

Quelle: Eigene Darstellung IGES (2018)

Anmerkung: * Ausgedrückt in Preisen des Jahres 2018

** Ausgewiesene Kosten enthalten die nur die jährlich anfallenden Kosten der Behandlung. Hinzu kommen einmalig anfallende Kosten für ein ärztliches Beratungsgespräch in Höhe von 40,- € zu Beginn der Behandlung.

5.5 Bestimmung der Krankheitslast

In Tabelle 53 sind die Behinderungsgewichte (disability weights) dargestellt, die bei der Bestimmung der Krankheitslast unter Berücksichtigung von Multimorbidität im Rahmen der Simulationsstudie Anwendung finden. Diese sind aus Angaben in den Global Burden of Disease Studien 2016 abgeleitet (Global Burden of Disease (GBD) 2016). In diesen ist für die aufgeführten Erkrankungen die Häufigkeit (Prävalenz) im Jahr 2016 angegeben sowie die aus der Prävalenz dieser Erkrankungen resultierende Krankheitslast (YLD). Über den Quotienten aus Krankheitslast und Prävalenz lässt sich das den Berechnungen zugrundeliegende Behinderungsgewicht bestimmen.

Im Rahmen der Simulationsstudie wird die Krankheitslast für die gesamte Diagnosegruppe „Hypertonie“ (I10.- bis I15.-) bestimmt. Ein publiziertes Behinderungsgewicht ist jedoch nur für die Hypertensive Herzerkrankung verfügbar (0,08, vgl. Tabelle 54). Das Behinderungsgewicht für die gesamte Diagnosegruppe „Hypertonie“ von 0,01 wird daher folgendermaßen abgeleitet: Dieses setzt sich zusammen aus dem prävalenzgewichteten Mittelwert der Behinderungsgewichte von essentieller (primärer) Hypertonie und hypertensiver Herzerkrankung, wobei angenommen wird, dass das Behinderungsgewicht für die essentielle Hypertonie Null beträgt, also bei dieser Diagnose (noch) keine Einschränkung der Lebensqualität resultiert.

Tabelle 53: Behinderungsgewichte (Disability Weights) der Erkrankungen

Erkrankung	Behinderungsgewicht (Disability Weight)
Hypertensive Herzerkrankung	0,080
Ischämische Herzerkrankung	0,045
Zerebrovaskuläre Erkrankung	0,182
Erkrankungen der Arterien, Arteriolen und Kapillaren	0,004
Glomeruläre Erkrankungen	0,048
Niereninsuffizienz	0,032
Arthrose	0,054
Affektionen der Linse und der Netzhaut	0,072
Diabetes mellitus	0,075

Quelle: Abgeleitet aus GBD 2017.

6. Ergebnisse

6.1 Überblick

In diesem Abschnitt werden der Präsentation der Ergebnisse zunächst einige Hinweise und Erläuterungen vorangestellt, die dazu dienen sollen, einen Überblick über die Effektzusammenhänge der präsentierten Ergebnis- und Berichtsgrößen zu vermitteln und um die Orientierung in der Darstellung der Ergebnisse zu erleichtern.

Die Gesundheitsuntersuchung gemäß § 25 SGB V, die den Hauptzugangsweg zu dem DAK-Versorgungsprogramm für Menschen mit Prädiabetes darstellt, ist bereits heute schon fester Bestandteil der Gesundheitsversorgung. Über dieses Instrument wird im Rahmen des DAK-Versorgungskonzept eine Risikobewertung im Hinblick auf die Entwicklung einer Diabeteserkrankung vorgenommen. Bei Menschen mit Prädiabetes und einem mäßig erhöhten Risiko an Diabetes zu erkranken, ist im DAK-Versorgungskonzept ein engmaschiges Monitoring durch jährliche Kontrolluntersuchungen vorgesehen (Modul „Monitoring“, vgl. Abschnitt 4.3.2). Dadurch wird eine ungünstige Entwicklung der Glukosestoffwechsellage frühzeitig erkannt, sodass dieser Entwicklung durch geeignete Maßnahmen entsprechend schnell entgegengetreten werden kann.

Wird im Rahmen einer Gesundheitsuntersuchung oder bei einer der Kontrolluntersuchungen im Rahmen des Monitorings ein stark erhöhtes Risiko für eine Diabeteserkrankung festgestellt, so besteht für den behandelnden Arzt die Möglichkeit den Patienten, das Interventions-Modul des DAK-Versorgungskonzepts anzubieten (vgl. Abschnitt 4.3.3).

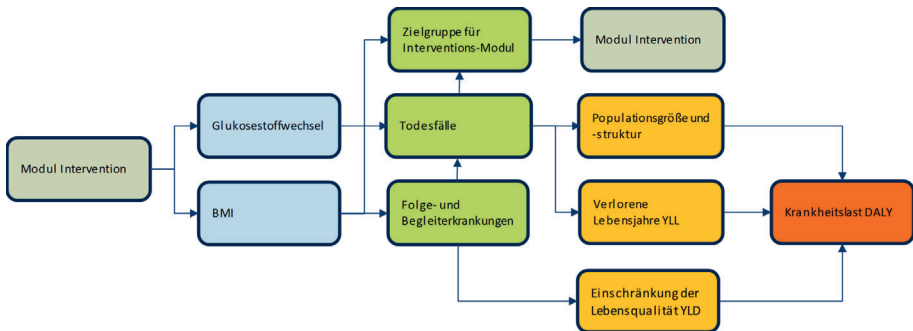
Voraussetzung für die Teilnahme an den Maßnahmen des Interventions-Moduls ist eine prädiabetische Stoffwechsellage mit einem stark erhöhten Risiko für eine Diabeteserkrankung (zur definitorischen Abgrenzung vgl. Abschnitt 4.3.1). Unter dem Versorgungskonzept in Variante A sind zudem nur Patienten zur Teilnahme berechtigt, deren letzte Interventionsteilnahme länger als vier Jahre zurückliegt. In Variante B des Versorgungskonzepts dürfen Teilnehmer darüber hinaus nicht bereits aktuell mit Metformin präventiv behandelt werden. Teilnehmer, die diese Kriterien erfüllen und im Rahmen einer Gesundheitsuntersuchung oder Kontrolluntersuchung identifiziert werden, stellen die Zielgruppe der Interventionsmaßnahmen dar.

Hieraus ist bereits ersichtlich, dass sich der direkte Effekt des Moduls „Monitoring“ (Kontrolluntersuchungen) bei der Teilgruppe „Prädiabetes mit mäßig erhöhtem Risiko“ zunächst einmal in der Größe der Zielgruppe für das Interventions-Modul des Versorgungskonzepts zeigt. Indirekt wirken sich die zusätzlichen Kontrolluntersuchungen aber auch auf die übrigen Ergebnisgrößen der Analyse aus. Diese Effekte werden über die Teilnahme an Maßnahmen des Interventions-Moduls vermittelt.

Die Teilnahme am Interventions-Modul des DAK-Versorgungskonzepts im Rahmen einer optimierten Versorgung der Bevölkerung im Alter von 40 bis

89 Jahren übt Einfluss auf die in Abschnitt 6.4 bis Abschnitt 6.8 dargestellten Merkmale der Gesundheit bzw. der gesundheitlichen Versorgung aus. Der Effekt der Interventionsmaßnahmen realisiert sich jedoch nicht bei allen gesundheitlichen Merkmalen gleichzeitig, sondern tritt teilweise mit einiger zeitlicher Verzögerung auf. Der Transmissionsmechanismus der Effekte des Interventionsprogramms ist in Abbildung 11 dargestellt.

Abbildung 11: Transmissionsmechanismus der Effekte des Interventionsprogramms



Quelle: IGES (2018).

Den Ausgangspunkt der Betrachtung bildet die Teilnahme an den Maßnahmen des Interventions-Moduls. Als wesentlicher Effekt verbessern einige der Teilnehmer ihre Glukosestoffwechsellage und verringern ihr Gewicht. Der direkte Effekt der Interventionsmaßnahme zeigt sich demnach in der Beeinflussung des Gesundheitszustandes der Teilnehmer, der sich im Grad der Glukosestoffwechselstörung und dem BMI äußert.

Eine Verbesserung der Glukosestoffwechsellage durch die erfolgreiche Teilnahme an einer Interventionsmaßnahme bedeutet nicht, dass alle diese Personen im weiteren Lebensverlauf frei von Diabetes mellitus bleiben. Einigen Teilnehmern gelingt es zwar, eine Erkrankung an DMT2 zu vermeiden, andere erkranken jedoch trotz der erfolgreichen Teilnahme an Diabetes mellitus. Bei diesen letztgenannten Teilnehmern besteht der wesentliche Effekt der Intervention in der zeitlichen Verzögerung einer Diabeteserkrankung.

Zwischen dem Gesundheitszustand (Glukosestoffwechsellage und BMI) und der Sterbewahrscheinlichkeit (Zahl der Todesfälle) sowie der Häufigkeit von Diabetes-assoziierten Begleit- und Folgeerkrankungen besteht ein Zusammenhang. Als Folge des verbesserten Gesundheitszustandes weisen die Teilnehmer des Interventionsprogramms daher eine verringerte Sterbewahrscheinlichkeit und eine geringere Wahrscheinlichkeit für Diabetes-assoziierte Begleit- und Folgeerkrankungen auf. Dies bedeutet, dass die Teilnahme an dem Interventions-Modul – mit gewisser zeitlicher Verzögerung – einen Einfluss auf die Anzahl der Erkrankungs- und der Todesfälle ausübt.

Dies gilt auch dann, wenn sich die Glukosestoffwechsellage von Interventionsteilnehmern im Zeitverlauf wieder verschlechtert. Möglicherweise wird die Entwicklung einer Begleit- oder Folgeerkrankung nicht gänzlich vermieden, zumindest aber der Eintritt zeitlich verzögert.

Gleiches gilt für Sterbefälle im Alter zwischen 40 und 89 Jahren. Der Effekt der Teilnahme an dem Interventions-Modul zeigt sich nicht nur in einer Verringerung der Sterbefälle bis zu einem Alter von 89 Jahren, sondern auch in einem höheren Sterbealter.

Darüber hinaus besteht ein Rückkopplungseffekt auf die Größe der Zielgruppe für das Interventionsprogramm. Zunächst sind Interventionsteilnehmer während einer laufenden Maßnahme (Coaching Lebensstil-Modifikation in Variante A des Versorgungskonzepts und Coaching oder Metformingabe in Variante B) nicht für die Teilnahme an weiteren Maßnahmen berechtigt und fallen daher nicht unter die Zielgruppe. An Coaching-Maßnahmen zur Lebensstilmodifikation besteht zudem nur alle vier Jahre die Möglichkeit zur Teilnahme (Variante A und B des Versorgungskonzepts). Einigen Teilnehmern gelingt es zudem, durch die Teilnahme an dem Interventions-Modul ihr Diabetesrisiko so weit zu verringern, so dass sie mit einer prädiabetischen Glukosestoffwechsellage und einem mäßig erhöhten Diabetesrisiko zwar Maßnahmen des Monitorings wahrnehmen (jährliche Kontrolluntersuchungen), jedoch nicht mehr zur Zielgruppe für das Interventions-Modul gehören. Dies bedeutet, dass die Teilnahme an einer Intervention dazu beiträgt, die Größe der Zielgruppe für das Interventions-Modul tendenziell zu verringern.

Ein weiterer Rückkoppelungseffekt auf die Größe der Zielgruppe entsteht aus dem indirekten Einfluss der Interventionsmaßnahmen auf die Sterblichkeit und damit die Anzahl der Todesfälle. Die Interventionsmaßnahmen führen im Ergebnis dazu, dass weniger Menschen sterben und mehr Menschen am Leben sind. Für die Größe der Zielgruppe für das Interventions-Modul bedeutet dies, dass sich über diesen Weg die Populationsgröße der Zielgruppe erhöht. Dieser Rückkoppelungseffekt auf die Populationsgröße der Zielgruppe läuft dem über die Verbesserung des Gesundheitszustands vermittelten negativen Einfluss auf die Zielgruppengröße entgegen.

Die Zielgruppe für eine Interventionsmaßnahme bildet die Grundlage für die tatsächlich durchgeführten Interventionsmaßnahmen. Dadurch entsteht letztendlich der Rückkopplungseffekt der Interventionsmaßnahmen. Dies bedeutet, die Teilnahme an Interventionsmaßnahmen des laufenden Jahres beeinflusst indirekt die Anzahl der Teilnehmer der Folgejahre. Die Richtung des indirekten Einflusses auf die Interventionsteilnahme ist jedoch nicht eindeutig bestimmt.

Wenn jedes Jahr durch die Teilnahme an dem Interventions-Modul weniger Menschen sterben und mehr Menschen am Leben bleiben, erhöht sich im Zeitverlauf kontinuierlich die Populationsgröße. Dies bedeutet, dass die Teilnahme an den Interventionsmaßnahmen auch einen Effekt auf die Größe der Gesamtpopulation ausübt, der über die Verbesserung des Gesundheitszustandes und einer in der Folge niedrigeren Sterblichkeit vermittelt wird. Darüber hinaus verändert sich durch die Interventionsteilnahme auch die Alters- und Geschlechtsstruktur der Gesamtpopulation geringfügig. Die Veränderung der Populationsstruktur resultiert daraus, dass Frauen und Männer in unterschiedlichem Maße von Prädiabetes betroffen sind und zudem ein Alterseffekt bei Prädiabetes beobachtet werden kann. Dementsprechend unterscheidet sich auch die Interventionsteilnahme zwischen Männern und

Frauen sowie zwischen Jungen und Alten. Aufgrund der hieraus resultierenden indirekten Interventionseffekte auf die Sterblichkeit verändert sich auch die Zusammensetzung der Bevölkerung nach Alter und Geschlecht leicht.

Die Populationsgröße und Populationsstruktur, die Anzahl der Todesfälle und die Prävalenz des Diabetes sowie die Häufigkeit diabetes-assoziiertes Begleit- und Folgeerkrankungen bestimmen die Krankheitslast, die der Bevölkerung im Alter von 40 bis 89 Jahren entsteht. Die Effekte der optimierten Versorgung auf diese Einflussgrößen der Krankheitslast treten jedoch nicht gleichzeitig auf, sondern zeitlich versetzt. Ein unmittelbarer Einfluss der optimierten Versorgung besteht lediglich auf die Prävalenz von Prädiabetes mit einem stark erhöhten Risiko für eine Diabeteserkrankung. Aufgrund der Verbesserung der Glukosestoffwechsellage verringert sich jedoch auch das Risiko für Begleiterkrankungen des Diabetes. Diese treten weniger häufig oder zeitlich verzögert auf. Aufgrund der Verringerung des Risikos für eine Diabeteserkrankung verringert sich auch das langfristige Risiko von Folgeerkrankungen des Diabetes. Bei einigen Teilnehmern lässt sich eine Diabeteserkrankung gänzlich vermeiden und damit auch direkte Folgeerkrankungen des Diabetes. Bei anderen Teilnehmern tritt eine Diabeteserkrankung zeitlich verzögert mit einer gleichzeitig verringerten Morbidität von Begleiterkrankungen ein. Die zeitliche verzögerte Entwicklung einer Diabeteserkrankung und die geringere Betroffenheit von Begleiterkrankungen wirken sich beide positiv auf die Häufigkeit diabetischer Komplikationen aus. Dies bedeutet, dass die Effekte der Teilnahme an dem Interventions-Modul auf die krankheitsbezogene Lebensqualität (YLD) teilweise erst Jahre nach Abschluss der Maßnahme sichtbar werden.

Führt die Teilnahme an der Intervention zu einer Verbesserung des Gesundheitszustandes, so verringert sich die Sterblichkeit zunächst nur leicht. Zu diesem Zeitpunkt bereits bestehende Begleiterkrankungen bleiben trotz Interventionsteilnahme bestehen, da die Interventionsmaßnahmen nicht darauf abzielen, bestehende Begleiterkrankungen zu behandeln. Allerdings treten langfristig – wie oben geschildert – weniger zusätzliche Begleiterkrankungen auf, es verringert sich das Diabetesrisiko und damit auch das langfristige Risiko für diabetische Komplikationen. Diese Folge- und Begleiterkrankungen sowie die Erkrankung an Diabetes mellitus sind wiederum mit der Sterblichkeit assoziiert, auf der die Krankheitslast aus verlorenen Lebensjahren (YLL) basiert. Die Effekte der optimierten Versorgung auf die aus den verlorenen Lebensjahren resultierende Krankheitslast (YLL) treten daher ebenfalls zeitlich versetzt auf.

Die Populationsgröße beeinflusst sowohl die YLD als auch YLL und auf diesem Wege auch die insgesamt resultierende Krankheitslast der Bevölkerung im Alter von 40 bis 89 Jahren. Eine steigende Populationsgröße führt, bei gleichbleibender relativer YLD und YLL, zu einer höheren Krankheitslast der Bevölkerung. Dies bedeutet, dass der krankheitslastmindernde Effekt der durch die Intervention bewirkten Verringerung der Todesfälle auf die YLL dem krankheitslaststeigernden Effekt aus dem daraus folgenden Bevölkerungszuwachs entgegengläuft. Ein Teil der Verringerung der YLL, die sich aus einer Verringerung der Anzahl der Todesfälle ergibt, wird durch den Anstieg der Populationsgröße kompensiert. Gleichzeitig trägt die steigende Populations-

größe zu einem Anstieg der YLD bei, die der interventionsinduzierten Verringerung der YLD entgegenläuft.

Bei der teilweisen Kompensation der interventionsinduzierten Effekte auf die Krankheitslast durch den interventionsinduzierten Bevölkerungszuwachs überwiegt stets der krankheitslastmindernde Effekt der Interventionsteilnahme. Dies liegt in der Methodik der Bestimmung der Krankheitslast begründet. Vereinfacht könnte man sagen, dass gemäß des DALY-Konzepts (vgl. Abschnitt 5.2.1) ein lebender Mensch immer weniger Krankheitslast verursacht als ein Todesfall, auch wenn er alt und multimorbid erkrankt ist. Dementsprechend reflektiert die ausgewiesene Krankheitslast auch den tatsächlich anfallenden krankheitslastbezogenen Interventionseffekt.

Bei den anderen Berichtsgrößen ist dies nicht der Fall. Wenn beispielsweise die Teilnahme an einer Interventionsmaßnahme dazu führt, dass die Häufigkeit von Begleit- und Folgeerkrankungen sinkt und gleichzeitig die Sterbewahrscheinlichkeit zurückgeht, so könnte es sein, dass die Anzahl der Erkrankungsfälle insgesamt steigt. Dies wäre dann der Fall, wenn die Verringerung der Anzahl der Erkrankungsfälle in der Bestandspopulation von den Erkrankungsfällen des Bevölkerungszuwachses, der aus der verringerten Sterblichkeit resultiert, überkompensiert würde. Unter der Berücksichtigung, dass der aus der verringerten Sterblichkeit resultierende Bevölkerungszuwachs möglicherweise wesentlich älter und kränker ist als der Durchschnitt der Bestandspopulation, ist dies kein völlig abwegig erscheinendes Ergebnis. Im Gegensatz zum DALY-Konzept gibt es bei der Ergebnisgröße „Anzahl der Erkrankungsfälle“ keine Komponente, die die veränderte Populationsbasis berücksichtigt und dementsprechend ist ein Vergleich dieser Ergebnisgrößen zwischen unterschiedlichen Versorgungsszenarien möglicherweise irreführend und verleitet zu Fehlinterpretationen und falschen Rückschlüssen.

Mit Ausnahme der DALY trifft diese Einschränkung auf alle im weiteren Verlauf des Berichts genannten Ergebnisgrößen zu. Aus diesem Grund werden alle berichteten Ergebnisgrößen und Interventionseffekte differenziert nach der Gesamtpopulation, dem interventionsinduzierten Bevölkerungszuwachs (BZ) und als Effekt *ceteris paribus* ausgewiesen. Die Ergebnisgrößen auf Basis der Gesamtpopulation reflektieren den Effekt der Umsetzung des Versorgungskonzepts, wie er sich tatsächlich einstellen würde. Die Gesamtpopulation beinhaltet auch den interventionsinduzierten Bevölkerungszuwachs. Daher stellt diese Betrachtung keine Analyse bei gleicher Populationsgröße dar und die Effektgrößen des Versorgungskonzepts werden leicht unterschätzt. Dementsprechend dienen die Ergebnisgrößen des interventionsinduzierten Bevölkerungszuwachses der Einschätzung des Effekts der veränderten Populationsbasis auf die berichteten Ergebnisgrößen. Die berichteten Ergebnisgrößen als Effekt *ceteris paribus* ermöglicht eine Einschätzung der Effekte des Versorgungskonzepts unter der hypothetischen Annahme gleicher Populationsgrößen. Diese reflektieren Effekte, die sich ursächlich auf die Einführung des DAK-Versorgungskonzepts zurückführen lassen.

Die dargestellten Effekte reflektieren das langfristig zu erwartende Ergebnis, wenn das DAK-Versorgungskonzept Prädiabetes heute bundesweit umgesetzt würde und danach langfristig Bestand hätte. Eine alternative Sichtweise

auf die dargestellten Effekte wäre, welche Effekte wir heute bereits beobachten könnten, wenn schon immer das Versorgungskonzept Prädiabetes bestanden hätte und umgesetzt worden wäre.

Wie in Abschnitt 5.2.3 dargestellt, treten die dargestellten Effekte des Versorgungskonzepts nicht sofort nach der Umsetzung ein. Es ist ein typisches Kennzeichen von Präventionsprogrammen, dass die Aufwendungen für Prävention und die zu beobachtenden Effekte aus diesen Aufwendungen zeitlich auseinanderfallen. Dementsprechend entfaltet das Versorgungskonzept seine Effekte sukzessive im Zeitverlauf, je länger es umgesetzt ist und Bestand hat. Die volle Effektgröße realisiert sich erst dann, wenn die jüngste Alterskohorte der Zielgruppe das Alter der ältesten Kohorte der Zielgruppe erreicht hat. Dies ist erst nach 50 Jahren der Fall. Allerdings wird der größte Teil der Effekte bereits nach deutlich kürzerer Zeit sichtbar. Daher wird zu jeder Ergebnisgröße im Rahmen der Verlaufsanalyse dargestellt, wie sich die jeweilige Effektgröße im Zeitverlauf entwickelt.

Die langfristigen Ergebnisgrößen werden sowohl für Variante A als auch für Variante B des Versorgungskonzepts berichtet. Die Darstellung der Interventionseffekte im Zeitverlauf von 2015 bis 2065, ausgedrückt als Differenz der Berichtsrößen zwischen dem optimierten Versorgungskonzept und der gegenwärtigen Versorgung der Bevölkerung im Alter von 40 bis 89 Jahren, erfolgt für das DAK-Versorgungskonzept in Variante A mit Coaching zur Lebensstilmodifikation als alleinige Interventionsmaßnahme. Variante B beinhaltet zusätzlich zu den Coaching-Maßnahmen mit dem Ziel einer Lebensstilmodifikation die Möglichkeit einer präventiven Metformingabe als Interventionsmaßnahme.

Bei einem Vergleich der Effekte der beiden Varianten ist die unterschiedliche Inanspruchnahmequote zu beachten: In Variante B nehmen etwa doppelt so viele Menschen an einer Interventionsmaßnahme teil wie in Variante A. Dem liegt die Überlegung zugrunde, dass in beiden Varianten etwa gleich viele Menschen mit Prädiabetes und einem stark erhöhten Risiko für eine Diabeteserkrankung an Coaching-Maßnahmen teilnehmen, in Variante B jedoch zusätzlich für diejenigen Personen, die ihren Lebensstil nicht ändern können oder wollen, eine Behandlung mit Metformin in Betracht kommt. Die beiden Interventionsmaßnahmen unterscheiden sich jedoch darüber hinaus auch in ihren direkten Effekten auf den Glukosestoffwechsel und den BMI (siehe Abschnitt 5.4.7).

Die Reihenfolge der Darstellung der berichteten Ergebnisgrößen orientiert sich mit Ausnahme der Interventionseffekte auf die Populationsgröße und Populationsstruktur an dem in Abbildung 11 dargestellten Transmissionsmechanismus der Interventionseffekte. Die Darstellung der bevölkerungsrelevanten Interventionseffekte wird vorangezogen, da ohne Kenntnisse der Populationsbasis und deren Veränderung durch die Teilnahme an den Interventionsmaßnahmen die übrigen Berichtsrößen nicht sinnvoll interpretierbar sind. Diese Voranstellung der Populationseffekte, die gewissermaßen einen Endpunkt in der Transmission der Interventionseffekte darstellen, wirft die Schwierigkeit auf, einen Effekt zu erklären und zu begründen, dessen Grundlage erst in den folgenden Kapiteln beschrieben ist. Bei der Lektüre

des Kapitels, in dem die Populationseffekte beschrieben sind, kann es deshalb hilfreich sein, sich den Transmissionsmechanismus der Interventionseffekte bewusst zu halten. Eventuell auftretende Unklarheiten werden sich in den dann folgenden Kapiteln auflösen.

6.2 Inanspruchnahme von Maßnahmen des DAK-Versorgungskonzepts Prädiabetes

Unter dem DAK-Versorgungskonzept Prädiabetes in der Variante A mit ausschließlich dem individuellen Coaching zur Lebensstiländerung nehmen langfristig jährlich etwa 9,20 Millionen Menschen im Alter von 40 bis 89 Jahren Gesundheitsuntersuchungen gemäß § 25 SGB V in Anspruch (siehe Tabelle 54). Dies entspricht 19,8 % der Bevölkerung im Alter von 40 bis 89 Jahren. Dabei nehmen Frauen mit 20,6 % etwas häufiger Gesundheitsuntersuchungen wahr als Männer (19,0 %). Der Geschlechtsunterschied sowie in die Teilnahmequote insgesamt reflektieren die bereits heute schon zu beobachtende Inanspruchnahme der Gesundheitsuntersuchungen nach § 25 SGB V. Allerdings wirkt sich auch die Inanspruchnahme von Interventionsmaßnahmen auf die Inanspruchnahmequote der gesetzlichen Gesundheitsuntersuchungen aus (siehe Abschnitt 6.1). Teilnehmer von Coaching-Maßnahmen nehmen keine gesetzlichen Gesundheitsuntersuchungen wahr, da diese bereits im Rahmen ihrer Interventionsteilnahme versorgt werden. Ältere Menschen weisen eine etwas höhere Inanspruchnahmequote auf als jüngere, wobei in den hohen Altersjahren ab einem Alter von 80 Jahren die Häufigkeit der Inanspruchnahme zurückgeht.

Unter dem DAK-Versorgungskonzept Prädiabetes in der Variante B mit Coaching-Maßnahmen zur Lebensstiländerung und der alternativen Möglichkeit einer Metformingabe, nehmen langfristig jährlich etwa 9,05 Millionen Menschen im Alter von 40 bis 89 Jahren Gesundheitsuntersuchungen gemäß § 25 SGB V in Anspruch (19,5 % der Bevölkerung). Die Inanspruchnahme fällt damit etwas geringer aus als unter dem Versorgungskonzept in Variante B. Der Grund für die im Vergleich etwas geringere Inanspruchnahmequote ist die höhere Inanspruchnahme von Interventionsmaßnahmen in Variante B. Menschen, die im Rahmen des Versorgungskonzepts in Variante B medikamentös mit Metformin behandelt werden, nehmen bereits engmaschige Kontrolluntersuchungen bei ihrem Hausarzt wahr, die Bestandteil der Interventionsmaßnahme sind. Darüber hinaus gehende gesetzliche Gesundheitsuntersuchungen sind daher nicht vorgesehen. Die Geschlechtsunterschiede bei der Inanspruchnahme von gesetzlichen Vorsorgeuntersuchungen fallen in Variante B etwa höher aus als in Variante A, da Männer aufgrund einer höheren Prävalenz von Prädiabetes mit einem stark erhöhten Risiko für eine Diabeteserkrankung etwas häufiger als Frauen an Interventionsmaßnahmen teilnehmen.

Tabelle 54: Inanspruchnahme von Gesundheitsuntersuchungen nach § 25 SGB V (in Tausend) unter einer optimierten Versorgung der Bevölkerung im Alter von 40 bis 89 Jahren

Bevölkerungsgruppe	Variante A LS		Variante B LS & MET	
	Anzahl	Anteil an Bevölkerungsgruppe	Anzahl	Anteil an Bevölkerungsgruppe
Männer	4.221	19,0 %	4.146	18,6 %
Frauen	4.971	20,6 %	4.892	20,3 %
40–49 Jahre	1.987	17,3 %	1.980	17,2 %
50–59 Jahre	2.565	19,7 %	2.535	19,5 %
60–69 Jahre	2.048	21,5 %	2.001	21,0 %
70–79 Jahre	1.816	22,0 %	1.762	21,3 %
80–89 Jahre	777	19,2 %	760	18,7 %
Gesamt	9.193	19,8 %	9.038	19,5 %

Quelle: Berechnungen IGES auf Basis DAK-Routinedaten

Anmerkung: Standardisiert nach Alter und Geschlecht auf die Bevölkerung Deutschlands im Jahr 2015; LS: Coaching zur Lebensstilmodifikation; MET: Behandlung mit Metformin.

Menschen, bei denen anlässlich einer gesetzlichen Gesundheitsuntersuchung oder bei einer der zusätzlichen Kontrolluntersuchungen im Rahmen des DAK-Versorgungskonzepts eine prädiabetische Stoffwechsellage mit einem mäßig erhöhten Risiko für eine Diabeteserkrankung festgestellt wird, können jährlich eine ärztliche Kontrolluntersuchung in Anspruch nehmen, um ihre Glukosestoffwechsellage überprüfen zu lassen.

Langfristig nehmen unter dem Versorgungskonzept in Variante A jährlich etwa 4,3 Millionen Menschen Maßnahmen des Moduls „Monitoring“ in Anspruch (siehe Tabelle 55). Dies entspricht etwa 9,3 % der Bevölkerung im Alter von 40 bis 89 Jahren. Monitoring-Maßnahmen finden damit insgesamt deutlich weniger häufig statt als gesetzliche Gesundheitsuntersuchungen. Mit den weitmaschigen aber breit angelegten Gesundheitsuntersuchungen wird innerhalb der gesamten Bevölkerung eine Risikogruppe mit Prädiabetes identifiziert, die für ein zielgerichtetes, engmaschiges Monitoring der Glukosestoffwechsellage vorgesehen ist. Die Teilnehmer dieser zusätzlichen Kontrolluntersuchungen weisen ein mäßig erhöhtes, aber nicht stark erhöhtes Risiko für eine Diabeteserkrankung auf. Durch die engmaschige Kontrolle der Glukosestoffwechsellage wird ein sich möglicherweise ergebender Handlungsbedarf frühzeitig festgestellt.

In Variante B des Versorgungskonzepts nehmen etwas mehr Menschen als in Variante A diese zusätzlichen Kontrolluntersuchungen wahr. Langfristig nehmen etwa 4,45 Millionen Menschen die zusätzlich angebotenen Kontrollunter-

suchungen in Anspruch. Dieser Unterschied zwischen Variante A und Variante B resultiert aus der höheren Inanspruchnahme von Interventionsmaßnahmen in Variante B des Versorgungskonzepts. Durch die höhere Inanspruchnahme in Variante B verbessert sich bei einem höheren Anteil der Bevölkerung die Glukosestoffwechsellage, was sich in einer Verringerung des Risikos für eine Diabeteserkrankung von stark erhöht auf mäßig erhöht ausdrückt. Menschen, die erfolgreich an einer Interventionsmaßnahme teilgenommen haben und im Anschluss an die Maßnahme eine prädiabetische Stoffwechsellage mit einem mäßig erhöhten Risiko für eine Diabeteserkrankung aufweisen, nehmen Maßnahmen des Monitorings in Anspruch, um eine möglicherweise einsetzende erneute Verschlechterung der Glukosestoffwechsellage und entsprechenden Interventionsbedarf frühzeitig zu erkennen.

Tabelle 55: Inanspruchnahme zusätzlicher ärztlicher Kontrolluntersuchungen (in Tausend) im Rahmen des Moduls „Monitoring“ einer optimierten Versorgung der Bevölkerung im Alter von 40 bis 89 Jahren

Bevölkerungsgruppe	Variante A LS		Variante B LS & MET	
	Anzahl	Anteil an Bevölkerungsgruppe	Anzahl	Anteil an Bevölkerungsgruppe
Männer	2.191	9,8 %	2.256	10,1 %
Frauen	2.119	8,8 %	2.206	9,1 %
40–49 Jahre	599	5,2 %	602	5,2 %
50–59 Jahre	1.170	9,0 %	1.191	9,2 %
60–69 Jahre	1.069	11,2 %	1.105	11,6 %
70–79 Jahre	1.009	12,2 %	1.067	12,9 %
80–89 Jahre	463	11,5 %	497	12,2 %
Gesamt	4.310	9,3 %	4.462	9,6 %

Quelle: Berechnungen IGES auf Basis Daten der DAK-Gesundheit.

Anmerkung: Standardisiert nach Alter und Geschlecht auf die Bevölkerung Deutschlands im Jahr 2015; LS: Coaching zur Lebensstilmodifikation; MET: Metformingabe.

Die Zielgruppe für eine Interventionsmaßnahme des DAK-Versorgungskonzepts Prädiabetes besteht aus Menschen, bei denen anlässlich einer gesetzlichen Gesundheitsuntersuchung oder im Rahmen von Maßnahmen zum Monitoring von Risikopatienten eine prädiabetische Stoffwechsellage mit einem stark erhöhten Risiko für eine Diabeteserkrankung festgestellt wurde und die innerhalb der vergangenen vier Jahre an keiner Interventionsmaßnahme teilgenommen haben (Variante A und B des DAK-Versorgungskonzepts) bzw. sich aktuell nicht in einer Metformingabe (Variante B des DAK-Versorgungskonzepts) befinden. In Variante B des Versorgungskonzepts gehören darüber hinaus Menschen der Zielgruppe an, die an einer Coaching-Maßnahme teilgenommen haben, ohne eine auch nur kurzfristige Verbesserung

der Glukosestoffwechsellage erreichen zu können. Bei diesen Teilnehmern wird davon ausgegangen, dass es den Betroffenen nicht gelungen ist, ihren Lebensstil mit den angebotenen Maßnahmen zu verändern bzw. dass eine möglicherweise vollzogene Lebensstiländerung keine hinreichende Veränderung der Blutzuckerwerte ergeben hat. Daher steht diesen Teilnehmern unter dem Versorgungskonzept in Variante B eine medikamentöse Behandlung mit Metformin offen.

Langfristig gehören unter beiden Varianten jedes Jahr etwa 1,1 Millionen Menschen zur Zielgruppe für das Interventions-Modul (siehe Tabelle 56). Dies entspricht etwa 2,4 % der Bevölkerung im Alter von 40 bis 89 Jahren. Diese Ähnlichkeit der Zielgruppengröße ist jedoch eher zufällig. In Variante B des Versorgungskonzepts wirkt sich die im Vergleich zu Variante A höhere Interventionsinanspruchnahme senkend auf die Zielgruppengröße aus, da Teilnehmer von laufenden Interventionsmaßnahmen nicht zur Zielgruppe gehören. Zudem gelingt es unter dem Versorgungskonzept B einem höheren Bevölkerungsanteil, das Risiko für eine Diabeteserkrankung zu verringern, wodurch sie aus der Zielgruppe für eine Intervention ausscheiden.

Andererseits kann geeigneten Teilnehmern in Variante B des Versorgungskonzepts direkt im Anschluss an eine gescheiterte Coaching-Maßnahme zur Lebensstilmodifikation eine medikamentöse Behandlung mit Metformin durch den behandelnden Arzt empfohlen werden. Auch nach Ablauf von vier Jahren nach Beginn einer Coaching-Maßnahme kann der behandelnde Arzt geeigneten Patienten eine Metformingabe nahelegen, wenn sich herausstellt, dass es den Betroffenen nicht gelungen ist, ihren Lebensstil dauerhaft zu ändern.²⁷ Dadurch erhöht sich die Größe der Zielgruppe für eine Interventionsmaßnahme.

Die Alters- und Geschlechtsunterschiede der Zielgruppengröße reflektieren im Wesentlichen die unterschiedliche Prävalenz von Prädiabetes mit stark erhöhtem Risiko für eine Diabeteserkrankung. Im Alter von 80 bis 89 Jahren fällt die Zielgruppengröße in Variante B des DAK-Versorgungskonzepts darüber hinaus etwas geringer aus, da Betroffene in dieser Altersgruppe nicht für eine Metformingabe vorgesehen sind. Teilnehmer dieser Altersgruppe, denen es mit Coaching-Maßnahmen zur Lebensstilmodifikation nicht gelungen ist, innerhalb eines Jahres eine Verbesserung des Glukosestoffwechsels zu erreichen, steht daher keine Metformingabe als Anschlussmaßnahme offen, weshalb sie auch nicht zur Zielgruppe für eine Interventionsmaßnahme gehören (siehe auch Abschnitt 5.4.6).

²⁷ Ab einem Alter von 80 Jahren ist unter Variante B des DAK-Versorgungskonzepts keine Behandlung mit Metformin vorgesehen. Risikopatienten im Alter von 80 bis 89 Jahren können grundsätzlich nur an Coaching-Maßnahmen zur Lebensstilmodifikation teilnehmen.

Tabelle 56: Zielgruppe für das Modul „Intervention“ des DAK-Versorgungskonzepts im Rahmen einer optimierten Versorgung der Bevölkerung im Alter von 40 bis 89 Jahren

Bevölkerungsgruppe	Variante A LS		Variante B LS & MET	
	Anzahl	Anteil an Bevölkerungsgruppe	Anzahl	Anteil an Bevölkerungsgruppe
Männer	576.007	2,6 %	574.587	2,6 %
Frauen	531.215	2,2 %	517.093	2,1 %
40–49 Jahre	116.338	1,0 %	119.046	1,0 %
50–59 Jahre	312.138	2,4 %	316.312	2,4 %
60–69 Jahre	318.378	3,3 %	317.963	3,3 %
70–79 Jahre	257.352	3,1 %	244.081	2,9 %
80–89 Jahre	103.016	2,6 %	94.277	2,3 %
Gesamt	1.107.222	2,4 %	1.091.680	2,4 %

Quelle: Berechnungen IGES auf Basis Daten der DAK-Gesundheit.

Anmerkung: Standardisiert nach Alter und Geschlecht auf die Bevölkerung Deutschlands im Jahr 2015; LS: Coaching zur Lebensstilmodifikation; MET: Metformingabe.

Aus Tabelle 57 lässt sich entnehmen, dass unter dem DAK-Versorgungskonzept in Variante A langfristig jedes Jahr etwa 167.000 Menschen der Bevölkerung im Alter von 40 bis 89 Jahren an Coaching-Maßnahmen mit dem Ziel einer Lebensstilmodifikation tatsächlich teilnehmen. Dies entspricht – gemäß Annahme – etwa 15 % der Zielgruppe für eine Interventionsmaßnahme und etwa 0,4 % der Bevölkerung insgesamt (vgl. Abschnitt 5.4.6). Männer nehmen entsprechend ihres Risikoprofils etwas häufiger Interventionsmaßnahmen in Anspruch als Frauen. Auch die Altersunterschiede in der Inanspruchnahme reflektieren durchgängig die Unterschiede in der Prävalenz einer prädiabetischen Stoffwechsellage mit einem stark erhöhten Risiko für eine Diabeteserkrankung.

In Variante B des DAK-Versorgungskonzepts fällt die Inanspruchnahme anahmegemäß etwa doppelt so hoch aus wie in Variante A. In Variante B steht geeigneten Mitgliedern der Zielgruppe für eine Interventionsmaßnahme zusätzlich die Möglichkeit einer Metformingabe offen. Dadurch können Menschen mit einer Interventionsmaßnahme erreicht werden, die zu einer Lebensstilmodifikation nicht in der Lage sind.

Tabelle 57: Tatsächliche Teilnahme am Modul „Intervention“ des DAK-Versorgungskonzepts unter einer optimierten Versorgung der Bevölkerung im Alter von 40 bis 89 Jahren

Bevölkerungsgruppe	Variante A LS		Variante B LS & MET	
	Anzahl	Anteil an Bevölkerungsgruppe	Anzahl	Anteil an Bevölkerungsgruppe
Männer	86.422	0,4 %	172.525	0,8 %
Frauen	80.120	0,3 %	158.308	0,7 %
40–49 Jahre	17.834	0,2 %	37.316	0,3 %
50–59 Jahre	47.276	0,4 %	100.214	0,8 %
60–69 Jahre	47.034	0,5 %	101.455	1,1 %
70–79 Jahre	38.828	0,5 %	77.861	0,9 %
80–89 Jahre	15.572	0,4 %	13.987	0,3 %
Gesamt	166.542	0,4 %	330.833	0,7 %

Quelle: Berechnungen IGES auf Basis Daten der DAK-Gesundheit.

Anmerkung: Standardisiert nach Alter und Geschlecht auf die Bevölkerung Deutschlands im Jahr 2015; LS: Coaching zur Lebensstilmodifikation; MET: Metformingabe.

Entsprechend der unterschiedlichen Konzeption der beiden Varianten des DAK-Versorgungskonzepts unterscheidet sich die Zusammensetzung der durchgeführten bzw. begonnenen Interventionsmaßnahmen. In Variante A des Versorgungskonzepts stehen ausschließlich Coaching-Maßnahmen mit dem Ziel einer Lebensstilmodifikation zur Verfügung. Dementsprechend handelt es sich bei allen 166.000 jährlich durchgeführten Interventionsmaßnahmen um Coachings.²⁸

In Variante B hingegen besteht darüber hinaus für den behandelnden Arzt die Möglichkeit, bei geeigneten Mitgliedern der Zielgruppe für eine Intervention eine Metformingabe in Erwägung zu ziehen. Die 330.000 in Variante B jährlich begonnenen Interventionsmaßnahmen setzen sich aus 150.000 Coaching-Maßnahmen zur Lebensstilmodifikation und 180.000 neu begonnenen Metformingaben zusammen (siehe Tabelle 58). Von den 180.000 neu angefangenen Metformingaben werden etwa 135.000 Behandlungen ohne vorangegangene Coaching-Maßnahme begonnen. Die übrigen circa 45.000 Metformingaben erfolgen hingegen im Anschluss an eine Intervention zur Lebensstilmodifikation. Hierbei handelt es sich sowohl um Anschlussbehandlungen nach einer innerhalb des ersten Jahres gescheiterten Lebensstilveränderung, als auch um Anschlussbehandlungen, wenn sich nach einer

²⁸ Die Coaching-Maßnahmen sind auf einen Zeitraum von 18 Monaten angelegt. Die Anzahl der durchgeführten Maßnahmen enthält lediglich die Anzahl der innerhalb eines Jahres begonnenen Maßnahmen. Noch laufende Maßnahmen des Vorjahres bleiben bei dieser Zählweise unberücksichtigt.

Dauer von vier Jahren herausstellt, dass die Teilnehmer nicht in der Lage sind, ihren Lebensstil nachhaltig und dauerhaft zu ändern.

Die Metformingaben sind im Rahmen der Modellierung der Effekte zunächst auf einen Zeitraum von vier Jahren angelegt. Die Anzahl der 330.000 begonnenen Behandlungen beinhaltet jedoch nur die jährlich neu angefangenen Behandlungen. Langfristig befinden sich in Variante B des Versorgungskonzepts jedes Jahr etwa 700.000 Menschen in einer medikamentösen Behandlung mit Metformin.

Tabelle 58: Zusammensetzung der Interventionsmaßnahmen unter einer optimierten Versorgung der Bevölkerung im Alter von 40 bis 89 Jahren

Intervention		Variante A LS	Variante B LS & MET
Pro Jahr neu beginnende Interventionen gesamt		166.542	330.833
	Lebensstiländerung	166.542	150.415
	Metformin	0	180.418
	Davon nach Therapiewechsel von LS	0	44.288
Versicherte mit laufender Verordnung von Metformin insgesamt		0	701.095

Quelle: Berechnungen IGES auf Basis Daten der DAK-Gesundheit.

Anmerkung: Standardisiert nach Alter und Geschlecht auf die Bevölkerung Deutschlands im Jahr 2015; LS: Coaching zur Lebensstilmodifikation; MET: Metformingabe.

6.3 Effekte auf Umfang und Struktur der Bevölkerung im Alter von 40 bis 89 Jahren

In Tabelle 59 sind Populationsgröße und -struktur der Bevölkerung im Alter von 40 bis 89 Jahren unter der gegenwärtigen Versorgung (Status quo) dargestellt. Diese entsprechen dem Bevölkerungsstand Deutschlands im Jahr 2015. Im Status quo leben in Deutschland etwa 46,3 Millionen Menschen, davon 22,2 Millionen Männer und 24,1 Millionen Frauen. Etwa 11,5 Millionen Menschen befinden sich im Alter zwischen 40 und 49 Jahren, 13,0 Millionen Menschen weisen ein Alter von 50 bis 59 Jahren auf und 9,5 Millionen sind zwischen 60 und 69 Jahre alt. In der Altersklasse der 70- bis 79-Jährigen befinden sich 8,2 Millionen, etwa 4,0 Millionen weisen ein Alter von 80 bis 89 Jahren auf.

Darüber hinaus enthält die Tabelle die Populationsgröße und die Populationsstruktur für die zwei Varianten des DAK-Versorgungskonzepts, die sich langfristig ergeben, wenn das Versorgungskonzept ab Jahr 2015 kontinuierlich umgesetzt wird.

Den Angaben ist zu entnehmen, dass durch die Umsetzung des Versorgungskonzepts in Variante A (ausschließlich Coaching-Maßnahmen zur Lebensstilmodifikation) die Bevölkerung um 55.000 Personen höher ausfällt als unter der gegenwärtigen Versorgung. Dieser Bevölkerungszuwachs ist ein Effekt der Interventionsmaßnahmen zur Prävention eines Diabetes mellitus.

Der Populationszuwachs um etwa 55.000 Menschen resultiert aus der durch die Interventionsmaßnahmen bewirkten Verbesserung des Gesundheitszustands (vgl. Abschnitt 6.4 und Abschnitt 6.5). Damit einher geht ein insgesamt verringertes Risiko für diabetes-assoziierte Begleiterkrankungen (vgl. Abschnitt 6.6) sowie ein langfristig verringertes Risiko für die Entwicklung eines Diabetes mellitus. Damit wird auch das Auftreten diabetischer Komplikationen weniger wahrscheinlich (vgl. ebd.). Interventionsteilnehmer weisen daher im Vergleich zu Nicht-Teilnehmern eine durchschnittlich geringere Morbidität auf. Diese ist wiederum mit einer geringeren Sterblichkeit verbunden.

Die Verringerung der Sterblichkeit unter den Interventionsteilnehmern führt zu einer höheren Lebenserwartung. Einigen Menschen, die unter der gegenwärtigen Versorgung vor Erreichen eines Lebensalters von 89 Jahren verstorben wären, gelingt es, ein Lebensalter von 90 Jahren und älter zu erreichen. Andere hingegen sterben zwar vor Erreichen eines Lebensalters von 90 Jahren, weisen jedoch ein höheres Sterbealter auf als unter der gegenwärtigen Versorgung. Dadurch baut sich im Zeitverlauf bei einer anhaltenden Umsetzung des Versorgungskonzepts sukzessive ein Populationszuwachs innerhalb der Bevölkerung im Alter von 40 bis 89 Jahren auf. Dies ist auch daran zu erkennen, dass die Differenz der Populationsgrößen zwischen dem Status quo und dem Versorgungskonzept in den hohen Altersgruppen höher ausfällt als in den unteren Altersgruppen.

Männer profitieren von einer Verbesserung der Versorgung durch das Versorgungskonzept Prädiabetes etwas stärker als Frauen. Der interventionsinduzierte Populationszuwachs in Variante A des Versorgungskonzepts setzt sich aus etwa 34.000 Männern und 21.000 Frauen zusammen. Männer sind häufiger von prädiabetischen Stoffwechsellagen mit einem stark erhöhten Risiko für eine Diabeteserkrankung betroffen (vgl. Abschnitt 5.4.2). Entsprechend nehmen sie auch in höherem Maße Interventionsmaßnahmen des Versorgungskonzepts in Anspruch, weshalb der Bevölkerungseffekt der Maßnahmen in absoluten Zahlen bei Männern höher ausfällt.

In Variante B des DAK-Versorgungskonzepts, bei der zusätzlich zu den Interventionsmaßnahmen mit Coaching zur Lebensstilmodifikation für den behandelnden Arzt die Möglichkeit besteht, bei geeigneten Patienten eine medikamentöse Behandlung mit Metformin einzuleiten, ist der interventionsinduzierte Bevölkerungszuwachs noch etwas höher. Unter dem Versorgungskonzept in Variante B ist die Populationsgröße der Bevölkerung im Alter von 40 bis 89 Jahren um etwa 105.000 Menschen höher als im Status quo und um 50.000 Menschen höher als in Variante A. Die unterschiedlichen Effektgrößen sind weitgehend auf die unterschiedlichen Inanspruchnahmequoten der beiden Varianten zurückzuführen (vgl. Abschnitt 5.4.6 und Abschnitt 6.2). Da jedoch eine Behandlung mit Metformin nicht ganz so effektiv wie eine

Lebensstilumstellung ist, fällt der Effekt trotz einer insgesamt etwa doppelt so hohen Inanspruchnahmequote leicht unterproportional aus.

Tabelle 59: Populationsgröße und Populationsstruktur (in Tausend Einwohner) unter der gegenwärtigen (Status quo) und unter einer optimierten Versorgung der Bevölkerung im Alter von 40 bis 89 Jahren

Bevölkerungsgruppe	SQ	Variante A LS		Variante B LS & MET			
	N	N	Differenz zu SQ		N	Differenz zu SQ	
Männer	22.215	22.249	34	0,15%	22.277	62	0,28%
Frauen	24.076	24.097	21	0,09%	24.118	42	0,17%
40–49 Jahre	11.514	11.514	0	0,00%	11.514	0	0,00%
50–59 Jahre	12.993	12.996	2	0,02%	12.997	4	0,03%
60–69 Jahre	9.534	9.540	6	0,07%	9.547	13	0,14%
70–79 Jahre	8.239	8.257	18	0,22%	8.276	37	0,45%
80–89 Jahre	4.011	4.039	28	0,70%	4.060	49	1,23%
Gesamt	46.291	46.346	55	0,12%	46.395	104	0,22%

Quelle: Berechnungen IGES auf Basis Daten der DAK-Gesundheit.

Anmerkung: Standardisiert nach Alter und Geschlecht auf die Bevölkerung Deutschlands im Jahr 2015.

Erläuterung: N: Anzahl Einwohner in Tausend; SQ: Ergebnisse unter der gegenwärtigen Versorgung (Status quo); Differenz zu SQ: Absolute und relative Veränderung unter einer optimierten Versorgung im Vergleich zur gegenwärtigen Versorgung; LS: Coaching zur Lebensstilmodifikation; MET: Metformingabe.

Der interventionsinduzierte Bevölkerungszuwachs weist im Vergleich mit der übrigen Bevölkerung unter beiden Varianten des Versorgungskonzepts eine ältere Altersstruktur auf. Ältere Menschen sind beim interventionsinduzierten Zuwachs der Populationsgröße überproportional vertreten.

Mit 27.900 Menschen befinden sich in Variante A des Versorgungskonzepts mehr als 50 % des Zuwachses im Alter von 80 bis 89 Jahren und weitere 18.300 Menschen (33,3 %) weisen ein Alter von 70 bis 79 Jahren auf. Die Altersverteilung des Bevölkerungszuwachses spiegelt die höhere Lebenserwartung der Interventionsteilnehmer wieder. Durch die frühzeitig einsetzenden Interventionsmaßnahmen finden bereits in den unteren Altersklassen eine Verbesserung der Glukosestoffwechsellage und eine Verringerung des Körpergewichts bei Mitgliedern einer Hochrisikogruppe statt. Die Teilnehmer der Interventionsmaßnahme erreichen ein höheres Lebensalter in besserer physischer Verfassung mit einer geringeren Häufigkeit von diabetes-assoziierten Begleit- und Folgeerkrankungen als diejenigen ohne eine solche Maßnahme. Durch die bessere physische Verfassung bei Erreichen des höheren Lebensalters weisen die Teilnehmer eine geringere Sterbewahrscheinlichkeit

auf und werden älter als im Status quo. Insofern ist es plausibel, dass die Altersstruktur des interventionsinduzierten Bevölkerungszuwachses deutlich von der Altersstruktur der übrigen Bevölkerung abweicht.

Dieser Langzeiteffekt ist auch daran ersichtlich, dass die Altersklassen der 40- bis 59-Jährigen mit 2.400 Personen (4,3 %) in Variante A nur einen relativ kleinen Teil des durch die Interventionsmaßnahmen bewirkten Bevölkerungszuwachses ausmachen. Im Alter zwischen 40 und 59 Jahren sind die Effekte der Interventionsmaßnahme hinsichtlich der Sterblichkeit sehr begrenzt. Eine Verbesserung der Glukosestoffwechsellage und eine Gewichtsreduktion sind in diesem Alter nur mit einem relativ geringen Rückgang der Sterblichkeit verbunden. Gleichwohl führt die erfolgreiche Interventionsteilnahme in jüngeren Jahren und insbesondere dann, wenn die Lebensstilumstellung nachhaltig gelingt, zu einer im Vergleich günstigeren Glukosestoffwechsellage und einer geringeren Morbidität in späteren Altersjahren, die sich dann auch in einer deutlich verringerten Sterbewahrscheinlichkeit niederschlagen.

Tabelle 60: Populationsgröße und Populationsstruktur des interventionsinduzierten Bevölkerungszuwachses unter einer optimierten Versorgung der Bevölkerung im Alter von 40 bis 89 Jahren

Bevölkerungsgruppe	Variante A LS		Variante B LS & MET	
	Anzahl	Anteil an Gesamt	Anzahl	Anteil an Gesamt
Männer	33.786	61,3 %	62.005	59,7 %
Frauen	21.298	38,7 %	41.785	40,3 %
40–49 Jahre	136	0,2 %	197	0,2 %
50–59 Jahre	2.233	4,1 %	3.834	3,7 %
60–69 Jahre	6.486	11,8 %	13.097	12,6 %
70–79 Jahre	18.319	33,3 %	37.371	36,0 %
80–89 Jahre	27.909	50,7 %	49.291	47,5 %
Gesamt	55.084	100,0 %	103.790	100,0 %

Quelle: Berechnungen IGES auf Basis Daten der DAK-Gesundheit.

Anmerkung: Standardisiert nach Alter und Geschlecht auf die Bevölkerung Deutschlands im Jahr 2015; LS: Coaching zur Lebensstilmodifikation; MET: Metformingabe.

Abbildung 12 zeigt die Entwicklung des interventionsinduzierten Bevölkerungszuwachses im Zeitverlauf (2015 bis 2065). Der Zuwachs entspricht der Differenz zwischen der Populationsgröße unter der optimierten Versorgung gemäß des Versorgungskonzepts in Variante A und der Populationsgröße unter der gegenwärtigen Versorgung (Status quo), d. h. in der grafischen Darstellung verläuft die Entwicklung der Populationsgröße im Status quo exakt auf der X-Achse (Wert der Y-Achse = 0) und das dargestellte Versorgungsszenario bildet den infolge der Interventionsmaßnahmen entstehenden Bevölkerungsunterschied zum Status quo ab.

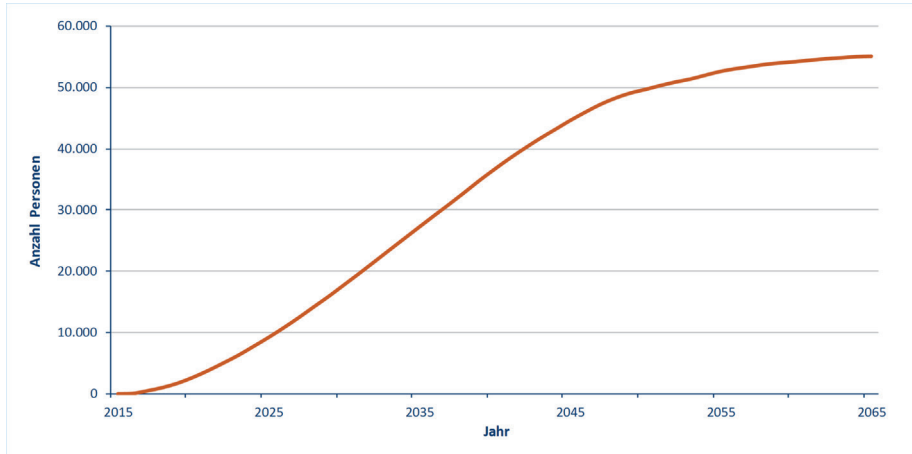
In den ersten Jahren nach der bundesweiten Einführung des Versorgungskonzepts steigt der interventionsinduzierte Bevölkerungszuwachs nur langsam an. In dieser Zeit wird das Präventionsprogramm von einer Bevölkerung in Anspruch genommen, die bereits eine bestimmte Diabetesprävalenz und ein bestimmtes Niveau an Begleit- und Folgeerkrankungen aufweist. Die Möglichkeiten, durch ein Präventionsprogramm kurzfristig an dieser Situation etwas zu verändern, sind gering und in den ersten Jahren der Einführung zeigen sich deshalb nur geringfügige Effekte aus dieser optimierten Versorgung.

Hinzukommt, dass die Bevölkerungsgröße gewissermaßen einen Endpunkt in der Transmission der Interventionseffekte darstellt. Der Effekt auf die Bevölkerungsgröße entsteht durch eine verbesserte Glukosestoffwechsellage und eine Verringerung des Gewichts in jüngeren Jahren, die mit einem geringeren Risiko für diabetes-assoziierte Begleiterkrankungen, einer geringeren langfristigen Diabetesinzidenz und dementsprechend einem langfristig geringeren Risiko für diabetische Komplikationen verbunden ist. Durch die frühzeitige Intervention bei Vorliegen einer prädiabetischen Stoffwechsellage erreichen Interventionsteilnehmer die höheren Altersjahre in einem besseren gesundheitlichen Zustand und weisen dadurch auch eine geringere Sterbewahrscheinlichkeit auf.

Etwa 10 Jahre nach Einführung des Programms sind jedoch bereits deutliche Effekte der optimierten Versorgung auf die Populationsgröße zu beobachten. Im Jahr 2025 erreicht der interventionsinduzierte Bevölkerungszuwachs eine Größe von etwa 10.000 Menschen. Nach weiteren fünf Jahren fällt die Populationsgröße unter dem DAK-Versorgungskonzept in Variante A schon fast 20.000 Menschen höher aus als im Status quo. Im Jahr 2036, also etwa 20 Jahre nach Einführung des Programms, ist der Unterschied in der Populationsgröße auf 30.000 Menschen angewachsen. Bis zum Jahr 2045 entwickelt sich der Populationszuwachs auf etwa 45.000 Menschen weiter bis er dann im Jahr 2065 mit einer Größe von 55.000 Menschen ein langfristiges Gleichgewicht erreicht.

Die Entwicklung des interventionsinduzierten Bevölkerungszuwachses verdeutlicht zum einen, dass in der Zeit unmittelbar nach Einführung des Programms die Effekte des Versorgungskonzepts zunächst eher gering sind. Zum anderen zeigt die Entwicklung auch, dass in absehbarer Zeit nach der Einführung bereits deutliche Effekte der Interventionsmaßnahmen beobachtet werden können.

Abbildung 12: Entwicklung der Differenz der Populationsgröße zwischen dem Status quo und einer optimierten Versorgung der Bevölkerung im Alter von 40 bis 89 Jahren unter dem DAK-Versorgungskonzept in Variante A mit Coaching-Maßnahmen zur Lebensstilmodifikation



Quelle: IGES.

6.4 Effekte auf Verbreitung des Diabetes mellitus Typ 2

In Tabelle 61 ist die Verteilung der Glukosestoffwechsellage der Bevölkerung im Alter von 40 bis 89 Jahren unter der gegenwärtigen Versorgung (Status quo) dargestellt. Diese entspricht der auf die Bevölkerungsstruktur Deutschlands im Jahr 2015 hochgerechneten Verbreitung von Prädiabetes und der unterschiedlichen Arten der Versorgung einer Diabeteserkrankung auf Basis der Daten des Robert Koch-Instituts (RKI) bzw. der Routinedaten der DAK-Gesundheit.

Im Status quo leben in Deutschland etwa 46,3 Millionen Menschen. Davon weisen 26,8 Millionen eine normale Glukosestoffwechsellage auf (57,9 %), während 19,5 Millionen über eine gestörte Glukosestoffwechsellage unterschiedlicher Schweregrade verfügen. 12,5 Millionen Menschen sind von Prädiabetes betroffen (27,0 % der Bevölkerung), davon 7,5 Millionen von einer prädiabetischen Stoffwechsellage mit einem mäßig erhöhten Risiko für eine Diabeteserkrankung (16,2 % der Bevölkerung) und 5,0 Millionen Menschen mit einem stark erhöhten Risiko (10,8 % der Bevölkerung).

Etwa 15,0 % der Bevölkerung im Alter von 40 bis 89 Jahren ist an Diabetes mellitus Typ 2 erkrankt. Dies entspricht mehr als 6,9 Millionen Menschen. Von diesen werden 2,6 Millionen nicht medikamentös mit Antidiabetika behandelt (5,5 % der Bevölkerung), weitere 2,8 Millionen erhalten Verordnungen von oralen Antidiabetika (6,0 % der Bevölkerung) und 1,6 Millionen werden mit Insulin und ggfs. weiteren Verordnungen von oralen Antidiabetika medikamentös versorgt (3,5 % der Bevölkerung).

Darüber hinaus enthält die Tabelle die Verteilung der Glukosestoffwechsellagen für die zwei Varianten des DAK-Versorgungskonzepts, die sich langfristig ergeben, wenn das Versorgungskonzept im Jahr 2015 umgesetzt wird und danach langfristig Bestand hat, sowie die Differenz zwischen dem Status quo und den beiden Varianten einer optimierten Versorgung in absoluten Größen und als prozentuale Änderung.

Unter dem DAK-Versorgungskonzept in Variante A verringert sich die Anzahl der an Diabetes mellitus Typ 2 erkrankten Personen um etwa 275.000 Menschen (minus 4,0 %). Dabei reduziert sich die Anzahl der Diabetiker mit Insulinverordnung um etwa 44.000 Menschen (minus 2,7 %), Diabetiker mit Verordnung von oralen Antidiabetika um 103.000 (minus 3,7 %) und Diabetiker ohne medikamentöse Behandlung mit Antidiabetika um etwa 129.000 (minus 5,0 %). Die Anzahl der Menschen mit einer prädiabetischen Stoffwechsellage und einem stark erhöhten Risiko für eine Diabeteserkrankung fällt in Variante A des Versorgungskonzepts im Vergleich zum Status quo um 320.000 Personen (minus 6,4 %) geringer aus. Dementsprechend steigt die Anzahl der Menschen mit normaler Glukosestoffwechsellage bzw. Prädiabetes mit einem mäßig erhöhten Risiko für Diabetes mellitus Typ 2 um insgesamt rund 652.000. Bei der Interpretation der Zahlen ist jedoch zu berücksichtigen, dass in Variante A des Versorgungskonzepts die Bevölkerungsgröße um etwa 55.000 Menschen höher ausfällt als im Status quo. Hierbei handelt es sich um einen durch die Teilnahme an den Interventionsmaßnahmen induzierten Bevölkerungszuwachs, der aus einer im Vergleich geringeren Sterblichkeit der Maßnahmenteilnehmer resultiert.

Unter dem DAK-Versorgungskonzept in Variante B fällt der Effekt der Interventionsmaßnahmen auf die Anzahl der Diabetiker entsprechend der höheren Inanspruchnahmequote noch größer aus. Insgesamt verringert sich unter der optimierten Versorgung in Variante B die Anzahl der an Diabetes mellitus Typ 2 erkrankten Personen um etwa 535.000 Menschen (minus 7,7 %). Bei der Anzahl der Diabetiker mit Insulinverordnung ist ein Rückgang um etwa 78.000 (minus 4,8 %) zu verzeichnen, bei Diabetikern mit Verordnung von oralen Antidiabetika beträgt der Rückgang etwa 205.000 (minus 7,4 %) und die Anzahl der Menschen mit Diabetes mellitus Typ 2 ohne medikamentöse Behandlung durch Antidiabetika verringert sich um 252.000 (minus 9,9 %). Die Anzahl Personen mit einer prädiabetischen Stoffwechsellage und einem stark erhöhten Risiko für eine Diabeteserkrankung fällt in Variante B des Versorgungskonzepts im Vergleich zum Status quo um 587.000 (minus 11,7 %) geringer aus. Bedingt durch die Interventionsteilnahme steigt die Zahl der Menschen mit Prädiabetes und einem mäßig erhöhten Risiko um 1,2 Millionen (plus 15,9 %) an. Auch die Anzahl mit normaler Glukosestoffwechsellage erhöht sich leicht um 25.000 (plus 0,1 %). Bei der Interpretation der Zahlen ist zu berücksichtigen, dass in Variante B des Versorgungskonzepts die Bevölkerungsgröße um etwa 104.000 Personen höher ausfällt als im Status quo. Hierbei handelt es sich um einen durch die Teilnahme an den Interventionsmaßnahmen induzierten Bevölkerungszuwachs, der aus einer im Vergleich geringeren Sterblichkeit der Maßnahmenteilnehmer resultiert.

Die Effekte auf die Prävalenz des Diabetes mellitus der Bevölkerung im Alter von 40 bis 89 Jahren fallen in Variante B des Versorgungskonzepts unter

Berücksichtigung der im Vergleich zu Variante A höheren Inanspruchnahmequote des Interventions-Moduls leicht unterproportional aus. Ursache hierfür sind die im Vergleich zu einer Coaching-Maßnahme mit dem Ziel einer Lebensstilmodifikation etwas geringeren Effekte einer Metformingabe. Während erfolgreiche Teilnehmer der Coaching-Maßnahmen sowohl ihre Glukosestoffwechsellage verbessern als auch ihr Gewicht verringern, hat eine Behandlung mit Metformin keinen Einfluss auf den BMI. Ein geringeres Gewicht wiederum ist allgemein mit einer geringeren Wahrscheinlichkeit für eine Verschlechterung der Glukosestoffwechsellage verbunden, weshalb Teilnehmer von Coaching-Maßnahmen im Vergleich zu Menschen unter Metformingabe eine etwas geringere Diabetesinzidenz aufweisen.

Die Ergebnisse zeigen, dass der Rückgang der Diabetiker unter der optimierten Versorgung in beiden Varianten des DAK-Versorgungskonzepts am höchsten bei den Diabetikern ohne medikamentöse Behandlung ausfällt und bei Diabetikern mit Insulinbehandlung am geringsten. Über die unterschiedlichen Versorgungsgruppen werden unterschiedliche Schweregrade des Verlaufs einer manifesten Diabeteserkrankung operationalisiert.

Die Unterschiede in der Effektgröße zwischen den drei diabetischen Stoffwechsellagen sind das Ergebnis von zwei sich überlagernden Effekten der Interventionsmaßnahmen. Über die kurzfristigen Effekte der Interventionsmaßnahmen verringert sich im Wesentlichen die Häufigkeit von Diabeteserkrankungen mit weniger schweren Verläufen. Dies spiegelt sich in einem stark überproportional ausfallenden Rückgang von Diabetikern ohne medikamentöse Behandlung bzw. Diabetikern mit Behandlung durch orale Antidiabetika. Führt die Teilnahme an einer Interventionsmaßnahme zu einem kurzfristigen Effekt auf die Glukosestoffwechsellage bzw. den BMI, der nicht von Dauer ist, da den Teilnehmern keine nachhaltige Lebensstilveränderung gelungen ist, so ist eine Art „Nachholeffekt“ bei der Diabetesinzidenz zu beobachten. Dieser in der Modellierung berücksichtigte Nachholeffekt führt dazu, dass schwerere Krankheitsverläufe häufig nicht verhindert werden (vgl. Abschnitt 5.4.7).

Der im Vergleich zum Status quo zu beobachtende Rückgang von Diabetikern mit Insulinverordnung unter der optimierten Versorgung reflektiert die Langzeiteffekte der Interventionsteilnahme. Gelingt es Interventionsteilnehmern, ihren Lebensstil dauerhaft zu ändern, so werden durch die Teilnahme an den Maßnahmen schwere Krankheitsverläufe verhindert. Möglicherweise entwickeln diese Teilnehmer zwar dennoch eine Diabeteserkrankung, diese tritt allerdings erst in späteren Altersjahren auf und nimmt einen vergleichsweise milderen Verlauf als ohne die Teilnahme an den Interventionsmaßnahmen.

In der Modellierung wird davon ausgegangen, dass kurzzeitige und langfristige Effekte zu etwa gleichen Teilen auftreten (vgl. Abschnitt 5.4.6). Insgesamt überwiegt im Ergebnis die überproportionale Verringerung eher weniger schwerer Krankheitsverläufe, da jeder langfristige Effekt auch immer einen kurzzeitigen Effekt impliziert. Eine weniger restriktive Annahme hinsichtlich der Nachholeffekte und eine weniger konservative Annahme über den Anteil langfristig erfolgreicher Lebensstilmodifikationen würden sich daher neben

einem insgesamt stärkeren Effekt auf die Verringerung von Diabeteserkrankungen vor allem auch in einer stärker ausfallenden Verringerung von schweren Krankheitsverläufen zeigen.

Tabelle 61: Häufigkeit des Diabetes mellitus Typ 2 (in Tausend Einwohner) unter der gegenwärtigen (Status quo, SQ) und unter einer optimierten Versorgung der Bevölkerung im Alter von 40 bis 89 Jahren

Glukosestoffwechsellage	SQ	Variante A LS		Variante B LS & MET			
	N	N	Differenz zu SQ		N	Differenz zu SQ	
Normal	26.821	26.837	16	0,1 %	26.846	25	0,1 %
PD low risk*	7.522	8.158	636	8,5 %	8.721	1.199	15,9 %
PD high risk*	5.004	4.683	-320	-6,4 %	4.417	-587	-11,7 %
DMT2**	6.945	6.669	-276	-4,0 %	6.411	-534	-7,7 %
ohne AD	2.554	2.426	-129	-5,0 %	2.303	-252	-9,9 %
mit OAD	2.768	2.665	-103	-3,7 %	2.563	-205	-7,4 %
Insulin	1.622	1.578	-44	-2,7 %	1.545	-78	-4,8 %
Gesamt	46.291	46.346	55	0,1 %	46.395	104	0,2 %

Quelle: Berechnungen IGES auf Basis Daten des RKI und der DAK-Gesundheit

Anmerkung: Standardisiert nach Alter und Geschlecht auf die Bevölkerung Deutschlands im Jahr 2015.

Erläuterung: N: Anzahl Einwohner in Tausend; SQ: Ergebnisse unter der gegenwärtigen Versorgung (Status quo); Differenz zu SQ: Absolute und relative Veränderung unter einer optimierten Versorgung im Vergleich zur gegenwärtigen Versorgung.

* Prädiabetes mit mäßig (low risk) bzw. stark (high risk) erhöhtem Risiko für eine Erkrankung an Diabetes mellitus Typ 2.

** Diabetes mellitus Typ 2 gesamt, sowie differenziert nach Diabetikern ohne Verordnung von Antidiabetika (ohne AD), mit Verordnung von oralen Antidiabetika (mit OAD) und mit Insulinverordnung (Insulin).

Tabelle 62 zeigt, wie sich die in Tabelle 61 ausgewiesenen Veränderungen in den absoluten Häufigkeiten auf die Prävalenzraten des Prädiabetes bzw. des manifesten Diabetes in der Bevölkerung des betrachteten Altersbereichs auswirken. Die auf den ersten Blick sehr kleinen Effekte müssen im Kontext der für die Analyse und Modellierung gewählten Einstellungen und Randbedingungen interpretiert werden: An dem Interventions-Modul nehmen in Variante A nur 0,4 % und in Variante B 0,7 % der Bevölkerung teil. Und von diesen Teilnehmern erreicht wiederum nur ein Teil das Ziel einer Lebensstiländerung bzw. Verbesserung der Stoffwechsellage. Für die Bewertung des DAK-Versorgungskonzepts ist weniger die Größe des Einflusses auf die Prävalenzraten maßgeblich (die u. a. von den Annahmen zur Inanspruchnahme des Konzepts durch die Versicherten abhängt), als vielmehr die Kosten-Effektivität

der Maßnahme, also des Aufwands, der getrieben werden muss, um den hier berichteten Effekt auf die Krankheitslast zu erzielen.

Tabelle 62: Prävalenz des Diabetes mellitus Typ 2 unter der gegenwärtigen (Status quo) und unter einer optimierten Versorgung der Bevölkerung im Alter von 40 bis 89 Jahren

Glukosestoffwechsellage	SQ	Variante A LS		Variante B LS & MET	
	Prävalenz	Prävalenz	Differenz zu SQ	Prävalenz	Differenz zu SQ
Normal	57,9 %	57,9 %	0,0 %	57,9 %	-0,1 %
PD low risk*	16,2 %	17,6 %	1,4 %	18,8 %	2,5 %
PD high risk*	10,8 %	10,1 %	-0,7 %	9,5 %	-1,3 %
DMT2**	15,0 %	14,4 %	-0,6 %	13,8 %	-1,2 %
ohne AD	5,5 %	5,2 %	-0,3 %	5,0 %	-0,6 %
mit OAD	6,0 %	5,7 %	-0,2 %	5,5 %	-0,5 %
I Insulin	3,5 %	3,4 %	-0,1 %	3,3 %	-0,2 %

Quelle: Berechnungen IGES auf Basis Daten des RKI und der DAK-Gesundheit

Anmerkung: Standardisiert nach Alter und Geschlecht auf die Bevölkerung Deutschlands im Jahr 2015.

Erläuterung: SQ: Ergebnisse unter der gegenwärtigen Versorgung (Status quo); Differenz zu SQ: Absolute Veränderung unter einer optimierten Versorgung im Vergleich zur gegenwärtigen Versorgung.

* Prädiabetes mit mäßig (low risk) bzw. stark (high risk) erhöhtem Risiko für die Erkrankung an Diabetes mellitus Typ 2.

** Diabetes mellitus Typ 2 gesamt, sowie differenziert nach Diabetikern ohne Verordnung von Antidiabetika (ohne AD), mit Verordnung von oralen Antidiabetika (mit OAD) und mit Insulinverordnung (Insulin).

Wie in Abschnitt 6.3 bereits ausführlich dargestellt, verändert sich durch die Intervention in beiden Varianten auch die Populationsgröße. In Tabelle 63 ist die Verteilung der Glukosestoffwechsellagen des interventionsinduzierten Bevölkerungszuwachses für beide Varianten des Versorgungskonzepts dargestellt. Im Vergleich zur übrigen Bevölkerung weisen Menschen, die aufgrund der Interventionsteilnahme nicht verstorben sind, in beiden Versorgungsszenarien eine deutlich höhere Diabetesprävalenz auf. Auch prädiabetische Stoffwechsellagen sind in dieser Teilgruppe häufiger vertreten als in der Bestandsbevölkerung. Demgegenüber tritt eine normale Glukosestoffwechsellage deutlich seltener auf.

Innerhalb der Diabetiker sind schwere Krankheitsverläufe mit Verordnung von Insulin hingegen stark unterproportional vertreten und auch die Anzahl der Diabetiker mit Verordnung von oralen Antidiabetika fällt unterproportional aus. In dieser bedingten Verteilung der Diabetiker reflektiert sich die oben bereits erwähnte Überlagerung von kurzfristigen und langfristigen Effekten der Interventionsteilnahme. Bei Menschen, die aufgrund der Interventionsteil-

nahme nicht verstorben sind, handelt es sich überwiegend um Maßnahmen- teilnehmer, denen es gelungen ist, ihren Lebensstil nachhaltig und dauerhaft zu ändern (Variante A und B) bzw. therapieadhärente Menschen mit Metformingabe (Variante B).

Es handelt sich bei Personen aus dem interventionsinduzierten Bevölkerungszuwachs durchgängig um Menschen, die zu einem Zeitpunkt ihres Lebens eine prädiabetische Stoffwechsellage mit einem stark erhöhten Risiko für eine Diabeteserkrankung aufgewiesen haben. Dies erklärt den sehr geringen Anteil mit normaler Glukosestoffwechsellage und den hohen Anteil mit prädiabetischer Stoffwechsellage. Zwar gelingt es nicht in allen Fällen, die Entwicklung eines Diabetes mellitus zu verhindern, aufgrund ihrer Therapieadhärenz bzw. ihrer nachhaltigen Lebensstilumstellung gelingt ((zweimal „gelingt“, anderes Wort möglich? ■■■■)) es diesen Maßnahmenteilnehmern jedoch, in überproportionalem Maße schwere Krankheitsverläufe zu vermeiden, was wiederum mit einer Verringerung der Sterblichkeit verbunden ist.

Die unter Variante B des Versorgungskonzepts zu beobachtende leicht höhere Prävalenz von Diabetes mellitus Typ 2, die insbesondere aus einer höheren Prävalenz von Diabeteserkrankungen mit Insulinverordnung bzw. mit Verordnung von oralen Antidiabetika resultiert, ist eine Folge des im Vergleich zu einer Lebensstilmodifikation geringeren Effekts einer Metformingabe. Eine erfolgreiche Lebensstilveränderung hat sowohl Einfluss auf die Glukosestoffwechsellage als auch den BMI, während eine Metformingabe lediglich zu einer Verbesserung der Blutzuckerwerte beiträgt. Diese Effektunterschiede spiegeln sich auch in der Verteilung der Glukosestoffwechsellage des interventionsinduzierten Bevölkerungszuwachses. Dieser enthält in Variante B auch langfristig therapieadhärente Menschen mit Metformingabe, die aufgrund ihrer Behandlung mit Metformin nicht vorzeitig versterben, denen es jedoch aufgrund ihres unverändert hohen Körpergewichts vergleichsweise weniger häufig gelingt, auch schwere Verläufe einer Diabeteserkrankung zu vermeiden.

In Abbildung 13 sind die Ergebnisse der Verlaufsanalyse der Effekte des DAK-Versorgungskonzepts in Variante A auf die Verteilung der Glukosestoffwechsellagen dargestellt. Abgebildet ist die Entwicklung der Differenz der Häufigkeit der Glukosestoffwechsellagen zwischen dem Status quo und dem Versorgungskonzept in Variante A mit Coaching-Maßnahmen zur Lebensstilmodifikation.

Der Darstellung ist zu entnehmen, dass die kurzfristigen Effekte der Interventionsteilnahme auf die Anzahl der Menschen mit prädiabetischer Stoffwechsellage bereits relativ kurz nach der bundesweiten Umsetzung des Versorgungskonzepts einsetzen. Auch bei der Anzahl der Diabetiker ohne Behandlung mit Antidiabetika werden die Effekte des Versorgungskonzepts relativ zeitnah sichtbar. Hingegen entwickeln sich die langfristigen Effekte auf die Anzahl der Diabetiker mit schwereren Krankheitsverläufen zeitlich deutlich verzögert.

Tabelle 63: Häufigkeit und Prävalenz des Diabetes mellitus Typ 2 innerhalb des interventionsinduzierten Bevölkerungszuwachses unter einer optimierten Versorgung der Bevölkerung im Alter von 40 bis 89 Jahren

Glukosestoffwechsellage	Variante A LS		Variante B LS & MET	
	Anzahl	Anteil an Gesamt	Anzahl	Anteil an Gesamt
Normal	1.205	2,2 %	2.182	2,1 %
PD low risk*	25.733	46,7 %	43.495	41,9 %
PD high risk*	13.916	25,3 %	22.205	21,4 %
DMT2**	14.229	25,8 %	35.907	34,6 %
ohne AD	8.613	15,6 %	17.234	16,6%
mit OAD	4.032	7,3 %	13.938	13,4%
Insulin	1.584	2,9 %	4.736	4,6%
Populationsgröße	55.084	100,0 %	103.790	100,0 %

Quelle: Berechnungen IGES auf Basis Daten des RKI und der DAK-Gesundheit

Anmerkung: Standardisiert nach Alter und Geschlecht auf die Bevölkerung Deutschlands im Jahr 2015.

Erläuterung: * Prädiabetes mit mäßig (low risk) bzw. stark (high risk) erhöhtem Risiko für die Erkrankung an Diabetes mellitus Typ 2.

** Diabetes mellitus Typ 2 gesamt, sowie differenziert nach Diabetikern ohne Verordnung von Antidiabetika (ohne AD), mit Verordnung von oralen Antidiabetika (mit OAD) und mit Insulinverordnung (Insulin).

Etwa 10 Jahre nach Einführung des Programms hat sich die Anzahl der Menschen mit Prädiabetes und einem stark erhöhten Risiko für eine Diabeteserkrankung um etwa 300.000 verringert. Hierin zeigt sich der unmittelbare, direkte Effekt der Inanspruchnahme von Interventionsmaßnahmen. Die Anzahl der Diabetiker fällt zu diesem Zeitpunkt um etwa 130.000 Menschen geringer aus als im Status quo. Dies bedeutet, dass sich bereits nach Ablauf von etwa 10 Jahren rund die Hälfte des Effekts auf die Anzahl der Diabetiker realisiert hat. Die Verringerung von Diabeteserkrankungen betrifft jedoch stark überproportional eher milde Krankheitsverläufe. Die Anzahl der Diabetiker mit Insulinverordnung fällt 10 Jahre nach Einführung des Versorgungskonzepts in Variante A lediglich um 6.000 Menschen geringer aus als im Status quo.

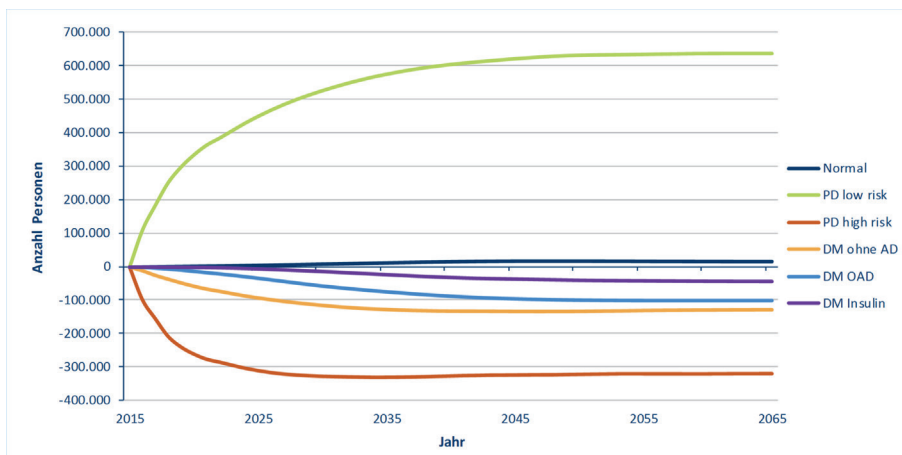
Im Jahr 2035, 20 Jahre nach Einführung des Programms, fällt die Anzahl der Menschen mit Prädiabetes und einem stark erhöhten Risiko für eine Diabeteserkrankung im Vergleich zum Status quo um etwa 330.000 geringer aus. Zum gleichen Zeitpunkt hat sich die Anzahl der Diabetiker um etwa 230.000 Menschen im Vergleich zum Status quo verringert. Der weitere Rückgang der Diabetiker unter einer optimierten Versorgung im Verlauf der Jahre 2025 bis 2035 setzt sich zunehmend aus Diabetikern mit schwereren Krankheits-

verläufen zusammen. So verringert sich bis zum Jahr 2035 die Anzahl der Diabetiker mit Insulinverordnung um 25.000, die Anzahl der Diabetiker, die mit oralen Antidiabetika behandelt werden, um 75.000 und die Anzahl der Diabetiker ohne medikamentöse Behandlung um 130.000.

Der Effekt des Programms auf die Prävalenz von Prädiabetes mit einem stark erhöhten Diabetesrisiko verringert sich in weiteren Zeitverlauf bis zum Jahr 2065 leicht auf letztlich 320.000 Fälle nach einer Programmlaufzeit von 50 Jahren. Die Ursache für den im weiteren Verlauf leicht abnehmenden Effekt ist der interventionsinduzierte Bevölkerungszuwachs, der sich im Zeitverlauf sukzessive aufbaut und der zu einem überproportionalen Anteil aus Menschen mit einer prädiabetischen Stoffwechsellage besteht.

Auch der Effekt des Programms auf die Prävalenz von Diabetes mellitus ohne medikamentöse Behandlung mit Antidiabetika bleibt im weiteren Zeitverlauf stabil, wobei eine leichte Steigerung des Effekts durch die Zunahme des interventionsinduzierten Bevölkerungszuwachses vollständig kompensiert wird.

Abbildung 13: Entwicklung der Differenz der Häufigkeitsverteilung der Glukosestoffwechsellage zwischen dem Status quo und einer optimierten Versorgung der Bevölkerung im Alter von 40 bis 89 Jahren unter dem DAK-Versorgungskonzept in Variante A mit Coaching-Maßnahmen zur Lebensstilmodifikation



Quelle: IGES

Erläuterung: PD low risk: Prädiabetes mit mäßig erhöhtem Risiko; PD high risk: Prädiabetes mit stark erhöhtem Risiko; DM ohne AD: DMT2 ohne Verordnung von Antidiabetika; DM OAD: DMT2 mit Verordnung von oralen Antidiabetika; DM Insulin: DMT2 mit Verordnung von Insulin und ggf. zusätzlich oralen Antidiabetika.

Die langfristigen Effekte auf die Prävalenz von Diabeteserkrankungen mit eher schwereren Krankheitsverläufen nehmen hingegen im Zeitverlauf weiter zu. Etwa 30 Jahre nach Programmlaufzeit im Jahr 2045 sind unter dem Versorgungskonzept in Variante A etwa 37.000 Menschen weniger an Diabetes mellitus mit Insulinverordnung erkrankt. Die Anzahl der Diabetiker mit Verordnung von oralen Antidiabetika verringert sich im Vergleich zum Status quo um 100.000.

Die Verlaufsanalyse zeigt, dass durch die Interventionsteilnahme und den damit verbundenen kurzfristigen Effekten auf den Glukosestoffwechsel und den BMI relativ zeitnah nach Einführung des Programms deutliche Effekte auf die Diabetesprävalenz bzw. die Häufigkeit von Prädiabetes der Hochrisikogruppe zu verzeichnen sind. Die Analyse zeigt allerdings auch, dass die langfristigen Effekte des Programms, die sich insbesondere in einem Rückgang von schweren Krankheitsverläufen mit Insulinverordnung zeigen, erst mit deutlicher zeitlicher Verzögerung eintreten.

6.5 Effekte auf die Verbreitung von Übergewicht und Adipositas

In Tabelle 64 ist die Verteilung von Übergewicht und Adipositas der Bevölkerung im Alter von 40 bis 89 Jahren unter der gegenwärtigen Versorgung (Status quo) dargestellt. Diese entspricht der auf die Bevölkerungsstruktur Deutschlands im Jahr 2015 hochgerechneten Verbreitung von Übergewicht und Adipositas auf Basis der vom Robert Koch-Institut (RKI) für den DAK-Versorgungsreport freundlicherweise zur Verfügung gestellten Daten aus der DEGS1-Studie.

Im Status quo leben in Deutschland etwa 46,3 Millionen Menschen im Alter von 40 bis 89 Jahren. Davon weisen 13,2 Millionen Menschen Normalgewicht mit einem BMI von unter 25 kg/m² auf. Dies entspricht etwa 28,6 % der Bevölkerung im Alter von 40 bis 89 Jahren. Mit einem BMI zwischen 25 kg/m² und unter 30 kg/m² gelten 19,3 Millionen Menschen (41,7 %) als übergewichtig und weitere 13,7 Millionen Menschen (29,7 %) sind von Adipositas betroffen. Diese weisen einen BMI von 30 kg/m² und höher auf. Insgesamt weisen damit 33,0 Millionen Personen dieser Altersgruppe (71,4 %) ein im Verhältnis zu ihrer Körpergröße zu hohes Körpergewicht auf.

Darüber hinaus enthält die Tabelle Angaben über die Verteilung von Übergewicht und Adipositas für die zwei Varianten des DAK-Versorgungskonzepts, die sich langfristig ergeben, wenn das Versorgungskonzept ab dem Jahr 2015 kontinuierlich umgesetzt wird sowie die Differenz zwischen dem Status quo und den beiden Varianten einer optimierten Versorgung in absoluten Größen und als prozentuale Veränderung.

Unter dem DAK-Versorgungskonzept in Variante A verringert sich die Anzahl der von Übergewicht und Adipositas betroffenen Personen langfristig um etwa 285.000 Menschen. Dabei nimmt die Anzahl mit Adipositas um etwa 307.000 (minus 2,2 %) ab, während die Zahl übergewichtiger Menschen um 22.000 (plus 0,1 %) ansteigt. Entsprechend erhöht sich unter dem Versorgungskonzept in der Variante A die Anzahl der Menschen mit Normalgewicht um etwa 339.000 (plus 2,6 %). Bei der Interpretation der Zahlen ist jedoch zu berücksichtigen, dass in Variante A des Versorgungskonzepts die Bevölkerungsgröße um etwa 55.000 Menschen höher ausfällt als im Status quo. Hierbei handelt es sich um einen durch die Teilnahme an den Interventionsmaßnahmen induzierten Bevölkerungszuwachs, der aus einer im Vergleich geringeren Sterblichkeit der Maßnahmenteilnehmer resultiert.

Unter dem DAK-Versorgungskonzept in Variante B fällt der langfristige Effekt der Interventionsmaßnahmen auf die Anzahl der Menschen mit Übergewicht bzw. Adipositas in ähnlicher Größenordnung aus. In Variante B nehmen an-

nähernd gleich viele Menschen Coaching-Maßnahmen zur Lebensstilmodifikation in Anspruch wie in Variante A.

In der Modellierung dieses Versorgungsszenarios ist kein direkter Effekt einer Metformingabe auf das Körpergewicht der Teilnehmer vorgesehen, da die Evidenz für einen gewichtsreduzierenden Effekt von Metformin als zu gering erachtet wird. Daher führt die im Vergleich zu Variante A zusätzliche Inanspruchnahme von Interventionsmaßnahmen in Form von Metformingaben nicht zu einer Erhöhung der Effektgröße auf Übergewicht und Adipositas. Die kleinen Unterschiede in den Effekten des Interventionsprogramms resultieren vornehmlich aus Teilnehmern, denen es aufgrund einer Anschlussbehandlung mit Metformin nach der Teilnahme an Coaching-Maßnahmen zur Lebensstilmodifikation gelungen ist, ihre Glukosestoffwechsellage langfristig zu verbessern und ihr verringertes Körpergewicht beizubehalten. Diese weisen eine auch langfristig verringerte Sterblichkeit auf und tragen zu dem im Vergleich zu Variante A höheren interventionsinduzierten Bevölkerungszuwachs bei. Dieser Effekt spiegelt sich auch im Effekt auf die BMI-Verteilung.

Insgesamt verringert sich unter dem DAK-Versorgungskonzept in Variante B die Anzahl der von Übergewicht und Adipositas betroffenen Personen um etwa 246.000 Menschen. Dabei nimmt die Anzahl mit Adipositas um etwa 307.000 (minus 2,2 %) ab, während die Zahl Übergewichtiger um 61.000 (plus 0,3 %) ansteigt. Entsprechend erhöht sich unter dem Versorgungskonzept in der Variante B auch die Anzahl der Menschen mit Normalgewicht um etwa 349.000 (plus 2,6 %). Bei der Interpretation der Zahlen ist jedoch zu berücksichtigen, dass in Variante B des Versorgungskonzepts die Bevölkerungsgröße um etwa 104.000 Menschen höher ausfällt als im Status quo. Hierbei handelt es sich um einen durch die Teilnahme an den Interventionsmaßnahmen induzierten Bevölkerungszuwachs, der aus einer im Vergleich geringeren Sterblichkeit der Maßnahmenteilnehmer resultiert.

Die Verteilung der Effekte der Interventionsmaßnahmen auf die drei BMI-Klassen reflektiert im Wesentlichen die unterschiedliche, auf den BMI bedingte, Prävalenz von Prädiabetes mit einem stark erhöhten Risiko für eine Diabeteserkrankung. Die Zielgruppe für eine Interventionsmaßnahme und damit auch die Teilnehmer der Maßnahmen weisen überproportional häufig Übergewicht bzw. Adipositas auf. Erfolgreiche Teilnehmer der Coaching-Maßnahmen zur Lebensstilmodifikation mit einem BMI von 30 und höher gelingt es, ihr Gewicht soweit zu reduzieren, dass sie zwar immer noch als übergewichtig gelten, jedoch nicht mehr adipös sind. Übergewichtigen Interventionsteilnehmern gelingt es bei einer erfolgreichen Lebensstiländerung ihr Gewicht in den Normalbereich zu reduzieren.

Der Effekt der Coaching-Maßnahmen zeigt sich demnach in einer etwa gleich großen Verschiebung der BMI-Verteilung von BMI-Klasse 3 in BMI-Klasse 2 und von BMI-Klasse 2 in BMI-Klasse 1. Dabei setzt sich der Effekt sowohl aus langfristigen als auch aus kurzfristigen Effekten zusammen, die sich gegenseitig überlagern. Ist eine Lebensstiländerung nicht nachhaltig, so ist in der Modellierung der Effekte des Programms ein Nachholeffekt vorgesehen, der sich darin äußert, dass die Teilnehmer nach Ablauf von vier Jahren ein Körpergewicht aufweisen, als hätten sie nie an den Maßnahmen teilgenommen.

Der im Vergleich zu Übergewicht etwas stärker ausfallende Rückgang von Adipositas ist im Wesentlichen auf die langfristig erfolgreiche Lebensstiländerung der Maßnahmenteilnehmer zurückzuführen.

Tabelle 64: Häufigkeit von Übergewicht und Adipositas (in Tausend Einwohner) unter der gegenwärtigen (Status quo) und unter einer optimierten Versorgung der Bevölkerung im Alter von 40 bis 89 Jahren

BMI	SQ	Variante A LS			Variante B LS & MET		
	N	N	Differenz zu SQ		N	Differenz zu SQ	
Normalgewicht (BMI < 25)	13.236	13.576	339	2,6 %	13.585	349	2,6 %
Übergewicht (BMI 25 – 30)	19.308	19.331	22	0,1 %	19.370	61	0,3 %
Adipositas (BMI >= 30)	13.747	13.440	-307	-2,2 %	13.440	-307	-2,2 %
Gesamt	46.291	46.346	55	0,1 %	46.395	104	0,2 %

Quelle: Berechnungen IGES auf Basis Daten des RKI.

Anmerkung: Standardisiert nach Alter und Geschlecht auf die Bevölkerung Deutschlands im Jahr 2015.

Erläuterung: N: Anzahl Einwohner in Tausend; SQ: Ergebnisse unter der gegenwärtigen Versorgung (Status quo); Differenz zu SQ: Absolute und relative Veränderung unter einer optimierten Versorgung im Vergleich zur gegenwärtigen Versorgung.

Tabelle 65: Prävalenz von Übergewicht und Adipositas unter der gegenwärtigen (Status quo) und unter einer optimierten Versorgung der Bevölkerung im Alter von 40 bis 89 Jahren

BMI	SQ	Variante A LS		Variante B LS & MET	
	Prävalenz	Prävalenz	Differenz zu SQ	Prävalenz	Differenz zu SQ
Normalgewicht (BMI < 25)	28,6 %	29,3 %	0,7 %	29,3 %	0,7 %
Übergewicht (BMI 25 – 30)	41,7 %	41,7 %	0,0 %	41,7 %	0,0 %
Adipositas (BMI >= 30)	29,7 %	29,0 %	-0,7 %	29,0 %	-0,7 %

Quelle: Berechnungen IGES auf Basis Daten des RKI.

Anmerkung: Standardisiert nach Alter und Geschlecht auf die Bevölkerung Deutschlands im Jahr 2015.

Erläuterung: SQ: Ergebnisse unter der gegenwärtigen Versorgung (Status quo); Differenz zu SQ: Absolute Veränderung unter einer optimierten Versorgung im Vergleich zur gegenwärtigen Versorgung.

Wie in Abschnitt 6.3 bereits ausführlich dargestellt, verändert sich durch die Maßnahmenteilnahme unter beiden Versorgungsszenarien auch die Populationsgröße. In Tabelle 66 ist die Verteilung von Übergewicht und Adipositas des interventionsinduzierten Bevölkerungszuwachses für beide Varianten des Versorgungskonzepts dargestellt. Im Vergleich zur übrigen Bevölkerung weisen Menschen, die aufgrund der Interventionsteilnahme nicht verstorben sind, in beiden Versorgungsszenarien geringere Anteile von Adipositas und Übergewicht auf.

Allerdings fällt die Prävalenz von Adipositas bei dieser Teilgruppe in Variante B deutlich höher aus als in Variante A des Versorgungskonzepts. Die Ursache dieser Unterschiede in der Verteilung liegt darin begründet, dass eine Metformingabe keinen Einfluss auf das Körpergewicht der Maßnahmenteilnehmer ausübt.

Bei Menschen, die aufgrund der Interventionsteilnahme nicht verstorben sind, handelt es sich überwiegend um Maßnahmenteilnehmer, denen es gelungen ist, ihren Lebensstil nachhaltig und dauerhaft zu ändern (Variante A und B) bzw. die im Rahmen einer Metformingabe eine durchgängige Therapieadhärenz aufweisen. Die unter Variante B des Versorgungskonzepts zu beobachtende leicht höhere Prävalenz von Übergewicht und Adipositas ist eine Folge des im Vergleich zu einer Lebensstilmodifikation geringeren Effekts einer Metformingabe. Eine erfolgreiche Lebensstilveränderung hat sowohl Einfluss auf die Glukosestoffwechsellage als auch den BMI, während eine Metformingabe lediglich zu einer Verbesserung der Blutzuckerwerte beiträgt.

Da Übergewicht bzw. Adipositas Risikofaktoren für die Entwicklung einer Diabeteserkrankung darstellen, fällt der interventionsinduzierte Bevölkerungszuwachs in Variante B des Versorgungskonzepts gemessen an der Inanspruchnahmequote leicht unterproportional aus. Er enthält in Variante B auch langfristig therapieadhärente Menschen mit Metformingabe, die aufgrund ihrer Behandlung mit Metformin nicht vorzeitig versterben, jedoch ein unverändert hohes Körpergewicht aufweisen. Daher ist bei Personen dieser Teilgruppe in Variante B eine höhere Prävalenz von Übergewicht und Adipositas zu beobachten.

Der Verlaufsanalyse in Abbildung 14 ist die Entwicklung der Differenz der Verteilung von Übergewicht und Adipositas zwischen dem Status quo und einer optimierten Versorgung der Bevölkerung im Alter von 40 bis 89 Jahren unter dem DAK-Versorgungskonzept in Variante A zu entnehmen. Dargestellt sind die Unterschiede in der Anzahl von Personen mit Normalgewicht (BMI unter 25 kg/m^2), Übergewicht (BMI von 25 kg/m^2 bis unter 30 kg/m^2) und Adipositas (BMI 30 kg/m^2 und höher) im Zeitverlauf vom Jahr der Einführung 2015 bis zum Jahr 2065.

Tabelle 66: Häufigkeit und Prävalenz von Übergewicht und Adipositas innerhalb des interventionsinduzierten Bevölkerungszuwachses unter einer optimierten Versorgung der Bevölkerung im Alter von 40 bis 89 Jahren

BMI	Variante A LS		Variante B LS & MET	
	Anzahl	Anteil an Gesamt	Anzahl	Anteil an Gesamt
Normalgewicht (BMI < 25)	27.429	49,8 %	35.857	34,5 %
Übergewicht (BMI 25–30)	21.293	38,7 %	41.866	40,3 %
Adipositas (BMI ≥ 30)	6.362	11,5 %	26.067	25,1 %
Populationsgröße	55.084	100,0 %	103.790	100,0 %

Quelle: Berechnungen IGES auf Basis Daten des RKI.

Anmerkung: Standardisiert nach Alter und Geschlecht auf die Bevölkerung Deutschlands im Jahr 2015.

Der Darstellung ist zu entnehmen, dass die Effekte der Interventionsmaßnahmen auf die BMI-Verteilung relativ zeitnah nach einer bundesweiten Umsetzung des Interventionsprogramms einsetzen, sich jedoch weniger schnell entwickeln wie die Effekte auf die Prävalenz der prädiabetischen Stoffwechsellage mit einem stark erhöhten Diabetesrisiko. Hintergrund dieser zeitlich verzögerten Entwicklung ist die im Vergleich zur Glukosestoffwechsellage höhere Entwicklungsdynamik dieses Risikofaktors. Die Inzidenz von Übergewicht und Adipositas fällt deutlich höher aus als die Inzidenz von Prädiabetes der Hochrisikogruppe.

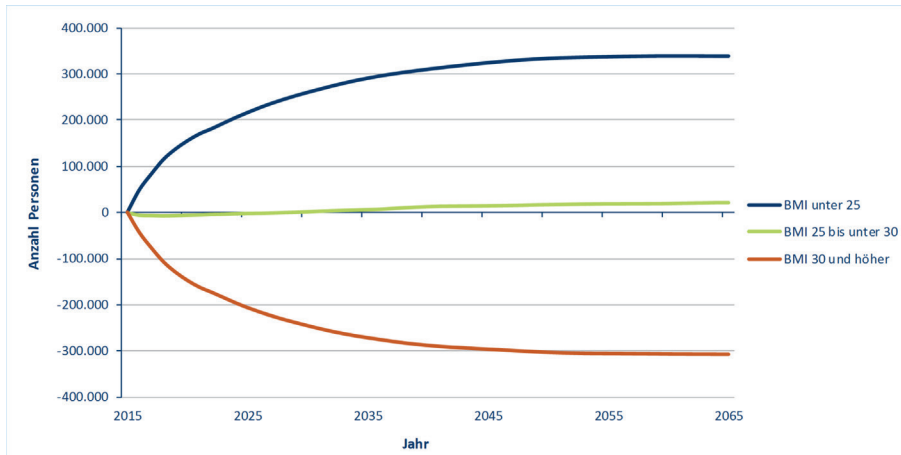
Auch bei der Wirkung der Interventionsmaßnahmen auf die BMI-Verteilung sind kurzfristige und langfristige Effekte der Interventionsteilnahme zu beobachten die sich gegenseitig überlagern. Aufgrund der höheren Dynamik bei der Entwicklung von Übergewicht und Adipositas resultieren die Veränderungen der BMI-Verteilung zu einem höheren Anteil aus den langfristigen Effekten. Daher dauert es länger, bis sich nach der Einführung des Versorgungskonzepts ein sichtbarer Effekt der Interventionsmaßnahmen auf Übergewicht und Adipositas entwickelt.

Bis zum Jahr 2025, also 10 Jahre nach Einführung und Umsetzung des Versorgungskonzepts in Variante A mit Coaching-Maßnahmen zur Lebensstilmodifikation, verringert sich die Anzahl von Personen mit Adipositas um etwa 200.000 Menschen. Dies entspricht etwa zwei Dritteln des langfristigen Effekts auf die Prävalenz von Adipositas. Die Anzahl der Menschen mit Übergewicht ist zu diesem Zeitpunkt nahezu unverändert, wobei sich tendenziell in den Anfangsjahren des Programms die Prävalenz von Übergewicht leicht verringert. Dementsprechend erhöht sich bis zu diesem Zeitpunkt die Anzahl

der Menschen mit Normalgewicht. Es findet also von Beginn der Einführung des Interventionsprogramms an eine Verschiebung von BMI-Stufe 3 in BMI-Stufe 2 und von BMI-Stufe 2 in BMI-Stufe 1 in etwa gleicher Größenordnung statt.

Im weiteren Verlauf der Programmlaufzeit steigt der Effekt der optimierten Versorgung auf die Adipositas mit verminderter Geschwindigkeit kontinuierlich an. Etwa 20 Jahre nach Einführung des Interventionsprogramms beträgt die Verminderung der Adipositashäufigkeit 270.000 Menschen, nach weiteren 10 Jahren – im Jahr 2045 – sind im Vergleich zum Status quo etwa 295.000 Personen weniger von Adipositas betroffen. In gleichem Umfang erhöht sich die Anzahl der Menschen mit Normalgewicht, wobei sich der im Zeitverlauf sukzessive aufbauende interventionsinduzierte Bevölkerungszuwachs überproportional auf die BMI-Stufen 1 (Normalgewicht) und 2 (Übergewicht) verteilt. Die Zunahme der Populationsgröße, die aus einer geringeren Sterblichkeit von Teilnehmern der Interventionsmaßnahmen resultiert, und die spezifische BMI-Verteilung dieser Maßnahmenteilnehmer ist auch der Grund, warum der Effekt des Interventionsprogramms auf die Prävalenz von Übergewicht ab dem Jahr 2025 leicht zurückgeht.

Abbildung 14: Entwicklung der Differenz der Verteilung von Übergewicht und Adipositas zwischen dem Status quo und einer optimierten Versorgung der Bevölkerung im Alter von 40 bis 89 Jahren unter dem DAK-Versorgungskonzept in Variante A mit Coaching-Maßnahmen zur Lebensstilmodifikation



Quelle: IGES.

6.6 Effekte auf die Verbreitung von Begleit- und Folgeerkrankungen

In Tabelle 67 ist die Prävalenz von diabetes-assoziierten Begleiterkrankungen in der Bevölkerung im Alter von 40 bis 89 Jahren unter der gegenwärtigen Versorgung (Status quo) dargestellt. Diese entspricht der auf die Bevölkerungsstruktur Deutschlands im Jahr 2015 hochgerechneten Erkrankungshäufigkeit auf Basis der Routinedaten der DAK-Gesundheit.

Im Status quo leben in Deutschland etwa 46,3 Millionen Menschen. Davon weisen etwa 836.000 Menschen (1,8 % der Bevölkerung) eine glomeruläre Erkrankung auf, weitere 2,7 Millionen (5,8 %) leiden an einer Niereninsuffizienz. Aufgrund der schädigenden Wirkung von zu hohen Blutglukosekonzentrationen auf das Nierengewebe besteht bei diesen Erkrankungsgruppen ein enger Zusammenhang mit einer Diabeteserkrankung.

Etwa 4,9 Millionen Menschen sind von Affektionen der Linse und der Netzhaut betroffen. Dies entspricht 10,6 % der Bevölkerung im Alter von 40 bis 89 Jahren. Weitere 4,1 Millionen Menschen (9,0 %) sind an einer Neuropathie erkrankt. Bei diesen beiden Erkrankungsgruppen besteht ein Zusammenhang mit einer Erkrankung an Diabetes mellitus aufgrund der zellschädigenden Wirkung von zu hohen Glukosewerten auf das Nervengewebe.

Hypertensive Erkrankungen sind in der Bevölkerung weit verbreitet. Im Status quo sind etwa 20,3 Millionen Menschen (43,8 %) von einer Erkrankung aus dieser Erkrankungsgruppe betroffen. Bei etwa 90 % der Betroffenen besteht eine Bluthochdruckerkrankung (ICD-10 I10.-), bei den übrigen 10 % liegt bereits eine bluthochdruckbedingte Herz- oder Nierenerkrankung (ICD-10 I11.- bis I15.-) vor. Bei Bluthochdruck handelt es sich um einen Risikofaktor des metabolischen Syndroms, der nicht in direktem Zusammenhang zu einer Erkrankung an Diabetes mellitus steht. Gleichwohl tritt Bluthochdruck gehäuft bei Menschen mit einer Diabeteserkrankung auf (vgl. Abschnitt 3.6). Ursächlich für den Zusammenhang zwischen Bluthochdruck und Diabetes dürften gemeinsame, latente Einflussfaktoren sein, die in Routinedaten und häufig auch in klinischen Daten nicht abgebildet werden. Hierzu gehört beispielsweise der Lebensstil, also die Art der Ernährung und der Umfang an Bewegung.

Zu den weiteren kardiovaskulären Erkrankungen, die gehäuft im Zusammenhang mit einer Diabeteserkrankung auftreten, gehören ischämische Herzerkrankungen, zerebrovaskuläre Erkrankungen und Erkrankungen der Arterien, Arteriolen und Kapillaren. Im Status quo sind etwa 4,8 Millionen Menschen (10,4 %) von einer ischämischen Herzerkrankung betroffen, 2,1 Millionen (4,6 %) weisen eine zerebrovaskuläre Erkrankung auf und 3,4 Millionen (7,3 %) leiden an Krankheiten der Arterien, Arteriolen und Kapillaren. Auch bei diesen Erkrankungen handelt es sich um Begleiterkrankungen, für die ein gestörter Glukosestoffwechsel einen unter mehreren Risikofaktoren (Bluthochdruck, Cholesterin, Übergewicht, etc.) darstellt, die wiederum aufgrund gemeinsamer latenter Einflussfaktoren eine Zusammenhangsstruktur aufweisen.

Arthrose ist ebenfalls eine in der Bevölkerung weit verbreitete Erkrankung. Etwa 11,7 Millionen Menschen (25,2 %) im Alter von 40 bis 89 Jahren sind von einer Erkrankung aus der Erkrankungsgruppe der Arthropathien betroffen. Eine Erkrankung an Diabetes mellitus stellt nur einen von mehreren Risikofaktoren für eine Arthropathie dar. Häufig ist Übergewicht bzw. Adipositas die Ursache einer Arthropathie. Diese Risikofaktoren des metabolischen Syndroms weisen wiederum einen engen (indirekten) Zusammenhang mit einer Glukosestoffwechselstörung auf, der durch gemeinsame latente Einflussfaktoren (Ernährung, Bewegung, etc.) vermittelt wird.

Darüber hinaus enthält Tabelle 67 Angaben zur Häufigkeit von Begleiterkrankungen für die zwei Varianten des DAK-Versorgungskonzepts, die sich langfristig ergeben, wenn das Versorgungskonzept im Jahr 2015 bundesweit umgesetzt und danach kontinuierlich fortgeführt wird. Die Effekte des Interventions-Moduls auf die Häufigkeit von Begleiterkrankungen werden für beide Varianten einer optimierten Versorgung als Differenz zum Status quo in absoluten Größen sowie als prozentuale Änderung ausgewiesen.

Unter dem DAK-Versorgungskonzept in Variante A mit Coaching-Maßnahmen zur Lebensstilmodifikation verringert sich die Anzahl der von einer glomerulären Erkrankung betroffenen Personen um 24.000 Menschen (minus 2,4 %). Bei Niereninsuffizienzen ist ein Rückgang der erkrankten Personen um 31.000 (minus 1,2 %) zu verzeichnen. Affektionen der Linse und der Netzhaut gehen in Variante A des Versorgungskonzepts um 16.000 (minus 0,3 %) zurück, von Neuropathien sind im Vergleich zum Status quo 49.000 Menschen weniger betroffen.

Die Anzahl von Erkrankungen aus der Erkrankungsgruppe Hypertonie verringert sich um 75.000 (minus 0,4 %). Auch bei den übrigen kardiovaskulären Erkrankungen führt die Teilnahme an den Interventionsmaßnahmen zu einem Rückgang der Häufigkeit von Erkrankungsfällen: Unter dem Versorgungskonzept in Variante A leiden 39.000 Menschen (minus 0,8 %) weniger an ischämischer Herzerkrankung, die Anzahl zerebrovaskulärer Erkrankungen verringert sich um 11.000 (minus 0,5 %) und von Krankheiten der Arterien, Arteriolen und Kapillaren sind 25.000 (minus 0,7 %) Menschen weniger betroffen als im Status quo. Die Häufigkeit von Arthropathien geht um 30.000 (minus 0,3 %) Erkrankungsfälle zurück. Bei der Interpretation der Zahlen ist jedoch zu berücksichtigen, dass in Variante A des Versorgungskonzepts die Bevölkerungsgröße um etwa 55.000 Menschen höher ausfällt als im Status quo. Hierbei handelt es sich um einen durch die Teilnahme an den Interventionsmaßnahmen induzierten Bevölkerungszuwachs, der aus einer im Vergleich geringeren Sterblichkeit der Maßnahmenteilnehmer resultiert.

Unter dem DAK-Versorgungskonzept in Variante B, bei der alternativ zu den Coaching-Maßnahmen auch eine Behandlung mit Metformin durch den behandelnden Arzt eingeleitet werden kann, fällt der Effekt der Interventionsmaßnahmen auf die Häufigkeit von Begleiterkrankungen entsprechend der höheren Inanspruchnahmequote noch größer aus. Die Effekte der Interventionsmaßnahmen auf die Häufigkeit von Begleiterkrankungen fallen hierbei weitgehend proportional zur höheren Inanspruchnahmequote aus.

Die leicht unterproportionale Verringerung kardiovaskulärer Erkrankungen resultiert vornehmlich aus der im Vergleich zu Coaching-Maßnahmen etwas geringeren Effektivität von Metformingaben. Da sich aus einer Behandlung mit Metformin im Gegensatz zu Coaching-Maßnahmen zur Lebensstilmodifikation kein Effekt auf das Körpergewicht der Maßnahmenteilnehmer ergibt, der BMI jedoch einen Einfluss auf die Entwicklung kardiovaskulärer Erkrankungen ausübt, fällt der Effekt des DAK-Versorgungskonzepts in Variante B im Vergleich zu Variante A unter Berücksichtigung der Inanspruchnahmequote leicht unterproportional aus.

Bei der Interpretation der Effekte der Variante B des Versorgungskonzepts ist zu berücksichtigen, dass die Bevölkerungsgröße um etwa 104.000 Menschen höher ausfällt als im Status quo und um etwa 50.000 Menschen im Vergleich zu Variante A. Hierbei handelt es sich um einen durch die Teilnahme an den Interventionsmaßnahmen induzierten Bevölkerungszuwachs, der aus einer im Vergleich geringeren Sterblichkeit der Maßnahmenteilnehmer resultiert.

Tabelle 67: Häufigkeit von Begleiterkrankungen des Diabetes mellitus Typ 2 (in Tausend) unter der gegenwärtigen (Status quo) und unter einer optimierten Versorgung der Bevölkerung im Alter von 40 bis 89 Jahren

Erkrankungsgruppe	SQ	Variante A LS		Variante B LS & MET			
	N	N	Differenz zu SQ		N	Differenz zu SQ	
Glomeruläre Krankheiten	836	813	-24	-2,8 %	788	-48	-5,7 %
Niereninsuffizienz	2.664	2.633	-31	-1,2 %	2.605	-59	-2,2 %
Affektionen der Linse und der Netzhaut	4.886	4.870	-16	-0,3 %	4.852	-33	-0,7 %
Neuropathie	4.149	4.100	-49	-1,2 %	4.054	-95	-2,3 %
Hypertonie	20.279	20.204	-75	-0,4 %	20.137	-142	-0,7 %
Ischämische Herzkrankheiten	4.821	4.781	-39	-0,8 %	4.751	-70	-1,5 %
Zerebrovaskuläre Erkrankungen	2.125	2.114	-11	-0,5 %	2.107	-19	-0,9 %
Krankheiten der Arterien, Arteriolen und Kapillaren	3.363	3.338	-25	-0,7 %	3.315	-48	-1,4 %
Arthropathie	11.666	11.636	-30	-0,3 %	11.608	-58	-0,5 %

Quelle: Berechnungen IGES auf Basis Daten der DAK-Gesundheit.

Anmerkung: Standardisiert nach Alter und Geschlecht auf die Bevölkerung Deutschlands im Jahr 2015.

Erläuterung: N: Anzahl Einwohner in Tausend; SQ: Ergebnisse unter der gegenwärtigen Versorgung (Status quo); Differenz zu SQ: Absolute und relative Veränderung unter einer optimierten Versorgung im Vergleich zur gegenwärtigen Versorgung.

Wie in Abschnitt 6.3 bereits ausführlich dargestellt, verändert sich durch die Maßnahmenteilnahme unter beiden Versorgungsszenarien auch die Populationsgröße. In Tabelle 68 ist die Häufigkeit und Prävalenz von Begleiterkrankungen des interventionsinduzierten Bevölkerungszuwachses für beide Varianten des Versorgungskonzepts dargestellt. Im Vergleich zur übrigen Be-

völkerung weisen Menschen, die aufgrund der Interventionsteilnahme nicht verstorben sind, in beiden Versorgungsszenarien eine deutlich höhere Prävalenz von Folge- und Begleiterkrankungen auf.

Es handelt sich bei Personen aus dem interventionsinduzierten Bevölkerungszuwachses durchgängig um Menschen, die zu einem Zeitpunkt ihres Lebens eine prädiabetische Stoffwechsellaage mit einem stark erhöhten Risiko für eine Diabeteserkrankung aufgewiesen haben. Daher weisen die Mitglieder dieser Teilgruppe im Vergleich zur normoglykämischen Bevölkerung eine erhöhte Prävalenz von Folge- und Begleiterkrankungen auf.

Die Prävalenz von Begleiterkrankungen von Personen des interventionsinduzierten Bevölkerungszuwachses folgt der Verteilung der Glukosestoffwechsellagen (siehe Abschnitt 6.4). Entsprechend fällt die Prävalenz dieser Erkrankungen unter der Variante B des DAK-Versorgungskonzepts etwas höher aus als in Variante A. In Bezug auf Begleiterkrankungen, bei denen eine Diabeteserkrankung ein besonders starker Risikofaktor ist, wie beispielsweise glomeruläre Erkrankungen, Niereninsuffizienz und Neuropathie, fällt die Prävalenz im Vergleich zu Diabetikern eher gering aus, während die Prävalenzen der übrigen Erkrankungen weitgehend der von durchschnittlichen Diabetespatienten entsprechen.

Einige Erkrankungen treten dennoch mit einer auffallend hohen Prävalenz auf. Hierbei handelt es sich insbesondere um kardiovaskuläre Erkrankungen und insbesondere zerebrovaskuläre Erkrankungen. Vor dem Hintergrund, dass es sich bei Personen des interventionsinduzierten Bevölkerungszuwachses handelt, denen es aufgrund ihrer Therapieadhärenz bzw. ihrer nachhaltigen Lebensstilumstellung gelungen ist, in überproportionalem Maße schwere Krankheitsverläufe mit einer erhöhten Sterblichkeit und einem erhöhten Risiko für Begleiterkrankungen zu vermeiden, fällt die Prävalenz von kardiovaskulären Erkrankungen relativ hoch aus.

Hierbei ist jedoch auch das hohe Alter von Personen aus dieser Teilgruppe zu berücksichtigen: Über 50 % dieser Personengruppe weist ein Alter von 80 bis 89 Jahren auf und etwa Drittel befindet sich im Alter zwischen 70 und 79 Jahren. Vor diesem Hintergrund ist die insgesamt relativ gering ausfallende Prävalenz als Folge der erfolgreichen Teilnahmen an Interventionsmaßnahmen zu deuten, aufgrund der die Entwicklung einer Diabeteserkrankung und die damit assoziierten Risiken entweder vermieden oder zumindest zeitlich verzögert werden konnte, was sich – unter Berücksichtigung des Alters – auch in einer vergleichsweise geringen Erkrankungshäufigkeit an Diabetes-assoziierten Begleiterkrankungen widerspiegelt.

Tabelle 68: Häufigkeit und Prävalenz von Begleiterkrankungen des Diabetes mellitus Typ 2 innerhalb des interventionsinduzierten Bevölkerungszuwachses unter einer optimierten Versorgung der Bevölkerung im Alter von 40 bis 89 Jahren

Erkrankungsgruppe	Variante A LS		Variante B LS & MET	
	Anzahl	Prävalenz	Anzahl	Prävalenz
Glomeruläre Krankheiten	1.817	3,3 %	4.156	4,0 %
Niereninsuffizienz	8.868	16,1 %	19.705	19,0 %
Affektionen der Linse und der Netzhaut	14.146	25,7 %	26.159	25,2 %
Neuropathie	7.974	14,5 %	17.604	17,0 %
Hypertonie	39.997	72,6 %	76.472	73,7 %
Ischämische Herzkrankheiten	14.729	26,7 %	30.475	29,4 %
Zerebrovaskuläre Erkrankungen	6.863	12,5 %	13.807	13,3 %
Krankheiten der Arterien, Arteriolen und Kapillaren	9.916	18,0 %	20.033	19,3 %
Arthropathie	22.665	41,1 %	45.045	43,4 %
Populationsgröße	55.084		103.790	

Quelle: Berechnungen IGES auf Basis Daten der DAK-Gesundheit.

Anmerkung: Standardisiert nach Alter und Geschlecht auf die Bevölkerung Deutschlands im Jahr 2015.

Die in Tabelle 67 dargestellten relativen Unterschiede in der Häufigkeit von Begleiterkrankungen des Diabetes mellitus Typ 2 zwischen dem Status quo und den zwei Varianten einer optimierten Versorgung der Bevölkerung im Alter von 40 bis 89 Jahren fallen – trotz einer beachtlichen Verringerung der absoluten Fallzahlen – relativ gering aus. Der Grund hierfür ist, dass die Bezugsgröße der relativen Veränderungen auch die Häufigkeit von Erkrankungen der normoglykämischen Bevölkerung umfasst.

Hinzu kommt, dass in den Angaben zur Häufigkeit von Erkrankungen unter den beiden Varianten des DAK-Versorgungskonzepts auch Erkrankungsfälle des interventionsinduzierten Bevölkerungszuwachses enthalten. Die Erkrankungshäufigkeit in den Varianten A und B des DAK-Versorgungskonzepts basiert auf einer zum Status quo abweichenden Populationsgröße. Daher lässt sich aus diesen Angaben der Effekt der optimierten Versorgung nur eingeschränkt einschätzen.

Deswegen wird in einem Szenario mit einer sogenannten Null-Exposition bestimmt, in welchem Umfang Erkrankungen aus den genannten Erkrankungsgruppen theoretisch entstünden, wenn niemand an Diabetes mellitus erkrankt wäre. Maßgeblich hierfür sind die in Abschnitt 5.4 beschriebenen und auf Basis der DAK-Routinedaten und der Daten des RKI geschätzten bzw. abgeleiteten Modellparameter. Die Ergebnisse des Null-Szenarios werden – so wie die Ergebnisse des Status quo auch – auf die Bevölkerungsgröße und -struktur Deutschlands im Jahr 2015 hochgerechnet. Dadurch sind die Ergebnisgrößen beider Szenarien vergleichbar.

Die Differenz zwischen der Erkrankungshäufigkeit im Status quo und der Erkrankungshäufigkeit im Null-Szenario ergibt die mit Diabetes mellitus assoziierte Häufigkeit von diabetes-assoziierten Begleiterkrankungen. Da die Modellparameter und insbesondere die Schätzer für die Wahrscheinlichkeit, an einer Begleit- oder Folgeerkrankung zu erkranken, durchgängig altersgeschlechts- und morbiditätsadjustiert sind, lässt sich die Differenz zwischen den Erkrankungshäufigkeiten im Status quo und den Erkrankungshäufigkeiten im Null-Szenario auch als diabetesbedingte Begleiterkrankungen interpretieren. Als Bezugsgröße gibt die Häufigkeit von diabetesbedingten Begleiterkrankungen an, in welchem Umfang sich Erkrankungsfälle potenziell vermeiden ließen, wenn es gelänge, die Entstehung von Diabetes mellitus vollständig zu verhindern.

In Tabelle 69 sind die Erkrankungshäufigkeiten im Status quo (SQ), dem Szenario mit Null-Exposition (NE) sowie die Differenz der Erkrankungsfälle dieser beiden Szenarien als diabetesbedingte Erkrankungshäufigkeiten dargestellt. Die attributable Fraktion (AF) drückt den Anteil der im Status quo zu beobachtenden Erkrankungshäufigkeit aus, die durch eine bestehende Diabeteserkrankung bedingt wird. Für beide Varianten des DAK-Versorgungskonzepts ist dargestellt, wie viele Erkrankungsfälle durch die optimierte Versorgung vermieden werden. Bei der Bestimmung der Differenz der Erkrankungshäufigkeit zwischen dem Status quo und einer optimierten Versorgung der Bevölkerung werden die Erkrankungsfälle von denjenigen Personen berücksichtigt, die in beiden Versorgungsszenarien enthalten sind. Dies bedeutet, dass die Prävalenz von Begleiterkrankungen von Personen des interventionsinduzierten Bevölkerungszuwachses unberücksichtigt bleiben und die Effekte des DAK-Versorgungskonzepts in einer Analyse *ceteris paribus* bei gleicher Populationsgröße analysiert werden.

Den Angaben ist zu entnehmen, dass 83,4 % aller glomerulären Erkrankungen durch eine Diabeteserkrankung bedingt werden. Dies entspricht 697.000 Erkrankungsfällen im Zusammenhang mit einer Diabeteserkrankung. Auch Niereninsuffizienz und Neuropathie werden zu hohen Anteilen durch eine Diabeteserkrankung bedingt. Von 2,66 Millionen Menschen mit Nierenerkrankung lassen sich mittelbar 781.000 Erkrankungsfälle auf Diabetes mellitus zurückführen. Bei der Erkrankungsgruppe Neuropathie sind sogar 31,8 % aller Erkrankungsfälle (1,32 Millionen) dem Diabetes mellitus zuzurechnen.

Kardiovaskuläre Erkrankungen werden zu 13,6 % (zerebrovaskuläre Erkrankungen) bis 20,2 % (Krankheiten der Arterien, Arteriolen und Kapillaren) durch eine Diabeteserkrankung bedingt. Der Anteil fällt hier geringer aus als

bei Niereninsuffizienz und glomerulären Erkrankungen, da Diabetes mellitus für kardiovaskuläre Erkrankungen nur einen von mehreren Risikofaktoren darstellt. Letztlich werden diese Erkrankungen nicht allein durch die Diabeteserkrankung verursacht, sondern durch Risikofaktoren, zu denen unter anderem auch ein gestörter Glukosestoffwechsel (Prädiabetes und Diabetes mellitus) gehört, die wiederum durch gemeinsame, latente Einflussfaktoren hervorgerufen werden, die sich gegenseitig bedingen und wechselseitig beeinflussen und daher einen strukturellen Zusammenhang aufweisen.

In geringerem Ausmaß werden auch Arthropathien und Erkrankungen aus der Erkrankungsgruppe Hypertonie durch Diabetes mellitus bedingt. Etwa 9,9 % der Erkrankungsfälle mit Hypertonie und 6,5 % der Erkrankungsfälle mit Arthrose lassen sich mittelbar auf Diabetes mellitus zurückführen. Insbesondere die Erkrankungsgruppe Hypertonie, zu der neben Bluthochdruck auch durch Bluthochdruck verursachte Herz- und Nierenerkrankungen gehören, weisen einen relativ schwachen Zusammenhang mit einer Diabeteserkrankung auf.

In Variante A des DAK-Versorgungskonzepts verringert sich die Anzahl diabetesbedingter glomerulärer Erkrankungen um 25.000 Erkrankungsfälle (-3,6 %). Der Effekt der Interventionsmaßnahmen auf Niereninsuffizienz beträgt 40.000 Erkrankungsfälle. Die Erkrankungshäufigkeit diabetesbedingter Niereninsuffizienz verringert sich damit um 5,1 %. Neuropathien, die sich mittelbar auf eine Diabeteserkrankung zurückführen lassen, gehen um 57.000 Erkrankungsfälle (-4,3 %) zurück. Bei diesen Effekten handelt es sich um Effektgrößen ohne Berücksichtigung von Erkrankungsfällen des interventionsinduzierten Bevölkerungszuwachses.

Noch höhere relative Effekte auf die diabetesbedingte Häufigkeit von Begleiterkrankungen sind bei kardiovaskulären Erkrankungen zu beobachten. Diese verringern sich um 5,2 % (Krankheiten der Arterien, Arteriolen und Kapillaren) bis 6,2 % (zerebrovaskuläre Erkrankungen). Dies entspricht einem Rückgang von 35.000 Arterienerkrankungen, 54.000 ischämischen Herzerkrankungen und 18.000 zerebrovaskulären Erkrankungen. Vergleichsweise gering fällt der relative Effekt auf Affektionen der Linse und der Netzhaut aus. Durch die Teilnahme an den Coaching-Maßnahmen in Variante A des Versorgungskonzepts verringert sich die Anzahl diabetesbedingter Augenerkrankungen um etwa 30.000 (-3,9 %).

Der relative Rückgang diabetesbedingter Begleiterkrankungen fällt etwas höher aus als die relative Verringerung der Häufigkeit einer Diabeteserkrankung. Dies reflektiert, dass die Entwicklung einer Diabeteserkrankung durch die Teilnahme an den Interventionsmaßnahmen nicht immer verhindert werden kann, der Eintritt der Erkrankung jedoch zeitlich verzögert wird. Durch die – wenn auch möglicherweise nur temporär bestehende – Verbesserung der Glukosestoffwechsellage und der Reduzierung des Körpergewichts weisen die Interventionsteilnehmer für längere Zeit aus medizinischer Sicht günstigere Blutzuckerwerte auf, die wiederum mit einem geringeren Risiko für die Entwicklung von Begleiterkrankungen verbunden sind. Diese Verringerung des Risikos für Begleiterkrankungen spiegelt sich, auch wenn sie möglicherweise nur kurzzeitig Bestand hat, in einer Verringerung der Prävalenz dieser

Erkrankungen wider. Dadurch erklärt sich der im Verhältnis zu den Effekten auf die Diabetesprävalenz überproportional ausfallende Rückgang von Begleiterkrankungen.

In Variante B des DAK-Versorgungskonzepts sind entsprechend der höheren Inanspruchnahmequote noch größere Effekte auf die Verringerung diabetesbedingter Begleiterkrankungen zu verzeichnen. In Variante B besteht neben die Coaching-Maßnahmen für den behandelnden Arzt die Möglichkeit, bei entsprechender Eignung eine Behandlung mit Metformin zu empfehlen und ggfs. einzuleiten.

Die Effekte in Variante B des DAK-Versorgungskonzepts fallen für die überwiegende Anzahl von Begleiterkrankungen proportional zur Inanspruchnahme aus. Lediglich bei kardiovaskulären Erkrankungen zeigen sich in Variante leicht unterproportionale Effekte. Die Ursache hierfür ist die geringere Effektivität einer Metformingabe. Betroffene mit Prädiabetes und einem stark erhöhten Risiko für eine Diabeteserkrankung, die eine Behandlung mit Metformin unternehmen, verbessern zwar in gleichem Umfang und gleicher Häufigkeit wie Teilnehmer von Coaching-Maßnahmen ihren Glukosestoffwechsel, allerdings führt eine Metformingabe im Gegensatz zu einer Lebensstilmodifikation nicht zu einer Verringerung des Körpergewichts. Daher ist insbesondere bei Begleiterkrankungen, die einen Zusammenhang mit dem BMI aufweisen, in Variante B ein etwas schwächerer Effekt auf die Erkrankungshäufigkeit zu beobachten als in Variante A des Versorgungskonzepts.

In Abbildung 15 sind die Ergebnisse der Verlaufsanalyse der Effekte des DAK-Versorgungskonzepts in Variante A auf die Häufigkeit von Begleiterkrankungen dargestellt. Abgebildet ist die Entwicklung der Differenz der Häufigkeit von Begleiterkrankungen zwischen dem Status quo und dem Versorgungskonzept in Variante A mit Coaching-Maßnahmen zur Lebensstilmodifikation. Bei der Darstellung der zeitlichen Entwicklung dieser Effekte wird die Erkrankungshäufigkeit des interventionsinduzierten Bevölkerungszuwachses mitberücksichtigt.

Der Darstellung ist zu entnehmen, dass die zeitliche Entwicklung der Effekte des Interventionsprogramms auf die Häufigkeit der einzelnen Begleiterkrankungen einen relativ ähnlichen Verlauf nimmt. Im Zeitraum unmittelbar nach der Umsetzung des DAK-Versorgungskonzepts in Variante A fallen die Effekte auf die Erkrankungshäufigkeit eher gering aus. Durch die Umstellung des Lebensstils bei einer erfolgreichen Teilnahme an dem Interventions-Modul verbessert sich die Glukosestoffwechsellage. Mit der Lebensstilmodifikation ist auch eine Abnahme des Körpergewichts verbunden. Die Glukosestoffwechsellage und Übergewicht bzw. Adipositas stellen Risikofaktoren für die Entwicklung von Diabetes mellitus sowie diabetes-assoziierten Begleiterkrankungen dar. Daher weisen erfolgreiche Interventionsteilnehmer ein geringeres Risiko auf, zukünftig diese Erkrankungen zu entwickeln.

Zum Zeitpunkt der Einführung des Programms sind jedoch bereits viele Menschen an Diabetes erkrankt oder weisen seit längerer Zeit eine prädiabetische Stoffwechsellage mit einem stark erhöhten Risiko für eine Diabeteserkrankung auf. Wie in Abschnitt 3.4 auf Basis empirischer Daten gezeigt, ist bereits Prädiabetes mit einem erhöhten Risiko für die Entwicklung von Begleiter-

Tabelle 69: Effekte einer optimierten Versorgung der Bevölkerung im Alter von 40 bis 89 Jahren auf die Häufigkeit diabetesbedingter Begleiterkrankungen (in Tausend)

Erkrankungsgruppe	SQ	NE	Diabetes- bedingt	AF	Variante A LS		Variante B LS & MET	
					Veränderung diabetesbedingter Erkrankungen	Veränderung diabetesbedingter Erkrankungen	Veränderung diabetesbedingter Erkrankungen	Veränderung diabetesbedingter Erkrankungen
Glomeruläre Krankheiten	836	139	697	83,4 %	-25	-3,6 %	-52	-7,5 %
Niereninsuffizienz	2.664	1.883	781	29,3 %	-40	-5,1 %	-79	-10,1 %
Affektionen der Linse und der Netzhaut	4.886	4.114	771	15,8 %	-30	-3,9 %	-60	-7,7 %
Neuropathie	4.149	2.828	1.321	31,8 %	-57	-4,3 %	-112	-8,5 %
Hypertonie	20.279	18.267	2.012	9,9 %	-115	-5,7 %	-219	-10,9 %
Ischämische Herzkrankheiten	4.821	3.929	892	18,5 %	-54	-6,1 %	-101	-11,3 %
Zerebrovaskuläre Erkrankungen	2.125	1.836	290	13,6 %	-18	-6,2 %	-33	-11,3 %
Krankheiten der Arterien, Arteriolen und Kapillaren	3.363	2.684	679	20,2 %	-35	-5,2 %	-68	-10,1 %
Arthropathie	11.666	10.902	763	6,5 %	-53	-6,9 %	-103	-13,5 %

Quelle: Berechnungen IGES auf Basis Daten der DAK-Gesundheit.

Anmerkung: Standardisiert nach Alter und Geschlecht auf die Bevölkerung Deutschlands im Jahr 2015.

Erläuterung: SQ: Ergebnisse unter der gegenwärtigen Versorgung (Status quo); LS: Lebensstiländerung; NE: Nullexposition; AF: Attributable Fraktion.

krankungen verbunden, die sich in der Häufigkeit von Begleiterkrankungen zum Programmstart widerspiegelt. Diese zum Zeitpunkt der Einführung des Interventionsprogramms bereits bestehenden Erkrankungen werden durch die Teilnahme an Maßnahmen des Interventions-Moduls nicht beeinflusst, da das Programm nicht auf eine Therapie dieser Erkrankungen abzielt. Entsprechend fallen die Effekte des Programms in der Anfangszeit eher gering aus.

Im Verlauf der Zeit werden jedoch die Effekte der Interventionsmaßnahmen zunehmend sichtbar. Nach einer Programmlaufzeit von etwa 10 Jahren haben sich bereits etwa ein Drittel der Effekte realisiert. Nach Ablauf von weiteren 10 Jahren im Jahr 2035 lassen sich – in Abhängigkeit von der jeweiligen Erkrankung – bereits zwischen 70 % und 80 % der langfristig zu erwartenden Effekte des Interventionsprogramms beobachten. Bei einzelnen Erkrankungen, wie beispielsweise Arthropathie und Affektionen der Linse und der Netzhaut, sind die Effekte zu diesem Zeitpunkt sogar stärker als im langfristigen Gleichgewicht. Ursache hierfür sowie die im Folgenden einsetzende rückwärtsgerichtete Entwicklung der Interventionseffekte ist die Erkrankungshäufigkeit des interventionsinduzierten Bevölkerungszuwachses, der sich im Zeitverlauf sukzessive aufbaut. Der interventionsinduzierte Bevölkerungszuwachs besteht zu über 50 % aus Personen im Alter von 80 bis 89 Jahren. Ein weiteres Drittel dieser Teilgruppe befindet sich im Alter von 70 bis 79 Jahren. Arthropathie und Augenerkrankungen sind typische Alterserscheinungen, weshalb diese Teilgruppe überproportional von diesen Erkrankungen betroffen ist. Der zunehmende Anstieg des interventionsinduzierten Bevölkerungszuwachses führt zu einem Anstieg dieser alterstypischen Erkrankungen, der die Effekte des Interventionsprogramms auf die Häufigkeit dieser Erkrankungen ab dem Jahr 2035 überkompensiert.

Dieser den Interventionseffekten gegenlaufende Effekt der Erkrankungshäufigkeit des interventionsinduzierten Bevölkerungszuwachses ist bei allen Begleiterkrankungen in mehr oder weniger starker Ausprägung zu beobachten. Dies zeigt sich in der spätestens ab dem Jahr 2045 gleichbleibenden oder sogar teilweise rückläufigen (bspw. Hypertonie) Effektgröße der Interventionsmaßnahmen. Bei alterstypischen Erkrankungen ist dieser Effekt nur besonders ausgeprägt.

Aus der Darstellung ist ersichtlich, dass die Geschwindigkeit, mit der sich die Interventionseffekte entwickeln, sich zwischen den einzelnen Begleiterkrankungen stark unterscheidet. So entwickelt sich der Effekt der Interventionsmaßnahmen auf die Häufigkeit von Neuropathie (gelb) zunächst langsamer als der Effekt auf ischämische Herzerkrankung (schwarz), obwohl der langfristige Effekt des Interventions-Moduls auf die Häufigkeit von Neuropathie deutlich stärker ausfällt als auf ischämische Herzerkrankung.

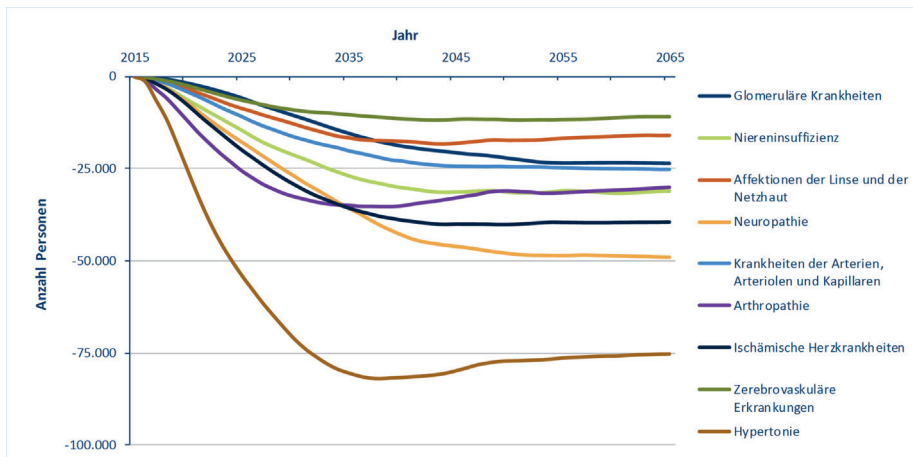
Die Ursache für die unterschiedliche Geschwindigkeit, mit der sich die Effekte im Zeitverlauf entwickeln, sind die sich gegenseitig überlagernden kurzzeitigen und langfristigen Effekte der Maßnahmen, die unterschiedlichen morbiditäts-, BMI-, und glukosestoffwechselabhängigen Risikodifferenziale der jeweiligen Erkrankung sowie die Morbidität des interventionsinduzierten Bevölkerungszuwachses. In der Anfangszeit des Programms treten vor allem die kurzzeitigen Interventionseffekte zu Tage. Diese sind gekennzeich-

net durch eine Verringerung der Prävalenz von Prädiabetes mit einem stark erhöhten Risiko für eine Diabeteserkrankung sowie der Prävalenz von Diabeteserkrankungen mit weniger schweren Krankheitsverläufen, und sind mit einer Verringerung des Körpergewichts verbunden. Bei diesen Gesundheitszuständen führt eine Verringerung des BMI und eine Verbesserung der Glukosestoffwechsellage kurzfristig zu einer stärkeren Verringerung des Risikos für eine ischämische Herzerkrankung als für die Entwicklung einer Neuropathie. Auch bei Hypertonie und Arthropathie sind diese kurzfristigen Effekte sehr ausgeprägt.

Mit fortschreitender Programmlaufzeit entwickeln sich zunehmend die langfristigen Effekte des Interventions-Moduls, die durch eine Verringerung von Diabeteserkrankungen mit schweren Verläufen gekennzeichnet sind. Bei diesen Zuständen fällt das morbiditätsadjustierte relative Risiko für Neuropathie höher aus als für ischämische Herzerkrankungen, weshalb eine Verringerung der Prävalenz dieser Glukosestoffwechsellagen mit einem stärkeren Effekt auf die Häufigkeit von Neuropathie verbunden ist.

Gleichzeitig werden diese Entwicklungen überlagert von den gegenläufigen Effekten des interventionsinduzierten Bevölkerungszuwachses, die bei stark altersabhängigen Erkrankungen besonders hoch ausfallen.

Abbildung 15: Entwicklung der Differenz der Häufigkeit von Begleiterkrankungen zwischen dem Status quo und einer optimierten Versorgung der Bevölkerung im Alter von 40 bis 89 Jahren unter dem DAK-Versorgungskonzept in Variante A mit Coaching-Maßnahmen zur Lebensstilmodifikation



Quelle: IGES.

In Tabelle 70 ist die Prävalenz von diabetischen Komplikationen in der Bevölkerung im Alter von 40 bis 89 Jahren unter der gegenwärtigen Versorgung (Status quo) dargestellt. Diese entspricht der auf die Bevölkerungsstruktur Deutschlands im Jahr 2015 hochgerechneten Häufigkeit von Folgeerkrankungen des Diabetes mellitus auf Basis der Routinedaten der DAK-Gesundheit. Bei diabetischen Komplikationen handelt es sich um Erkrankungen, die sich

als direkte Folge aus einer Diabeteserkrankung entwickeln können. Dies bedeutet, dass sich diabetische Komplikationen ursächlich auf eine Diabeteserkrankung zurückführen lassen.

Das diabetische Koma stellt eine schwerwiegende, lebensbedrohliche Entgleisung der Glukosestoffwechsellage dar, die im Regelfall eine unmittelbare stationäre Behandlung erfordert. Im Status quo tritt bei etwa 43.000 Menschen mit Diabetes mellitus ein diabetisches Koma auf.

Eine diabetische Nephropathie, das heißt eine Nierenerkrankung als direkte Folge einer Diabeteserkrankung, wird im Status quo bei 690.000 Menschen diagnostiziert.

Etwa 1.184.000 Diabetiker weisen neurologische Komplikationen des Diabetes mellitus auf, bei 502.000 Diabetikern liegt eine diabetische Augenkomplikation vor. Diese Folgeerkrankungen des Diabetes mellitus resultieren aus der schädigenden Wirkung hoher Blutzuckerwerte auf das Nervengewebe. Eine peripher vaskuläre Komplikation des Diabetes mellitus, die aus der gefäßschädigenden Wirkung zu hoher Blutzuckerwerte entsteht, lässt sich bei 342.000 Diabetikern beobachten. Der diabetische Fuß stellt eine diabetische Komplikation dar, die sich aus einer Kombination von mikrovaskulären Gefäßschädigungen und einer Schädigung des Nervengewebes entwickelt. Im Status quo sind 801.000 Diabetiker von dieser Folgeerkrankung des Diabetes mellitus betroffen.

Darüber hinaus enthält Tabelle 70 Angaben zur Häufigkeit von diabetischen Komplikationen für die zwei Varianten des DAK-Versorgungskonzepts, die sich langfristig ergeben, wenn das Versorgungskonzept im Jahr 2015 bundesweit umgesetzt wird und danach kontinuierlich fortgeführt wird. Die Effekte des Interventions-Moduls auf die Häufigkeit von diabetischen Komplikationen werden für beide Varianten einer optimierten Versorgung als Differenz zum Status quo in absoluten Größen sowie als prozentuale Änderung ausgewiesen.

Unter dem DAK-Versorgungskonzept in Variante A mit Coaching-Maßnahmen zur Lebensstilmodifikation verringert sich der Eintritt eines diabetischen Kommas um etwa 1.500 (minus 3,5 %). Bei diabetischen Nephropathien ist ein Rückgang der erkrankten Personen um 26.000 (minus 3,7 %) zu verzeichnen. Diabetische Augenkomplikationen gehen in Variante A des Versorgungskonzepts um 15.000 (minus 3,0 %) zurück, von neurologischen Komplikationen des Diabetes mellitus sind im Vergleich zum Status quo 41.000 (minus 3,4 %) Menschen weniger betroffen.

Die Anzahl peripher vaskulärer Komplikationen bei Diabetes mellitus verringert sich um 10.000 (minus 2,9 %) und von diabetischer Arthropathie sind unter der optimierten Versorgung in Variante A des Versorgungskonzepts 8.000 (3,4 %) Menschen weniger betroffen. Die Anzahl der Menschen, die an einem diabetischen Fußsyndrom leiden, verringert sich um 29.000 (minus 3,6 %).

Bei der Interpretation dieser Zahlen ist zu berücksichtigen, dass in Variante A des Versorgungskonzepts die Bevölkerungsgröße aufgrund des interventionsinduzierten Bevölkerungszuwachses um etwa 55.000 Menschen höher ausfällt als im Status quo.

Unter dem DAK-Versorgungskonzept in Variante B fällt der Effekt der Interventionsmaßnahmen auf die Häufigkeit von diabetischen Folgeerkrankungen entsprechend der höheren Inanspruchnahmequote größer aus. Die Effekte der Interventionsmaßnahmen auf die Häufigkeit von Begleiterkrankungen fallen hierbei weitgehend proportional zur höheren Inanspruchnahmequote aus.

Die Effekte des Interventions-Moduls auf die Häufigkeit von diabetischen Komplikationen fallen geringer aus als die Effekte auf die Diabetesprävalenz und die Häufigkeit von Begleiterkrankungen. Diabetische Komplikationen treten per Definition nur im Zusammenhang mit einer bestehenden Erkrankung an Diabetes mellitus auf. Gehäuft treten diese sogenannten Spätkomplikationen jedoch bei eher schwereren Krankheitsverläufen auf. Das Auftreten einer diabetischen Komplikation ist ein Zeichen, dass sich die Blutzuckerwerte schon seit längerer Zeit in einem aus medizinischer Sicht ungünstigen Bereich befanden. Ein besonders hohes Risiko für eine diabetische Komplikation lässt sich bei Diabetikern mit Insulinbehandlung beobachten (vgl. Abschnitt 3.4). Die Verordnung von Insulin und ggfs. zusätzlich weiterer oraler Antidiabetika stellt die maximal mögliche Eskalationsstufe in der Behandlung des Diabetes mellitus dar. Gemäß Leitlinie ist eine Behandlung mit Insulin indiziert, wenn die Blutzuckerwerte mit Mitteln der Basistherapie (Ernährung, Bewegung) und mit oralen Antidiabetika nicht in einen akzeptablen Bereich gebracht bzw. nicht mehr kontrolliert werden können.

Die Effekte des Interventions-Moduls auf die Häufigkeit von diabetischen Komplikationen sind daher die Folge der Interventionseffekte auf die Prävalenz von Diabeteserkrankungen mit schweren Krankheitsverläufen. Diese wiederum basieren auf den langfristigen Effekten der Interventionsmaßnahmen, das heißt auf dem Umfang von nachhaltigen Lebensstiländerungen aufgrund der erfolgreichen Teilnahme an Coaching-Maßnahmen zur Lebensstilmodifikation. Da eine nachhaltige, also dauerhafte Lebensstilumstellung nur einer Teilgruppe der Maßnahmenteilnehmer gelingt, fällt der Effekt des Interventions-Moduls auf die Prävalenz von Diabetes mellitus mit Insulinverordnung geringer aus als der Effekt auf die Prävalenz von Diabetes mellitus ohne medikamentöse Behandlung mit Antidiabetika bzw. mit Behandlung durch orale Antidiabetika. Dementsprechend ist auch bei der Häufigkeit von diabetischen Komplikationen im Vergleich zu Begleiterkrankungen ein etwas schwächerer Effekt aus der Umsetzung des DAK-Versorgungskonzepts zu beobachten.

Tabelle 70: Häufigkeit von diabetischen Komplikationen des Diabetes mellitus Typ 2 (in Tausend Einwohner) unter der gegenwärtigen (Status quo) und unter einer optimierten Versorgung der Bevölkerung im Alter von 40 bis 89 Jahren

Diabetische Komplikation	SQ	Variante A LS			Variante B LS & MET		
	N	N	Differenz zu SQ		N	Differenz zu SQ	
Diabetisches Koma	43	42	-1,5	-3,5 %	41	-2,3	-5,4 %
Diabetische Nephropathie	690	665	-26	-3,7 %	642	-48	-7,0 %
Diabetische Augenkomplication	502	487	-15	-3,0 %	471	-31	-6,2 %
Neurologische Komplikation bei Diabetes mellitus	1.184	1.143	-41	-3,4 %	1.106	-78	-6,6 %
Peripher vaskuläre Komplikation bei DM	342	332	-10	-2,9 %	319	-23	-6,7 %
Diabetische Arthropathie	221	213	-8	-3,4 %	205	-16	-7,3 %
Diabetischer Fuß	801	772	-29	-3,6 %	747	-55	-6,8 %

Quelle: Berechnungen IGES auf Basis Daten der DAK-Gesundheit.

Anmerkung: Standardisiert nach Alter und Geschlecht auf die Bevölkerung Deutschlands im Jahr 2015.

Erläuterung: N: Anzahl Einwohner in Tausend; SQ: Ergebnisse unter der gegenwärtigen Versorgung (Status quo); Differenz zu SQ: Absolute und relative Veränderung unter einer optimierten Versorgung im Vergleich zur gegenwärtigen Versorgung.

Wie in Abschnitt 6.3 bereits ausführlich dargestellt, verändert sich durch die Maßnahmenteilnahme unter beiden Versorgungsszenarien auch die Populationsgröße. In Tabelle 71 ist die Häufigkeit und Prävalenz von diabetischen Komplikationen des interventionsinduzierten Bevölkerungszuwachses für beide Varianten des Versorgungskonzepts dargestellt.

Die Prävalenz von Folgeerkrankungen des Diabetes mellitus innerhalb des interventionsinduzierten Bevölkerungszuwachses ist geprägt von einer im Vergleich mit den übrigen Diabetikern eher geringen Betroffenheit von diabetischen Komplikationen, im Vergleich zu Personen mit identischer Verteilung der Glukosestoffwechsellagen jedoch von einer vergleichsweise hohen Prävalenz dieser Erkrankungen.

Aus Abschnitt 6.4 ist ersichtlich, dass Personen des interventionsinduzierten Bevölkerungszuwachses tendenziell eher Diabeteserkrankungen mit einem

weniger schweren Verlauf aufweisen. Es handelt sich hier um Menschen, die im Status quo ohne die Maßnahmen des Interventions-Moduls gestorben wären. In der überwiegenden Anzahl der Fälle ist es diesen Teilnehmern von Coaching-Maßnahmen des Interventions-Moduls gelungen, ihren Lebensstil nicht nur vorübergehend, sondern nachhaltig zu ändern. Daher gelingt es dieser Teilgruppe vermehrt, schwere Verläufe einer Diabeteserkrankung mit Verordnung von Insulin zu vermeiden, was mit einem geringeren Risiko für Begleit- und Folgeerkrankungen sowie einer geringeren Sterblichkeit verbunden ist. Bei diabetischen Komplikationen fällt der Zusammenhang zu schweren Verläufen einer Diabeteserkrankung besonders stark aus. Daher weisen Mitglieder des interventionsinduzierten Bevölkerungszuwachses im Vergleich mit den übrigen Diabetikern ein vergleichsweise geringes Niveau an Folgeerkrankungen auf.

Andererseits weisen Personen des interventionsinduzierten Bevölkerungszuwachses ein hohes Durchschnittsalter auf. Etwa 50 % befinden sich in einem Alter von 80 bis 89 Jahren, ein weiteres Drittel weist ein Alter von 70 bis 79 Jahren auf. Unter Berücksichtigung der Verteilung der Glukosestoffwechsellage wiederum fällt die Prävalenz von Folgeerkrankungen daher altersbedingt vergleichsweise hoch aus.

Tabelle 71: Häufigkeit und Prävalenz von diabetischen Komplikationen des Diabetes mellitus Typ 2 innerhalb des interventionsinduzierten Bevölkerungszuwachses unter einer optimierten Versorgung der Bevölkerung im Alter von 40 bis 89 Jahren

Diabetische Komplikation	Variante A LS		Variante B LS & MET	
	Anzahl	Prävalenz	Anzahl	Prävalenz
Diabetisches Koma	14	0,0 %	165	0,2 %
Diabetische Nephropathie	1.265	2,3 %	3.556	3,4 %
Diabetische Augenkomplikation	861	1,6 %	1.904	1,8 %
Neurologische Komplikation bei Diabetes mellitus	1.853	3,4 %	5.404	5,2 %
Peripher vaskuläre Komplikation bei DM	862	1,6 %	1.469	1,4 %
Diabetische Arthropathie	463	0,8 %	1.070	1,0 %
Diabetischer Fuß	1.422	2,6 %	3.363	3,2 %
Populationsgröße	55.084		103.790	

Quelle: Berechnungen IGES auf Basis Daten der DAK-Gesundheit.

Anmerkung: Standardisiert nach Alter und Geschlecht auf die Bevölkerung Deutschlands im Jahr 2015.

Die Unterschiede in der Prävalenz von Begleiterkrankungen zwischen den Varianten A und B des DAK-Versorgungskonzepts reflektieren weitgehend die Unterschiede in der Verteilung der Glukosestoffwechsellage sowie die unterschiedliche Altersverteilung. Diese ergeben sich aufgrund der höheren Inanspruchnahmequote in Variante B unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Effekte der im Modul „Intervention“ enthaltenen Maßnahmen.

In Abbildung 16 sind die Ergebnisse der Verlaufsanalyse der Effekte des DAK-Versorgungskonzepts in Variante A auf die Häufigkeit von diabetischen Komplikationen dargestellt. Abgebildet ist die Entwicklung der Differenz der Häufigkeit von Folgeerkrankungen zwischen dem Status quo und dem Versorgungskonzept in Variante A mit Coaching-Maßnahmen zur Lebensstilmodifikation. Bei der Darstellung der zeitlichen Entwicklung dieser Effekte wird die Erkrankungshäufigkeit des interventionsinduzierten Bevölkerungszuwachses mitberücksichtigt.

Der Darstellung ist zu entnehmen, dass die zeitliche Entwicklung der Effekte des Interventionsprogramms auf die Häufigkeit der einzelnen Folgeerkrankungen einen relativ ähnlichen Verlauf nimmt. Im Vergleich mit der Entwicklung der Effekte des Interventionsprogramms auf Begleiterkrankungen ist ersichtlich, dass die Entwicklung der Effekte auf diabetische Komplikationen eher langsamer erfolgt. Dies bedeutet, dass es nach der Umsetzung des DAK-Versorgungskonzepts mehr Zeit in Anspruch nimmt, bis eine Verringerung der Prävalenz von Folgeerkrankungen sichtbar wird. Dies hängt damit zusammen, dass diabetische Komplikationen die Spätfolgen einer häufig seit längerem bestehenden und/oder schwerer verlaufenden Diabeteserkrankung darstellen. Daher fallen die Effekte auf die Erkrankungshäufigkeit im Zeitraum unmittelbar nach der Umsetzung des DAK-Versorgungskonzepts in Variante A mit Coaching-Maßnahmen zur Lebensstilmodifikation eher gering aus.

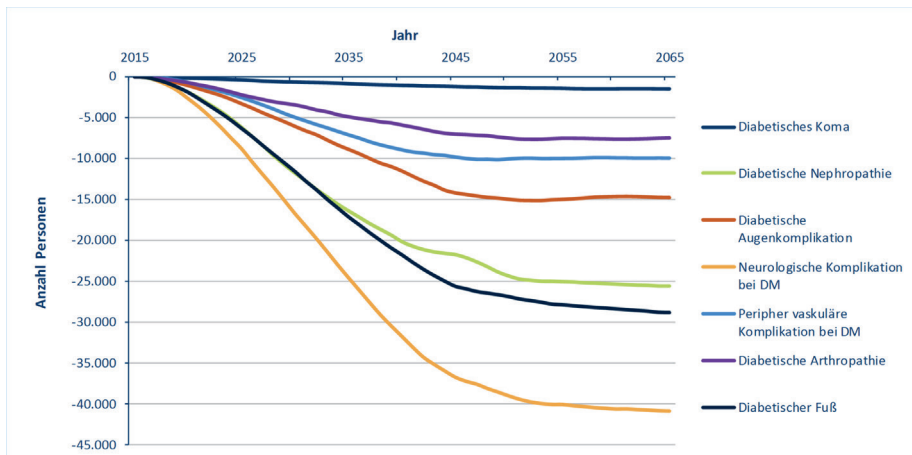
Im Verlauf der Zeit werden jedoch die Effekte der Interventionsmaßnahmen sukzessive sichtbar. Nach einer Programmlaufzeit von etwa 10 Jahren haben sich bereits etwa ein Viertel der Effekte realisiert. Nach Ablauf von weiteren 10 Jahren im Jahr 2035 lassen sich – in Abhängigkeit von der jeweiligen Erkrankung – bereits zwischen zwei Drittel der langfristig zu erwartenden Effekte des Interventionsprogramms beobachten.

Im Gegensatz zur Entwicklung der Effekte auf Begleiterkrankungen des Diabetes mellitus ist die Geschwindigkeit, mit der sich diese Effekte im Zeitverlauf entwickeln, zwischen den einzelnen Komplikationen relativ homogen. Kleinere Unterschiede bei der Geschwindigkeit und insbesondere bei der Entwicklung ab etwa dem Jahr 2045 resultieren aus Effekten des interventionsinduzierten Bevölkerungszuwachses. Hierbei tragen insbesondere Alterseffekte zu den unterschiedlichen Effektverläufen bei. So wird bei diabetischen Augenkomplikationen der Effekt aus der Teilnahme an Maßnahmen des Interventions-Moduls nahezu vollständig durch die altersbedingt erhöhte Prävalenz dieser Erkrankungen des interventionsinduzierten Bevölkerungszuwachses kompensiert.

Die Entwicklung der Effekte erfolgt deshalb für alle Folgeerkrankungen so homogen, weil bei der Verringerung der Prävalenz von diabetischen Kompl-

kationen in besonderem Maße die langfristigen Effekte der Coaching-Maßnahmen zur Lebensstilintervention zum Tragen kommen. Der Ertrag von Anstrengungen, die die Teilnehmer von Coaching-Maßnahmen unternehmen, um ihren Lebensstil dauerhaft umzustellen, stellt sich erst viele Jahre nach der Maßnahmenteilnahme ein. Kurzfristige Effekte des Interventions-Moduls spielen hingegen bei diabetischen Komplikationen kaum eine Rolle. Zu den Langzeiteffekten, die sich in einer Vermeidung schwerer Verläufe einer Diabeteserkrankung äußern, trägt sowohl die Vermeidung einer Diabeteserkrankung als auch die zeitliche Verzögerung des Eintritts einer Diabeteserkrankung bei.

Abbildung 16: Entwicklung der Differenz der Häufigkeit von diabetischen Komplikationen zwischen dem Status quo und einer optimierten Versorgung der Bevölkerung im Alter von 40 bis 89 Jahren unter dem DAK-Versorgungskonzept in Variante A mit Coaching-Maßnahmen zur Lebensstilmodifikation



Quelle: IGES.

6.7 Effekte auf die Anzahl der Sterbefälle

In Tabelle 72 ist die Anzahl der Sterbefälle der Bevölkerung im Alter von 40 bis 89 Jahren unter der gegenwärtigen Versorgung (Status quo) dargestellt. Diese basiert auf der Sterblichkeit der Bevölkerung Deutschlands im Jahr 2015, die der Sterbetafel des Statistischen Bundesamtes entnommen ist.

Im Status quo treten insgesamt etwa 768.000 Sterbefälle in der Bevölkerung im Alter von 40 bis 89 Jahren auf, davon 412.000 Männer und 356.000 Frauen. Knapp 90 % der Todesfälle treten im Alter von über 60 Jahren auf, allerdings weisen auch 77.000 Menschen ein Sterbealter von unter 60 Jahren auf.

In Variante A des DAK-Versorgungskonzepts verringert sich die Anzahl der Todesfälle um insgesamt etwa 3.300 (minus 0,4 %). Dies bedeutet, dass unter der optimierten Versorgung aufgrund der Teilnahme an Maßnahmen des

Interventions-Moduls langfristig jedes Jahr 3.300 Menschen weniger sterben als dies gegenwärtig der Fall ist.

Entsprechend der insgesamt etwas höheren Sterblichkeit der Männer in Verbindung mit einer im Vergleich zu Frauen etwas höheren Prävalenz einer prädiabetischen Stoffwechsellage mit einem stark erhöhten Risiko für eine Diabeteserkrankung fallen die Effekte des DAK-Versorgungskonzepts in Variante A auf die Sterblichkeit der Männer etwas höher aus als auf die Sterblichkeit der Frauen. Durch die risikobedingt höhere Inanspruchnahmequote von Coaching-Maßnahmen zur Lebensstilmodifikation gelingt es mehr Männern als Frauen, ihren Lebensstil dauerhaft zu umzustellen. Die damit einhergehende Verbesserung der Glukosestoffwechsellage und die Verringerung des Körpergewichts verringern nicht nur das Risiko einer Diabeteserkrankung, sondern tragen auch zu einer geringeren Wahrscheinlichkeit für Begleit- und Folgeerkrankungen bei, die wiederum mit einem Rückgang der Sterblichkeit verbunden sind. Die Anzahl der Todesfälle von Männern geht in Variante A des Versorgungskonzepts um etwa 1.800 zurück, bei Frauen beträgt der Rückgang etwa 1.500 Sterbefälle.

Aus den Angaben ist ersichtlich, dass die Effekte des Interventionsprogramms in Variante A auf die Anzahl der Sterbefälle im Alter von 80 bis 89 Jahren vergleichsweise gering ausfallen. Die Anzahl der Todesfälle verringert sich in dieser Altersklasse um lediglich 330 Fälle. Hierbei ist jedoch zu beachten, dass in Variante A des Versorgungskonzepts die Bevölkerungsgröße um etwa 55.000 Menschen höher ausfällt als im Status quo. Hierbei handelt es sich um einen durch die Teilnahme an den Interventionsmaßnahmen induzierten Bevölkerungszuwachs, der aus einer im Vergleich geringeren Sterblichkeit der Maßnahmenteilnehmer resultiert. Wie in Abschnitt 6.3 gezeigt werden konnte, weist diese Teilgruppe eine deutlich ältere Altersverteilung auf als die übrige Bevölkerung. Über 50 % befinden sich im Alter von 80 bis 89 Jahren und ein weiteres Drittel weist ein Alter von 70 bis 79 Jahren auf. Bei der in Tabelle 72 ausgewiesenen Anzahl der Sterbefälle sind auch Sterbefälle des interventionsinduzierten Bevölkerungszuwachses enthalten. Diese treten, aufgrund der Altersstruktur dieser Teilgruppe, gehäuft in den oberen Altersklassen auf. Der Effekt des interventionsinduzierten Bevölkerungszuwachses läuft dem Effekt der Maßnahmen des Interventions-Moduls entgegen. Im Alter zwischen 80 und 89 Jahren wird der Effekt der optimierten Versorgung durch den Effekt des Bevölkerungszuwachses nahezu vollständig kompensiert, aber auch im Alter von 70 bis 79 Jahren sind diese gegenläufigen Effekte sichtbar.

In Variante B des DAK-Versorgungskonzepts, fällt der Effekt des Interventions-Moduls auf die Sterblichkeit entsprechend der höheren Inanspruchnahme noch etwas stärker, allerdings unterproportional stärker aus. Ursache hierfür ist die etwas geringere Effektivität einer Metformingabe. Eine Behandlung mit Metformin ist zwar geeignet, die Glukosestoffwechsellage zu verbessern, trägt jedoch – im Gegensatz zu einer intensiven Lebensstilumstellung – nicht zu einer Verringerung des Körpergewichts bei. Da das relative Körpergewicht Einfluss auf die Diabetesinzidenz sowie die Inzidenz einiger kardiovaskulärer Begleiterkrankungen (bspw. ischämische Herzerkrankung, zerebrovaskuläre Erkrankungen, siehe auch Abschnitt 5.4.5) ausübt, fallen die Effekte einer

Metforminbehandlung auf die Prävalenz dieser Erkrankungen etwas geringer aus. Aufgrund des Zusammenhangs zwischen kardiovaskulären Erkrankungen und der Sterblichkeit ist in Variante B des DAK-Versorgungskonzepts unter Berücksichtigung der Inanspruchnahmequote ein leicht unterproportionaler Effekt auf die Sterblichkeit zu beobachten.

Tabelle 72: Anzahl der Sterbefälle unter der gegenwärtigen (Status quo) und unter einer optimierten Versorgung der Bevölkerung im Alter von 40 bis 89 Jahren

Bevölkerungsgruppe	SQ	Variante A LS		Variante B LS & MET			
	N	N	Differenz zu SQ		N	Differenz zu SQ	
Männer	412.173	410.386	-1.787	-0,4 %	409.326	-2.846	-0,7 %
Frauen	355.690	354.182	-1.508	-0,4 %	353.009	-2.681	-0,8 %
40–49 Jahre	17.952	17.889	-63	-0,4 %	17.901	-51	-0,3 %
50–59 Jahre	59.505	59.167	-338	-0,6 %	58.754	-751	-1,3 %
60–69 Jahre	101.746	101.109	-638	-0,6 %	100.306	-1.441	-1,4 %
70–79 Jahre	233.545	231.616	-1.929	-0,8 %	230.380	-3.165	-1,4 %
80–89 Jahre	355.114	354.786	-327	-0,1 %	354.994	-120	0,0 %
Gesamt	767.862	764.567	-3.295	-0,4 %	762.335	-5.527	-0,7 %

Quelle: Berechnungen IGES auf Basis Daten der DAK-Gesundheit.

Anmerkung: Standardisiert nach Alter und Geschlecht auf die Bevölkerung Deutschlands im Jahr 2015.

Erläuterung: N: Anzahl Sterbefälle; SQ: Ergebnisse unter der gegenwärtigen Versorgung (Status quo); Differenz zu SQ: Absolute und relative Veränderung unter einer optimierten Versorgung im Vergleich zur gegenwärtigen Versorgung.

Wie in Abschnitt 6.3 bereits ausführlich dargestellt, verändert sich durch die Maßnahmenteilnahme unter beiden Versorgungsszenarien auch die Populationsgröße. In Tabelle 73 ist die Anzahl der Sterbefälle, ihre Verteilung nach Alter und Geschlecht sowie die Mortalitätsrate des interventionsinduzierten Bevölkerungszuwachses für beide Varianten des Versorgungskonzepts dargestellt.

Den Angaben ist zu entnehmen, dass Sterbefälle dieser Teilgruppe überwiegend im Alter zwischen 80 und 89 Jahren auftreten. Dies reflektiert das im Vergleich mit der übrigen Bevölkerung höhere Lebensalter. Im Vergleich zur übrigen Bevölkerung weisen Menschen, die aufgrund der Interventionsteilnahme nicht verstorben sind, in beiden Versorgungsszenarien zwar eine deutlich höhere Sterblichkeit auf, bedingt auf das Lebensalter fällt hingegen die Sterbewahrscheinlichkeit geringer aus als die Mortalität von Diabetikern.

In Variante B des DAK-Versorgungskonzepts fällt die Mortalität des interventionsinduzierten Bevölkerungszuwachses etwas höher aus als in Variante A.

Dies ist auf die im Vergleich zu Coaching-Maßnahmen zur Lebensstilmodifikation etwas geringere Effektivität von einer Metformingabe zurückzuführen, wie sie sich bereits in weiteren Ergebnisgrößen der Effektanalyse (Begleit- und Folgeerkrankungen, Diabetesprävalenz) gezeigt hat. Durch die im Vergleich zu Variante A etwas höhere Prävalenz von Begleit- und Folgeerkrankungen sowie der etwas schlechteren Glukosestoffwechsellage liegt die Sterbewahrscheinlichkeit von Personen des Bevölkerungszuwachses etwas über der Mortalität in Variante A.

Bei Personen des interventionsinduzierten Bevölkerungszuwachses handelt es sich weit überwiegend um Menschen, denen es aufgrund von Coaching-Maßnahmen zur Lebensstilmodifikation oder durch eine Metformingabe gelungen ist, eine dauerhafte Verbesserung der Glukosestoffwechsellage und ggfs. auch eine Verringerung des Körpergewichts zu erreichen. Grundlage dieser Verbesserung des Gesundheitszustandes ist entweder eine nachhaltige Umstellung des Lebensstils (Variante A und B) oder eine kontinuierliche Therapieadhärenz (Variante B). Bei den Auswirkungen des Versorgungskonzepts auf die Sterblichkeit kommen eher die langfristigen Effekte der Interventionen zum Tragen und diese fallen in späteren Altersjahren umso stärker aus, je frühzeitiger eine solche Intervention stattfindet. Im Status quo wären diese Menschen frühzeitig bzw. zu einem früheren Zeitpunkt verstorben. In Tabelle 73 ist zu sehen, dass zwar nicht alle Personen dieser Teilgruppe ein Alter von über 89 Jahren erreichen, das Sterbealter jedoch deutlich höher ausfällt als unter dem Status quo.

Tabelle 73: Sterbefälle innerhalb des interventionsinduzierten Bevölkerungszuwachses unter einer optimierten Versorgung der Bevölkerung im Alter von 40 bis 89 Jahren

Bevölkerungsgruppe	Variante A LS		Variante B LS & MET	
	Anzahl	Mortalität	Anzahl	Mortalität
Männer	1.833	5,4 %	3.783	6,1 %
Frauen	1.088	5,1 %	2.261	5,4 %
40–49 Jahre	0	0,0 %	0	0,0 %
50–59 Jahre	0	0,0 %	35	0,9 %
60–69 Jahre	93	1,4 %	188	1,4 %
70–79 Jahre	472	2,6 %	1.098	2,9 %
80–89 Jahre	2.357	8,4 %	4.724	9,6 %
Gesamt	2.921	5,3 %	6.044	5,8 %

Quelle: Berechnungen IGES auf Basis Daten der DAK-Gesundheit.

Anmerkung: Standardisiert nach Alter und Geschlecht auf die Bevölkerung Deutschlands im Jahr 2015.

Die in Tabelle 72 dargestellten relativen Unterschiede in der Anzahl der Sterbefälle zwischen dem Status quo und den zwei Varianten einer optimierten Versorgung der Bevölkerung im Alter von 40 bis 89 Jahren fallen – trotz einer beachtlichen Verringerung der absoluten Fallzahlen – relativ gering aus. Der Grund hierfür ist, dass die Bezugsgröße der relativen Veränderungen auch die Sterbefälle der normoglykämischen Bevölkerung umfasst.

Hinzu kommt, dass in den Angaben zur Häufigkeit von Sterbefällen unter den beiden Varianten des DAK-Versorgungskonzept auch Sterbefälle des interventionsinduzierten Bevölkerungszuwachses enthalten sind. Die relative Veränderung der Anzahl der Sterbefälle in den Varianten A und B des DAK-Versorgungskonzepts basiert auf einer zum Status quo abweichenden Populationsgröße. Dies wird besonders deutlich sichtbar bei Personen im Alter zwischen 80 und 89 Jahren, bei denen der Effekt der Maßnahmen des Interventions-Moduls nahezu vollständig durch den gegenläufigen Effekt des interventionsinduzierten Bevölkerungszuwachses kompensiert wird. Daher lässt sich aus diesen Angaben der Effekt der optimierten Versorgung nur eingeschränkt einschätzen.

In einem Szenario mit einer sogenannten Null-Exposition wird bestimmt, in welchem Umfang Sterbefälle hypothetisch auftreten würden, wenn niemand an Diabetes mellitus erkrankt wäre. Die Differenz zwischen der Sterbehäufigkeit im Status quo und der Sterbehäufigkeit im Null-Szenario ergibt die Anzahl der mit Diabetes mellitus assoziierten Sterbefälle. Da die Modellparameter und insbesondere die Schätzer für die Sterbewahrscheinlichkeit durchgängig alters-, geschlechts- und morbiditätsadjustiert sind, lässt sich die Differenz zwischen den Sterbefällen im Status quo und den Sterbefällen im Null-Szenario auch als diabetesbedingte Sterbefälle interpretieren. Als Bezugsgröße gibt die Häufigkeit von diabetesbedingten Sterbefällen an, in welchem Umfang sich Sterbefälle potenziell vermeiden ließen, wenn es gelänge, das Auftreten von Diabetes mellitus vollständig zu verhindern.

In Tabelle 74 sind die Sterbefälle im Status quo (SQ), dem Szenario mit Null-Exposition (NE) sowie die Differenz der Sterbefälle dieser beiden Szenarien als diabetesbedingte Sterbefälle dargestellt. Die attributable Fraktion (AF) drückt den Anteil der im Status quo zu beobachtenden Sterbefälle aus, die durch eine bestehende Diabeteserkrankung bedingt werden. Für beide Varianten des DAK-Versorgungskonzepts ist dargestellt, wie viele Sterbefälle durch die optimierte Versorgung vermieden werden. Bei der Bestimmung der Differenz der Sterbefälle zwischen dem Status quo und einer optimierten Versorgung der Bevölkerung werden die Sterbefälle von denjenigen Personen berücksichtigt, die in beiden Versorgungsszenarien enthalten sind. Dies bedeutet, dass die Sterbefälle von Personen des interventionsinduzierten Bevölkerungszuwachses unberücksichtigt bleiben und die Effekte des DAK-Versorgungskonzepts auf die Sterbefälle in einer Analyse *ceteris paribus* bei gleicher Populationsgröße analysiert werden.

Den Angaben ist zu entnehmen, dass sich im Status quo jedes Jahr etwa 100.000 Todesfälle mittelbar auf eine Erkrankung an Diabetes mellitus zurückführen lassen. Dies bedeutet, dass 13,1 % aller Todesfälle durch Diabetes bedingt werden. Bei Männern fällt der Anteil diabetesbedingter Todesfälle

mit 14,5 % etwas höher aus als bei Frauen (11,4 %). Dies hängt zum einen mit einer etwas höheren Diabetesprävalenz von Männern zusammen, zum anderen mit unterschiedlich starken Einflüssen einer manifesten Diabeteserkrankung auf die Sterblichkeit.

In den jüngeren Altersklassen fällt der Anteil der diabetesbedingten Todesfälle tendenziell geringer aus als in höheren Altersjahren. Lediglich im Alter zwischen 80 und 89 Jahren geht der Anteil von mittelbar auf Diabetes zurückzuführenden Todesfällen wieder zurück. In dieser Altersklasse fällt der Anteil von diabetesbedingten Sterbefällen von allen Altersklassen am niedrigsten aus. Der mit dem Alter zunehmende Anteil diabetesbedingter Sterbefälle resultiert aus den gegenläufigen Effekten der einerseits mit dem Alter ansteigenden Diabetesprävalenz sowie der damit verbundenen, diabetesbedingten Sterbewahrscheinlichkeit und der andererseits mit steigendem Lebensalter zunehmenden allgemeinen Morbidität und Sterblichkeit. Bis zu einem Alter von 80 Jahren steigt die Diabetesprävalenz und die diabetesbedingte Sterbewahrscheinlichkeit schneller als die allgemeine Morbidität und die damit verbundene allgemeine Sterblichkeit. Daher nimmt der Anteil diabetesbedingter Sterbefälle in diesem Altersbereich kontinuierlich zu. Ab einem Alter von 80 Jahren geht der Anteil diabetesbedingter Sterbefälle stark zurück, da ab diesem Alter die Morbidität allgemein stark ansteigt und altersbedingt eine hohe allgemeine Sterblichkeit zu beobachten ist. Beispielhaft seien hier nur die stark altersabhängige Inzidenz von Tumorerkrankungen und kardiovaskulären Erkrankungen genannt, die ab einem Alter von 80 Jahren gehäuft auftreten und als Todesursache in Betracht kommen.

Bemerkenswert ist der mit 11,2 % bzw. 12,0 % hohe Anteil von diabetesbedingten Todesfällen im Alter von 40 bis 49 Jahren bzw. in der Altersklasse 50 bis 59 Jahre. Im Status quo lassen sich in diesen Altersklassen etwa 9.200 Todesfälle mittelbar auf eine Erkrankung an Diabetes mellitus zurückführen. Dies entspricht fast 10 % aller diabetesbedingten Todesfälle. Unter der Berücksichtigung, dass Diabetes mellitus noch bis vor einigen Jahren als eine sogenannte Alterserkrankung galt und Erkrankungen unterhalb eines Alters von 60 Jahren eher selten auftraten, fällt die Anzahl an diabetesbedingten Todesfällen von Personen im Alter von unter 60 Jahren außergewöhnlich hoch aus.

Unter dem DAK-Versorgungskonzept in Variante A verringern sich diabetesbedingte Todesfälle um 6,2 %. Damit treten unter der optimierten Versorgung 6.200 Todesfälle weniger auf als im Status quo. Der Effekt der Coaching-Maßnahmen des Interventions-Moduls auf die Anzahl der Sterbefälle fällt in den höheren Altersklassen stärker aus als in den jüngeren Altersklassen. Während im Alter von 80 bis 89 Jahren 7,0 % weniger diabetesbedingte Todesfälle auftreten, beträgt die Effektgröße in der Altersklasse 40 bis 49 Jahre lediglich 3,2 %.

Dies hängt vorrangig mit der Transmission der Interventionseffekte auf die Sterblichkeit zusammen. Personen mit Prädiabetes und einem stark erhöhten Risiko für eine Diabeteserkrankung, die an Coaching-Maßnahmen zur Lebensstilmodifikation teilnehmen, können durch eine Lebensstilumstellung ihre Glukosestoffwechsellage verbessern und ihr Körpergewicht verringern.

Die Verbesserung der Glukosestoffwechsellage und die Verringerung des Körpergewichts sind mit einer Verringerung des Risikos für eine Diabeteserkrankung und die Entwicklung von diabetes-assoziierten Begleit- und Folgeerkrankungen verbunden. Hieraus ist ersichtlich, dass insbesondere nachhaltige Lebensstilveränderungen, die zu einer im Vergleich mit Nicht-Teilnehmern dauerhaft verbesserten Glukosestoffwechsellage führen, mit einer dauerhaft geringeren Inzidenz für Begleit- und Folgeerkrankungen verbunden sind. Diese Teilnehmer entwickeln im weiteren Lebensverlauf weniger Begleit- und Folgeerkrankungen. Zudem wird die Entwicklung einer Diabeteserkrankung entweder vermieden oder zumindest der Eintritt zeitlich verzögert. Durch die zeitliche Verzögerung des Eintritts einer Diabeteserkrankung werden gehäuft schwere Krankheitsverläufe vermieden, die mit einer besonders hohen Sterbewahrscheinlichkeit verbunden sind. Diabetes mellitus sowie die mit Diabetes assoziierten Begleit- und Folgeerkrankungen üben wiederum Einfluss auf die Sterbewahrscheinlichkeit aus, und gerade im höheren Lebensalter, wenn die Sterbewahrscheinlichkeit altersbedingt ansteigt, bestehen zwischen erfolgreichen Teilnehmern von Coaching-Maßnahmen und Nicht-Teilnehmern bedeutende Unterschiede in der Sterblichkeit, die aus den Morbiditätsunterschieden resultieren.

Dies bedeutet, dass die Effekte der Maßnahmen des Interventions-Moduls auf die Sterblichkeit dann besonders stark ausgeprägt sind, wenn ein Handlungsbedarf möglichst frühzeitig und in jüngeren Lebensjahren erkannt wird, möglichst zeitnah eine Intervention durchgeführt wird und eine Lebensstilumstellung möglichst nachhaltig erfolgt. Durch Maßnahmen des Moduls „Monitoring“ erfolgt eine engmaschige Kontrolle von Personen einer Risikogruppe mit einem mäßig erhöhten Risiko für eine Diabeteserkrankung. Dadurch ist gewährleistet, dass eine Verschlechterung der Glukosestoffwechsellage zeitnah erkannt wird, so dass entsprechende Maßnahmen des Interventions-Moduls eingeleitet werden können. Der langfristige Effekt dieser Interventionen zeigt sich erst viele Jahre nach einer nachhaltigen Lebensstilumstellung und reflektiert sich unter anderem auch in einer geringeren Sterbewahrscheinlichkeit in den höheren Altersjahren.

Es soll an dieser Stelle betont werden, dass Diabetes mellitus – von wenigen Ausnahmen abgesehen (bspw. diabetisches Koma) – nicht die unmittelbare Todesursache dieser diabetesbedingten Sterbefälle darstellt. Die Todesursache dieser Sterbefälle sind häufig kardiovaskuläre Erkrankungen, Nierenerkrankungen und andere Todesursachen, die im Zusammenhang mit einer Diabeteserkrankung auftreten. Diese diabetes-assoziierten Begleiterkrankungen werden auch nicht allein durch eine Diabeteserkrankung verursacht, sondern durch Risikofaktoren, zu denen unter anderem auch ein gestörter Glukosestoffwechsel (Prädiabetes und Diabetes mellitus) gehört, die wiederum durch gemeinsame, latente Einflussfaktoren hervorgerufen werden, die sich gegenseitig bedingen und wechselseitig beeinflussen und daher einen strukturellen Zusammenhang aufweisen.

In Variante B des DAK-Versorgungskonzept fällt der Effekt der Teilnahme an Maßnahmen des Interventions-Moduls auf die Anzahl der diabetesbedingten Sterbefälle entsprechend der höheren Inanspruchnahmequote noch stärker als in Variante A aus. Die Anzahl der Sterbefälle reduziert sich in Variante B

Tabelle 74: Effekte einer optimierten Versorgung der Bevölkerung im Alter von 40 bis 89 Jahren auf die mit Diabetes mellitus Typ 2 assoziierte Sterblichkeit

Bevölkerungsgruppe	SQ	NE	Diabetes- bedingt	AF	Variante A LS		Variante B LS & MET	
					Veränderung Diabetesbedingter Sterbefälle		Veränderung Diabetesbedingter Sterbefälle	
Männer	412.173	352.460	59.712	14,5%	-3.620	-6,1%	-6.629	-11,1%
Frauen	355.690	314.999	40.691	11,4%	-2.596	-6,4%	-4.942	-12,1%
40–49 Jahre	17.952	15.945	2.008	11,2%	-63	-3,2%	-51	-2,5%
50–59 Jahre	59.505	52.339	7.166	12,0%	-338	-4,7%	-785	-11,0%
60–69 Jahre	101.746	87.151	14.595	14,3%	-731	-5,0%	-1.628	-11,2%
70–79 Jahre	233.545	195.033	38.512	16,5%	-2.400	-6,2%	-4.262	-11,1%
80–89 Jahre	355.114	316.990	38.123	10,7%	-2.684	-7,0%	-4.844	-12,7%
Gesamt	767.862	667.459	100.404	13,1%	-6.216	-6,2%	-11.571	-11,5%

Quelle: Berechnungen IGES auf Basis Daten der DAK-Gesundheit.

Anmerkung: Standardisiert nach Alter und Geschlecht auf die Bevölkerung Deutschlands im Jahr 2015.

Erläuterung: SQ: Ergebnisse unter der gegenwärtigen Versorgung (Status quo); LS: Lebensstiländerung; NE: Nullexposition; AF: Attributable Fraktion.

um 11.570 Fälle. Damit verringert sich die Anzahl diabetesbedingter Sterbefälle um 11,5 %.

Der Effekt des Interventionsprogramms auf die Anzahl diabetesbedingter Sterbefälle fällt insgesamt und bei den höheren Altersgruppen ab einem Alter von 70 Jahren leicht unterproportional zur Inanspruchnahmequote aus, im Alter von 40 bis 69 Jahren hingegen leicht überproportional. Ursächlich hierfür sind die kurzfristigen Effekte von Anschlussbehandlungen mit Metformin nach einer vorangegangenen Coaching-Maßnahme zur Lebensstilmodifikation, bei der sich jedoch herausgestellt hat, dass es den Teilnehmern nicht gelungen ist, ihren Lebensstil nachhaltig zu verändern. Diese kurzfristigen Effekte sind vor allem in den unteren Altersklassen sichtbar. Mit zunehmendem Lebensalter treten diese mehr und mehr in den Hintergrund, sodass insgesamt die Auswirkungen der Maßnahmen auf die Sterblichkeit größtenteils von langfristigen Effekten bestimmt werden.

In Tabelle 75 ist die Anzahl der Sterbefälle der Bevölkerung im Alter von 40 bis 89 Jahren unter der gegenwärtigen Versorgung (Status quo) nach der Todesursache dargestellt. Die Darstellung entspricht der in der Todesursachenstatistik des Statistischen Bundesamts ausgewiesenen Verteilung der Todesursachen im Jahr 2015.

Im Status quo treten insgesamt etwa 768.000 Sterbefälle in der Bevölkerung im Alter von 40 bis 89 Jahren auf. Davon entfallen 26.900 Sterbefälle auf Erkrankungen der Erkrankungsgruppe Hypertonie, 86.200 Sterbefälle haben eine ischämische Herzerkrankung als Ursache, 39.800 Sterbefällen ereignen sich ursächlich aufgrund einer zerebrovaskulären Erkrankung und 14.900 Sterbefälle lassen sich auf Krankheiten der Arterien, Arteriolen und Kapillaren zurückführen. Die übrigen 600.000 Sterbefälle haben andere Ursachen. Insgesamt sind kardiovaskuläre Erkrankungen damit für etwa 22 % aller Sterbefälle im Alter von 40 bis 89 Jahren ursächlich verantwortlich.

Darüber hinaus enthält die Tabelle Angaben über die Verteilung der Todesursachen der Sterbefälle für die zwei Varianten des DAK-Versorgungskonzepts, die sich langfristig ergeben, wenn das Versorgungskonzept ab dem Jahr 2015 kontinuierlich umgesetzt wird sowie die Differenz zwischen dem Status quo und den beiden Varianten einer optimierten Versorgung in absoluten Größen und als prozentuale Veränderung.

In Variante A des DAK-Versorgungskonzepts mit Coaching-Maßnahmen zur Lebensstilmodifikation verringert sich die Anzahl der Todesfälle um insgesamt etwa 3.300 (minus 0,4 %). Davon entfallen 163 Sterbefälle auf die Erkrankungsgruppe Hypertonie, 1.222 Sterbefälle auf ischämische Herzerkrankung und 634 Sterbefälle auf zerebrovaskuläre Erkrankungen. Darüber hinaus verringern sich Sterbefälle aufgrund einer Erkrankung der Arterien, Arteriolen oder Kapillaren um 130. Die übrigen 1.146 Sterbefälle haben andere Ursachen.

Der relative Effekt des DAK-Versorgungskonzepts auf die Sterbefälle fällt bei Sterbefällen aufgrund zerebrovaskulären Erkrankungen mit minus 1,6 % am höchsten aus. Auch bei der Todesursache ischämische Herzerkrankung ist mit minus 1,4 % ein deutlicher Rückgang zu verzeichnen. Etwas geringer

fällt der Rückgang von Sterbefällen mit Todesursache Hypertonie (minus 0,6 %) bzw. Arterienerkrankung (-0,9 %) aus. Sterbefälle mit anderen Todesursachen gehen leicht zurück (-0,2 %). Insgesamt verringern sich unter dem DAK-Versorgungskonzept in Variante A Sterbefälle mit einer kardiovaskulären Todesursache um 2.150. Dies bedeutet, dass der Rückgang der Sterbefälle zu etwa 65 % auf einen Rückgang der kardiovaskulären Mortalität entfällt.

Bei der Interpretation der Zahlen ist jedoch zu berücksichtigen, dass in Variante A des Versorgungskonzepts die Bevölkerungsgröße um etwa 55.000 Menschen höher ausfällt als im Status quo. Hierbei handelt es sich um einen durch die Teilnahme an den Interventionsmaßnahmen induzierten Bevölkerungszuwachs, der aus einer im Vergleich geringeren Sterblichkeit der Maßnahmenteilnehmer resultiert. Die in Tabelle 75 dargestellten Angaben zur Verteilung der Todesursachen enthalten für die Varianten A und B des Versorgungskonzepts auch Sterbefälle des interventionsinduzierten Bevölkerungszuwachses. Dies bedeutet, dass die Populationsbasis der Szenarien nicht identisch ist. Dies ist beispielsweise auch daran zu sehen, dass in Variante B des Versorgungskonzepts der Effekt der Maßnahmen des Interventionsmoduls auf die Anzahl der Sterbefälle mit einer Todesursache aus der Erkrankungsgruppe Hypertonie trotz einer insgesamt höheren Inanspruchnahmequote geringer ausfällt als in Variante A. Ursache hierfür sind Sterbefälle des interventionsinduzierten Bevölkerungszuwachses. In beiden Varianten setzt sich der Bevölkerungszuwachs aus eher älteren Menschen mit einer altersbedingt höheren Mortalität zusammen. Allerdings unterscheidet sich der Bevölkerungszuwachs zwischen den beiden Varianten einer optimierten Versorgung hinsichtlich Größe, Zusammensetzung, Diabetesprävalenz und (Ko-)Morbidity. Daher sind Vergleiche zwischen den beiden Versorgungsszenarien auf Basis dieser Statistik nur eingeschränkt möglich.

Wie bereits erwähnt lassen sich die Effekte des DAK-Versorgungskonzepts auf die Todesursachen nur eingeschränkt interpretieren und die beiden Varianten des Versorgungskonzepts nur bedingt vergleichen, da die Effekte überlagert werden von der Sterblichkeit des interventionsinduzierten Bevölkerungszuwachses, der in beiden modellierten Varianten einer optimierten Versorgung über eine unterschiedliche Zusammensetzung verfügt.

Daher wird – analog zur Analyse der Effekte auf die Anzahl der Sterbefälle – in einem Szenario mit einer sogenannten Null-Exposition bestimmt, in welchem Umfang Todesursachen von Sterbefällen hypothetisch auftreten würden, wenn niemand an Diabetes mellitus erkrankt wäre. Die Differenz zwischen der Häufigkeit von Todesursachen im Status quo und im Null-Szenario ergibt die mit Diabetes mellitus assoziierten Todesursachen der Sterbefälle. Diese lassen sich auch als Todesursachen der diabetesbedingten Sterbefälle interpretieren.

Tabelle 75: Todesfälle nach Todesursachen unter der gegenwärtigen (Status quo) und unter einer optimierten Versorgung der Bevölkerung im Alter von 40 bis 89 Jahren

Todesursache	SQ	Variante A LS			Variante B LS & MET		
	N	N	Differenz zu SQ		N	Differenz zu SQ	
Hypertonie	26.901	26.737	-163	-0,6 %	26.821	-80	-0,3 %
Ischämische Herz- krankheiten	86.192	84.970	-1.222	-1,4 %	84.341	-1.851	-2,1 %
Zerebrovaskuläre Erkrankungen	39.767	39.133	-634	-1,6 %	38.752	-1.015	-2,6 %
Krankheiten der Arterien, Arteriolen und Kapillaren	14.931	14.801	-130	-0,9 %	14.868	-63	-0,4 %
Andere Ursachen	600.072	598.926	-1.146	-0,2 %	597.554	-2.518	-0,4 %
Gesamt	767.862	764.567	-3.295	-0,4 %	762.335	-5.527	-0,7 %

Quelle: Berechnungen IGES auf Basis Daten der DAK-Gesundheit.

Anmerkung: Standardisiert nach Alter und Geschlecht auf die Bevölkerung Deutschlands im Jahr 2015.

Erläuterung: N: Anzahl Sterbefälle; SQ: Ergebnisse unter der gegenwärtigen Versorgung (Status quo); Differenz zu SQ: Absolute und relative Veränderung unter einer optimierten Versorgung im Vergleich zur gegenwärtigen Versorgung.

In Tabelle 76 sind die Todesursachen diabetesbedingter Sterbefälle im Status quo (SQ), dem Szenario mit Null-Exposition (NE) sowie die Differenz der Todesursachen dieser beiden Szenarien als Todesursachen diabetesbedingter Sterbefälle dargestellt. Die attributable Fraktion (AF) drückt den Anteil der im Status quo zu beobachtenden Todesursachen von Sterbefällen aus, die durch eine bestehende Diabeteserkrankung bedingt werden. Für beide Varianten des DAK-Versorgungskonzepts ist dargestellt, wie viele Sterbefälle nach der Todesursache durch die optimierte Versorgung vermieden werden. Bei der Bestimmung der Differenz der Sterbefälle zwischen dem Status quo und einer optimierten Versorgung der Bevölkerung werden die Sterbefälle nur von denjenigen Personen berücksichtigt, die in beiden Versorgungsszenarien enthalten sind. Dies bedeutet, dass die Sterbefälle von Personen des interventionsinduzierten Bevölkerungszuwachses unberücksichtigt bleiben und die Effekte des DAK-Versorgungskonzepts auf die Todesursachen der Sterbefälle in einer Analyse ceteris paribus bei gleicher Populationsgröße analysiert werden.

Von den etwa 100.000 diabetesbedingten Todesfällen entfallen im Status quo 4.550 auf die Erkrankungsgruppe Hypertonie. Dies entspricht 16,9 % aller Sterbefälle mit dieser Todesursache. Bei 27.451 diabetesbedingten Sterbefällen ist die Todesursache eine ischämische Herzerkrankung. Damit lassen

sich 31,8 % der Fälle mit dieser Todesursache mittelbar auf einen Diabetes mellitus zurückführen. Bei 9.940 diabetesbedingten Todesfällen ist die Todesursache eine zerebrovaskuläre Erkrankung. 25,0 % aller Todesfälle mit dieser Todesursache sind demnach diabetesbedingt. 30,1 % aller Todesfälle, deren Ursache eine Erkrankung der Arterien, Arteriolen und Kapillaren ist, treten im Zusammenhang mit einer Diabeteserkrankung auf. Dies entspricht 4.500 Todesfällen mit dieser Todesursache. Die übrigen etwa 54.000 Diabetesbedingte Todesfälle weisen andere Ursachen auf.

Damit entfallen im Status quo von etwa 100.000 diabetesbedingten Todesfällen 46 % auf kardiovaskuläre Erkrankungen als unmittelbare Todesursache. Dies bedeutet, dass fast jeder zweite diabetesbedingte Todesfall sich unmittelbar auf eine kardiovaskuläre Erkrankung zurückführen lässt. Die kardiovaskuläre Mortalität von Nicht-Diabetikern fällt mit 18 % deutlich geringer aus.

Unter dem DAK-Versorgungskonzept in Variante A mit Coaching-Maßnahmen zur Lebensstilmodifikation verringert sich die Anzahl diabetesbedingter Sterbefälle mit einer Todesursache aus der Erkrankungsgruppe Hypertonie um 258 (minus 5,7 %), mit Todesursache ischämische Herzerkrankung um 1.627 (minus 5,9 %) und mit Todesursache zerebrovaskuläre Erkrankung um 723 (minus 7,3 %). In Variante A des Versorgungskonzepts treten 182 diabetesbedingte Sterbefälle mit einer Arterienerkrankung als Todesursache weniger auf (minus 4,1 %), diabetesbedingte Sterbefälle mit anderen Todesursachen verringern sich um 3.427 (minus 6,3 %).

Überdurchschnittliche Effekte der Teilnahme an Maßnahmen des Interventions-Moduls in Variante A auf diabetesbedingte Sterbefälle sind bei zerebrovaskulären Erkrankungen und anderen Todesursachen zu beobachten. Bei ischämischer Herzerkrankung und Erkrankungen der Erkrankungsgruppe fallen die Effekte leicht unterdurchschnittlich aus. Lediglich bei der Todesursache Arterienerkrankung liegen deutlich unterdurchschnittliche Effekte vor. Dies hängt damit zusammen, dass ein direkter Effekt der Coaching-Maßnahmen zur Lebensstilmodifikation die Verringerung des Körpergewichts darstellt. Von den genannten kardiovaskulären Todesursachen ist die Erkrankungswahrscheinlichkeit aller Erkrankungen außer Arterienerkrankung abhängig vom relativen Körpergewicht. Ein hoher BMI begünstigt demnach Hypertonie, ischämische Herzerkrankung und zerebrovaskuläre Erkrankungen. Eine erfolgreiche Umstellung des Lebensstils, insbesondere, wenn die Lebensstilumstellung nachhaltig gelingt, geht daher mit einer geringeren Prävalenz dieser Erkrankungen und einer in der Folge geringeren Sterblichkeit einher. Auf die Prävalenz von Arterienerkrankung fällt der Effekt der Coaching-Maßnahmen vergleichsweise geringer aus, weshalb auch der Effekt auf diabetesbedingte Sterbefälle mit Todesursache Arterienerkrankung hinter dem Effekt auf die übrigen Todesursachen zurückbleibt.

Die Effekte der Maßnahmen des Interventions-Moduls in Variante B fallen aufgrund der höheren Inanspruchnahmeerquote noch etwas stärker aus. Unter Berücksichtigung der Inanspruchnahme der Maßnahmen verringert sich die Todesursachenhäufigkeit diabetesbedingter Sterbefälle im Vergleich zu Variante A leicht unterproportional. Ursache hierfür ist, wie auch bei der Prävalenz der dem Sterbefall zugrundeliegenden Erkrankung, die geringere

Tabelle 76: Effekte einer optimierten Versorgung der Bevölkerung im Alter von 40 bis 89 Jahren auf die mit Diabetes mellitus Typ 2 assoziierte Sterblichkeit nach Todesursachen

Todesursache	SQ			LS		LS & Metformin		
	Gesamt	NE	Diabetes- assoziiert	AF	Veränderung Diabetes-assoziiert	Veränderung Diabetes-assoziiert	Veränderung Diabetes-assoziiert	
Hypertonie	26.901	22.351	4.550	16,9 %	-258	-5,7 %	-382	-8,4 %
Ischämische Herzkrankheiten	86.192	58.741	27.451	31,8 %	-1.627	-5,9 %	-2.688	-9,8 %
Zerebrovaskuläre Erkrankungen	39.767	29.827	9.940	25,0 %	-723	-7,3 %	-1.367	-13,8 %
Krankheiten der Arterien, Arteriolen und Kapillaren	14.931	10.431	4.500	30,1 %	-182	-4,1 %	-233	-5,2 %
Andere Ursachen	600.072	546.109	53.963	9,0 %	-3.427	-6,3 %	-6.901	-12,8 %
Gesamt	767.862	667.459	100.404	13,1 %	-6.216	-6,2 %	-11.571	-11,5 %

Quelle: Berechnungen IGES auf Basis Daten der DAK-Gesundheit.

Anmerkung: Standardisiert nach Alter und Geschlecht auf die Bevölkerung Deutschlands im Jahr 2015.

Erläuterung: SQ: Ergebnisse unter der gegenwärtigen Versorgung (Status quo); LS: Lebensstiländerung; NE: Nullexposition; AF: Attributable Fraktion.

Effektivität einer Metformingabe im Vergleich zu Coaching-Maßnahmen. Da eine Metformingabe nicht zu einer Verringerung des Körpergewichts beiträgt, fällt der Effekt einer Metformingabe insbesondere auf die BMI-abhängigen kardiovaskulären Todesursachen diabetesbedingter Erkrankungen etwas geringer aus.

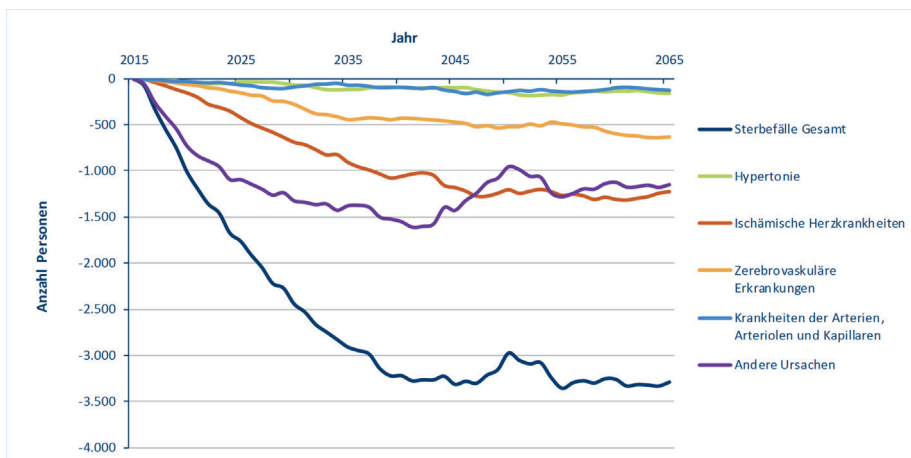
In Abbildung 17 sind die Ergebnisse der Verlaufsanalyse der Effekte des DAK-Versorgungskonzepts in Variante A auf die Anzahl der Sterbefälle insgesamt sowie die Todesursachen der Sterbefälle dargestellt. Abgebildet ist die Entwicklung der Differenz der Häufigkeit der Sterbefälle zwischen dem Status quo und dem Versorgungskonzept in Variante A mit Coaching-Maßnahmen zur Lebensstilmodifikation.

Aus der Darstellung ist zunächst ersichtlich, dass die Entwicklung der Effekte auf die Sterbefälle nach Todesursachen mit einer erhöhten Schätzunsicherheit verbunden ist. Die Entwicklung stellt sich nicht geradlinig dar, sondern zeigt eine erhöhte Varianz im Verlauf. Die Ursache dieser erhöhten Schätzunsicherheit ist der mit Bezug auf die einzelnen Todesursachen teilweise relativ gering ausfallende Unterschied zwischen den Versorgungsszenarien. In absoluten Zahlen betrachtet, stellt ein Unterschied von insgesamt etwa 3.000 Todesfällen eine beachtliche Verringerung dar, bezogen auf eine Populationsgröße von etwa 46 Millionen Einwohnern wird jedoch ersichtlich, dass es sich um eine Schätzgröße in der Größenordnung von einem Zehntel Promille handelt. Trotz der relative hohen Fallzahl von 4 Millionen DAK-Versicherten als Basis für die Schätzung ist eine derart kleine Schätzgröße mit einer erhöhten Unsicherheit verbunden. Hinzu kommt, dass die Entwicklung der Effekte des Versorgungskonzepts in Variante A auf die Todesursachen von Sterbefällen des sich sukzessive aufbauenden interventionsinduzierten Bevölkerungszuwachses überlagert wird, die in der Darstellung in Abbildung 17 enthalten sind. Dies ist insbesondere an der Entwicklung der Kategorie Andere Ursachen ersichtlich. Die Teilgruppe des interventionsinduzierten Bevölkerungszuwachs weist eine im Vergleich zu Personen, die nicht an Coaching-Maßnahmen zur Lebensstilmodifikation teilgenommen haben, stark unterdurchschnittliche Prävalenz von Begleit- und Folgeerkrankungen auf. Dementsprechend entfallen Sterbefälle aus dieser Teilgruppe gehäuft in die Kategorie Andere Ursachen. Der ab etwa dem Jahr 2040 bis 2045 zu beobachtende Rückgang der Effekte des Interventionsprogramms resultiert aus einer Zunahme von Sterbefällen des interventionsinduzierten Bevölkerungszuwachses, die den Effekten einer optimierten Versorgung entgegenlaufen und diese ab diesem Zeitpunkt sogar überkompensieren. Auch dies trägt zu einer Erhöhung der Schätzunsicherheit bei und sollte bei der Interpretation der Ergebnisse berücksichtigt werden.

Allgemein lässt sich feststellen, dass sich in der Entwicklung der Todesursachen ein ähnliches Muster zeigt wie bei den Sterbefällen insgesamt. Die Entwicklung der Effekte ist geprägt von den langfristigen Auswirkungen der Teilnahme an den Interventionsmaßnahmen und gekennzeichnet durch das zeitliche Auseinanderfallen von Maßnahmenteilnahme und Realisation der Effekte aus diesen Maßnahmen. Die Effekte der Maßnahmen auf Todesursachen der Kategorie Andere Ursachen entwickelt sich deutlich schneller als die Effekte auf die übrigen Todesursachen. Hier kommen verstärkt die

kurzfristigen Effekte der Coaching-Maßnahmen zum Tragen, die gekennzeichnet sind durch die direkten Effekte einer Lebensstilumstellung in Form einer Verbesserung der Glukosestoffwechsellage und einer Verringerung des Körpergewichts, ohne dass kurzfristig ein im Vergleich mit Nicht-Teilnehmern verringertes Morbiditätsniveau vorliegt. Die Verbesserung der Glukosestoffwechsellage und die Verringerung des Körpergewichts trägt zu einer Verringerung der Sterbewahrscheinlichkeit bei, sodass eine Verringerung der Sterbefälle bei kurzfristig unveränderter Morbidität vergleichsweise häufiger auf andere als die aufgeführten einzelnen Todesursachen zurückzuführen ist. Mit fortschreitender Programmlaufzeit werden zunehmend die langfristigen Effekte des DAK-Versorgungskonzepts sichtbar, die durch eine im Vergleich mit Nicht-Teilnehmern verringerten kardiovaskulären Morbidität gekennzeichnet und damit einhergehend einer Verringerung der kardiovaskulären Todesursachen verbunden ist.

Abbildung 17: Entwicklung der Differenz der Sterbefälle gesamt und nach der Todesursache zwischen dem Status quo und einer optimierten Versorgung der Bevölkerung im Alter von 40 bis 89 Jahren unter dem DAK-Versorgungskonzept in Variante A mit Coaching-Maßnahmen zur Lebensstilmodifikation



Quelle: IGES.

6.8 Effekte auf die Krankheitslast

In Tabelle 77 ist der aus bestehenden Erkrankung aufgrund der damit verbundenen Einschränkungen der Lebensqualität resultierende Verlust an Lebensjahren (Years Lost due to Disability, YLD) der Bevölkerung im Alter von 40 bis 89 Jahren unter der gegenwärtigen Versorgung (Status quo) dargestellt. Diese basiert auf der Morbidität der im Rahmen dieser Analyse berücksichtigten Erkrankungsgruppen.

Die Einschränkung der Lebensqualität aufgrund bestehender Erkrankungen beträgt im Status quo etwa 2,338 Millionen YLD. Bei einer Bevölkerungsgröße von etwa 46,3 Millionen Einwohnern entspricht dies etwa 5,0 % pro Einwoh-

ner. Dies bedeutet, dass die Lebensqualität der Bevölkerung Deutschlands im Durchschnitt um 5,0 % durch bestehende Erkrankungen vermindert ist.

In Variante A des DAK-Versorgungskonzepts mit Coaching-Maßnahmen zur Lebensstilmodifikation verringert sich die aus bestehenden Erkrankungen resultierende Krankheitslast um etwa 27.000 YLD. Die Krankheitslast von Männern geht um etwa 15.000 YLD zurück, bei Frauen beträgt der Rückgang 12.000 YLD. Die unterschiedliche Verteilung der Effekte der Inanspruchnahme von Maßnahmen des Interventions-Moduls reflektiert die unterschiedliche Prävalenz von Prädiabetes mit einem stark erhöhten Risiko für eine Diabeteserkrankung, die zu einer höheren Inanspruchnahme der Maßnahmen durch Männer führt.

Der prozentual stärkste Rückgang der Krankheitslast aus bestehenden Erkrankungen ist in den mittleren Altersklassen zu beobachten. In der Altersklasse der 50- bis 59-Jährigen beträgt der Rückgang 1,1 % (minus 4.000 YLD), bei den 60- bis 69-Jährigen 1,5 % (minus 8.000 YLD) und bei Menschen im Alter zwischen 70 und 79 Jahren verringern sich die YLD um 1,4 % (minus 11.000 YLD).

In den Altersklassen 40 bis 49 Jahre sowie 80 bis 89 Jahre fällt der prozentuale Rückgang der Krankheitslast hingegen deutlich geringer aus. Im Alter zwischen 40 und 49 Jahren ist der Effekt der Interventionsmaßnahmen auf die Krankheitslast begrenzt, da mit der Interventionsteilnahme keine Therapie bestehender Erkrankungen verbunden ist. Unterschiede in der Krankheitslast zwischen Teilnehmern von Coaching-Maßnahmen und Nicht-Teilnehmern stellen sich erst im weiteren Lebensverlauf ein. Aufgrund der Verbesserung der Glukosestoffwechsellage und der Verringerung des Körpergewichts nach einer erfolgreichen Lebensstilumstellung sind Teilnehmer des Interventionsprogramms in späteren Lebensjahren in geringerem Ausmaß von Begleit- und Folgeerkrankungen betroffen. Dies gilt insbesondere dann, wenn die Lebensstilveränderung nachhaltig ist und dauerhaft beibehalten wird. Im Altersbereich 40 bis 49 Jahre, also maximal neun Jahre nach einer Interventionsteilnahme, fällt die Wirkung des Programms auf die Krankheitslast daher geringer aus als in späteren Lebensjahren.

Im Alter zwischen 80 und 89 Jahren ist die Krankheitslast der Bevölkerung altersbedingt stark erhöht und entsprechend hoch viele hier bei einer konstanten Bevölkerungsgröße die Verringerung der Krankheitslast aus. Die Teilnahme an Maßnahmen des Interventions-Moduls führt jedoch auch zu einer geringeren Sterblichkeit, die sich langfristig in einem interventionsinduzierten Bevölkerungszuwachs äußert. Die Hälfte der Personen aus dieser Teilgruppe befindet sich im Alter von 80 bis 89 Jahren und weist eine altersentsprechende Krankheitslast auf. Dieser Effekt auf die Krankheitslast läuft dem Interventionseffekt entgegen, weshalb unter Berücksichtigung des interventionsinduzierten Bevölkerungszuwachses die Verringerung der Krankheitslast geringer ausfällt.

In Variante B des DAK-Versorgungskonzepts, bei der zusätzlich zu Coaching-Maßnahmen zur Lebensstilmodifikation für den behandelnden Arzt die Möglichkeit besteht, bei geeigneten Personen eine Metforminbehandlung einzu-

leiten, fallen die Effekte des Interventionsprogramms unter Berücksichtigung der höheren Inanspruchnahmequote weitgehend proportional aus.

Tabelle 77: Years Lost due to Disability (in Tausend YLD) unter der gegenwärtigen (Status quo) und unter einer optimierten Versorgung der Bevölkerung im Alter von 40 bis 89 Jahren

Bevölkerungsgruppe	SQ	Variante A LS		Variante B LS & MET			
	N	N	Differenz zu SQ		N	Differenz zu SQ	
Männer	1.169	1.154	-15	-1,3 %	1.141	-28	-2,4 %
Frauen	1.169	1.157	-12	-1,0 %	1.145	-24	-2,1 %
40–49 Jahre	150	149	-1	-0,4 %	148	-1	-0,9 %
50–59 Jahre	370	366	-4	-1,1 %	360	-10	-2,6 %
60–69 Jahre	553	545	-8	-1,5 %	536	-17	-3,1 %
70–79 Jahre	785	774	-11	-1,4 %	765	-19	-2,4 %
80–89 Jahre	481	477	-4	-0,7 %	475	-6	-1,2 %
Gesamt	2.338	2.311	-27	-1,2 %	2.286	-53	-2,3 %

Quelle: Berechnungen IGES auf Basis Daten der DAK-Gesundheit.

Anmerkung: Standardisiert nach Alter und Geschlecht auf die Bevölkerung Deutschlands im Jahr 2015.

Erläuterung: N: Anzahl Lebensjahre in Tausend; SQ: Ergebnisse unter der gegenwärtigen Versorgung (Status quo); Differenz zu SQ: Absolute und relative Veränderung unter einer optimierten Versorgung im Vergleich zur gegenwärtigen Versorgung.

In Tabelle 78 ist die Krankheitslast aus vorzeitigen Todesfällen (Years of Life Lost, YLL) der Bevölkerung im Alter von 40 bis 89 Jahren unter der gegenwärtigen Versorgung (Status quo) dargestellt.

Die Krankheitslast aufgrund eines vorzeitigen Todes beträgt im Status quo etwa 6,9 Millionen YLL. Bei einer Bevölkerungsgröße von etwa 46,3 Millionen Einwohnern entspricht dies etwa 14,9 % pro Einwohner. Dies bedeutet, dass die Lebensdauer der Bevölkerung Deutschlands im Alter von 40 bis 89 Jahren im Durchschnitt um 14,9 % vermindert ist.

In Variante A des DAK-Versorgungskonzepts mit Coaching-Maßnahmen zur Lebensstilmodifikation verringert sich die aus vorzeitigen Sterbefällen resultierende Krankheitslast um etwa 47.000 YLL. Die Krankheitslast von Männern geht um etwa 31.000 YLL zurück, bei Frauen beträgt der Rückgang 16.000 YLL. Die unterschiedliche Verteilung der Effekte der Inanspruchnahme von Maßnahmen des Interventions-Moduls reflektiert – wie bei der Einschränkung der Lebensqualität durch bestehende Erkrankungen – die unterschiedliche Prävalenz von Prädiabetes mit einem stark erhöhten Risiko für eine Diabeteserkrankung, die zu einer höheren Inanspruchnahme der Maßnahmen durch Männer führt.

Mit steigendem Lebensalter erhöhen sich die Effekte der Teilnahme an den Maßnahmen des Interventionsmoduls. Der prozentual stärkste Rückgang der Krankheitslast aus vorzeitigen Todesfällen ist in der Altersklasse 80 bis 89 Jahre zu beobachten. Hierin zeigt sich der langfristige Effekt einer erfolgreichen Lebensstilumstellung auf die Sterblichkeit. In den höheren Altersjahren, wenn die Sterblichkeit altersbedingt ansteigt, sterben diejenigen, die in jüngeren Jahren an Coaching-Maßnahmen zur Lebensstilmodifikation teilgenommen haben, deutlich seltener als Personen der Risikogruppe, die ihren Lebensstil nicht umgestellt haben.

Tabelle 78: Years of Life Lost (in Tausend YLL) unter der gegenwärtigen (Status quo) und unter einer optimierten Versorgung der Bevölkerung im Alter von 40 bis 89 Jahren

Bevölkerungsgruppe	SQ	Variante A LS		Variante B LS & MET			
	N	N	Differenz zu SQ		N	Differenz zu SQ	
Männer	4.383	4.352	-31	-0,7 %	4.325	-59	-1,3 %
Frauen	2.519	2.503	-16	-0,6 %	2.487	-32	-1,3 %
40–49 Jahre	699	697	-2	-0,3 %	697	-2	-0,3 %
50–59 Jahre	1.787	1.777	-10	-0,6 %	1.765	-22	-1,2 %
60–69 Jahre	2.054	2.041	-13	-0,6 %	2.025	-29	-1,4 %
70–79 Jahre	2.227	2.209	-18	-0,8 %	2.197	-30	-1,4 %
80–89 Jahre	135	131	-4	-2,8 %	128	-7	-5,2 %
Gesamt	6.902	6.855	-47	-0,7 %	6.812	-90	-1,3 %

Quelle: Berechnungen IGES auf Basis Daten der DAK-Gesundheit.

Anmerkung: Standardisiert nach Alter und Geschlecht auf die Bevölkerung Deutschlands im Jahr 2015.

Erläuterung: N: Anzahl Lebensjahre in Tausend; SQ: Ergebnisse unter der gegenwärtigen Versorgung (Status quo); Differenz zu SQ: Absolute und relative Veränderung unter einer optimierten Versorgung im Vergleich zur gegenwärtigen Versorgung.

Die Summe aus der Verringerung der Lebensqualität aufgrund bestehender Erkrankungen (YLD) und der aus vorzeitigen Sterbefällen sich ergebenden Krankheitslast (YLL) ergibt die Krankheitslast der Bevölkerung im Alter von 40 bis 89 Jahren (Disability Adjusted Life Years, DALY). In Tabelle 79 ist die Krankheitslast (DALY) der Bevölkerung im Alter von 40 bis 89 Jahren unter der gegenwärtigen Versorgung (Status quo) dargestellt.

Die gesamte Krankheitslast beträgt im Status quo etwa 9,240 Millionen DALY. Bei einer Bevölkerungsgröße von etwa 46,3 Millionen Einwohnern entspricht dies etwa 0,200 DALY pro Einwohner.

In Variante A des DAK-Versorgungskonzepts verringert sich die Krankheitslast der Bevölkerung im Alter von 40 bis 89 Jahren um etwa 74.000 DALY.

Dies entspricht einem Rückgang der Krankheitslast um ungefähr 0,8 %. Die Krankheitslast von Männern verringert sich mit 46.000 DALY etwas stärker als die von Frauen (minus 28.000), der relative Effekt der optimierten Versorgung auf die Krankheitslast ist jedoch identisch (minus 0,8 %).

Tabelle 79: Disability Adjusted Life Years (in Tausend DALY) unter der gegenwärtigen (Status quo) und unter einer optimierten Versorgung der Bevölkerung im Alter von 40 bis 89 Jahren

Bevölkerungsgruppe	SQ	Variante A LS		Variante B LS & MET			
	N	N	Differenz zu SQ		N	Differenz zu SQ	
Männer	5.552	5.506	-46	-0,8 %	5.465	-87	-1,6 %
Frauen	3.688	3.660	-28	-0,8 %	3.632	-56	-1,5 %
40–49 Jahre	849	846	-3	-0,4 %	845	-3	-0,4 %
50–59 Jahre	2.157	2.143	-14	-0,7 %	2.125	-32	-1,5 %
60–69 Jahre	2.607	2.586	-22	-0,8 %	2.561	-46	-1,8 %
70–79 Jahre	3.012	2.983	-28	-0,9 %	2.962	-49	-1,6 %
80–89 Jahre	616	609	-7	-1,2 %	603	-13	-2,1 %
Gesamt	9.240	9.166	-74	-0,8 %	9.097	-143	-1,5 %

Quelle: Berechnungen IGES auf Basis Daten der DAK-Gesundheit.

Anmerkung: Standardisiert nach Alter und Geschlecht auf die Bevölkerung Deutschlands im Jahr 2015.

Erläuterung: N: Anzahl Lebensjahre in Tausend; SQ: Ergebnisse unter der gegenwärtigen Versorgung (Status quo); Differenz zu SQ: Absolute und relative Veränderung unter einer optimierten Versorgung im Vergleich zur gegenwärtigen Versorgung.

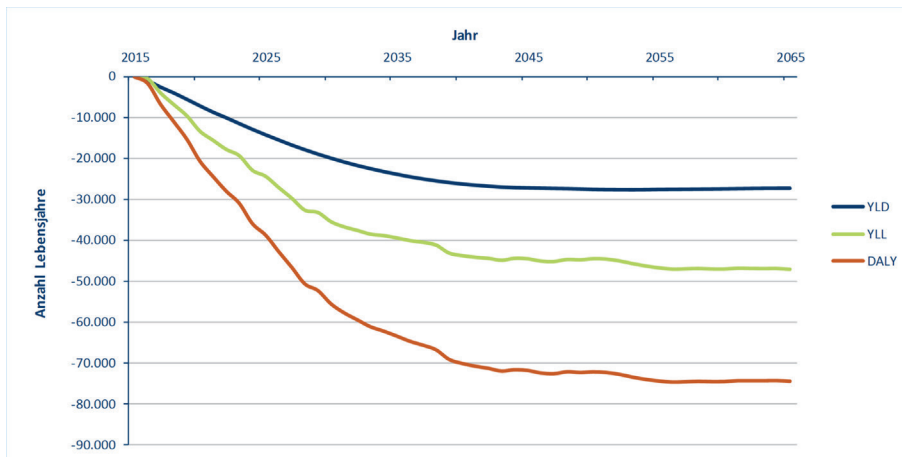
In Abbildung 18 ist die Entwicklung der Differenz der Krankheitslast zwischen dem Status quo und einer optimierten Versorgung der Bevölkerung im Alter von 40 bis 89 Jahren unter dem DAK-Versorgungskonzept in Variante A mit Coaching-Maßnahmen zur Lebensstilmodifikation dargestellt. Aus der Darstellung ist ersichtlich, dass sich die Effekte des Interventionsprogramms auf die Krankheitslast eher langsam entwickeln. Der direkte Effekt einer erfolgreichen Lebensstilmodifikation besteht in einer Verbesserung der Glukosestoffwechsellage und einer Verringerung des Körpergewichts. Auf zu diesem Zeitpunkt bereits bestehende Erkrankungen hat die Teilnahme an den Maßnahmen keinen Einfluss. Daher fallen die Effekte des Interventionsprogramms auf die Krankheitslast in den Anfangsjahren zunächst eher gering aus.

Mit fortschreitender Programmlaufzeit entwickeln sich nach und nach die langfristigen Effekte der Teilnahme an den Coaching-Maßnahmen zur Lebensstilmodifikation auf die Krankheitslast. Durch die Verbesserung der Glukosestoffwechsellage und die Verringerung des Körpergewichts entwickeln insbesondere Teilnehmer, die ihren Lebensstil aufgrund der Coaching-Maß-

nahme nachhaltig verändern konnten, im Vergleich zu Nicht-Teilnehmern weniger Begleiterkrankungen und erkranken weniger häufig bzw. erst zeitlich verzögert an Diabetes mellitus. In der Folge weisen diese Teilnehmer dann auch eine geringere Wahrscheinlichkeit für die Entwicklung von diabetischen Komplikationen auf und verfügen über eine geringere Sterblichkeit. Dadurch verringert sich im Zeitverlauf die Krankheitslast.

Etwa fünf Jahre nach Einführung des DAK-Versorgungskonzepts in Variante A hat sich die Krankheitslast der Bevölkerung im Alter von 40 bis 89 Jahren um etwa 20.600 DALY verringert. Dies entspricht 25–30 % der langfristigen Effekte auf die Krankheitslast. Nach weiteren fünf Jahren, im Jahr 2025, beträgt der Rückgang der Krankheitslast bereits 38.700 DALY, was etwas mehr als der Hälfte der langfristigen Effekte entspricht. Im Jahr 2035, zwanzig Jahre nach Einführung des Versorgungskonzepts in Variante A lässt sich ein Rückgang der Krankheitslast in Höhe 63.400 DALY beobachten, womit 85 % der langfristigen Effekte erreicht werden. In der Folgezeit nimmt die Geschwindigkeit der Effektzunahme erheblich ab und die Effektgröße konvergiert langsam auf das langfristige Gleichgewicht in Höhe von etwa 74.400 DALY.

Abbildung 18: Entwicklung der Differenz der Krankheitslast zwischen dem Status quo und einer optimierten Versorgung der Bevölkerung im Alter von 40 bis 89 Jahren unter dem DAK-Versorgungskonzept in Variante A mit Coaching-Maßnahmen zur Lebensstilmodifikation



Quelle: IGES.

6.9 Kosteneffektivität des DAK-Versorgungskonzepts

In Tabelle 80 sind die langfristigen jährlichen Kosten dargestellt, die mit der Einführung und Umsetzung des DAK-Versorgungskonzepts verbunden sind. Die dargestellten Kostengrößen resultieren aus der in Abschnitt 6.2 dargestellten Inanspruchnahme der Maßnahmen unter Berücksichtigung der in Abschnitt 5.4.8 aufgeführten Kosten der einzelnen Maßnahmen.

In Variante A des DAK-Versorgungskonzepts nehmen jährlich etwa 4,31 Millionen Menschen eine zusätzliche Kontrolluntersuchung im Rahmen des Monitorings in Anspruch. Hierbei handelt es sich um Personen, bei denen in einer Untersuchung im Vorjahr eine prädiabetische Stoffwechsellaage mit einem mäßig erhöhten Diabetesrisiko festgestellt wurde. Bei der Vorjahresuntersuchung kann es sich sowohl um gesetzliche Gesundheitsuntersuchungen gemäß § 25 SGB V handeln als auch um Kontrolluntersuchungen des Moduls „Monitoring“, wenn die betreffenden Personen bereits länger an Maßnahmen des Monitoring-Moduls teilnehmen. Für diese Kontrolluntersuchungen des Monitoring-Moduls fallen jährlich zusätzliche Kosten in Höhe von 86,2 Millionen Euro an.

Etwa 167.000 Personen nehmen jedes Jahr an Coaching-Maßnahmen zur Lebensstilmodifikation teil. Für diese Maßnahme kommen Personen mit Prädiabetes und einem stark erhöhten Diabetesrisiko in Betracht. Die jährlichen Kosten für die Teilnahme an den Maßnahmen des Moduls „Intervention“ betragen in Variante A etwa 114,7 Millionen Euro. Weitere Maßnahmen enthält das Interventions-Modul in Variante A nicht. Insgesamt fallen für die Umsetzung des DAK-Versorgungskonzepts in Variante A demnach 200,9 Millionen Euro an.

In Variante B des DAK-Versorgungskonzepts betragen die Kosten für die Inanspruchnahme von Maßnahmen des Monitoring-Moduls 89,2 Millionen Euro. Die Höhe dieser Kosten ergibt sich aus der Inanspruchnahme von 4,462 Millionen zusätzlicher Kontrolluntersuchungen bei Prädiabetes mit einem mäßig erhöhten Diabetesrisiko.

Darüber hinaus fallen in Variante B Kosten für die Inanspruchnahme von Coaching-Maßnahmen zur Lebensstilmodifikation und die präventive Metforminbehandlung an. Die Kosten für Maßnahmen des Moduls „Intervention“ belaufen sich in Variante B insgesamt auf jährlich 190,7 Millionen Euro. Diese setzen sich aus 103,6 Millionen Euro für die Teilnahme an den Coaching-Maßnahmen (etwa 150.000 Teilnehmer) und 87,0 Millionen Euro für die präventive Metformingabe zusammen.

Die Kosten für die Metformingabe setzen sich wiederum aus einmaligen Kosten für Betroffene, die eine Metforminbehandlung neu beginnen, und laufenden Behandlungsfällen zusammen. Jedes Jahr beginnen etwa 180.000 Menschen eine Metforminbehandlung. Bei einer Metformingabe fallen einmalig 40,- € für das Beratungsgespräch zu Beginn der Behandlung an, woraus sich ein Gesamtaufwand in Höhe von 7,2 Millionen Euro ergibt. Die Kosten der Arzneimittel für insgesamt etwa 701.000 Betroffene unter einer laufenden Metforminbehandlung inklusive der Betroffenen mit einer neu angefangenen Metforminbehandlung belaufen sich auf 51,8 Millionen Euro. Die in diesem Zusammenhang durchgeführten vierteljährlichen Untersuchungen zur Kontrolle von Nüchternplasmaglukose, HbA1c-Wert sowie der Nierenfunktion, einschließlich der Bestimmung der glomerulären Filtrationsrate, summieren sich zu 28,0 Millionen Euro.

Insgesamt belaufen sich die Kosten des DAK-Versorgungskonzepts in Variante B damit auf 279,9 Millionen Euro.

Tabelle 80: Langfristige jährliche Gesamtkosten des DAK-Versorgungskonzepts für beide Varianten einer optimierten Versorgung der Bevölkerung im Alter von 40 bis 89 Jahren

Maßnahme Anzahl Personen (in 1.000) Kosten (in Mio. €)	Variante A LS		Variante B LS & MET	
	Anzahl Personen (in 1.000)	Kosten (in Mio. €)	Anzahl Personen (in 1.000)	Kosten (in Mio. €)
Monitoring	4.310	86,2 Mio. €	4.462	89,2 Mio. €
Intervention	167	114,7 Mio. €	852	190,7 Mio. €
Coaching	167	114,7 Mio. €	150	103,6 Mio. €
Metforminbehandlung	0	0,0 Mio. €	701	87,0 Mio. €
Erstuntersuchung (Neufälle)	0	0,0 Mio. €	180	7,2 Mio. €
Kontrolluntersuchungen (Neufälle & lfd. Behandlung)	0	0,0 Mio. €	701	28,0 Mio. €
Arzneimittel (Neufälle & lfd. Behandlung)	0	0,0 Mio. €	701	51,8 Mio. €
Gesamt	4.476	200,9 Mio. €	5.314	279,9 Mio. €

Quelle: IGES.

Anmerkung: Standardisiert nach Alter und Geschlecht auf die Bevölkerung Deutschlands im Jahr 2015; LS: Coaching zur Lebensstilmodifikation; MET: Behandlung mit Metformin.

Im Status quo entsteht der Bevölkerung im Alter von 40 bis 89 Jahren unter Beibehaltung der gegenwärtigen Versorgung aus den im Rahmen dieser Analyse berücksichtigten Erkrankungsgruppen sowie vorzeitiger Sterbefälle eine Krankheitslast in Höhe von jährlich etwa 9,240 Millionen DALY (siehe Abschnitt 6.8). Diese Krankheitslast setzt sich zusammen aus einer krankheitsbedingten Einschränkung der Lebensqualität und der verlorenen Lebenszeit durch das vorzeitige Versterben. Unter dem DAK-Versorgungskonzept in Variante A verringert sich die Krankheitslast langfristig um 74.419 DALY. In Variante B fällt die Verringerung der Krankheitslast aufgrund der höheren Inanspruchnahme noch größer aus. Langfristig ergibt sich hier ein Rückgang der Krankheitslast um 142.991 DALY.

Die Kosteneffektivität der optimierten Versorgung ergibt sich aus dem quotient aus den zusätzlichen Kosten des DAK-Versorgungskonzepts (siehe oben) und der Verringerung der Krankheitslast. Sie drückt aus, welcher Betrag dafür aufzuwenden ist, die Krankheitslast der Bevölkerung um ein DALY zu verringern.

In der Variante A des DAK-Versorgungskonzepts beträgt die Kosteneffektivität der optimierten Versorgung langfristig etwa 2.700 € pro vermiedenes DALY. Noch kosteneffektiver ist Variante B des DAK-Versorgungskonzepts. In Variante B sind Ausgaben in Höhe von nur 1.958 € erforderlich, um die Krankheitslast der Bevölkerung im Alter von 40 bis 89 Jahren um ein DALY zu reduzieren (siehe Tabelle 81).

Für die Beurteilung der Frage, ob eine Kosteneffektivität in dieser Höhe die bundesweite Einführung dieses Versorgungskonzepts rechtfertigt, wird gemäß der Methodik der generalisierten Kosteneffektivitätsanalyse die Kosteneffektivität des neu einzuführenden Versorgungskonzepts mit der bestehenden Versorgung der Bevölkerung verglichen. Ist das neu einzuführende Versorgungskonzept kosteneffektiver, d. h. die Verringerung der Krankheitslast um ein DALY ist mit einem niedrigeren Kostenaufwand verbunden, so ist die Einführung der untersuchten Interventionsmaßnahme gerechtfertigt, weil entweder mit dem gleichen Kostenaufwand eine im Vergleich geringere Krankheitslast resultiert oder alternativ die gleiche Krankheitslast mit einem geringeren Kostenaufwand erreicht werden kann.

Die Besonderheit bei der Untersuchung der Effekte des von der DAK-Gesundheit entwickelten Versorgungskonzepts für eine optimierte Versorgung besteht darin, dass es derzeit keine etablierten Versorgungsmaßnahmen gibt, die primär darauf abzielen, den Eintritt einer Diabeteserkrankung zu verhindern. Da keine gezielt auf die Diabetesprävention ausgerichtete Versorgung existiert und das von der DAK-Gesundheit entwickelte Versorgungskonzept keine bestehende Versorgung ersetzt, sondern die bereits vorhandene medizinische Versorgung ergänzen soll, lässt sich die Kosten-Effektivität der optimierten Versorgung nicht mit einer bereits bestehenden Versorgungsmaßnahme vergleichen um die Kosten-Effektivität zu beurteilen.

Ein alternativer Ansatz für die Beurteilung der Kosten-Effektivität ist der Vergleich mit fest vorgegebenen Schwellenwerten. Das National Institute for Health and Care Excellence (NICE), eine Einrichtung des Gesundheitsministeriums in Großbritannien, das u. a. Richt- und Leitlinien für den National Health Service (NHS) erarbeitet, gibt als festen Schwellenwert für die Beurteilung der Kosteneffektivität einer Maßnahme einen Bereich von 20.000,- bis 30.000,- £/DALY an (Claxton et al. 2015).

Diese fest vorgegebenen Schwellenwerte werden jedoch häufig auf Basis einer nachfrageorientierten Bewertung abgeleitet. Dabei werden beispielsweise Ärzte und Patienten befragt, welchen Wert sie der Verringerung der Krankheitslast um ein DALY beimessen. Bei der nachfragebasierten Bewertung der Kosteneffektivität bleibt außer Acht, dass die Budgets der Leistungsträger begrenzt sind. Ausgaben für eine neu einzuführende Versorgungsmaßnahme verringern bei gleichbleibendem Budget das Angebot an bestehenden Versorgungsmaßnahmen, sofern durch Einführung der Maßnahme nicht eine bestehende Maßnahme ersetzt wird. Da ein negativer Nutzen (der Wegfall anderer Versorgungsmaßnahmen bei gleichbleibendem Budget) bei der nachfragebasierten Bewertung der Kosteneffektivität nicht berücksichtigt wird, wird der Schwellenwert bei Anwendung dieser Verfahren systematisch überschätzt.

Claxton et al. (2015) entwickelten in einem vom National Institute for Health Research (NIHR) und Medical Research Council (MRC) geförderten Forschungsprojekt ein neues Verfahren, um die Kosteneffektivität von neu einzuführenden Versorgungsmaßnahmen, die nicht bestehende Versorgungsmaßnahmen der gleichen Zielrichtung ersetzen sollen, angebotsbasiert zu bewerten. Dabei wird – vereinfacht ausgedrückt – bestimmt, welche durchschnittliche Kosteneffektivität wesentliche, im gegenwärtigen Versorgungsmix des Gesundheitswesens enthaltene, Versorgungsleistungen aufweisen. ((Satz prüfen ■■■■)) Anhand dieser durchschnittlichen Kosteneffektivität bestehender Versorgungsmaßnahmen wird der Schwellenwert für eine zusätzliche, neu einzuführende Versorgungsmaßnahme bestimmt.

Für Großbritannien ergibt die Studie für das Leistungsjahr 2008 einen mittleren Schwellenwert von 12.936,- £/DALY. Dies entspricht etwa 50,53 % des Bruttoinlandproduktes pro Einwohner (BIP pro Kopf). Als untere Grenze für den Schwellenwert geben die Autoren 2.018,- £/DALY an (7,88 % des Bruttoinlandproduktes pro Einwohner), als obere Grenze 29.314,- £/DALY (114,51% des Bruttoinlandproduktes pro Einwohner).²⁹

In Deutschland beträgt das Bruttoinlandsprodukt pro Kopf im Jahr 2017 etwa 39.470,- €. Unter der Annahme von in Bezug auf die Wirtschaftsstärke gleichen Kosteneffektivitätsschwellen resultiert für Deutschland im Jahr 2017 ein mittlerer Schwellenwert von 19.945,- €/DALY. Die untere Grenze des Schwellenwertes liegt für Deutschland im Jahr 2017 bei 3.111,- €/DALY und die obere Grenze bei 45.196,- €/DALY. Claxton et al. (2015) geben an, dass der mittlere Schwellenwert den tatsächlichen Schwellenwert sehr wahrscheinlich überschätzt. Sie empfehlen deshalb für die Beurteilung der Kosteneffektivität einer Maßnahme einen Schwellenwert anzusetzen, der auf keinen Fall höher liegt als der mittlere Schwellenwert, sondern diesen eher etwas unterschreitet, da die Folgen eines zu hoch angesetzten Schwellenwertes für die Gesundheit der Bevölkerung wesentlich schwerwiegender eingeschätzt werden als ein zu niedrig angesetzter Schwellenwert.³⁰

Das DAK-Versorgungskonzept weist sowohl in Variante A mit einer Kosteneffektivität von 2.700 €/DALY als auch in Variante B mit 1.958,- Euro je Verringerung der Krankheitslast um ein DALY eine Kosteneffektivität auf, die weit unterhalb des mittleren Schwellenwertes in Höhe von 19.945,- €/DALY liegt

29 Grundlage der Berechnung der Anteilswerte bilden die von Claxton et al. (2015) berichteten Schwellenwerte bei einem GDP von etwa 25.600 £ (32.100 €) je Einwohner in 2008 (http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=nama_10_pc&lang=en).

30 Ein irrtümlich zu hoch angesetzter Schwellenwert führt dazu, dass kosteneffektivere Maßnahmen von weniger kosteneffektiven Maßnahmen verdrängt werden. Bei gleichbleibendem Budget der Leistungsträger führt dies zu einer Verschlechterung des Gesundheitszustandes der Bevölkerung. Ein irrtümlich zu niedrig angesetzter Schwellenwert führt dazu, dass kosteneffektivere Maßnahmen im Vergleich zu weniger kosteneffektiven Maßnahmen nicht eingeführt werden. Bei gleichbleibendem Budget der Leistungsträger führt dies zu einer unterbliebenen Verbesserung des Gesundheitszustandes der Bevölkerung. Eine ausbleibende Verbesserung der Gesundheit wird als weniger schwerwiegend erachtet als die Verschlechterung des Gesundheitszustandes der Bevölkerung.

und auch die untere Grenze des Schwellenwertes der Kosteneffektivität in Höhe von 3.111,- €/DALY deutlich unterschreiten. Die Kosteneffektivität der optimierten Versorgung in Variante A unterschreitet die untere Grenze des Schwellenwertes um etwa 411 €/DALY, die Kosteneffektivität des DAK-Versorgungskonzepts in Variante B liegt 1.153 €/DALY unter der unteren Grenze des Schwellenwertes. Beide Varianten des DAK-Versorgungskonzepts sind damit hochgradig kosteneffektiv. Dies bedeutet, dass auch bei einer Reduzierung des Angebots bestehender Versorgungsleistungen die Einführung einer optimierten Versorgung dazu führt, dass bei gleichbleibendem Budget der Leistungsträger die Krankheitslast der Bevölkerung geringer ausfällt als mit dem bestehenden Versorgungsmix.

Wird die optimierte Versorgung hingegen zusätzlich zu den bestehenden Versorgungsleistungen eingeführt (steigendes Budget der Leistungsträger), so führt die Einführung des optimierten Versorgungskonzeptes zu einem Anstieg der durchschnittlichen Kosteneffektivität des Gesundheitswesens (sinkende durchschnittliche Kosten je Verringerung um ein DALY).

Tabelle 81: Langfristige Kosteneffektivität des DAK-Versorgungskonzepts für beide Varianten einer optimierten Versorgung der Bevölkerung im Alter von 40 bis 89 Jahren

Maßnahme	Variante A LS	Variante B LS & MET
Verringerung Krankheitslast	74.419 DALY	142.991 DALY
Kosten des DAK-Versorgungskonzepts	200,9 Mio. €	279,9 Mio. €
Kosteneffektivität	2.700 €/DALY	1.958 €/DALY

Quelle: IGES.

Anmerkung: Standardisiert nach Alter und Geschlecht auf die Bevölkerung Deutschlands im Jahr 2015; LS: Coaching zur Lebensstilmodifikation; MET: Behandlung mit Metformin.

Im ersten Jahr der Umsetzung des DAK-Versorgungskonzepts in Variante A fallen Kosten in Höhe von etwa 220 Millionen Euro an. Die Gesamtkosten liegen in der Anfangszeit des Programms damit nur geringfügig über den langfristigen Programmkosten in Höhe von etwa 200 Millionen Euro. Im ersten Jahr der Programmeinführung finden überdurchschnittlich viele Coaching-Maßnahmen statt (etwa 250.000), während die Anzahl der Maßnahmen aus dem Modul „Monitoring“ mit etwa 2 Millionen Kontrolluntersuchungen unter dem langfristigen Durchschnitt liegt. Die Inanspruchnahme der beiden Module basiert auf den Ergebnissen von etwa 8,5 Millionen gesetzlichen Gesundheitsuntersuchungen.

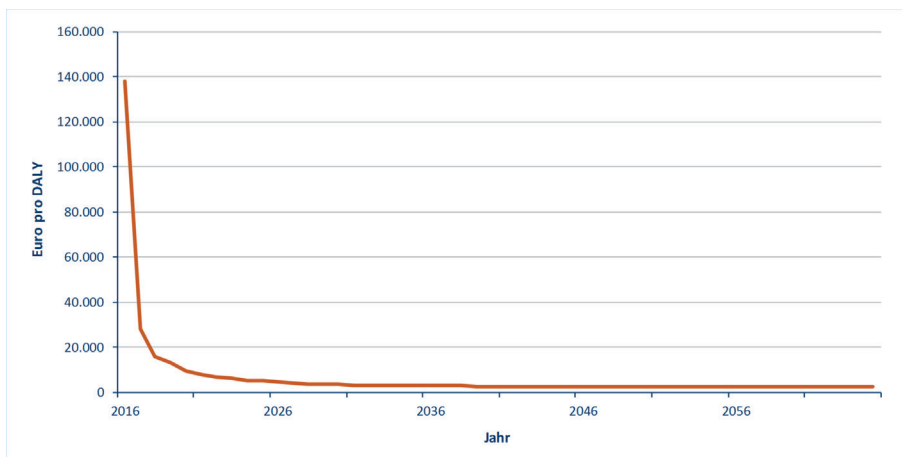
Mit fortschreitender Programmlaufzeit verhält sich die Inanspruchnahme von Interventionen und Monitoring-Maßnahmen gegenläufig: Während die Anzahl durchgeführter Coaching-Maßnahmen in der Folgezeit von etwa 250.000 auf 160.000 zurückgeht, steigt die Anzahl der Kontrolluntersuchungen im Rahmen des Monitorings von etwa 2 Millionen auf über 4 Millionen an. Dadurch bewegen sich auch die Kosten der beiden Module gegenläufig, wobei

die Gesamtkosten insgesamt in der Folgezeit leicht zurückgehen. Im Jahr 2020, also etwa fünf Jahre nach der Einführung des Programms, betragen die Gesamtkosten des DAK-Versorgungskonzepts etwa 200 Millionen Euro. Die Höhe dieses Betrags bleibt auch in folgenden Jahren stabil.

Die Entwicklung der Kosteneffektivität des DAK-Versorgungskonzepts in Variante A ist in Abbildung 19 dargestellt. Im ersten Jahr der Programmeinführung fallen ausschließlich Kosten an, ohne dass ein Effekt auf die Krankheitslast zu verzeichnen ist. Ab 2016 treten erstmalig Effekte aus der optimierten Versorgung auf die Krankheitslast auf. Die Kosteneffektivität beträgt in dieser Anfangszeit etwa 137.000 €/DALY. Die geringe Kosteneffektivität resultiert aus den hohen Programmkosten in der Anfangszeit, ohne dass zu diesem Zeitpunkt nennenswerte Effekte aus der optimierten Versorgung vorliegen. Allerdings steigt die Kosteneffektivität der optimierten Versorgung innerhalb der ersten Jahre nach Einführung relativ schnell an. Im dritten Jahr der Programmlaufzeit beträgt die Kosteneffektivität bereits 28.000,- € pro DALY, im vierten Jahr 16.000,- €/DALY und im Jahr 2020 ungefähr 13.000,- €/DALY: Dies bedeutet, dass bereits ab dem vierten Jahr der Programmlaufzeit der mittlere Schwellenwert für die Beurteilung der Kosteneffektivität unterschritten wird (siehe oben).

Bis zum Jahr 2025, nach etwa zehn Jahren Programmlaufzeit, hat sich die Kosteneffektivität des Versorgungsprogramms in Variante A auf bereits 5.140,- €/DALY erhöht, nach weiteren fünf Jahren im Jahr 2030 beträgt die Kosteneffektivität 3575,- €/DALY und liegt damit nur knapp über dem unteren Grenzwert des Schwellenwertes für die Kosteneffektivität. Ab dem Jahr 2035 wird auch dieser unterschritten. In der Folge konvergiert die Kosteneffektivität weiter gegen das langfristige Gleichgewicht in Höhe von 2.700,- €/DALY.

Abbildung 19: Entwicklung der Kosteneffektivität des DAK-Versorgungskonzepts in Variante A mit Coaching-Maßnahmen zur Lebensstilmodifikation



Quelle: IGES.

7. Diskussion

7.1 Präventionsangebote für Menschen mit erhöhtem Diabetesrisiko

Seit dem Jahr 2000 arbeitet der Kooperationsverbund gesundheitsziele.de unter Beteiligung von über 100 Akteuren des deutschen Gesundheitswesens an der konsensualen Formulierung von bevölkerungsbezogenen Gesundheitszielen³¹. Zu den ersten, bereits 2003 beschlossenen, Zielen gehört „Diabetes mellitus Typ 2: Erkrankungsrisiko senken, Erkrankte früh erkennen und behandeln“. In dem Bericht der entsprechenden Arbeitsgruppe finden sich neben diesem Oberziel auch Formulierungen zu Einzel- und Teilzielen sowie geeigneten Maßnahmen. Mit Bezug auf das Erreichen des Einzelziels „Das Auftreten des metabolischen Syndroms und die Inzidenz des Diabetes mellitus Typ 2 sind reduziert“ wurde als eine geeignete Maßnahme vorgeschlagen: „Angebote an Personen mit hohem Risiko zur Entwicklung eines Diabetes“.³²

Anknüpfend an diese Maßnahmenempfehlung und in Zusammenarbeit u. a. mit dem Kooperationsverbund gesundheitsziele.de hat die DAK im Jahr 2006 an drei Standorten in Sachsen ein Pilotprojekt zur Erprobung eines Präventionsprogramms zur Vermeidung von Diabeteserkrankungen bei Personen mit erhöhtem Risiko durchgeführt (Zentralinstitut für die kassenärztliche Versorgung in der Bundesrepublik Deutschland). Dieses von Wissenschaftlern der TU Dresden und der Diabetesakademie Mergentheim entwickelte Programm (PRAEDIAS) greift im Rahmen einer gruppenbasierten Intervention (Hermanns und Gorges 2007) zahlreiche Elemente des US-amerikanischen Diabetes Prevention Program (vgl. dazu Abschnitt 4.1.1.3) auf. Die Teilnehmer wurden auf Basis eines Fragebogens zur Ermittlung des Diabetesrisikos ausgewählt. Die vorläufige Evaluation dieses Modellvorhabens – die sich nur auf die initiale Phase der Teilnahme an dem Programm beschränkte – zeigte ermutigende Ergebnisse im Hinblick auf Gewichtsabnahme, Blutdrucksenkung und Verbesserung des Bewegungsverhaltens der Teilnehmer (Messungen des Blutzuckers wurden nicht durchgeführt) (Zentralinstitut für die kassenärztliche Versorgung in der Bundesrepublik Deutschland)

Trotz der Berücksichtigung des Themas im Kontext der Bemühungen um die Formulierung nationaler Gesundheitsziele ist, abgesehen von regional begrenzten Pilot- und Forschungsprojekten, im Hinblick auf die Etablierung wirksamer Strategien zur Senkung der Neuerkrankungen an Diabetes mellitus Typ 2 in Deutschland seither wenig geschehen. Dies ist erstaunlich, da die Studien des Robert Koch-Instituts ebenso wie Untersuchungen auf der Basis von Routinedaten der Krankenkassen über steigende Zahlen von Menschen mit Diabetes in Deutschland berichten (Heidemann et al. 2017).

Seit den in Abschnitt 4.1.1.3 ausführlich vorgestellten Studien aus China, Finnland und den USA, die seit den 1990er-Jahren die Wirksamkeit von Prä-

31 Informationen und Dokumente dazu auf www.gesundheitsziele.de

32 http://gesundheitsziele.de/cms/medium/241/030214_bericht_final1_ag4.pdf (S. 44)

ventionsprogrammen für Menschen mit bereits gestörtem Zuckerstoffwechsel untersucht haben, hat sich die Evidenzlage zu den Potenzialen einer auf Hochrisikogruppen zielenden Prävention weiter verbessert (Ashra et al. 2015; Barry et al. 2017; Haw et al. 2017; vgl. Abschnitt 4.1.2.2). Demnach sind vor allem Maßnahmen zur Unterstützung einer Lebensstilmodifikation, aber auch Programme, die bereits bei Prädiabetes eine medikamentöse Behandlung anbieten, geeignet, die Erkrankung an einem manifesten Diabetes mellitus zu vermeiden bzw. zu verzögern. Auf Basis dieser Erkenntnisse hat der National Health Service (NHS) in England das „NHS Diabetes Prevention Programme (NHS DPP)“ etabliert, das sukzessive auf alle Regionen ausgedehnt werden soll, mit dem Ziel pro Jahr etwa 100.000 Menschen in die Programmmaßnahmen einzuschließen.

In Deutschland bzw. in der Gesetzlichen Krankenversicherung fokussieren sich die diabetesbezogenen Aktivitäten bisher vor allem auf die Verbesserung der Behandlung sowie auf die möglichst frühzeitige Entdeckung von Erkrankten. Für ersteres stehen vor allem die DMP-Programme (Strukturierte Behandlungsprogramme bei chronischen Krankheiten gem. § 137f SGB V), die eine Versorgung von Typ 1- bzw. Typ 2-Diabetikern gemäß den geltenden medizinischen Leitlinien sicherstellen sollen. Der zweite Aspekt ist Teil der allen GKV-Versicherten ab einem bestimmten Alter – bis vor kurzem ab 35 Jahren alle zwei Jahre, nunmehr einmalig auch bereits ab 18 Jahren und ab 35 alle drei Jahre – angebotenen Gesundheitsuntersuchung (§ 25 SGB V), die auch eine Laboruntersuchung auf erhöhte Blutzuckerwerte umfasst.

Der vorliegende DAK-Versorgungsreport hat das Ziel, die Fachdiskussion in Bezug auf die Einführung systematischer Präventionsmaßnahmen zur Reduktion von Neuerkrankungen an Diabetes Typ 2 zu stimulieren, indem ausgehend von der heute verfügbaren Evidenz zur Wirksamkeit entsprechender Programme untersucht wird, welche Wirkungen bei einer Implementierung in Deutschland zu erwarten und welche Kosten damit verbunden wären.

7.2 Das DAK-Versorgungskonzept „Prädiabetes“

Im Zentrum der Analysen steht ein Versorgungskonzept, das in zwei Varianten – zum einen ausschließlich mit der Kernintervention eines intensiven Coachings zur Lebensstilintervention, zum anderen mit der ergänzenden Option einer medikamentösen Behandlung – präsentiert und analysiert wird.

Ausgangspunkt für beide ist die Gesundheitsuntersuchung nach § 25 SGB V („Check-up 35“), die auch in der kürzlich vom gemeinsamen Bundesausschuss angepassten Form³³, eine Bestimmung des Nüchternblutzuckers vorsieht und damit ein Screening nicht nur auf manifesten Diabetes, sondern auch auf das Vorliegen eines erhöhten Risikos im Sinne abnormaler Nüchternglukosewerte (Impaired Fasting Glucose, IFG) erlaubt. Das DAK-Versorgungskonzept schlägt somit vor, eine ohnehin seit langem etablierte

33 Vgl. den Beschluss des G-BA vom 19.07.2018 (zum Zeitpunkt der Drucklegung des DAK-Versorgungsreports war der Beschluss noch nicht in Kraft): <https://www.g-ba.de/informationen/richtlinien/10/tab/beschluesse/details/3427>

gesetzliche Leistung der GKV als Eingangspforte für ein neues systematisches Präventions- bzw. Versorgungsangebot zu nutzen.

Zum regulären Leistungsumfang der Gesundheitsuntersuchung gehört ohnehin die ärztliche Beratung mit Bezug auf das individuelle Risikoprofil des Versicherten sowie ggf. die Empfehlung von Maßnahmen der verhaltensbezogenen Prävention, die von den Krankenkassen im Rahmen des § 20 Absatz 5 SGB V angeboten werden. Durch das DAK-Versorgungskonzept Prädiabetes würde diese ärztliche Beratung bei Versicherten mit erhöhten Blutglukosewerten stärker strukturiert und hinsichtlich der resultierenden Maßnahmeempfehlung auf eine verbindlichere und evidenzbasierte Basis gestellt: Innerhalb der Gesamtgruppe der Versicherten mit erhöhten Werten unterhalb der Schwelle zum manifesten DMT2 (Nüchternglukose von 100 bis unter 125 mg/dl) soll der Arzt eine Trennung in eine Teilgruppe mit leicht bis mäßig erhöhtem Risiko (z. B. Nüchternglukose 100 bis unter 110 mg/dl, Details siehe Abschnitt 4.3.1) und eine mit stark erhöhtem Risiko vornehmen. Nur den Versicherten in der zweiten Gruppe soll das Interventions-Modul angeboten werden. Für die erstere Gruppe schlägt das Versorgungskonzept im Wesentlichen eine zusätzliche Kontrolle des Blutzuckers im Abstand von einem Jahr vor, um feststellen zu können, ob der Versicherte bis dahin in die Gruppe mit „stark erhöhtem Risiko“ gewechselt ist und ebenfalls das Interventionsangebot erhalten soll.

Die Stratifizierung der Versicherten mit Blutzuckerwerten in dem als „Prädiabetes“ bezeichneten Bereich greift die bisweilen geäußerte Kritik auf, dass ein reguläres Versorgungsangebot für diese Versicherten zu einer Pathologisierung von Gesunden (die Schwelle zum Diabetes ist ja nicht überschritten) bzw. einer unangemessenen Leistungsausweitung führe. Durch die Fokussierung der Intervention auf die Versicherten mit Blutzuckerwerten im oberen Bereich des „prädiabetischen Intervalls“ erhalten Menschen ein Versorgungsangebot, die nicht nur ein deutlich erhöhtes Risiko für die Entwicklung eines manifesten Diabetes in naher Zukunft haben, sondern die auch bei einem Verharren in diesem Stadium eines gestörten Zuckerstoffwechsels bereits deutlich höhere Risiken für einschlägige Folgeerkrankungen aufweisen (vgl. Abschnitt 4.3.3).

Wie eingangs erwähnt hat die DAK bereits 2006 erstmals ein Pilotprojekt durchgeführt, in dem eine Intervention zur Lebensstilmodifikation zum Einsatz kam, die teilweise an die Vorbilder aus den großen Präventionsstudien aus China, den USA und Finnland anknüpft. Das in diesem Report vorgestellte Programm eines intensiven Coachings zur Lebensstilmodifikation nähert sich insbesondere dem Interventionskonzept des US-amerikanischen Diabetes Prevention Program stärker an, insofern es statt eines Gruppenprogramms ein individuelles Coaching anbietet.

Gruppeninterventionen können genuine Vorteile gegenüber Einzelinterventionen haben, wenn die Gruppensituation die jeweilige Zielerreichung spezifisch begünstigt. Vielfach werden sie jedoch primär aus Effizienzgründen durchgeführt, weil die Einzelintervention zu aufwendig ist. Die DAK-Gesundheit hat sich bereits im Kontext des 2016 publizierten DAK-Versorgungsreports Adipositas (Nolting et al. 2016) mit dieser Frage auseinandergesetzt.

Die damalige Schlussfolgerung, dass die Vorteile einer individualisierten Betreuung einschließlich der größeren Flexibilität bei der Wahrnehmung der Kontakte deutlich überwiegen, gilt u. E. auch für das Programm zur Lebensstilmodifikation bei Prädiabetes.

Hinzu kommt, dass durch die Möglichkeiten der elektronischen Kommunikation per Smartphone-App der Aufwand für eine individualisierte Betreuung deutlich gesunken ist. Das DAK-Versorgungskonzept lehnt sich hier einerseits an das im englischen NHS aktuell laufende Vorgehen an, wo ausschließlich App-basierte Programme parallel zu den Gruppenangeboten erprobt werden. Andererseits umfasst das Interventionskonzept auch persönliche (face-to-face) Kontakte sowohl zu dem jeweiligen Ernährungsberater als auch zu dem behandelnden Arzt, der die Indikation gestellt hat. Dies erfolgt unter der Hypothese, dass solche persönlichen Kontakte die Motivation zur Teilnahme bzw. Fortsetzung der Maßnahmenteilnahme und den Prozess der Lebensstiländerung zusätzlich fördern.

Kontroverse Diskussionen sind vermutlich in Bezug auf die Variante 2 des DAK-Versorgungskonzepts zu erwarten, nämlich die an bestimmte Bedingungen geknüpfte Ergänzung des Angebots zur Lebensstilmodifikation um die Gabe des antidiabetisch wirksamen Medikaments Metformin. Einer Realisierung dieser Variante stehen in Deutschland aktuell arzneimittelrechtliche Hindernisse entgegen (Metformin ist für die Anwendung bei Prädiabetes nicht zugelassen). Angesichts der internationalen Entwicklungen auch im Bereich der Leitlinien – so empfiehlt bspw. die Leitlinie des britischen NICE die Gabe von Metformin bei Prädiabetes bei starkem Übergewicht sowie erfolgloser oder nicht möglicher Teilnahme an einer Lebensstilintervention zu erwägen (NICE 2018; vgl. Abschnitt 4.1.2) – ist es u. E. jedoch sinnvoll, diese Option auch in Deutschland zu diskutieren.

Dabei ist zu unterstreichen, dass die Lebensstilmodifikation eindeutig Priorität haben sollte, zum einen weil sie gegenüber einer Medikamentengabe risikoärmer, zum anderen weil sie effektiver ist. Viele Menschen erreichen jedoch trotz Teilnahme an einem Coaching nicht das Ziel einer dauerhaften Lebensstiländerung bzw. sind nach ärztlicher Einschätzung für diesen Interventionstyp wenig geeignet. Die Erweiterung des Versorgungskonzepts erfolgt somit vor allem mit dem Ziel, einen größeren Anteil der Hochrisikogruppe in eine Intervention zur Prävention eines Diabetes mellitus einzubeziehen.

7.3 Methodik und Limitationen

Die Analyse der Auswirkungen einer Implementierung des DAK-Versorgungskonzepts „Prädiabetes“ erfolgt auf dem Wege einer Modellierung mit Hilfe eines komplexen Markow-Modells. Dabei wird bezüglich der Effekte der betrachteten Interventionen auf Ergebnisse internationaler randomisierter und kontrollierter Studien bzw. Meta-Analysen zurückgegriffen. Trotzdem besteht eine grundsätzliche Limitation darin, dass es sich um eine Modellierung und nicht um eine empirische Erprobung unter den Bedingungen des deutschen Gesundheitswesens handelt.

Ferner ist zu berücksichtigen, dass die berichteten Effekte von spezifischen Annahmen abhängig sind. Dies betrifft insbesondere die unterstellten Teilnahmequoten in Bezug auf das Interventions-Modul. In dem Optimierungsszenario wird angenommen, dass 15 % der Versicherten aus der Teilgruppe „Prädiabetes mit stark erhöhtem Risiko“ zu einer Teilnahme an dem Coaching zur Lebensstiländerung bereit sind. Dabei ist zu berücksichtigen, dass es sich hier bereits um eine „vorselektierte“ Versichertenpopulation handelt, weil sie an der Gesundheitsuntersuchung nach § 25 SGB V teilnimmt, die gemäß Konzept den hauptsächlichen Zugangsweg in das Versorgungskonzept darstellt. Eine Teilnahmebereitschaft von 15 % der Betroffenen wurde auch im DAK-Versorgungsreport Adipositas (Nolting et al. 2016) zur Grundlage der Analyse genommen, wobei als Basis die Einschätzung von ernährungsmedizinischen Experten diente, die angaben, dass etwa 30 % ihrer Patienten mit Adipositas zur Teilnahme an einem individuellen ernährungstherapeutischen Angebot bereit wären. Da sich die Zielgruppen der Versorgungskonzepte „Adipositas“ und „Prädiabetes“ nennenswert überschneiden, halten wir auch in diesem Kontext die Annahme von 15 % teilnahmebereiten Versicherten der Zielgruppe für gerechtfertigt.

Eine weitere grundsätzliche Limitation bezüglich der Verallgemeinerungsfähigkeit der Ergebnisse betrifft die Datengrundlage der Simulationsrechnungen, insofern wesentliche Parameter z. B. zum Auftreten von Folge- und Begleiterkrankungen bzw. Komplikationen des Diabetes mellitus aus den Routedaten der DAK-Gesundheit ermittelt wurden. Obwohl es sich bei der DAK-Gesundheit um die drittgrößte gesetzliche Krankenkasse mit etwa 4 Millionen Versicherten handelt, ist nicht auszuschließen, dass gewisse Unterschiede zu bevölkerungsweit geschätzten Parametern bestehen. Da entsprechende Daten zur Gesamtbevölkerung nicht vorliegen, kann das Ausmaß eventueller Abweichungen nicht quantifiziert werden. Die in Abschnitt 3 dargestellten deskriptiven Ergebnisse zu Behandlungsmustern sowie dem Auftreten von Begleit- und Folgeerkrankungen bei den Versicherten der DAK-Gesundheit bieten jedoch grundsätzlich die Möglichkeit zum Vergleich mit anderen Populationen.

Wie bereits dargelegt, sind die Ergebnisse für das Optimierungsszenario im stabilen Zustand, d. h. im Jahr 2065, ohne Berücksichtigung der vom Statistischen Bundesamt erwarteten allgemeinen Bevölkerungsentwicklung bis 2065, d. h. unter der Annahme einer stationären Bevölkerungsstruktur und –größe des Ausgangsjahrs 2015 gerechnet worden. Durch diese Vorgehensweise sind die auf das Versorgungskonzept zurückzuführenden Effekte besser erkennbar, weil keine Überlagerung durch die davon unabhängige Bevölkerungsentwicklung auftritt.

Darüber hinaus sind im Methodenkapitel (Abschnitt 5) die Vorgehensweisen der Modellierung – auch hinsichtlich ggfs. erforderlicher Annahmen und Ableitungen – im Detail dargestellt. Im Zweifelsfall wurde stets eine Vorgehensweise gewählt, die sich konservativ auswirkt, weshalb die berichteten Ergebnisse zu den Wirkungen des DAK-Versorgungskonzepts u. E. eher als Untergrenze zu werten sind.

7.4 Bewertung der Ergebnisse

In den beiden Optimierungs-Szenarien (Variante A und B des DAK-Versorgungskonzepts) nehmen pro Jahr jeweils etwa 9 Mio. Versicherte an der Gesundheitsuntersuchung („Check-up 35“) teil, entsprechend etwa 20 % der Bevölkerung im Altersbereich 40 bis 89 Jahre. Da die Untersuchung nur alle drei Jahre in Anspruch genommen werden kann, werden durch die Gesundheitsuntersuchung somit etwa 60 % der anspruchsberechtigten Versicherten erreicht. Dieses Modellierungsergebnis ergibt sich primär aus den aktuell tatsächlich beobachteten Inanspruchnahmequoten der Gesundheitsuntersuchung (sowie in geringerem Maße aus „Rückkopplungseffekten“ der Implementierung des Versorgungskonzepts „Prädiabetes“). Der für das DAK-Versorgungskonzept gewählte hauptsächliche Zugangsweg erreicht somit nicht alle möglicherweise Betroffenen. Die Hausärzte würden jedoch die Möglichkeit haben, Patienten, bei denen sie Hinweise auf erhöhte Risiken haben, auch ohne den Umweg über die Gesundheitsuntersuchung in das Programm einzuschließen.

Pro Jahr werden durch die Gesundheitsuntersuchungen etwa 1,1 Mio. Versicherte als Zielgruppe für das Interventions-Modul des Versorgungskonzepts identifiziert. Darüber hinaus werden Versicherte aus der Teilgruppe „Prädiabetes mit mäßig erhöhtem Risiko“ dem Modul „Monitoring“ zugewiesen. In einem gegebenen Jahr erhalten ca. 4,3 Mio. Personen die zusätzlichen Kontrolluntersuchungen, wobei diese Zahl nicht auf die jährlichen etwa 9 Mio. Gesundheitsuntersuchungen beziehbar ist, weil sie auch Versicherte umfasst, die bereits in Vorjahren dem „Monitoring“ zugewiesen wurden.

Die Auswirkungen des Moduls „Monitoring“ sind in der Untersuchung nur insofern berücksichtigt, als Versicherte, die aus dem Status „mäßig erhöhtes Risiko“ in den Status „stark erhöhtes Risiko“ wechseln, entdeckt und dem Modul „Intervention“ zugewiesen werden. Darüber hinaus gehende Auswirkungen der engmaschigeren Überwachung – wie bspw. die frühzeitigere Entdeckung und Behandlung eines manifesten Diabetes oder die Wirkungen der ärztlichen Beratung auf das Gesundheitsverhalten der Betroffenen – konnten in der Modellierung nicht analysiert werden.

Eine etwa jährliche Kontrolle der Blutzuckerwerte bei Personen mit bereits festgestellten Risiken entspricht den Empfehlungen der meisten Leitlinien. In Bezug auf das hier beschriebene Modul „Monitoring“ wäre zu prüfen, inwieweit die Zielgruppe durch zusätzliche Risikomerkmale neben den erhöhten Blutzuckerwerten – wie bspw. Übergewicht/Adipositas oder Diabeteserkrankungen in der Familie – noch weiter eingegrenzt werden sollte.

Von den pro Jahr identifizierten 1,1 Mio. Versicherten mit stark erhöhtem Risiko für die Entwicklung eines manifesten DMT2 nehmen – entsprechend den in der Modellierung gesetzten Teilnahmequoten – in der Variante 1 etwa 166.000 und in Variante 2 etwa 330.000 Versicherte an dem Interventions-Modul teil. Um die Größenordnung der aus dem DAK-Versorgungskonzept „Prädiabetes“ folgenden Ausweitung der Versorgung einzuordnen, bietet es sich an, sie zur Zahl der medizinisch behandelten Personen mit Diabetes Typ 2 in Beziehung zu setzen. Wie den Analysen in Abschnitt 3.3 zu entnehmen ist, befanden sich 2015 etwa 5,7 Mio. Versicherte mit einer gesicherten Diagnose

DMT2 in Behandlung, davon erhielten etwa 3,5 Mio. eine medikamentöse Therapie. Wählt man nur die letzteren als Vergleichsmaßstab, so würden die von der Hochrisiko-Prävention erreichten Versicherten also zwischen knapp 5 % (Variante 1) bzw. 9,5 % (Variante 2) der medikamentös behandelten Typ 2-Diabetiker entsprechen.

Bei den genannten jährlichen Teilnehmerzahlen würde bei hinreichend langer Laufzeit der optimierten Versorgung als zentraler Effekt eine Reduktion der Zahl der Menschen mit Diabetes Typ 2 um 275.000 (minus 4 %) bzw. in Variante B um 535.000 (minus 7,7 %) resultieren. Darüber hinaus käme es zu einer Erhöhung des Bevölkerungsumfangs wegen vermiedener Diabetesbedingter Sterbefälle um 55.000 bzw. in Variante B um 104.000 Personen. Dabei ist zu berücksichtigen, dass der Effekt auf die Zahl der manifesten Diabetiker durch den Effekt auf die Sterblichkeit im Sinne einer Abschwächung beeinflusst wird: Die aufgrund der Intervention zusätzlich überlebenden Personen sind eher älter und morbider, d. h. sie leiden auch überproportional an Diabetes. Die positive Wirkung der Intervention auf die Sterblichkeit führt also gleichzeitig zu einer Erhöhung der Morbidität.

Mit der Verminderung der Diabetiker-Zahl um 275.000 bzw. 535.000 ist ein Rückgang der Zahl der Menschen mit Begleiterkrankungen verbunden: So würden bei Umsetzung des DAK-Versorgungskonzepts in der modellierten Konstellation etwa 31.000 Fälle (Variante B: 59.000) von Niereninsuffizienz weniger auftreten, um nur eine besonders gravierende Folgeerkrankung hervorzuheben. Rechnet man die gegenläufigen Auswirkungen des durch die Intervention verursachten Bevölkerungszuwachses heraus, dann sind die Effekte noch ausgeprägter (minus 40.000 bzw. 79.000 Fälle von Niereninsuffizienz).

Die aufgrund einer abgesenkten Zahl von Diabeteserkrankungen zu erwartenden Rückgänge bei den Begleit- und Folgeerkrankungen bzw. den diabetischen Komplikationen sind für die Gesamtbewertung des DAK-Versorgungskonzepts vor allem relevant: Die Krankheitslast des Diabetes mellitus wird vor allem durch die Komplikationen und Folgeerkrankungen verursacht, die zu Verkürzungen der Lebenserwartung und vielfach gravierenden Einschränkungen der Lebensqualität führen. Das Ausmaß des Effekts auf die einzelnen Begleiterkrankungen ist einerseits davon abhängig, wie stark die Assoziation zwischen der betreffenden Erkrankung und dem DMT2 ist, andererseits davon, wie stark dieser Effekt durch den interventionsinduzierten Bevölkerungszuwachs wieder kompensiert wird. So sind bspw. von den im Status quo beobachteten ca. 2,66 Mio. Fällen von Niereninsuffizienz nur etwa 781.000 der Ursache DMT2 zuzurechnen. Bei Implementierung des DAK-Versorgungskonzepts in Variante A würden etwa 40.000 Fälle weniger auftreten (korrigiert um den Einfluss des Bevölkerungszuwachses), entsprechend 5,1 % des dem DMT2 zuzurechnenden Teils aller Fälle von Niereninsuffizienz. Durch den erfreulicherweise ebenfalls induzierten Bevölkerungszuwachs vermindert sich dieser Effekt etwas auf 31.000 vermiedene Fälle von Niereninsuffizienz.

Als zentrales Ergebnis der Modellierung ist hervorzuheben, dass bei Implementierung eines Programms zur Prävention von Diabetes Typ 2 bei Hoch-

risikogruppen zu erwarten ist, dass auch die Prävalenz von Begleit- und Folgeerkrankungen sowie Komplikationen des DMT2 vermindert werden. Das Ausmaß dieser Effekte wurde in der Modellierung eher konservativ geschätzt, insbesondere indem bei allen nicht erfolgreichen Teilnehmern des Versorgungsprogramms ein ausgeprägter „Nachholeffekt“ angenommen wurde.

Zu den nicht veränderbaren Realitäten von präventiven Interventionen gehört jedoch auch, dass sich solche Effekte erst bei hinreichend langer Laufzeit des Programms sukzessive aufbauen und dass sie teilweise durch die Auswirkung einer gleichzeitigen Reduktion der Sterblichkeit der Zielgruppe konterkariert werden, weil die zusätzlich überlebenden Personen im Durchschnitt älter und morbider sind.

Ein zusammenfassendes Bild der Auswirkungen des DAK-Versorgungskonzepts liefert die Betrachtung der Effekte auf die Krankheitslast, gemessen als behinderungsadjustierte Lebensjahre (DALY). Die absoluten Veränderungen – in Variante A eine Reduktion um 74.000 DALY bei einer Gesamtkrankheitslast der Bevölkerung im Altersbereich 40 bis 89 Jahre von 9,2 Mio. DALY – erscheinen auf den ersten Blick gering. Dabei ist jedoch zu bedenken, dass in die Berechnung der Gesamtkrankheitslast eine große Zahl von Krankheiten eingeht, die zwar mit dem Diabetes assoziiert sind, aber darüber hinaus auch von zahlreichen anderen Faktoren bedingt werden. Die Verhinderung von Diabetes-Neuerkrankungen kann daher grundsätzlich nur einen begrenzten Einfluss auf die Gesamtkrankheitslast haben, weil Diabetes nur eine Teilursache des Krankheitsgeschehens ist.

Wichtiger für die Bewertung des DAK-Versorgungskonzepts ist die Frage, welcher Aufwand erforderlich ist, um die berichteten Effekte einer Verminderung um 275.000 (Variante B: 535.000) Fälle von Diabetes Typ 2 und einer Absenkung der Krankheitslast um 74.000 (Variante B: 143.000) DALY pro Jahr zu erreichen.

Die Berechnungen zu den absoluten Kosten ergeben für das Modul „Monitoring“, in dem jährlich etwa 4,31 Mio. Versicherte zusätzliche Kontrolluntersuchungen erhalten Kosten in Höhe von € 86,2 Mio. Für das Interventionsmodul in Variante A errechnen sich jährliche Gesamtkosten von € 114,7 Mio. und in Variante B von € 190,7 Mio. Zusammen mit dem in beiden Varianten identischen Modul „Monitoring“ betragen die Kosten somit pro Jahr € 200,9 Mio. in Variante A und € 279,9 Mio. in Variante B. Daraus errechnen sich Kosten-Effektivitäten von ca. € 2.700,- pro vermiedenes DALY in Variante A und von ca. € 1.960 € pro vermiedenes DALY in Variante B.

Da es sich bei dem DAK-Versorgungskonzept Prädiabetes um eine Ergänzung und nicht um die Ersetzung einer Maßnahme der bestehenden Versorgung handelt, ist ein unmittelbarer Vergleich der Kosten-Effektivität mit einer Alternativmaßnahme nicht möglich. Für die Situation der Bewertung der Kosten-Effektivität einer neu hinzukommenden Versorgungsmaßnahme wird auf eine Methodik Bezug genommen, die ausgehend von der geschätzten durchschnittlichen Kosten-Effektivität der bestehenden Versorgung Schwellenwerte für kosteneffektive Maßnahmen ableitet. Übertragen auf Deutschland und das Jahr 2017 ergibt sich ein mittlerer Schwellenwert von € 19.945,- und ein unterer Schwellenwert von € 3.111,-. Das DAK-Versorgungskonzept Prädi-

abetes liegt somit in beiden Varianten unterhalb sogar der unteren Kosten-Effektivitätsschwelle. Das bedeutet, dass durch die Implementierung des Versorgungskonzepts die Kosten-Effektivität der gesundheitlichen Versorgung insgesamt – also die im Durchschnitt aufgewendeten Mittel, um die Krankheitslast der Bevölkerung um ein DALY zu vermindern – deutlich verbessert würde.

Ein weiterer Aspekt zur Bewertung des DAK-Versorgungskonzepts Prädiabetes wären die als Folge der Implementierung entfallenden Versorgungskosten für die Behandlung der Diabetiker sowie der Begleit- und Folgeerkrankungen. Entsprechende Berechnungen sind in dem vorliegenden Versorgungsreport nicht noch enthalten. Die berichteten Zahlen zu vermiedenen Folgeerkrankungen – allein die wegen erforderlicher Dialysebehandlungen sehr kosten-trächtigen Niereninsuffizienzen würden in Variante A um 31.000 Fälle reduziert – machen eine Kosteneinsparung durch das Versorgungskonzept sehr wahrscheinlich.

7.5 Schlussfolgerungen und Empfehlungen

Die beunruhigende Zunahme der Verbreitung des Diabetes mellitus Typ 2 in den Bevölkerungen der Industrieländer ist vor allem auf eine Lebensweise zurückzuführen, die Bewegungsarmut mit einer inadäquaten, d. h. zu energiereichen Ernährung kombiniert. Für eine grundlegende Änderung dieser, nicht nur an der Entstehung des Diabetes, sondern auch zahlreicher weiterer „Zivilisationskrankheiten“ beteiligten, Rahmenbedingungen, bedürfte es umfangreicher Eingriffe und Umsteuerungen in verschiedenen gesellschaftlichen Bereichen und Politikfeldern. Präventive Maßnahmen im Rahmen des gesundheitlichen Versorgungssystems haben nur eine begrenzte Reichweite, insofern sie viele relevante Einflussfaktoren auf die Krankheitsentstehung – wie bspw. die Zusammensetzung und Vermarktungsbedingungen von Lebensmitteln, um einen für Diabeteserkrankungen wichtigen Bereich zu nennen – nicht verändern können. Trotzdem ist es notwendig, die innerhalb des jeweiligen Handlungsfeldes liegenden Chancen auf eine Eindämmung von Neuerkrankungen zu nutzen.

Das DAK-Versorgungskonzept „Prädiabetes“ fokussiert einen Ausschnitt des Gesamtkomplexes der wachsenden Zahl von Diabeteserkrankungen in Deutschland, indem es Menschen mit bereits erhöhten Blutzuckerwerten, die jedoch noch unterhalb der Schwelle zum manifesten Diabetes mellitus Typ 2 liegen, ein Versorgungsangebot macht, das gemäß der heute vorhandenen wissenschaftlichen Evidenz die Wahrscheinlichkeit der Entwicklung eines manifesten Diabetes signifikant vermindert.

Die Modellierungsergebnisse zeigen, dass ein solches Versorgungsangebot in beiden untersuchten Varianten – als reines Programm zur Lebensstilmodifikation sowie mit der ergänzenden Option einer Behandlung mit Metformin – hochgradig kosteneffektiv wäre, also in Relation zu den Kosten große gesundheitliche Effekte hätte. Eine Umsetzung des DAK-Versorgungskonzepts in der Variante A, die ein Programm zur Lebensstilmodifikation umfasst, im

Rahmen der Regelversorgung der GKV ist zeitnah möglich und u. E. sehr zu empfehlen.

Variante B, also die Ergänzung um das Angebot einer Metformingabe bei Versicherten, die durch das Lebensstil-Coaching keine nachhaltige Verbesserung erzielen bzw. nach ärztlicher Einschätzung für ein solches Programm nicht geeignet sind, wäre vor allem geeignet, um eine größere Zahl von Versicherten mit stark erhöhtem Risiko in ein Präventionskonzept einzubeziehen. Diese Option sollte u. E. im Rahmen eines regional begrenzten Modellversuchs erprobt werden, um zu ermitteln, inwieweit die in der Modellierung getroffenen Annahmen bzgl. der Akzeptanz eines solchen Angebots seitens der Versicherten und Ärzte in Deutschland zutreffen.

Zu den Vorteilen des Versorgungskonzepts gehören neben der Wirksamkeit und Kosten-Effektivität auch die unmittelbare Verknüpfbarkeit mit der bereits existierenden Gesundheitsuntersuchung sowie die günstigen Bedingungen für eine kurzfristige Skalierbarkeit des Angebots aufgrund der großenteils digitalen Komponenten der Lebensstilintervention. Durch die Nutzung der Gesundheitsuntersuchung als wesentlicher Zugangsweg kann ohne nennenswerten zusätzlichen Aufwand ein großer Teil der GKV-Versicherten in dem relevanten Altersspektrum erreicht werden. Indirekt würde bei Implementierung des DAK-Versorgungskonzepts auch der Nutzen der Gesundheitsuntersuchung selbst erhöht, insofern ein größerer Teil der insgesamt gescreenten Population einer systematischen Intervention zugeführt würde.

Konzeptionell unterscheidet sich das in Abschnitt 4.3.3 vorgestellte Interventions-Modul zur Lebensstilmodifikation von den bereits um die Jahrhundertwende in Studien erprobten Vorbildern vor allem durch die Nutzung digitaler Kommunikationsmöglichkeiten via Smartphone-App. Dadurch wird eine individualisierte Beratung mit hoher Kontaktfrequenz ermöglicht, die durch zusätzliche edukative Materialien (Videos, Podcasts) ergänzt werden kann. Das Versorgungskonzept sieht ferner vor, dass die spezialisierten Ernährungsberater, die das Coaching primär durchführen, unmittelbar mit Hausarztpraxen zusammenarbeiten, die ihre Patienten während der Teilnahme begleiten. Für die skizzierte Form der Kooperation von Arztpraxen mit Ernährungsberatern gibt es bereits zahlreiche Beispiele.

Eine nationale Diabetesstrategie für Deutschland sollte sicherlich der primären Prävention des Diabetes ein hohes Gewicht beimessen und dabei auch Einflussfaktoren adressieren, die außerhalb der unmittelbaren Reichweite des Gesundheitssystems liegen. Dies betrifft insbesondere Regelungen zum Zucker- und Fettgehalt von Nahrungsmitteln, die in anderen europäischen Ländern bereits durch Kennzeichnungspflichten oder Besteuerung reguliert werden oder Werbeverbote für gesundheitsschädliche Produkte, die sich an Kinder und Jugendliche richten. Ein weiteres Element sollten jedoch auch Angebote für besonders gefährdete Zielgruppen sein, bei denen die Entwicklung eines Diabetes mellitus Typ 2 noch vermieden oder zumindest verzögert und damit auch das Risiko von Begleit- und Folgeerkrankungen vermindert werden kann. Die Ergebnisse des DAK-Versorgungsreports liefern dafür unseres Erachtens starke Argumente.

Anhang

A1 Punktschätzer und Konfidenzintervall für die Verteilung klassierter HbA1c-Werte

Tabelle 82: Punktschätzer und Konfidenzintervall für die Verteilung klassierter HbA1c-Werte der Männer nach Altersgruppe und BMI bedingt auf Fälle ohne bekannte Diabeteserkrankung

Alter (in Jahren)	BMI-Stufe	unter 5,7 %		5,7 bis unter 6,0 %		6,0 bis unter 6,5 %		6,5 % und höher	
		Zeile %	95 % KI	Zeile %	95 % KI	Zeile %	95 % KI	Zeile %	95 % KI
30-39	1	0,849	[0,762; 0,908]	0,104	[0,056; 0,186]	0,047	[0,02; 0,105]	NA	NA
30-39	2	0,739	[0,634; 0,822]	0,184	[0,114; 0,283]	0,077	[0,037; 0,152]	NA	NA
30-39	3	0,746	[0,614, 0,845]	0,164	[0,086; 0,29]	0,061	[0,021; 0,167]	0,028	[0,006; 0,113]
40-49	1	0,837	[0,752; 0,897]	0,115	[0,066; 0,193]	0,035	[0,015; 0,08]	0,013	[0,002; 0,089]
40-49	2	0,073	[0,641; 0,804]	0,167	[0,11; 0,245]	0,085	[0,047; 0,147]	0,018	[0,004; 0,067]
40-49	3	0,578	[0,46; 0,688]	0,183	[0,111; 0,286]	0,12	[0,071; 0,195]	0,119	[0,058; 0,23]
50-59	1	0,707	[0,593; 0,8]	0,213	[0,132; 0,325]	0,08	[0,036; 0,171]	NA	NA
50-59	2	0,635	[0,552; 0,71]	0,213	[0,156; 0,284]	0,134	[0,09; 0,197]	0,018	[0,008; 0,04]
50-59	3	0,501	[0,402, 0,6]	0,253	[0,17; 0,357]	0,147	[0,089; 0,234]	0,1	[0,055; 0,173]
60-69	1	0,69	[0,543; 0,806]	0,166	[0,08; 0,315]	0,144	[0,081; 0,245]	NA	NA
60-69	2	0,532	[0,464; 0,599]	0,242	[0,19; 0,303]	0,184	[0,136; 0,245]	0,042	[0,023; 0,076]
60-69	3	0,526	[0,422; 0,628]	0,24	[0,17; 0,33]	0,158	[0,092; 0,258]	0,075	[0,033; 0,161]
70-79	1	0,596	[0,443; 0,732]	0,174	[0,089; 0,313]	0,199	[0,098; 0,363]	0,031	[0,01; 0,09]
70-79	2	0,526	[0,435; 0,615]	0,198	[0,14; 0,273]	0,191	[0,128; 0,274]	0,085	[0,044; 0,16]
70-79	3	0,372	[0,263; 0,497]	0,263	[0,161; 0,4]	0,217	[0,142; 0,317]	0,147	[0,078; 0,26]

Quelle: Statistische Auswertungen des Robert Koch-Institut (RKI) auf Basis der Ergebnisse der DEGS1-Studie im Jahr 2011 (2018).

Anmerkung: Gewichteter Schätzer; adjustiert auf die Population des Jahrs 2011 unter Anwendung der Stichprobendesign- und Populationsgewichte aus DEGS1.

Tabelle 83: Punktschätzer und Konfidenzintervall für die Verteilung klassierter HbA1c-Werte der Frauen nach Altersgruppe und BMI bedingt auf Fälle ohne bekannte Diabeteserkrankung

Alter (in Jahren)	BMI-Stufe	unter 5,7 %		5,7 bis unter 6,0 %		6,0 bis unter 6,5 %		6,5% und höher	
		Zeile %	95 % KI	Zeile %	95 % KI	Zeile %	95 % KI	Zeile %	95 % KI
30-39	1	0,927	[0,86; 0,963]	0,07	[0,034; 0,137]	0,003	[0,001; 0,02]	NA	NA
30-39	2	0,906	[0,822; 0,953]	0,094	[0,047; 0,178]	NA	NA	NA	[0; 0]
30-39	3	0,836	[0,706; 0,915]	0,124	[0,056; 0,252]	0,018	[0,006; 0,058]	0,022	[0,003; 0,143]
40-49	1	0,902	[0,846; 0,939]	0,064	[0,036; 0,111]	0,034	[0,015; 0,076]	NA	NA
40-49	2	0,842	[0,749; 0,905]	0,102	[0,053; 0,189]	0,038	[0,015; 0,095]	0,018	[0,002; 0,117]
40-49	3	0,789	[0,675; 0,87]	0,154	[0,088; 0,255]	0,044	[0,018; 0,103]	0,013	[0,003; 0,143]
50-59	1	0,804	[0,726; 0,864]	0,126	[0,081; 0,189]	0,07	[0,035; 0,136]	NA	NA
50-59	2	0,731	[0,639; 0,806]	0,152	[0,108; 0,211]	0,117	[0,064; 0,205]	NA	NA
50-59	3	0,631	[0,533; 0,72]	0,182	[0,114; 0,277]	0,141	[0,092; 0,211]	0,045	[0,016; 0,121]
60-69	1	0,73	[0,631; 0,811]	0,149	[0,095; 0,225]	0,103	[0,057; 0,179]	0,018	[0,006; 0,056]
60-69	2	0,682	[0,598; 0,756]	0,206	[0,146; 0,284]	0,095	[0,058; 0,15]	0,016	[0,006; 0,043]
60-69	3	0,449	[0,348; 0,553]	0,228	[0,157; 0,32]	0,277	[0,199; 0,371]	0,046	[0,022; 0,095]
70-79	1	0,668	[0,631; 0,811]	0,204	[0,135; 0,297]	0,11	[0,055; 0,208]	0,018	[0,004; 0,721]
70-79	2	0,589	[0,481; 0,688]	0,236	[0,164; 0,325]	0,132	[0,082; 0,204]	0,044	[0,021; 0,09]
70-79	3	0,497	[0,397; 0,597]	0,252	[0,175; 0,348]	0,194	[0,127; 0,283]	0,058	[0,022; 0,173]

Quelle: Statistische Auswertungen des Robert Koch-Institut (RKI) auf Basis der Ergebnisse der DEGS1-Studie im Jahr 2011 (2018).

Anmerkung: Gewichteter Schätzer; adjustiert auf die Population des Jahrs 2011 unter Anwendung der Stichprobendesgin- und Populationsgewichte aus. DEGS1

Literaturverzeichnis

- American Diabetes Association (2014): Prediabetes: Strategies for Effective Screening, Intervention and Follow-up. <https://professional.diabetes.org/sites/professional.diabetes.org/files/media/prediabetes.pdf> [Abruf am: 23. Mai 2018].
- American Diabetes Association (2018): Standards of Medical Care in Diabetes-2018. *The Journal of clinical and applied research and education* 41 Suppl 1.
- Anand S & Hanson K (1997): Disability-adjusted life years: a critical review. *Journal of health economics* 16(6), 685-702. ISSN: 0167-6296. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10176779>.
- Ashra NB, Spong R, Carter P, Davies M, Dunkley A & Gillies C (2015): A systematic review and meta-analysis assessing the effectiveness of pragmatic lifestyle interventions for the prevention of type 2 diabetes mellitus in routine practice. *London: Public Health England*.
- Barry E, Roberts S, Oke J, Vijayaraghavan S, Normansell R & Greenhalgh T (2017): Efficacy and effectiveness of screen and treat policies in prevention of type 2 diabetes: systematic review and meta-analysis of screening tests and interventions. *BMJ* 356, i6538. DOI: 10.1136/bmj.i6538. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28052845> [Abruf am: 19. September 2018].
- Bundesärztekammer (BÄK), Kassenärztliche Bundesvereinigung (KBV) & Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften (AWMF) (2014): Nationale Versorgungsleitlinie Therapie des Typ-2-Diabetes – Langfassung. 1. Auflage. Version 4. 2013, zuletzt geändert: November 2014. DOI: 10.6101/AZQ/000213. www.dm-therapie.versorgungsleitlinien.de [Abruf am: 24. Mai 2018].
- Bundesärztekammer (BÄK), Kassenärztliche Bundesvereinigung (KBV) & Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften (AWMF) (2011): Nationale Versorgungsleitlinie Neuropathie bei Diabetes im Erwachsenenalter – Langfassung. 1. Auflage. Version 5. DOI: 10.6101/AZQ/000302. www.dm-neuropathie.versorgungsleitlinien.de [Abruf am: 24. Mai 2018].
- Bundesministerium für Gesundheit von Frauen (BMGF) (2017): Österreichische Diabetes-Strategie: Gemeinsam Diabetes begegnen. Wien: Bundesministerium für Gesundheit und Frauen. ISSN: 987-3-903099-19-7. <http://www.bmgf.gv.at/cms/home/attachments/2/7/2/CH1075/CMS1460386129805/diabetesstrategie.pdf> [Abruf am: 24. Mai 2018].
- Claxton K, Martin S, Soares M, Rice N, Spackman E, Hinde S, Devlin N, Smith PC & Sculpher M (2015): Methods for the estimation of the National Institute for Health and Care Excellence cost-effectiveness threshold. *Health technology assessment* 19(14), 1-503, v-vi. DOI: 10.3310/hta19140. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25692211>.

- DEGAM (2013): NVL Diabetes mellitus Typ 2 Therapie DEGAM-Anwenderversion für die Hausarztpraxis. Frankfurt a. M.: Deutsche Gesellschaft für Allgemeinmedizin und Familienmedizin (DEGAM). http://www.degam.de/files/Inhalte/Leitlinien-Inhalte/Dokumente/Interdisziplinaere%20Leitlinien/NVL-001_Typ-2-Diabetes/DEGAM-NVL_Diabetes_Langversion_20131114_web.pdf [Abruf am: 24. Mai 2018].
- Deutsche Diabetes Gesellschaft (DDG) (2016): Diabetologie 2025: 10 Strategische Handlungsfelder. https://www.deutsche-diabetes-gesellschaft.de/fileadmin/Redakteur/Dokumente_Startseite/Aktuelles/DDG-Agenda_2025_TASK_Force_20161116.pdf [Abruf am: 24. Mai 2018].
- Deutsche Diabetes Gesellschaft (DDG) & diabetesDE – Deutsche Diabetes-Hilfe (2017): Deutscher Gesundheitsbericht Diabetes 2017: Die Bestandsaufnahme. Mainz: Kirchheim + Co GmbH. ISSN: 1614-824X. https://www.diabetesde.org/system/files/documents/gesundheitsbericht_2017.pdf [Abruf am: 24. Mai 2018].
- Diabetes Prevention Program Research G (2012): The 10-year cost-effectiveness of lifestyle intervention or metformin for diabetes prevention: an intent-to-treat analysis of the DPP/DPPOS. *Diabetes care* 35(4), 723-730. DOI: 10.2337/dc11-1468. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22442395> [Abruf am: 24. Mai 2018].
- Diabetes Prevention Program Research G (2002): The Diabetes Prevention Program (DPP): description of lifestyle intervention. *Diabetes care* 25(12), 2165-2171. ISSN: 0149-5992. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12453955> [Abruf am: 24. Mai 2018].
- Forster M, Veerman JL, Barendregt JJ & Vos T (2011): Cost-effectiveness of diet and exercise interventions to reduce overweight and obesity. *International journal of obesity* 35(8), 1071-1078. DOI: 10.1038/ijo.2010.246. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21224825> [Abruf am: 24. September 2018].
- GBD (2017): Global, regional, and national incidence, prevalence, and years lived with disability for 328 diseases and injuries for 195 countries, 1990-2016: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2016. *Lancet* 390(10100), 1211-1259. DOI: 10.1016/S0140-6736(17)32154-2. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28919117> [Abruf am: 24. September 2018].
- Gemeinsamer Bundesausschuss (2016): Beschluss des Gemeinsamen Bundesausschusses über eine Änderung der DMP-Anforderungen-Richtlinie: Änderung der Anlage 1 (DMP Diabetes mellitus Typ 2) und Änderung der Anlage 8 (Diabetes mellitus Typ 1 und Typ 2 – Dokumentation). Berlin: Gemeinsamer Bundesausschuss. <https://www.g-ba.de/informationen/beschluesse/2466/> [Abruf am: 24. Mai 2018].
- Gemeinsamer Bundesausschuss (2018): Beschluss des Gemeinsamen Bundesausschusses über eine Änderung der Gesundheitsuntersuchungs-Richtlinie: Anpassung der ärztlichen Gesundheitsuntersuchungen für Erwachsene nach § 25 Absatz 1 Satz 1 des

- Fünften Buches Sozialgesetzbuch (SGB V). https://www.g-ba.de/downloads/39-261-3427/2018-07-19_GU-RL_Anpassung-GU-Erwachsene.pdf [Abruf am: 20. September 2018].
- Gerstein HC, Santaguida P, Raina P, Morrison KM, Balion C, Hunt D, Yazdi H & Booker L (2007): Annual incidence and relative risk of diabetes in people with various categories of dysglycemia: a systematic overview and meta-analysis of prospective studies *Diabetes Res Clin Pract.* 2007;78:305–312.
- Gillett M, Chilcott J, Goyder L, Payne N, Thokala P, Freeman C, Johnson M & Buckley Woods H (2011): Prevention of type 2 diabetes: risk identification and interventions for individuals at high risk: Economic Review and Modelling. NICE Centre for Public Health Excellence.
- Gillies CL, Abrams KR, Lambert PC, Cooper NJ, Sutton AJ, Hsu RT & Khunti K (2007): Pharmacological and lifestyle interventions to prevent or delay type 2 diabetes in people with impaired glucose tolerance: systematic review and meta-analysis. *BMJ* 334(7588), 299. DOI: 10.1136/bmj.39063.689375.55. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17237299> [Abruf am: 19. September 2018].
- Global Burden of Disease (GBD) (2016): The Lancet: Supplementary appendix. This appendix formed part of the original submission and has been peer reviewed. We post it as supplied by the authors. Supplement to: GBD 2016 DALYs and HALE Collaborators. Global, regional, and national disability-adjusted life-years (DALYs) for 333 diseases and injuries and healthy life expectancy (HALE) for 195 countries and territories, 1990–2016: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2016. *Lancet* 2017; 390: 1260–344.
- Goffrier B, Schulz M & Bätzing-Feigenbaum J (2017): Administrative Prävalenzen und Inzidenzen des Diabetes mellitus von 2009 bis 2015. Berlin: Zentralinstitut für die kassenärztliche Versorgung in Deutschland (Zi). DOI: 10.20364/VA-17.03. https://www.versorgungsatlas.de/fileadmin/ziva_docs/79/VA-79-Bericht_Final_V2_20170713.pdf [Abruf am: 24. September 2018].
- Gong Q, Zhang P, Wang J, An Y, Gregg EW, Li H, Zhang B, Shuai Y, Yang W, Chen Y, Liu S, Engelgau MM, Hu Y, Bennett PH & Li G (2016): Changes in Mortality in People With IGT Before and After the Onset of Diabetes During the 23-Year Follow-up of the Da Qing Diabetes Prevention Study. *Diabetes care* 39(9), 1550-1555. DOI: 10.2337/dc16-0429. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27411697> [Abruf am: 22. Mai 2018].
- Group DPPR (2015): Long-term effects of lifestyle intervention or metformin on diabetes development and microvascular complications over 15-year follow-up: the Diabetes Prevention Program Outcomes Study. *The lancet. Diabetes & endocrinology* 3(11), 866-875. DOI: 10.1016/S2213-8587(15)00291-0. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26377054> [Abruf am: 24. Mai 2018].

- Hamman RF, Horton E, Barrett-Connor E & Bray GA (2015a): Factors affecting the decline in incidence of diabetes in the Diabetes Prevention Program Outcomes Study (DPPOS). *Diabetes*. 2015 Mar;64(3):989-98. doi: 10.2337/db14-0333. Epub 2014 Oct 2.
- Haw JS, Galaviz KI, Straus AN, Kowalski AJ, Magee MJ, Weber MB, Wei J, Narayan KMV & Ali MK (2017): Long-term Sustainability of Diabetes Prevention Approaches: A Systematic Review and Meta-analysis of Randomized Clinical Trials. *JAMA internal medicine* 177(12), 1808-1817. DOI: 10.1001/jamainternmed.2017.6040. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29114778> [Abruf am: 22. Mai 018].
- Heidemann C, Du Y, Paprott R, Haftenberger M, Rathmann W & Scheidt-Nave C (2016): Temporal changes in the prevalence of diagnosed diabetes, undiagnosed diabetes and prediabetes: findings from the German Health Interview and Examination Surveys in 1997-1999 and 2008-2011. *Diabetic medicine : a journal of the British Diabetic Association* 33(10), 1406-1414. DOI: 10.1111/dme.13008. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26498983> [Abruf am: 22. Mai 2018].
- Heidemann C, Kuhnert R, Born S & Scheidt-Nave C (2017): 12-Monats-Prävalenz des bekannten Diabetes mellitus in Deutschland. *Journal of Health Monitoring* 2(1), 48-56. DOI: 10.17886/RKI-GBE-2017-008. <https://edoc.rki.de/handle/176904/2580> [Abruf am: 22. Mai 2018].
- Hermanns N & Gorges D (2007): Primäre Diabetesprävention – PRAEDIAS – ein neues Schulungs- und Behandlungsprogramm. . *Diabetes aktuell* (5):54-64.
- Huang Y, Cai X, Mai W, Li M & Hu Y (2016): Association between prediabetes and risk of cardiovascular disease and all cause mortality: systematic review and meta-analysis. *BMJ* 355, i5953. DOI: 10.1136/bmj.i5953. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27881363> [Abruf am: 19. September 2018].
- Hutubessy R, Chisholm D & Tan-Torres Edejer T (2003): Generalized cost-effectiveness analysis for national-level priority-setting in the health sector. *Cost Effectiveness and Resource Allocation* 2003, 1:8.
- International Diabetes Federation (2017): IDF DIABETES ATLAS: Eighth edition 2017. ISBN: 978-2-930229-87-4.
- Inzucchi SE, Lipska KL, Mayo H, Bailey CL & McGuire DK (2014): Metformin in Patients With Type 2 Diabetes and Kidney Disease. A Systematic Review. *AMA*. 2014;312(24):2668-2675. doi:10.1001/jama.2014.15298.
- Knowler WC, Barrett-Connor E, Fowler SE, Hamman RF, Lachin JM, Walker EA, Nathan DM & Diabetes Prevention Program Research G (2002): Reduction in the incidence of type 2 diabetes with lifestyle intervention or metformin. *The New England journal of medicine* 346(6), 393-403. DOI: 10.1056/NEJMoa012512. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11832527> [Abruf am: 24. Mai 2018].

- Lee M, Saver JL, Hong KS, Song S, Chang KH & Ovbiagele B (2012): Effect of pre-diabetes on future risk of stroke: meta-analysis. *BMJ* 344, e3564. DOI: 10.1136/bmj.e3564. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22677795> [Abruf am: 19. September 2018].
- Li G, Zhang P, Wang J, An Y, Gong Q, Gregg EW, Yang W, Zhang B, Shuai Y, Hong J, Engelgau MM, Li H, Roglic G, Hu Y & Bennett PH (2014): Cardiovascular mortality, all-cause mortality, and diabetes incidence after lifestyle intervention for people with impaired glucose tolerance in the Da Qing Diabetes Prevention Study: a 23-year follow-up study. *The lancet. Diabetes & endocrinology* 2(6), 474-480. DOI: 10.1016/S2213-8587(14)70057-9. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24731674> [Abruf am: 22. Mai 2018].
- Li G, Zhang P, Wang J, Gregg EW, Yang W, Gong Q, Li H, Li H, Jiang Y, An Y, Shuai Y, Zhang B, Zhang J, Thompson TJ, Gerzoff RB, Roglic G, Hu Y & Bennett PH (2008): The long-term effect of lifestyle interventions to prevent diabetes in the China Da Qing Diabetes Prevention Study: a 20-year follow-up study. *Lancet* 371(9626), 1783-1789. DOI: 10.1016/S0140-6736(08)60766-7. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18502303> [Abruf am: 22. Mai 2018].
- Ligthart S, van Herpt TT, Leening MJ, Kavousi M, Hofman A, Sijbrands EJ, Franco OH & Dehghan A (2016): Lifetime risk of developing impaired glucose metabolism and eventual progression from prediabetes to type 2 diabetes: a prospective cohort study. *Lancet Diabetes Endocrinol.* 2016 Jan;4(1):44-51.
- Menke A, Casagrande S, Geiss L & Cowie CC (2015): Prevalence of and Trends in Diabetes Among Adults in the United States, 1988-2012. *JAMA* 314(10), 1021-1029. DOI: 10.1001/jama.2015.10029. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26348752> [Abruf am: 19. September 2018].
- Mensink GBM, Schienkiewitz A, Haftenberger M, Lampert T, Ziese T & Scheidt-Nave C (2013): Übergewicht und Adipositas in Deutschland: Ergebnisse der Studie zur Gesundheit Erwachsener in Deutschland (DEGS1). *Bundesgesundheitsblatt – Gesundheitsforschung – Gesundheitsschutz* 5(6), 786-794. DOI: 10.1007/s00103-012-1656-3. <https://edoc.rki.de/bitstream/handle/176904/1481/23JuqX9byg62Q.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs00103-012-1656-3> [Abruf am: 24. September 2018].
- Morris DH, Khunti K, Achana F, Srinivasan B, Gray LJ, Davies MJ & Webb D (2013): Progression rates from HbA1c 6.0-6.4% and other prediabetes definitions to type 2 diabetes: a meta-analysis. *Diabetologia* 56(7), 1489-1493. DOI: 10.1007/s00125-013-2902-4. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23584433> [Abruf am: 19. September 2018].
- Murray CJ (1994): Quantifying the burden of disease: the technical basis for disability-adjusted life years. *Bulletin of the World Health Organi-*

- zation 72(3), 429-445. ISSN: 0042-9686. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8062401>.
- Murray CJ, Ezzati M, Flaxman AD, Lim S, Lozano R, Michaud C, Naghavi M, Salomon JA, Shibuya K, Vos T, Wikler D & Lopez AD (2012): GBD 2010: design, definitions, and metrics. *Lancet* 380(9859), 2063-2066. DOI: 10.1016/S0140-6736(12)61899-6. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23245602>.
- Nauck M, Petermann A, Müller-Wieland D, Kerner W, Müller UA, Landgraf R, Freckmann G & Heinemann L (2017): Definition, Klassifikation und Diagnostik des Diabetes mellitus. *Diabetologie und Stoffwechsel* 12(S 02), S94-S100. DOI: <https://doi.org/10.1055/s-0043-115953>. <https://www.thieme-connect.de/DOI/DOI?10.1055/s-0043-115953> [Abruf am: 22. Mai 2018].
- NHS England (2016a): NDPP National Service Specification. <https://www.england.nhs.uk/wp-content/uploads/2016/08/dpp-service-spec-aug16.pdf> [Abruf am: 20. September 2018].
- NHS England NDPP Pathway.
- NHS England (2017): NHS Diabetes Prevention Programme and Weight Management Services: Eligibility Criteria. <https://www.england.nhs.uk/publication/dpp-weight-management-eligibility/> [Abruf am: 20. September 2018].
- NHS England (2018): NHS Diabetes Programme. Healthier You: NHS Diabetes Prevention Programme. <https://www.england.nhs.uk/publication/healthier-you-nhs-diabetes-prevention-programme-fact-sheet/> [Abruf am: 20. September 2018].
- NHS England (2016b): NHS England Impact Analysis of implementing NHS Diabetes Prevention Programme, 2016 to 2021. <https://www.england.nhs.uk/wp-content/uploads/2016/08/impact-assessment-ndpp.pdf> [Abruf am: 10. Juli 2018].
- NICE (2012): Type 2 diabetes: prevention in people at high risk. Manchester: National Institute for Health and Care Excellence. ISBN: 978-1-4731-2636-7. <https://www.nice.org.uk/guidance/ph38/resources/type-2-diabetes-prevention-in-people-at-high-risk-pdf-1996304192197> [Abruf am: 10. Juli 2018].
- NICE (2017): Type 2 diabetes: prevention in people at high risk: [A] Evidence reviews for interventions for people at high risk of type 2 diabetes. NICE guideline PH38. National Institute for Health and Care Excellence. ISBN: 978-1-4731-2636-7.
- Nolting H-D, Deckenbach B & Tisch T (2017): Versorgungsreport Multimorbidität im Alter. Beiträge zur Gesundheitsökonomie und Versorgungsforschung (Band 20)
- Nolting H-D, Deckenbach B, Zich K, Barthelems I & Sydow H (2015): Versorgungsreport Schlaganfall: Chancen für mehr Gesundheit. Beiträge zur Gesundheitsökonomie und Versorgungsforschung, Bd. 10.

- Nolting H-D, Krupka S, Sydow H & Tisch T (2016): Versorgungsreport Adipositas. Chancen für mehr Gesundheit. . (ISBN 978-3-86216-315-1). *Beiträge zur Gesundheitsökonomie und Versorgungsforschung, Bd. 15*. Heidelberg: medhochzwei Verlag.
- Organization WH (2011): Use of Glycated Haemoglobin (HbA1c) in the Diagnosis of Diabetes Mellitus: Abbreviated Report of a WHO Consultation.
- Orozco LJ, Buchleitner AM, Gimenez-Perez G, Roque IFM, Richter B & Mauricio D (2008): Exercise or exercise and diet for preventing type 2 diabetes mellitus. *The Cochrane database of systematic reviews* (3), CD003054. DOI: 10.1002/14651858.CD003054.pub3. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18646086> [Abruf am: 19. Juni 2018].
- Pan XR, Li GW, Hu YH, Wang JX, Yang WY, An ZX, Hu ZX, Lin J, Xiao JZ, Cao HB, Liu PA, Jiang XG, Jiang YY, Wang JP, Zheng H, Zhang H, Bennett PH & Howard BV (1997): Effects of diet and exercise in preventing NIDDM in people with impaired glucose tolerance. The Da Qing IGT and Diabetes Study. *Diabetes Care* 20(4), 537-544. ISSN: 0149-5992. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9096977> [Abruf am: 20. September 2018].
- Rathmann W, Kowall B & Meisinger C (o.J.): Epidemiologie des Typ 2 Diabetes in Deutschland: Ergebnisse aus der KORA S4/F4 Kohortenstudie. https://www.koquap.de/fileadmin/user_upload/publikationen/FZP_Epidemiologie.pdf [Abruf am: 10. Juli 2018].
- Ratiopharm (2016): Fachinformation Metformin. Stand der Fachinformation 2016.: <https://www.fachinfo.de/>.
- Richardson E, Zaletel J & Nolte E (2016): National Diabetes Plans in Europe: What lessons are there for the prevention and control of chronic diseases in Europe? Ljubljana: National Institute of Public Health. ISBN: 978-961-7002-15-7. http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0009/307494/National-diabetes-plans-Europe.pdf [Abruf am: 10. Juli 2018].
- Ryden L, Standl E, Bartnik M, Van den Berghe G, Betteridge J, de Boer MJ, Cosentino F, Jonsson B, Laakso M, Malmberg K, Priori S, Ostergren J, Tuomilehto J, Thrainsdottir I, Vanhorebeek I, Stramba-Badiale M, Lindgren P, Qiao Q, Priori SG, Blanc JJ, Budaj A, Camm J, Dean V, Deckers J, Dickstein K, Lekakis J, McGregor K, Metra M, Morais J, Osterspey A, Tamargo J, Zamorano JL, Deckers JW, Bertrand M, Charbonnel B, Erdmann E, Ferrannini E, Flyvbjerg A, Gohlke H, Juanatey JR, Graham I, Monteiro PF, Parhofer K, Pyorala K, Raz I, Schernthaner G, Volpe M, Wood D, Task Force on D, Cardiovascular Diseases of the European Society of C & European Association for the Study of D (2007): Guidelines on diabetes, pre-diabetes, and cardiovascular diseases: executive summary. The Task Force on Diabetes and Cardiovascular Diseases of the European Society of Cardiology (ESC) and of the European Association for the Study of Diabetes (EASD). *European heart journal* 28(1), 88-136. DOI: 10.1093/eurheartj/ehl260. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17220161> [Abruf am: 20. September 2018].

- Schatz H & Pfeiffer AFH (2014): Diabetologie kompakt: Grundlagen und Praxis. 5., vollständig überarbeitete und aktualisierte Auflage. Berlin, Heidelberg: Springer Verlag. ISBN: 978-3-642-41357-5.
- Statistisches Bundesamt (2015): Bevölkerung Deutschlands bis 2060: Ergebnisse der 13. koordinierten Bevölkerungsvorausberechnung. 2015. Wiesbaden: Statistisches Bundesamt.
- Statistisches Bundesamt (Destatis) (2017): Gesundheit: Todesursachen in Deutschland 2015.
- Tabak AG, Herder C, Rathmann W, Brunner EJ & Kivimaki M (2012): Prediabetes: a high-risk state for diabetes development. *Lancet* 379(9833), 2279-2290. DOI: 10.1016/S0140-6736(12)60283-9. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22683128> [Abruf am: 20. September 2018].
- Tamayo T, Brinks R, Hoyer A, Kuss OS & Rathmann W (2016): The Prevalence and Incidence of Diabetes in Germany. *Deutsches Arzteblatt international* 113(11), 177-182. DOI: 10.3238/arztebl.2016.0177. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27118665> [Abruf am: 24. September 2018].
- Tuomilehto J, Lindström J & et al. (2001): Prevention of type 2 diabetes mellitus by changes in lifestyle among subjects with impaired glucose tolerance. *The New England Journal of Medicine* 344(18), 1343-1350. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11333990> [Abruf am: 10. Juli 2018].
- Weyrich P (2015): Metformin bei Typ-2-Diabetes. Laktatazidose insgesamt sehr selten. *INFO DIABETOLOGIE* 2015; 9 (2).
- World Health Organization & International Diabetes Federation (2006): Definition and diagnosis of diabetes mellitus and intermediate hyperglycemia. ISSN: 978 92 4 159493 6. http://www.who.int/diabetes/publications/Definition%20and%20diagnosis%20of%20diabetes_new.pdf [Abruf am: 20. September 2018].
- Zentralinstitut für die kassenärztliche Versorgung in der Bundesrepublik Deutschland (2018): Dokumentation der Untersuchungsergebnisse aus den gesetzlichen Maßnahmen zur Früherkennung nach § 25 SGB V im Jahr 2016. gbe-bund. <http://www.gbe-bund.de/gbe10/i?i=779:31998210D> [Abruf am: 24. September 2018].
- Zentralinstitut für die kassenärztliche Versorgung in der Bundesrepublik Deutschland Gesund bleiben – Diabetes verhindern. Modellprojekt der DAK zur Diabetesprävention in Sachsen. https://www.zi.de/fileadmin/images/content/PDFs_alle/Zwischenbericht_Diabetes-Praev.pdf [Abruf am: 10. Juli 2018].
- Ziegler D, Rathmann W, Dickhaus T, Meisinger C, Mielck A & Group KS (2008): Prevalence of polyneuropathy in pre-diabetes and diabetes is associated with abdominal obesity and macroangiopathy: the MONICA/KORA Augsburg Surveys S2 and S3. *Diabetes Care* 31(3), 464-469. DOI: 10.2337/dc07-1796. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18039804> [Abruf am: 20. September 2018].

