Aus dem Institut für Versorgungsforschung und Gesundheitsökonomie
der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf
Direktor/in: Univ.-Prof. Dr. med. Dr. PH Andrea Icks

Inzidenz von Amputation unterer Extremitäten bei Versicherten der BARMER mit und ohne Diabetes mellitus 2013 bis 2017 unter Berücksichtigung von Alter, Geschlecht und türkischem Migrationshintergrund

Dissertation

zur Erlangung des Grades eines Doktors Public Health
der Medizinischen Fakultät der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf

vorgelegt von
Benjamin Westerhoff
2023

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

gez.:

Dekan:	Prof. Dr. Nikolaj Klöcker
Erstgutachterin:	Prof. Dr. Dr. Andrea Icks
Zweitgutachter:	Prof. Dr. Gerhard Rümenapf

I Zusammenfassung

Hintergrund und Ziel: Amputationen der unteren Extremitäten sind bei Diabetes mit niedrigerer Lebensqualität, höherer Mortalität und höheren Behandlungskosten assoziiert. Im Zeitverlauf gingen in vielen Ländern Major- und Minoramputationsraten zurück. In der Promotion werden Amputationsraten (AR) bei Menschen mit und ohne Diabetes sowie Trends von 2013 bis 2017 in Deutschland untersucht.

Methoden: Basierend auf Abrechnungsdaten der bundesweiten gesetzlichen Krankenversicherung BARMER (>9 Millionen Versicherte) werden alters- und geschlechtsstandardisierte AR in der diabetischen (ARd) und der nicht-diabetischen Population (ARn), zeitliche Trends sowie vergleichend ARd und ARn mittels angepasster Poisson-Modelle nach Alter und Geschlecht stratifiziert untersucht sowie gesondert für Menschen mit türkischem Migrationshintergrund betrachtet.

Ergebnisse: 2013–2017 wurde bei 20.814 Personen ≥ 1 Minor- oder Majoramputation durchgeführt. Majoramputationsraten veränderten sich von 2013-2017 unabhängig vom Diabetes nicht signifikant, wobei das Risiko bei Diabetes durchweg signifikant höher war (RR: 4,52; 95% KI: 4,12-4,95). Alters- und geschlechtsstratifizierte Analysen zeigten bei Frauen mit Diabetes ≥80 Jahre (0,91; 95% KI: 0,83-0,99) eine signifikante Reduktion, in der Altersgruppe 60 – 69 Jahre eine signifikante Zunahme (1,05; 95% KI: 1,02 – 1,09) der AR pro Jahr. Bei Männern und Frauen (≥80 Jahre) ohne Diabetes zeigen sich signifikante Reduktionen der AR pro Jahr (0,91; 95% KI: 0,87-0,95), respektive (0,89; 95% KI: 0,86-0,92). Minoramputationsraten veränderten sich von 2013–2017 nicht signifikant und waren bei Diabetes durchgängig signifikant höher (RR: 9,09; 95% KI: 8,25–10,0). In der alters- und geschlechtsstratifizierten Analyse zeigt sich bei Frauen <50 Jahren mit Diabetes eine signifikante Reduktion der AR pro Kalenderjahr (0,90; 95% KI: 0,83–0,98). Bei Männern mit Diabetes von 60–69 Jahren wurde hingegen eine signifikante Zunahme festgestellt (1,03; 95% KI: 1,01–1,04). Beim Vergleich von Menschen mit und ohne türkischen Migrationshintergrund sind Unterschiede sowohl bei Major- als auch bei Minoramputationen festgestellt worden. So haben Menschen mit türkischem Hintergrund eine zwei- bis dreimal niedrigere AR. Lediglich bei Männern ohne Diabetes waren die AR auf demselben Niveau.

Erkenntnisse: Die Amputationsrate bei Diabetes ist im Vergleich zur nicht-diabetischen Bevölkerung noch immer deutlich erhöht. Im Untersuchungszeitraum fanden sich nur in einzelnen Alters- und Geschlechtsstrata signifikante Änderungen. Entgegen der initialen Hypothese finden sich niedrigere Amputationsraten bei Menschen mit türkischem Migrationshintergrund, bei allerdings geringer absoluter Zahl dieser Personen.

II Zusammenfassung (englisch)

Background and purpose: Lower extremity amputations in diabetes are associated with poorer quality of life, higher mortality, and higher treatment costs. Over time, major and minor amputation rates have declined in many countries. In the dissertation amputation rates (AR) in people with and without diabetes as well as trends from 2013 to 2017 in Germany are examined.

Methods: Based on administrative data from the nationwide statutory health insurance company BARMER (>9 million insured persons), age- and gender-standardized AR in the diabetic (ARd) and non-diabetic population (ARn), temporal trends and comparative ARd and ARn are analyzed using adapted Poisson models, stratified by age and gender, and considered separately for people with a Turkish migration background.

Results: 2013–2017, 20,814 people underwent ≥ 1 minor or major amputation. Major amputation rates did not change significantly from 2013-2017 regardless of diabetes, with diabetes consistently having a significantly higher risk (RR: 4.52; 95% CI: 4.12-4.95). Age and gender stratified analyzes showed a significant reduction in women with diabetes ≥80 years (0.91; 95% CI: 0.83-0.99) and a significant increase in the age group 60-69 years (1.05; 95% CI: 1.02–1.09) of AR per year. In men and women (>= 80 years) without diabetes, there are significant reductions in AR per year (0.91; 95% CI: 0.87-0.95), respectively (0.89; 95% CI: 0.86-0.92). Minor amputation rates did not change significantly from 2013–2017 and were consistently significantly higher in diabetes (RR: 9.09; 95% CI: 8.25–10.0). In the analysis stratified by age and sex, women < 50 years with diabetes show a significant reduction in AR per calendar year (0.90; 95% CI: 0.83–0.98). In contrast, a significant increase was found in men with diabetes aged 60–69 years (1.03; 95% CI: 1.01–1.04). When comparing people with and without a Turkish migration background, differences were found in both major and minor amputations. For example, people with a Turkish background have a two to three times lower AR. Only in men without diabetes AR were at the same level.

Conclusion: The amputation rate in diabetes is still significantly higher compared to the non-diabetic population. During the study period, significant changes were only found in individual age and gender strata. Contrary to the initial hypothesis, there are lower amputation rates among people with a Turkish migration background, although the absolute number of these people is small.

III Abkürzungsverzeichnis

ARd	Amputationsrate bei Menschen mit Diabetes
ARn	Amputationsrate bei Menschen ohne Diabetes
ARt	Amputationsrate bei Menschen mit und ohne Diabetes (Gesamtpopulation)
AWMF	Arbeitsgemeinschaft der wissenschaftlichen medizinischen Fachgesellschaften
KI	Konfidenzintervall (*Confidence interval*)
DMP	*Disease Management* Programme (Strukturierte Versorgungsprogramme)
GKV	Gesetzliche Krankenversicherung
LEA	*Lower extremity amputation* (Amputation der unteren Extremität(en))
NVL	Nationale Versorgungsleitlinien
RR	Relatives Risiko

IV Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung 1
2. Hintergrund und Stand der Forschung 3
3. Ziele der Arbeit 7
4. Material und Methoden 7
5. Ergebnisse 12
6. Diskussion 37
7. Literatur- und Quellenverzeichnis 47

Einleitung

Menschen mit Diabetes haben ein erhöhtes Risiko eine Amputation der unteren Extremität zu erleiden. Epidemiologische Studien zeigen, dass bis zu 75% der Amputationen der unteren Extremitäten (LEA = *Lower extremity amputations*) bei Menschen mit einem Diabetes durchgeführt wurden (Icks et al., 2009b, Lombardo et al., 2014, Trautner et al., 2007, Claessen et al., 2018b). Beim Diabetes mellitus handelt es sich um eine Gruppe von Erkrankungen deren gemeinsames Merkmal die pathologische Erhöhung der Konzentration von Glukose im Blut, die sogenannte Hyperglykämie ist. Dieser kann eine Störung der Insulinsekretion, oder der Insulinwirkung sowie eine Kombination dieser Mechanismen zugrunde liegen. Adipositas und Bewegungsmangel sind wichtige Manifestationsfaktoren der häufigsten Form, dem Diabetes mellitus Typ 2. Die Prävalenz des Diabetes mellitus nimmt seit langer Zeit zu. So stieg im Jahr 2019 die globale Prävalenz des Diabetes mellitus in der erwachsenen Bevölkerung (20 – 79 Jahre) auf 9,3%. Das entspricht 463 Millionen betroffenen Personen weltweit. Die Zahl der Menschen mit Diabetes in Deutschland im Alter von 20 – 79 Jahren wird auf 9,51 Millionen beziffert, was einer Prävalenz von 15,3% in dieser Altersgruppe entspricht (Foundation, 2019). Die gemeinsame Studie (Claessen et al., 2018b) basierend auf 34 Millionen gesetzlich versicherten Einwohnern Deutschlands weist über die gesamte Bevölkerung ohne Altersseinschränkungen für das Jahr 2012 eine Diabetesprävalenz von 11,9% aus. Auch hier ist der Trend gegenüber dem Jahr 2008 mit 10,6% steigend. Der recht deutliche Trend steigender Diabetesprävalenzen ist bei den Inzidenzen nicht zu erkennen. Ein systematischer Review aus dem Jahr 2019, der 47 internationale Studien eingeschlossen hat, zeigt bei den Inzidenzen des Diabetes mellitus Typ II in den Jahren 2006 bis 2014 bei 33% der eingeschlossenen Studien einen Trend steigender Inzidenzen. In 30% blieben die Inzidenzen stabil und in 36% sanken sie (Magliano et al., 2019). Inzidenzraten des Diabetes liegen für Deutschland nicht durchgehend vor. Eine Studie aus 2020 basierend auf den Abrechnungsdaten aller gesetzlichen Krankenkassen weist für das Jahr 2012 eine Inzidenz des Diabetes von 1,0% bezogen auf alle versicherten Personenaus (Schmidt et al., 2020).Eine Studie aus dem Jahr 2014 basierend auf Daten der AOK Baden-Württemberg weist eine Inzidenz des Typ II Diabetes von 8,62 pro 1.000 Einwohner für das Jahr 2012 aus. Das ist eine leichte, aber signifikante Steigerung gegenüber dem Jahr 2008 (8,21 pro 1.000 Einwohner) (Boehme et al., 2015). Dass steigende Prävalenzen nicht mit steigenden Inzidenzen einhergehen, ist durch höhere Lebenserwartungen zu erklären. Die direkten und indirekten Kosten durch den Diabetes mellitus wurden in Deutschland für das Jahr 2015 auf 7,37 Milliarden Euro beziffert (Bundesamt, 2015).

Allen Diabetesformen ist gemeinsam, dass bei unzureichender Korrektur der Hyperglykämie durch die Behandlung diabetische Gefäßschäden als Langzeitfolgen auftreten, die als Makroangiopathie zu koronarer Herzerkrankung, peripher arterieller Verschlusskrankheit und zu zerebralen Durchblutungsstörungen sowie ischämischem Hirninfarkt führen können. Mikroangiopathische Veränderungen betreffen vor allem die Niere, die Augen und die Nerven. Sie führen zu diabetischer Nephropathie, Erblindung und diabetischer Neuropathie. Manifestationsfördernde Kofaktoren diabetischer Gefäßveränderungen sind Hyperlipidämie, arterielle Hypertonie und Nikotinabusus, welche daher ebenfalls Gegenstand therapeutischer Überlegungen bei der Behandlung des Diabetes mellitus sind. Amputationen der unteren Extremität können sowohl makro- als auch mikroangiopathische Entstehungsbedingungen haben.

Auch wenn in einem individuellen Fall der Grund für eine Amputation beispielsweise ein traumatisches Ereignis oder eine maligne Erkrankung ist, so kann ein bestehender Diabetes die Entscheidung für oder wider eine Amputation beeinflussen. Auch solche Amputationen in die Betrachtung einzuschließen, die ggf. nur subsidiär durch einen Diabetes determiniert werden, ist die klare Empfehlung eines Papers aus dem Jahr 2021 (Jeffcoate et al., 2021), eben weil der Diabetes die Entscheidung zur Therapieform „Amputation“ maßgeblich beeinflussen kann.

Amputation der unteren Extremitäten mindern die Lebensqualität (Price, 2004), erhöhen die medizinischen Kosten (Hoffmann et al., 2013) und gehen mit einer gesteigerten Mortalität einher (Hoffstad et al., 2015, Icks et al., 2011b, Thorud et al., 2016). Bereits im Jahr 1989 wurde in der St. Vincent-Deklaration als Zielparameter eine Reduktion diabetischer Begleit- und Folgeerkrankungen (Amputationen, terminale Niereninsuffizienz, Erblindung, Myokardinfarkt, Schlaganfall) formuliert. Als Zielgröße für die Reduktion von Amputationen der unteren Extremitäten wurde eine Halbierung der Ereignisse angestrebt. Studien zeigen, dass die Qualität der Blutzuckereinstellung und die Reduktion von Risikofaktoren mit einer geringeren Amputationsrate assoziiert sind (May et al., 2016).

In Deutschland wurden verschiedene Initiativen ins Leben gerufen, um die Anzahl der LEA unter Personen mit Diabetes zu verringern (Tuttle et al., 2014). Mit dem Ziel, die Qualität der medizinischen Versorgung zu verbessern, wurden die sogenannten Disease Management Programme (DMP) 2002 für den Diabetes Mellitus Typ 2 und 2004 für den Typ 1 in Deutschland eingeführt (Robert-Koch-Institut, 2015). Diese sind im Fünften Sozialgesetzbuch in § 137 f verankert und werden durch Richtlinien des Gemeinsamen Bundesauschusses definiert.

Die Bundesärztekammer, die kassenärztliche Bundesvereinigung und die Arbeitsgemeinschaft der wissenschaftlichen medizinischen Fachgesellschaften (AWMF) haben im

Rahmen des Programms für nationale Versorgungsleitlinien (NVL) die „Nationale Versorgungsleitlinie Typ-2-Diabetes: Präventions- und Behandlungsstrategien für Fußkomplikationen“ entwickelt. Hierbei handelt es sich um eine „systematisch entwickelte Entscheidungshilfe über die angemessene ärztliche Vorgehensweise im Rahmen der strukturierten medizinischen Versorgung“ als Orientierungshilfe für den Arzt.
Es gab und gibt es zahlreiche einzelvertragliche Maßnahmen der Krankenkassen, die insbesondere aufbauend auf den nationalen Versorgungsleitlinien integrierte Versorgungsansätze sowie Sekundär- und Tertiärprävention anstreben, um die Versorgungssituation von Patienten mit Diabetes mellitus zu verbessern und die Behandlungsergebnisse zu verbessern, d. h. Patienten mit Diabetes mellitus vor Komplikationen der Erkrankung, wie LEA zu schützen.
Studien geben Hinweise darauf, dass im DMP Diabetes mellitus behandelte Patienten im Durchschnitt ein besseres Behandlungsergebnis aufweisen als nicht eingeschriebene Patienten mit Diabetes mellitus (Stock et al., 2010). Allerdings ist die Erkenntnislage heterogen. So ergab eine systematische Literaturübersichtsarbeit aus dem Jahr 2014 mit 17 eingeschlossenen Publikationen, dass hinsichtlich Morbidität, Lebensqualität und auch ökonomischen Effekten keine einheitlichen Effekte zu erkennen sind. In 3 Publikationen wurde jedoch von geringerer Mortalität der DMP-Teilnehmer sowie in 2 von längeren Überlebenszeiten berichtet (Fuchs et al., 2014). Studien zeigen auch, dass Sprachbarrieren, die häufig bei Patienten mit Migrationshintergrund anzutreffen sind, mit schlechterer Therapieadhärenz und schlechterem Therapieergebnis assoziiert sein können.

Hintergrund und Stand der Forschung

Amputation unterer Extremitäten

Vorangegangene Studien zu Amputationsinzidenzen zeigen teils widersprüchliche Ergebnisse, wie eine systematische Übersichtsarbeit aus dem Jahr 2017 darstellt (Narres et al., 2017). Der Review beschreibt insbesondere eine hohe Heterogenität der verwendeten statistischen Verfahren, der Amputationsdefinitionen, der Diabetesdefinitionen und der methodischen Herangehensweisen, wodurch die hohe Varianz der Ergebnisse teilweise erklärt werden kann. So variierte die Amputationsinzidenz innerhalb der 19 in die Analyse eingeschlossenen Studien in der diabetischen Bevölkerung von 78 bis hin zu 704 Amputationen je 100.000 Personenjahren. Auch das Amputationsrisiko zwischen der diabetischen und der nicht-diabetischen Bevölkerung variierte stark. So war das Amputationsrisiko in der diabetischen Bevölkerung zwischen 7,4 und 41,3 mal höher als in

der nicht-diabetischen Bevölkerung. Auch die Veränderung im zeitlichen Verlauf war uneinheitlich. Es wurden neben Abnahmen teilweise auch Anstiege in den Amputationsinzidenzen sowie in den relativen Risiken beschrieben.

Aus Deutschland liegen ältere Zahlen zu Inzidenzen der LEA bei Patienten mit Diabetes mellitus und bei Personen ohne Diabetes mellitus vor, bei denen es sich um regional beschränkte Auswertungen handelt (Genz et al., 2010, Hoffstad et al., 2015, Icks et al., 2009a, Icks et al., 2011a, Icks et al., 2011b, Wrobel et al., 2006).

Darüber hinausgehende aktuellere Analysen auf Basis bundesweiter Daten zu Inzidenzraten, relativen Risiken und Zeittrends lieferte im Jahr 2018 eine Studie unter Mitarbeit des Promovenden (Claessen et al., 2018b). Analysiert wurde darin der Zeitraum von 2008 bis 2012. Datengrundlage waren die Abrechnungsdaten mehrerer Krankenkassen mit insgesamt mehr als 34 Millionen Personen. Das relative Risiko zwischen der diabetischen und der nicht diabetischen Studienpopulation sank hier im Studienzeitraum von 9,3 (95% CI 8,9 – 9,7) 2008 auf 8,1 (95% CI 7,8 – 8,5) 2012. In dieser Studie wurden weiterhin die Amputationsraten der unteren Extremitäten stratifiziert nach Amputationshöhe (Minor- und Majoramputationen) in den Populationen (Männer und Frauen sowie Männer und Frauen getrennt) mit und ohne Diabetes analysiert. Die getrennte Betrachtung der Amputationshöhen ist dabei vor allem erforderlich, weil eine kumulierte Darstellung eine maßgebliche medizinische Einschätzung verkennt. Während bei einer Minoramputation ein Erhalt der Extremität das therapeutische Ziel ist, trifft dies bei einer Majoramputation nicht zu. Bei der Majoramputation ist die medizinische Einschätzung, dass die Extremität eben nicht erhalten werden kann oder der Erhalt der Extremität im individuellen Fall für die betroffene Person Risiken birgt, ohne hinreichenden Nutzen erwarten zu lassen (z. B. steh- und gehunfähige Person mit multiplen Begleiterkrankungen). Die gemeinsame Darstellung als LEA findet in dieser Studie nur statt, um das gesamte Ausmaß darzustellen. Auch die Unterteilung nach Geschlechtern sowie eine Altersstratifizierung sind essentiell. So haben Männer ein wesentlich höheres Amputationsrisiko als Frauen und das Amputationsrisiko steigt mit dem Alter (Jeffcoate et al., 2021). Ein Migrationshintergrund als Einflussfaktor wurde hierbei allerdings nicht betrachtet.

Zusammenhang zwischen Migrationshintergrund und medizinischer Behandlung sowie Behandlungsergebnisse

Ein Migrationshintergrund kann sowohl auf die Häufigkeit einer Erkrankung, das heißt auf Inzidenz und Prävalenz, aber auch auf die Qualität und das Ergebnis der Behandlung von erkrankten Personen einen Einfluss haben.

Bereits bei Vorschulkindern, so eine Untersuchung aus Bayern, gibt es eine signifikante Assoziation zwischen einem Migrationshintergrund und der medizinischen Behandlung, zum Beispiel ablesbar an der signifikant geringeren Teilnahme an Vorsorgeuntersuchungen (Thi et al., 2019). Gleichzeitig waren Kinder mit Migrationshintergrund häufiger von Risikofaktoren betroffen, wie zum Beispiel Adipositas (Thi et al., 2019). Wie ein Cochrane Review aus dem Jahr 2014 zeigt, tritt der Diabetes mellitus Typ 2 in Ländern mit gehobenem mittlerem und hohem Einkommen in ethnischen Minderheiten oft häufiger auf als in der einheimischen Bevölkerung. Zugleich stammen die Angehörigen entsprechender ethnischer Minderheiten häufig aus schwächeren sozioökonomischen Verhältnissen und haben daher Schwierigkeiten, eine hochwertige Gesundheitsversorgung in Anspruch zu nehmen. In einigen Fällen verstärken Hindernisse in der Verständigung und in der Kultur die Probleme von ethnischen Minderheiten, wenn sie Zugang zu Diabetesschulungen suchen. Eine Untersuchung aus den Niederlanden zeigt zudem, dass Patienten mit Diabetes mellitus Typ 2 aus ethnischen Minderheiten aufgrund kultureller Überzeugungen und tradierter Ernährungsgewohnheiten die bei Diabetes mellitus wichtige Ernährungsberatung nicht entsprechend umsetzen können (Jager et al., 2019). Auch die Adhärenz bei medikamentöser Therapie ist bei Patienten mit Migrationshintergrund, so eine Untersuchung aus Finnland, signifikant schlechter als bei Patienten ohne Migrationshintergrund (Etchi et al., 2019).

Der Migrationshintergrund ist entsprechend relevant und interessant, insbesondere weil die mutmaßlich fehlende Anpassungsfähigkeit der Gesundheitsversorgung auf Bürger und Bürgerinnen mit Migrationshintergrund, kulturelle und sprachliche Barrieren, fehlende Schulungs- und Betreuungsangebote sowie mangelnde Transparenz über besondere Versorgungsangebote unzureichend untersuchte Hindernisse für eine adäquate Therapie in Deutschland darstellen (Razum, 2014, Razum et al., 2014, Wrobel et al., 2006).

Eine Assoziation von Migrationshintergrund und Hospitalisierung aufgrund von diabetischer Ketoazidose oder Hypoglykämie zeigte eine Studie mit fast 31.000 Patienten mit Diabetes mellitus Typ I (Karges et al., 2015): Die Hospitalisierungsrate war dabei bei Personen mit Migrationshintergrund mit 2,13 (95% KI 1,72-2,65) Hospitalisierungen pro 100 Patientenjahre signifikant höher als bei Personen ohne Migrationshintergrund (1.28 (95% KI 1.12-1.47), $P < 0.001$).

Es liegen auch Belege für den Zusammenhang von ethnischer Zugehörigkeit und Amputationsinzidenz vor. So wurde in den USA in einer retrospektiven Studie mit mehr als 155.000 Patienten mit peripherer arterieller Verschlusskrankheit und einer Beobach-

tungszeitüber 11 Jahre (2003 bis 2014) nachgewiesen, dass Afroamerikaner unabhängig von ihrer sozioökonomischen Stellung ein 37% höheres Amputationsrisiko hatten, als ihre weißen Landsleute (Arya et al., 2018).

Eine Studie aus Neuseeland, die Daten zu 62.002 Patienten mit Diabetes mellitus und 892 Amputationen unterer Extremitäten auswertete, kam zu dem Ergebnis, dass die Zugehörigkeit zu einer ethnischen Gruppe auch nach Korrektur für demographische, sozioökonomische und klinische Einflussfaktoren signifikant verschiedene Amputationsraten unterer Extremitäten aufweisen (Robinson et al., 2016).

Eine englische Studie, die das Risiko und Risikofaktoren von diabetesassoziierten Amputationsereignissen von Personen aus Südasien und Europäern im Rahmen einer populationsbezogenen Fall-Kontroll-Studie vergleicht, kommt zu dem Ergebnis, dass Personen aus Südasien nur etwa ein Viertel des Amputationsrisikos der Europäer aufwiesen. Hierzu wurden 172 Amputationsfälle bei Personen mit Diabetes mit 372 Fällen von Personen mit Diabetes ohne Amputation verglichen (Chaturvedi et al., 2002).

Ähnliche Hinweise gibt eine populationsbezogene englische Studie, in der 15.692 Typ 1 und Typ 2 Diabetiker einem Screening unterzogen wurden. Im Ergebnis wird festgestellt, dass Personen aus Südasien etwa ein Drittel des Risikos von Fußulzerationen von Europäern haben (Abbott et al., 2005).

Eine Querschnittsstudie einer bevölkerungsbezogenen Stichprobe von Erwachsenen mit Typ-2-Diabetes im gleichen Alter und Geschlecht europäischer (95 männlich und 85 weiblich) und asiatischer (96 männlich und 84 weiblich) Abstammung in Großbritannien- aus dem Jahr 2010 stellt bei vergleichbaren Risikoprofilen für asiatische Personen mit Diabetes substantiell geringere Anzahlen von Neuropathien gegenüber Europäern fest und führt dies auf bessere Mikrovaskularisation der Haut zurück (Abbott et al, 2010).

Stand der Erkenntnis:

Daten zur Inzidenz von Amputationen bei Menschen mit und ohne Diabetes mellitus liegen für Deutschland bis 2012, aber nicht für den Zeitraum ab 2012 vor. Es ist nicht bekannt, ob sich der bis 2012 beschriebene Trend der Reduktion der Amputationshäufigkeit bei Patienten mit Diabetes mellitus fortsetzt und ob Veränderungen der Inzidenz spezifisch sind für Patienten mit Diabetes mellitus oder auch Patienten mit Amputationen anderer Ursache betreffen. Auch liegen keine ausreichenden Ergebnisse für die Zeittrends der AR in verschiedenen Altersgruppen in Deutschland vor. Studien aus den USA zeigen unterschiedliche Entwicklungen bei der Betrachtung einzelner Altersgruppen.

Hieraus könnten auch für Deutschland beispielsweise altersspezifische Kommunikationskonzepte abgeleitet werden. Weiterhin liegen keine Erkenntnisse zu Inzidenzen von Amputationen der unteren Extremitäten oder Erkenntnisse zu Amputationsrisiken von Menschen mit türkischem Migrationshintergrund mit und ohne Diabetes in Deutschland vor.

Ziele der Arbeit

Ziel der Arbeit ist es, die Inzidenz von Minor- und Majoramputationen der unteren Extremitäten im Zeitraum von 2013 bis 2017 bei Menschen mit und ohne Diabetes mellitus zu ermitteln. Die Berechnungen erfolgen dabei separat für Männer und Frauen sowie Männer und Frauen zusammen. Weiterhin werden auch einzelne Altersstrata betrachtet. Untersucht werden sollen die Hypothesen, dass

(1) im Zeitraum von 2013 bis 2017 bei Patienten mit Diabetes mellitus eine weitere Reduktion der Inzidenz von Amputationen der unteren Extremitäten in Deutschland im Vergleich zum Vorzeitraum eingetreten ist. Annahme ist, dass sich je 100.000 Patientenjahre die Amputationsrate insbesondere bei Menschen mit Diabetes weiter reduziert hat, sowie,

(2) bei Menschen mit türkischem Migrationshintergrund im Vergleich zur Gesamtpopulation höhere Amputationsraten insgesamt (ARt) sowie unterteilt bei Menschen mit (ARd) und ohne Diabetes mellitus (ARn) vorliegen.

Die Arbeit soll damit wichtige und bisher fehlende Informationen zur Häufigkeit von Major- und Minoramputationen bei Patienten mit Diabetes mellitus in Deutschland liefern. Die Amputationshäufigkeit ist ein valider Indikator der Behandlungsqualität und des Behandlungsergebnisses von Patienten mit Diabetes mellitus und ist für den Zeitraum ab 2013 bisher nicht untersucht. Die Kenntnis der Bedeutung eines türkischen Migrationshintergrundes für das Risiko von Amputationen der unteren Extremitäten bei Patienten mit Diabetes mellitus ist ebenfalls bisher nicht untersucht und kann die gezielte Entwicklung von Behandlungskonzepten für Patienten mit Diabetes mellitus und einem besonderen Risiko unterstützen.

Material und Methoden

Ethikvotum

Dieses Forschungsvorhaben wurde der Ethikkommission der medizinischen Fakultät der Heinrich Heine Universität angezeigt und per Ethikvotum unter der Studiennummer 5292 mit Schreiben vom 10.11.2015 genehmigt.

Studiendesign

Auf Basis administrativer Daten einer deutschen gesetzlichen Krankenversicherung des Zeitraumes von 2012 - 2017 (2012 als Auswaschjahr) wurden Daten von durchgehend ca. 9,6 Millionen Versicherten in einer retrospektiven, quantitativen Studie ausgewertet.

Studienpopulation und Datenauswertung

Die Grundgesamtheit, über die Aussagen getroffen werden, sind die Versicherten der BARMER. Hierzu zählen die Mitglieder (pflicht- und freiwillig versichert), die mitversicherten Familienangehörigen sowie Rentner, die im jeweiligen Beobachtungsjahr bei der BARMER mindestens einen Tag versichert waren. Die Analysen basieren somit auf bundesweiten anonymisierten Sekundärdaten von mehr als 9 Millionen gesetzlich Versicherten in Deutschland. Das entspricht mehr als 11% der gesamten deutschen Bevölkerung.

In die Analysen eingeschlossen wurden Daten aller Personen, die im Zeitraum von 2012 – 2017 durchgehend für mindestens 1 Jahr versichert gewesen sind. Dies war erforderlich, um Personen mit und ohne Diabetes zu identifizieren. Da sich Unterbrechungen von bis zu 30 Tagen nicht auf den Versicherungsschutz auswirken (sog. nachgehender Leistungsanspruch gem. §19 Abs. 2 Fünftes Sozialgesetzbuch), blieben Personen mit Unterbrechungen von bis zu 30 Tagen in die Analysen eingeschlossen.

In die Auswertung einbezogen wurden alle Personen, die bei der BARMER im Zeitraum von 01.01.2012 bis 31.12.2017 mindestens ein Jahr durchgängig versichert waren. Die Studie erfolgte dabei unter Einhaltung der Guten Praxis Sekundärdatenanalyse (Swart et al., 2015). Da keine Absicht bestand, Daten einzelfallbezogen auszuwerten und alle Daten entweder pseudonymisiert oder geclustert ausgewertet wurden, waren keine Einwilligungserklärungen durch die Versicherten erforderlich (§ 75 Zehntes Sozialgesetzbuch).

Von Belang waren die diabetische und die nicht-diabetische Population respektive diabetische und nicht-diabetische Personenzeiten. Die Definition eines Diabetes erforderte dabei ein Jahr (4 Quartale). Für jeden Versicherten wurde geprüft ob er bereits zu Beginn des Studienzeitraums den Status „Diabetes“ hatte (Betrachtung des Jahres 2012) oder, wenn nicht, er ihn im Laufe des Studienzeitraums erworben hat.

Definition des Diabetes

Zur Feststellung des Diabetesstatus in den Daten wurde die Definition von Köster et al. (2006) benutzt. Diese Definition basiert hierbei auf quartalsweise erhobenen Diagnosen,

Medikation und Blutglukose bzw. HbA1C-Messungen. Die Ergebnisse der Messungen sind regelhaft nicht in den Routinedaten der Krankenkassen enthalten. Die Definition nach Köster (Koster et al., 2006) besagt, dass mindestens eins der 3 folgenden Kriterien innerhalb von 4 aufeinanderfolgenden Quartalen erfüllt sein muss:

1) Dokumentation einer ambulanten Diagnose „Diabetes“ (nach ICD-10: E10-E14) in mindestens 3 von 4 aufeinanderfolgenden Quartalen
2) Mindestens 2 Verschreibungen von Antidiabetischer Medikation (ATC-Code: A10) innerhalb von 12 Monaten
3) Mindestens 1 Verschreibung einer Antidiabetischen Medikation + mindestens eine ambulante Diagnose „Diabetes“ oder eine Blutglukose Messung (EBM Position 32057) oder HbA1C Messung (EBM Position 32094) im selben Quartal (um falsch-positive Fälle aufgrund von Datenfehlern zu vermeiden)

Anders als im Artikel von Köster et al. (2006) beschrieben, wurden die o. g. Kriterien nicht nur für einen fixen Zeitrahmen zu Beginn überprüft, sondern für jedes Quartal des Beobachtungszeitraumes. Dieses Vorgehen entspricht wiederum dem Vorgehen bei Claessen et al. (2018).

Eine Person wurde demnach ab dem Zeitpunkt als eine Person mit Diabetes identifiziert, zu dem eines der vorgenannten Kriterien zuerst eintrat. Da es sich um eine chronische Erkrankung handelt, wurde ein festgestellter Diabetesstatus für die Folgequartale fortgeschrieben.

Definition von Personen mit türkischem Migrationshintergrund

Untersucht wurde das Risiko von Minor- und Majoramputationen bei Versicherten der BARMER mit einem türkischen Migrationshintergrund im Zeitraum 2013 bis 2017. Die türkischstämmige Bevölkerung stellt mit 14,4% (Bundesamt, 2018) die größte Gruppe in der ausländischen Bevölkerung in Deutschland dar.

Da Krankenkassendaten kein verlässliches Merkmal zur Identifikation eines Migrationshintergrundes enthalten, wurde ein validierter Algorithmus angewendet. Der Algorithmus wurde auf Basis türkischer Familien- und Vornamen (ca. 15.000 Namen) entwickelt und hat sich als robust erwiesen (Razum et al., 2000, Razum et al., 2001). Eine weitere Validierung des Algorithmus im Rahmen der hier vorliegenden Studie ist entsprechend nicht erfolgt. Eine Genehmigung zur Verwendung des vorbenannten Algorithmus wurde mit Vertrag vom 12.04.2017 vereinbart.

Definition von Amputationen der unteren Extremitäten (Outcome)

Der Diabetes mellitus ist der führende Grund für Amputationen der unteren Extremitäten aufgrund verursachter diabetischer Neuropathien und arterieller Erkrankungen. Daher wurden in dieser Studie alle Amputationen der unteren Extremitäten unabhängig von ihren potenziellen Ursachen in die Analysen mit aufgenommen. Dieses Vorgehen ist konform mit dem von Fosse et al. (2009) und auch dem von Claessen et al. (2018). Minor- und Majoramputationen wurden in der Vergangenheit häufig unter Amputationen der unteren Extremitäten zusammengefasst. Aufgrund der unterschiedlichen Ziele der jeweiligen Eingriffe gilt eine kombinierte Betrachtung allerdings nicht mehr als zeitgemäß (Jeffcoate et al., 2021). Daher analysiert die Arbeit für den Zeitraum von 2013 bis 2017 im Wesentlichen Minoramputationen und Majoramputationen getrennt. Die ergänzende gemeinsame Darstellung beider Amputationshöhen in dieser Arbeit soll vor allem den Umfang der Last für das Gesundheitssystem unterstreichen. Für die Analysen wurden spezifische Operations- bzw. Prozedurenschlüssel (OPS-Codes) aus den Krankenhausabrechnungsdaten genutzt. Hierbei wurde zwischen Major- (OPS 5-864.x, 5-869.0: etwaige LEA oberhalb des Sprunggelenks) und Minoramputationen (OPS 5-865.x: durch oder distal des Sprunggelenks) unterschieden.

Statistische Analysen

Die Analysen erfolgten unter Verwendung des Statistikprogramms Statistical Analysis System SAS (SAS für Windows 7, ReLEAe 9.4 TS1M1; SAS Institute Inc., Cary, NC, USA).

Sämtliche grundlegenden Analysen wurden über die gesamte Studienpopulation sowie separat für Menschen mit und ohne Migrationshintergrund durchgeführt. Die Hauptanalysen wurden auf der gesamten Studienpopulation sowie nach Geschlecht stratifiziert für alle Amputationen ebenso wie für Major- und Minoramputationen durchgeführt. Die Analysen des Zeittrends wurden weiterhin nach den Altersklassen 0-49 Jahre, 50-59 Jahre, 60-69 Jahre, 70-79 Jahre und ab 80 Jahre durchgeführt.

<u>Amputationsinzidenzen</u>

Die Schätzungen der Amputationsraten erfolgten für jedes Kalenderjahr nach dem folgenden Vorgehen: Als Zähler wurde jede erste Amputation pro Individuum verwendet, die in dem jeweiligen Kalenderjahr stattfand. Als Nenner dienen die kumulierten Personenjahre des jeweiligen Jahres in der Population unter Risiko aus allen Personenquar-

talen aller Versicherten. Dasselbe Verfahren wurde einzeln für die Major- und Minoramputationen angewendet, wobei jeweils nur die erste Amputation, die in dem jeweiligen Kalenderjahr auftrat, gezählt wurde. Die erste Majoramputation, die innerhalb desselben Kalenderjahres nach einer ersten Minoramputation auftrat, wurde ebenfalls für die Analysen der Majoramputationen herangezogen. Diese Konstellation einer Majoramputation nach einer Minoramputation im selben Kalenderjahr trat dabei regelmäßig auf. Amputationsraten wurden für die gesamte Population und Personen mit und ohne türkischen Migrationshintergrund separat unter direkter Alters- und Geschlechtsadjustierung berechnet. Weiterhin wurden altersstandardisierte Amputationsraten für die geschlechtsspezifische Analyse berechnet. Hierbei wurden die Altersstrata 0–39 Jahre, 40–49 Jahre, 50–59 Jahre, 60–69 Jahre, 70–79 Jahre und ab 80 Jahre verwendet. Die deutsche Bevölkerung des Jahres 2015 wurde als Standardbevölkerung genutzt. Amputationsraten wurden in der Gesamtpopulation (ARt), unter Individuen mit Diabetes in der Bevölkerung mit Diabetes (ARd) sowie für Individuen ohne Diabetes in der Population ohne Diabetes (ARn) berechnet.

Relative Risiken (RR)

Relative Amputationsrisiken (RR) wurden berechnet, indem die standardisierten Amputationsraten der Population mit Diabetes (ARd) durch die Raten der Population ohne Diabetes (ARn) dividiert wurden.

Zeittrend

Hierzu untersucht die Arbeit die Inzidenz von Minor- und Majoramputationen der unteren Extremitäten bei Menschen mit und ohne Diabetes mellitus vergleichend für die Jahre 2013 bis 2017.

Um den Zeittrend zu untersuchen, wurde ein Poisson-Regressionsmodell angepasst. Dies war erforderlich, da die Outcomevariable Amputationsrisiko (AR) eine Zählvariable ist, die sich auf Personenjahre bezieht und dafür das Jahr der Amputation verwendet, um den kalendarischen Effekt zu schätzen. Alle Modelle wurden auf die zu erwartende Überdispension angepasst, in dem die Pearson-Skala als Korrekturfaktor für die Gesamtpopulation verwendet wurde. Der Wahl des Regressionsverfahrens lag ein Test der Anpassungsgüte zugrunde, woraus sich das gewählte Modell als am geeignetsten erwies. Ergänzend wurden alle Modelle auf die unabhängigen Variablen Alter, Geschlecht und Diabetesstatus adjustiert sofern keine Stratifizierung dieser Variablen erfolgte.

Ergebnisse

Studienpopulation

Die Beschreibung aller Versicherten Individuen ist in Tabelle 1 aufgezeigt. Im Zeitraum von 2013 bis 2017 waren durchgehend knapp 9,7 Millionen Personen versichert. Ungefähr 10% (2013: 9,3%; 2017: 10,6%) aller Versicherten wurden als Individuen mit Diabetes klassifiziert. Der Anteil von Menschen mit Diabetes lag dabei unter den Männern mit 10,6% deutlich höher als der Anteil der Menschen mit Diabetes unter den Frauen mit 9,6%.

Der Anteil an Männern innerhalb der Studienpopulation lag dabei bei knapp 43%.

Personen mit Amputationen

Die folgenden Informationen sind der Tabelle I zu entnehmen. Insgesamt wurde im Zeitraum von 2013 bis 2017 bei 20.814 Personen mindestens eine Amputation durchgeführt. Von diesen Personen waren 12.779 männlich (61,4%) und 8.035 weiblich (38,6%).

7.483 Personen (4.358 männlich; 3.125 weiblich) mussten sich mindestens einer Major- und 15.921 Personen (10.199 männlich; 5.722 weiblich) mindestens einer Minoramputation unterziehen. Das Verhältnis von Minor- zu Majoramputationen stieg von 2,28 in 2013 bis 2,66 in 2017, wobei der Quotient bei Männern wesentlich höher war (Gesamtzeitraum 2013 bis 2017 = 2,75 bei Männern und 2,0 bei Frauen).

Das Durchschnittsalter bei der ersten Amputation (N = 20.814) lag im Gesamtzeitraum im Mittel bei 73,05 Jahren (Standardabweichung = 13,1), wobei die erste Amputation bei Frauen im Schnitt wesentlich später auftrat als bei Männern. Das Alter der ersten Amputation blieb dabei bei beiden Geschlechtern über den Studienverlauf relativ stabil. Knapp zwei Drittel der Individuen mit Amputation waren von einem Diabetes betroffen, wobei auch hier der Anteil bei den Männern mit gut 70% deutlich höher war als bei den Frauen mit gut 57%. Der Anteil der Menschen mit Diabetes unter den Individuen mit Amputation blieb über die Jahre nahezu stabil.

Amputationsrisiken

In Tabelle II sowie Abbildungen I bis V werden die alters- und geschlechtsstandardisierten Amputationsraten sowie Relative Risiken für jedes einzelne Jahr des Studienzeitraumes von 2013 bis 2017 dargestellt.

Die Tabellen III und IV für Major- und Minoramputationen stellen die Amputationsraten sowie Relative Risiken für jedes einzelne Jahr des Studienzeitraumes unterteilt nach den Altersgruppen <50 Jahre, 50-59 Jahre, 60-69 Jahre, 70-79 Jahre und >=80 Jahre von 2013 bis 2017 dar.

Majoramputationen

Im Jahr 2013 lag die ARd bei 50,63 (95% KI 43,8 – 58,52) und in 2017 bei 52,15 (95% KI 44,89 – 60,59). Damit stellt sich in den Studienergebnissen bei den Majoramputationen deskriptiv kein konsistenter Trend bei der Entwicklung der Amputationsraten in der diabetischen Bevölkerung (ARd) dar. Ebenfalls ist kein konsistenter Trend bei der Entwicklung der Amputationsraten in der nicht diabetischen Bevölkerung (ARn) zu sehen. Die ARn beträgt im Jahr 2013 9,20 (95% KI 8,54 – 9,92) und im Jahr 2017 8,04 (95% KI 7,43 – 8,70). Einzig bei Frauen ohne Diabetes deutete sich eine Reduktion der AR untersuchten Zeitraum an (ARn 6,66; 95% KI: 6,00–7,38 in 2013; 5,30; 95% KI 4,73–5,94 in 2017).

Wie der Tabelle III zu entnehmen ist, zeigt sich auch bei der Stratifizierung nach Alter, Geschlecht und Diabetesstatus keine eindeutige Veränderung der Amputationsraten zwischen 2013 und 2017 in den meisten Strata bzw. Gruppen. Es zeigen sich jedoch Tendenzen in bestimmten Altersgruppen. So ist in der Altesrgruppe ≥ 80 Jahre die Amputationsrate sowohl bei Personen mit als auch ohne Diabetes gesunken mit einem besonders deutlichen Rückgang bei Personen ohne Diabetes (ARd 2013: 160.5; 95% KI: 141.4 – 179.6; 2017: 132.3; 95% KI: 117.3 – 147.4; ARn 2013: 69,8; 95% KI 61,9 – 77,8; 2017: 46,9; 95% KI: 40,8 – 53,0). Die Reduktion ist dabei bei den Frauen in dieser Altersklasse deutlicher als bei den Männern.

Abbildung I Majoramputationsraten 2013 und 2017

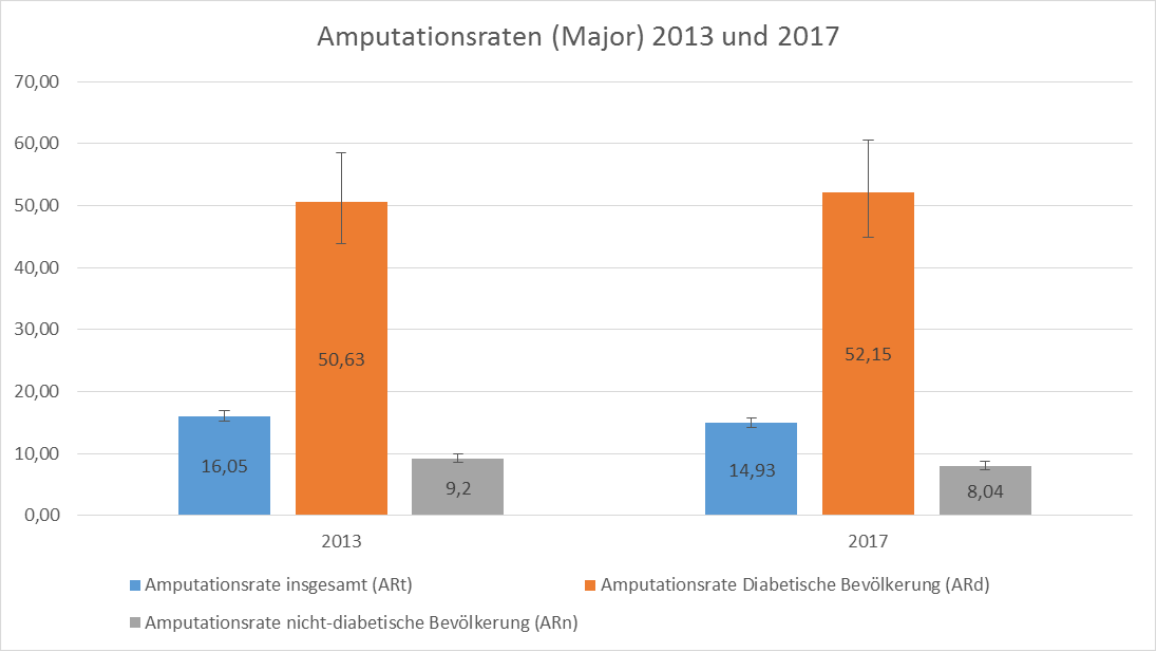

Abb. I: Majoramputationsraten 2013 und 2017; Alter und Geschlecht (beide Geschlechter gemeinsam) und Alter (Männer und Frauen getrennt) auf die deutsche Gesamtbevölkerung 2015 standardisiert; Amputationsraten je 100.000 Personenjahre; Menschen mit Diabetes (ARd), Menschen ohne Diabetes (ARn); Detaillierte Daten s. Tabelle II

Die Majoramputationsrate war bei Personen mit Diabetes deutlich höher als bei Personen ohne Diabetes und blieb in allen Jahren des Beobachtungszeitraums auf ähnlich hohem Niveau (Relatives Risiko (RR) 2013: 5,50; 95% KI: 4,67 – 6,48); 2017: 6,49; 95% KI: 5,48 – 7,69). Das RR verringerte sich mit zunehmendem Alter, blieb jedoch selbst bei den über 80-Jährigen in jedem Jahr signifikant erhöht.

Minoramputationen

Die Minoramputationsrate ist in der diabetischen Bevölkerung (ARd) über den Beobachtungszeitraum nahezu unverändert geblieben (2013: 164,98; 95% KI: 151,24 – 179,96); 2017: 164,98; 95% KI: 153,22 – 177,65). Ebenso blieb die Amputationsrate bei Menschen ohne Diabetes (ARn) nahezu konstant (2013: 13,75; 95% KI: 12,92 – 14,63; 2017: 13,86; 95% KI: 13,05 – 14,73).

Die Ergebnisse nach Altersklassen sind der Tabelle IV zu entnehmen. In fast allen Altersklassen zeigt sich keine konsistente Veränderung der Amputationsraten (ARd und ARn). Lediglich bei Frauen unter 50 Jahren mit Diabetes (ARd 2013: 88,0; 95% KI: 58,9-117,2; 2017: 56,6; 95% KI: 35,0-78,6) deutete sich ein Rückgang an. Bei 60 bis 69-jährigen Männern mit Diabetes (ARd 2013: 416,6; 95% KI: 379,0-454,1); 2017: 472,7; 95% KI: 434,0-511,4) deutete sich ebenfalls ein Anstieg an.

Abbildung II Minoramputationsraten 2013 und 2017

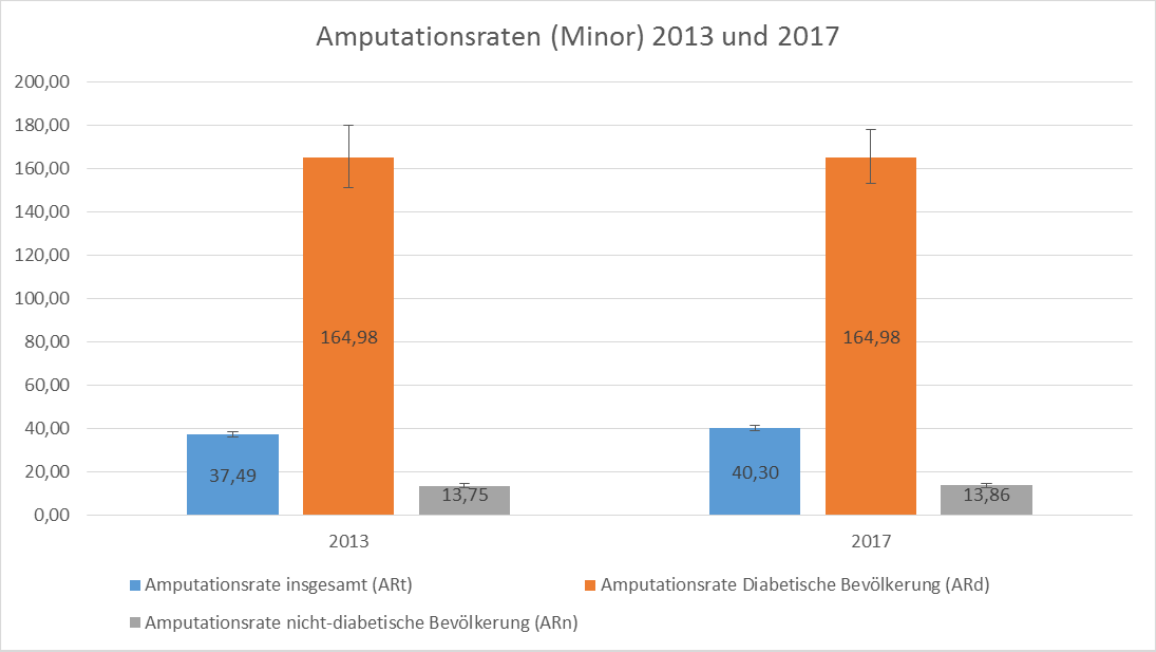

Abb. II: Minoramputationsraten 2013 und 2017; Alter und Geschlecht (beide Geschlechter gemeinsam) und Alter (Männer und Frauen getrennt) auf die deutsche Gesamtbevölkerung 2015 standardisiert; Amputationsraten je 100.000 Personenjahre; Menschen mit Diabetes (ARd), Menschen ohne Diabetes (ARn); Detaillierte Daten s. Tabelle II

Die Minoramputationsrate war bei Personen mit Diabetes deutlich höher im Vergleich zu Personen ohne Diabetes und blieb in allen Jahren des Beobachtungszeitraums auf ähnlich hohem Niveau (Relatives Risiko RR 2013: 12,00; 95% KI: 10,78 – 13,35; 2017: 11,90; 95% KI: 10,81 – 13,10). Wie schon bei den Majoramputationen verringerte sich das RR mit zunehmendem Alter, blieb jedoch selbst bei den über 80- Jährigen in jedem Jahr signifikant erhöht.

Tabelle I Beschreibung der Versichertenpopulation mit Amputation [a] sowie der dahinterliegenden Population 2013 - 2017

	Insgesamt	Männer	Frauen	Diabetes	Kein Diabetes	Männer		Frauen	
						Diabetes	Kein Diabetes	Diabetes	Kein Diabetes
Jahr der Amputation: 2013									
Anzahl Amputationen (%)	4926 (100,0)	3092 (62,8)	1834 (37,2)	3279 (66,6)	1647 (33,4)	2218 (71,7)	874 (28,3)	1061 (57,9)	773 (42,1)
Personenjahre (%)	9.843.754 (100,0)	4.165.767 (42,3)	5.677.988 (57,7)	920.341 (9,3)	8.923.414 (90,7)	419455 (10,1)	3746311 (89,9)	500885 (8,8)	5177103 (91,2)
Mittleres Alter [b] (Standardabweichung)	72.88 (13,1)	70.93 (12,2)	76.03 (13,8)	72.66 (11,3)	73,29 (15,8)	71,12 (10,5)	70,51 (15,4)	75,72 (12,2)	76,43 (15,7)
Anzahl Amputationen nach Amputationsart									
Majoramputationen (%)	1617 (100,0)	923 (57,1)	694 (42,9)	909 (56,2)	708 (43,8)	576 (62,4)	347 (37,6)	333 (48,0)	361 (52,0)
Minoramputationen (%)	3687 (100,0)	2427 (65,8)	1260 (34,2)	2653 (72,0)	1034 (28,0)	1845 (76,0)	582 (24,0)	808 (64,1)	452 (35,9)
Verhältnis Minor- zu Majoramputation	2,28	2,63	1,82	2,92	1,46	3,20	1,68	2,43	1,25
Jahr der Amputation: 2014									
Anzahl Amputationen (%)	5218 (100,0)	3284 (62,9)	1934 (37,1)	3559 (68,2)	1659 (31,8)	2404 (77,7)	880 (47,1)	1155 (59,7)	779 (40,3)
Personenjahre (%)	9.889.249 (100,0)	4.211.729 (42,6)	5.677.520 (57,4)	962.749 (9,7)	8.926.500 (90,3)	437602 (10,4)	3774127 ( )	525147 (9,2)	5152373 (90,8)
Mittleres Alter [b] (Standardabweichung)	72.82 (13,29)	70.54 (12,5)	76.37 (13,8)	72.73 (11,3)	72,98 (16,4)	70,88 (10,6)	69,7 (16,0)	76,28 (11,7)	76,48 (16,2)
Anzahl Amputationen nach Amputationsart									
Majoramputationen (%)	1681 (100,0)	998 (59,4)	683 (40,6)	982 (58,4)	699 (41,6)	635 (63,6)	363 (36,4)	347 (50,8)	336 (49,2)
Minoramputationen (%)	3939 (100,0)	2562 (65,0)	1377 (35,0)	2882 (73,2)	1057 (26,8)	1977 (77,2)	585 (22,8)	905 (65,7)	472 (34,3)
Verhältnis Minor- zu Majoramputation	2,34	2,57	2,02	2,93	1,51	3,11	1,61	2,61	1,40
Jahr der Amputation: 2015									
Anzahl Amputationen (%)	5251 (100,0)	3343 (63,7)	1908 (36,3)	3582 (68,2)	1669 (31,8)	2431 (78,6)	912 (45,8)	1151 (60,3)	757 (39,7)
Personenjahre (%)	9.799.030 (100,0)	4.194.227 (42,8)	5.604.803 (57,2)	985.313 (10,1)	8.813.717 (89,9)	446948 (10,7)	3747280 (0,0)	538365 (9,6)	5066438 (90,4)
Mittleres Alter [b] (Standardabweichung)	73.01 (13,28)	70.70 (12,8)	76.63 (13,2)	73.32 (11,3)	72,41 (16,4)	71,69 (10,7)	68,37 (16,6)	76,40 (11,8)	76,96 (14,9)
Anzahl Amputationen nach Amputationsart									
Majoramputationen (%)	1632 (100,0)	932 (57,1)	700 (42,9)	955 (58,5)	677 (41,5)	589 (63,2)	343 (36,8)	366 (52,3)	334 (47,7)
Minoramputationen (%)	4004 (100,0)	2675 (66,8)	1329 (33,2)	2915 (72,8)	1089 (27,2)	2048 (76,6)	627 (23,4)	867 (65,2)	462 (34,8)
Verhältnis Minor- zu Majoramputation	2,45	2,87	1,90	3,05	1,61	3,48	1,83	2,37	1,38
Jahr der Amputation: 2016									
Anzahl Amputationen (%)	5090 (100,0)	3255 (63,9)	1835 (36,1)	3502 (68,8)	1588 (31,2)	2391 (77,3)	864 (45,2)	1111 (60,5)	724 (39,5)
Personenjahre (%)	9.613.026 (100,0)	4.131.629 (43,0)	5.481.397 (57,0)	995.540 (10,4)	8.617.486 (89,6)	450543 (10,9)	3681086 (0,0)	544997 (9,9)	4936400 (90,1)
Mittleres Alter [b] (Standardabweichung)	72.90 (13,26)	70.99 (12,37)	75.95 (14,05)	73.19 (11,4)	72,35 (16,3)	71,6 (10,81)	69,53 (15,39)	76,31 (11,8)	75,47 (16,6)
Anzahl Amputationen nach Amputationsart									
Majoramputationen (%)	1568 (100,0)	922 (58,8)	646 (41,2)	941 (60,0)	627 (40,0)	592 (64,2)	330 (35,8)	349 (54,0)	297 (46,0)
Minoramputationen (%)	3884 (100,0)	2589 (66,7)	1295 (33,3)	2835 (73,0)	1049 (27,0)	1999 (77,2)	590 (22,8)	836 (64,6)	459 (35,4)
Verhältnis Minor- zu Majoramputation	2,48	2,81	2,00	3,01	1,67	3,38	1,79	2,40	1,55
Jahr der Amputation: 2017									
Anzahl Amputationen (%)	5268 (100,0)	3397 (64,5)	1871 (35,5)	3660 (69,5)	1608 (30,5)	2521 (81,5)	876 (44,2)	1139 (60,9)	732 (39,1)
Personenjahre (%)	9.351.510 (100,0)	4.022.425 (43,0)	5.329.085 (57,0)	995.839 (10,6)	8.355.672 (89,4)	449913 (11,2)	3572512 (0,0)	545926 (10,2)	4783159 (89,8)
Mittleres Alter [b] (Standardabweichung)	73.70 (12,52)	71.63 (11,86)	77.04 (12,82)	73.56 (11,2)	73,98 (14,7)	71,93 (10,54)	70,9 (14,58)	76,83 (11,8)	77,33 (14,0)
Anzahl Amputationen nach Amputationsart									
Majoramputationen (%)	1558 (100,0)	951 (61,0)	607 (39,0)	922 (59,2)	636 (40,8)	615 (64,7)	336 (35,3)	307 (50,6)	300 (49,4)
Minoramputationen (%)	4137 (100,0)	2748 (66,4)	1389 (33,6)	3059 (73,9)	1078 (26,1)	2136 (77,7)	612 (22,3)	923 (66,5)	466 (33,5)
Verhältnis Minor- zu Majoramputation	2,66	2,89	2,29	3,32	1,69	3,47	1,82	3,01	1,55

Tabelle I: Beschreibung der Versichertenpopulation mit Amputation sowie der dahinterliegenden Population 2013 – 2017; a Nur erste Amputation pro Jahr gezählt; b Alter zum Zeitpunkt der ersten Amputation

Tabelle II Amputationsraten bei Menschen mit und ohne Diabetes in Deutschland, 2013 – 2017

	Amputationsrate [a] (95% CI) pro 100.000 Personenjahre			Relative Risiken (95% CI)
	ARt	ARd	ARn	RR
Alle Amputationen				
Gesamtpopulation				
Kalenderjahr				
2013	**49,71**	**199,74**	**21,66**	**9,22**
	(48,32 - 51,14)	(184,87 - 215,80)	(20,62 - 22,75)	(8,41 - 10,11)
2014	**51,49**	**204,23**	**21,44**	**9,52**
	(50,09 - 52,93)	(189,83 - 219,73)	(20,42 - 22,52)	(8,72 - 10,40)
2015	**51,41**	**199,21**	**21,48**	**9,27**
	(50,02 - 52,84)	(185,26 - 214,22)	(20,46 - 22,55)	(8,50 - 10,12)
2016	**49,69**	**194,36**	**20,38**	**9,54**
	(48,32 - 51,09)	(180,66 - 209,10)	(19,39 - 21,43)	(8,73 - 10,42)
2017	**51,03**	**197,62**	**20,48**	**9,65**
	(49,65 - 52,45)	(184,72 - 211,41)	(19,49 - 21,52)	(8,87 - 10,49)
Männer				
Kalenderjahr				
2013	**78,66**	**292,26**	**31,11**	**9,40**
	(75,91 - 81,52)	(267,32 - 319,52)	(29,06 - 33,29)	(8,40 - 10,51)
2014	**81,18**	**306,09**	**30,49**	**10,04**
	(78,43 - 84,03)	(280,83 - 333,63)	(28,50 - 32,62)	(9,00 - 11,20)
2015	**81,88**	**298,65**	**30,90**	**9,66**
	(79,14 - 84,71)	(274,68 - 324,72)	(28,93 - 33,01)	(8,69 - 10,75)
2016	**79,38**	**294,18**	**29,47**	**9,98**
	(76,69 - 82,16)	(270,07 - 320,44)	(27,54 - 31,53)	(8,95 - 11,13)
2017	**82,39**	**293,87**	**29,85**	**9,84**
	(79,67 - 85,22)	(272,66 - 316,74)	(27,92 - 31,92)	(8,90 - 10,88)
Frauen				
Kalenderjahr				
2013	**26,25**	**118,37**	**14,21**	**8,33**
	(25,07 - 27,48)	(103,24 - 135,72)	(13,24 - 15,25)	(7,14 - 9,72)
2014	**27,09**	**112,66**	**14,15**	**7,96**
	(25,90 - 28,33)	(100,14 - 126,74)	(13,19 - 15,18)	(6,94 - 9,13)
2015	**26,36**	**110,80**	**13,63**	**8,13**
	(25,20 - 27,58)	(97,58 - 125,82)	(12,69 - 14,64)	(7,03 - 9,41)
2016	**25,47**	**105,08**	**13,05**	**8,05**
	(24,32 - 26,67)	(93,29 - 118,35)	(12,13 - 14,04)	(7,00 - 9,26)
2017	**25,43**	**113,25**	**12,93**	**8,76**
	(24,29 - 26,63)	(99,29 - 129,19)	(12,03 - 13,91)	(7,54 - 10,18)
Major Amputationen				
Gesamtpopulation				
Kalenderjahr				
2013	**16,05**	**50,63**	**9,20**	**5,50**
	(15,28 - 16,86)	(43,80 - 58,52)	(8,54 - 9,92)	(4,67 - 6,48)
2014	**16,42**	**51,40**	**9,00**	**5,71**
	(15,64 - 17,23)	(45,46 - 58,11)	(8,34 - 9,70)	(4,95 - 6,60)
2015	**15,72**	**49,33**	**8,56**	**5,76**
	(14,97 - 16,52)	(43,58 - 55,85)	(7,93 - 9,24)	(4,98 - 6,67)
2016	**15,05**	**47,71**	**7,95**	**6,00**
	(14,31 - 15,82)	(41,94 - 54,26)	(7,34 - 8,61)	(5,16 - 6,98)
2017	**14,93**	**52,15**	**8,04**	**6,49**
	(14,19 - 15,70)	(44,89 - 60,59)	(7,43 - 8,70)	(5,48 - 7,69)
Männer				
Kalenderjahr				
2013	**23,55**	**69,62**	**12,37**	**5,63**
	(22,06 - 25,14)	(59,32 - 81,71)	(11,10 - 13,77)	(4,64 - 6,83)
2014	**24,67**	**72,34**	**12,49**	**5,79**
	(23,17 - 26,26)	(62,45 - 83,80)	(11,25 - 13,88)	(4,83 - 6,94)
2015	**22,83**	**68,02**	**11,48**	**5,92**
	(21,40 - 24,35)	(58,35 - 79,28)	(10,31 - 12,78)	(4,91 - 7,14)
2016	**22,49**	**65,74**	**11,12**	**5,91**
	(21,08 - 23,99)	(56,36 - 76,68)	(9,97 - 12,41)	(4,89 - 7,14)
2017	**23,10**	**77,05**	**11,30**	**6,82**
	(21,68 - 24,62)	(64,67 - 91,80)	(10,15 - 12,59)	(5,55 - 8,37)
Frauen				
Kalenderjahr				
2013	**9,92**	**34,31**	**6,66**	**5,15**
	(9,20 - 10,69)	(25,94 - 45,37)	(6,00 - 7,38)	(3,83 - 6,94)
2014	**9,57**	**33,11**	**6,10**	**5,43**
	(8,87 - 10,32)	(27,06 - 40,52)	(5,48 - 6,79)	(4,32 - 6,82)
2015	**9,69**	**32,66**	**6,01**	**5,43**
	(9,00 - 10,44)	(26,96 - 39,56)	(5,40 - 6,69)	(4,36 - 6,77)
2016	**8,99**	**32,24**	**5,35**	**6,03**
	(8,32 - 9,72)	(26,03 - 39,93)	(4,77 - 5,99)	(4,73 - 7,68)
2017	**8,26**	**30,11**	**5,30**	**5,68**
	(7,62 - 8,96)	(23,38 - 38,78)	(4,73 - 5,94)	(4,31 - 7,50)

Tabelle II Amputationsraten bei Menschen mit und ohne Diabetes in Deutschland, 2013 – 2017 (Fortsetzung)

	Amputationsrate [a] (95% CI) pro 100.000 Personenjahre			Relative Risiken (95% CI)
	ARt	ARd	ARn	RR
Minoramputationen				
Gesamtpopulation				
Kalenderjahr				
2013	**37,49**	**164,98**	**13,75**	**12,00**
	(36,28 - 38,73)	(151,24 - 179,96)	(12,92 - 14,63)	(10,78 - 13,35)
2014	**39,09**	**168,91**	**13,81**	**12,23**
	(37,87 - 40,35)	(155,42 - 183,58)	(12,98 - 14,68)	(11,03 - 13,57)
2015	**39,50**	**165,25**	**14,18**	**11,65**
	(38,28 - 40,75)	(152,33 - 179,25)	(13,35 - 15,06)	(10,53 - 12,89)
2016	**38,22**	**162,76**	**13,59**	**11,97**
	(37,02 - 39,46)	(149,75 - 176,90)	(12,78 - 14,46)	(10,80 - 13,28)
2017	**40,30**	**164,98**	**13,86**	**11,90**
	(39,07 - 41,56)	(153,22 - 177,65)	(13,05 - 14,73)	(10,81 - 13,10)
Männer				
Kalenderjahr				
2013	**61,67**	**247,30**	**20,77**	**11,91**
	(59,24 - 64,20)	(223,80 - 273,27)	(19,11 - 22,57)	(10,45 - 13,56)
2014	**63,32**	**258,52**	**20,46**	**12,64**
	(60,90 - 65,84)	(234,55 - 284,94)	(18,84 - 22,23)	(11,12 - 14,36)
2015	**65,60**	**253,68**	**21,46**	**11,82**
	(63,15 - 68,15)	(231,64 - 277,82)	(19,81 - 23,23)	(10,48 - 13,34)
2016	**63,15**	**251,19**	**20,22**	**12,42**
	(60,76 - 65,63)	(228,31 - 276,35)	(18,64 - 21,94)	(10,95 - 14,08)
2017	**66,66**	**250,07**	**20,99**	**11,92**
	(64,21 - 69,20)	(230,32 - 271,52)	(19,37 - 22,73)	(10,62 - 13,36)
Frauen				
Kalenderjahr				
2013	**18,02**	**92,46**	**8,29**	**11,16**
	(17,04 - 19,04)	(79,41 - 107,65)	(7,55 - 9,09)	(9,34 - 13,33)
2014	**19,26**	**87,74**	**8,58**	**10,22**
	(18,26 - 20,31)	(76,75 - 100,31)	(7,84 - 9,39)	(8,70 - 12,02)
2015	**18,34**	**87,19**	**8,31**	**10,49**
	(17,38 - 19,36)	(74,72 - 101,73)	(7,59 - 9,11)	(8,77 - 12,55)
2016	**17,99**	**83,77**	**8,28**	**10,12**
	(17,02 - 19,01)	(72,62 - 96,63)	(7,55 - 9,07)	(8,54 - 11,99)
2017	**18,88**	**90,10**	**8,23**	**10,95**
	(17,90 - 19,91)	(78,05 - 104,00)	(7,51 - 9,02)	(9,24 - 12,97)

Tabelle II: Amputationsraten bei Menschen mit und ohne Diabetes in Deutschland, 2013 – 2017; Alter und Geschlecht (beide Geschlechter gemeinsam) und Alter (Männer und Frauen getrennt) auf die deutsche Gesamtbevölkerung 2015 standardisiert.
Abkürzungen: ARt, Amputationsrate in der Gesamtbevölkerung; ARd, Amputationsrate bei Personen mit Diabetes in der diabetischen Bevölkerung; ARn, Amputationsrate bei Personen ohne Diabetes in der Bevölkerung ohne Diabetes; RR, Relative Risiken

Abbildung III Zeittrend Amputationsraten bei Menschen mit und ohne Diabetes in Deutschland, 2013 – 2017, Alle Amputationen

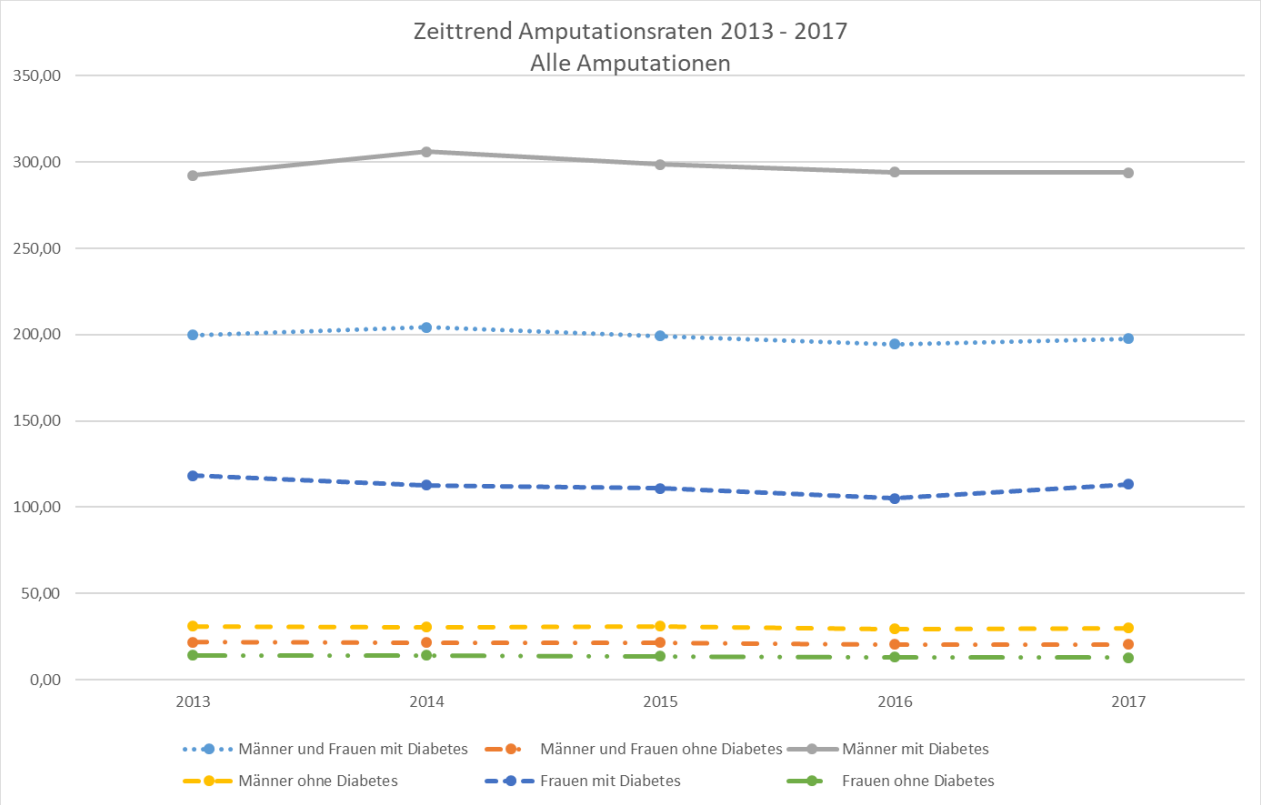

Abb. III: Zeittrend Amputationsraten bei Menschen mit und ohne Diabetes in Deutschland, 2013 – 2017, Alle Amputationen; Alter und Geschlecht (beide Geschlechter gemeinsam) und Alter (Männer und Frauen getrennt) auf die deutsche Gesamtbevölkerung 2015 standardisiert; Amputationsraten je 100.000 Personenjahre; Menschen mit Diabetes (ARd), Menschen ohne Diabetes (ARn); Detaillierte Daten s. Tabelle II

Abbildung IV Zeittrend Amputationsraten bei Menschen mit und ohne Diabetes in Deutschland, 2013 – 2017, Majoramputationen

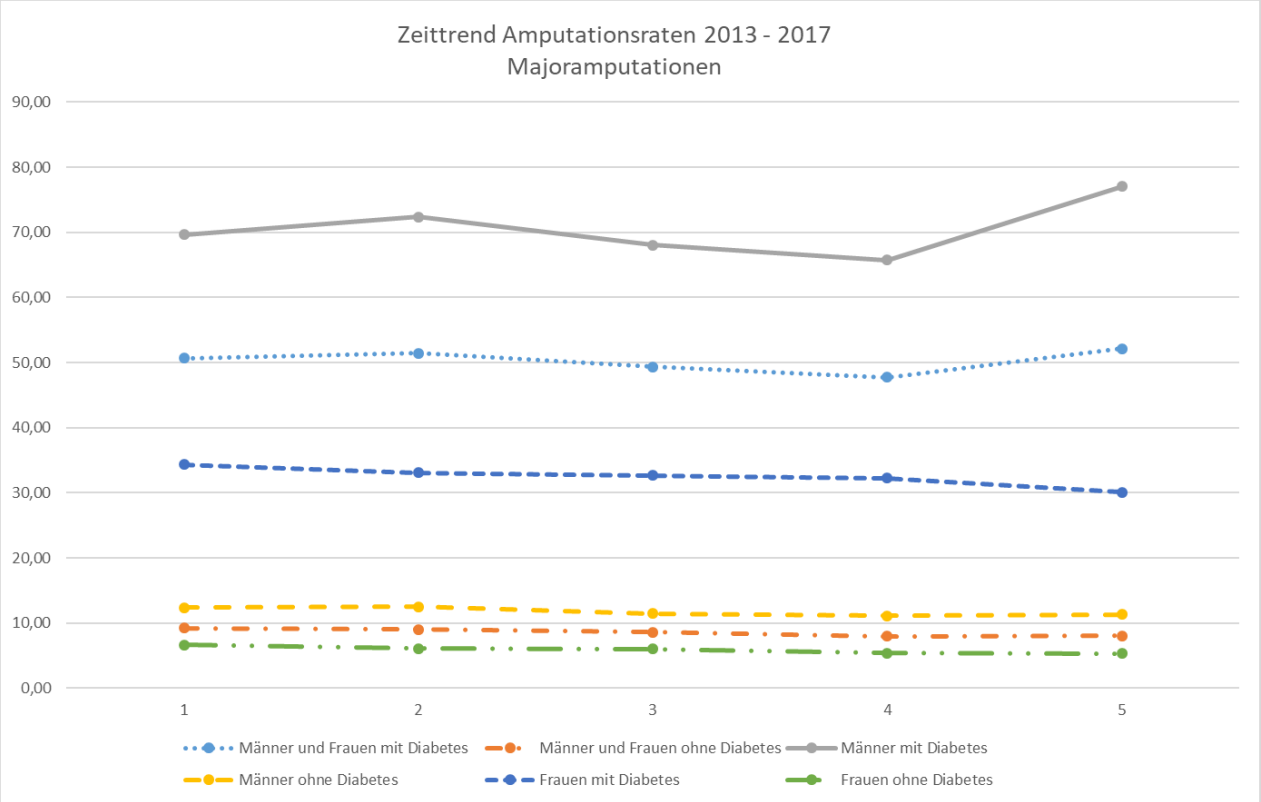

Abb. IV: Zeittrend Amputationsraten bei Menschen mit und ohne Diabetes in Deutschland, 2013 – 2017, Majoramputationen; Alter und Geschlecht (beide Geschlechter gemeinsam) und Alter (Männer und Frauen getrennt) auf die deutsche Gesamtbevölkerung 2015 standardisiert; Amputationsraten je 100.000 Personenjahre; Menschen mit Diabetes (ARd), Menschen ohne Diabetes (ARn); Detaillierte Daten s. Tabelle II

Abbildung V Zeittrend Amputationsraten bei Menschen mit und ohne Diabetes in Deutschland, 2013 – 2017, Minoramputationen

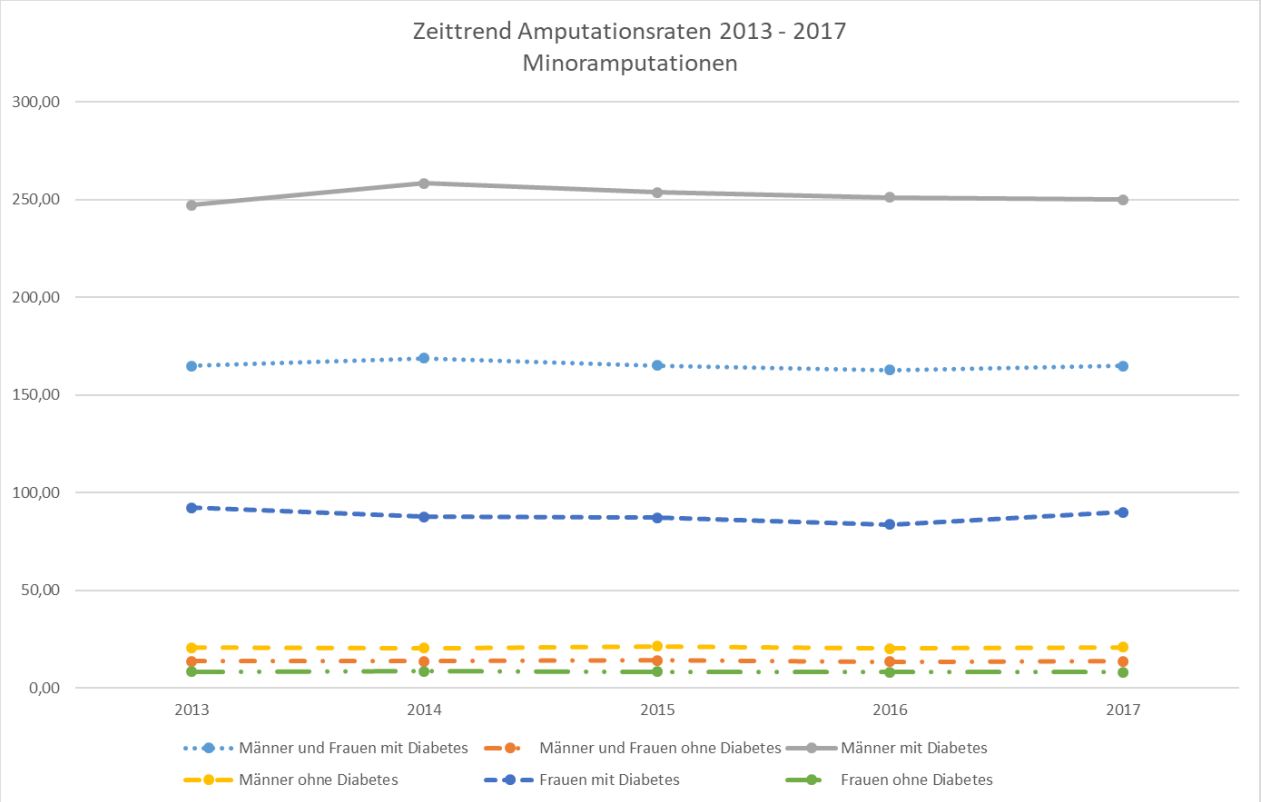

Abb. V: Zeittrend Amputationsraten bei Menschen mit und ohne Diabetes in Deutschland, 2013 – 2017, Minoramputationen; Alter und Geschlecht (beide Geschlechter gemeinsam) und Alter (Männer und Frauen getrennt) auf die deutsche Gesamtbevölkerung 2015 standardisiert; Amputationsraten je 100.000 Personenjahre; Menschen mit Diabetes (ARd), Menschen ohne Diabetes (ARn); Detaillierte Daten s. Tabelle II

Tabelle III Majoramputationsraten bei Menschen mit und ohne Diabetes in Deutschland nach Altersklassen, 2013 – 2017

Alterklasse	Kalenderjahr	Amputationsrate (95% CI) pro 100.000 Personenjahre			Relative Risiken (95% CI)
		ARt	ARd	ARn	RR
< 50 Jahre					
Männer und Frauen					
	2013	1,3 (1-1,6)	24,3 (13,4-35,3)	1 (0,7-1,2)	25,2 (14,8-42,7)
	2014	1,4 (1,1-1,7)	26,7 (15,6-37,9)	1 (0,7-1,2)	28 (16,9-46,3)
	2015	1,4 (1,1-1,7)	28,5 (17,1-39,8)	0,9 (0,7-1,2)	31 (18,9-50,7)
	2016	1,4 (1-1,7)	22,3 (12,3-32,4)	1 (0,7-1,3)	22,9 (13,4-39)
	2017	1,3 (1-1,6)	31 (19,1-42,9)	0,8 (0,5-1)	40,4 (24,3-67,1)
nur Männer					
	2013	1,6 (1,1-2,1)	31,3 (13,6-49)	1,1 (0,7-1,6)	27,8 (14,1-54,8)
	2014	1,8 (1,3-2,3)	25,2 (9,6-40,9)	1,4 (0,9-1,9)	17,8 (8,8-36,1)
	2015	1,7 (1,2-2,3)	35,2 (16,8-53,7)	1,2 (0,7-1,6)	29,8 (15,7-56,6)
	2016	1,8 (1,3-2,3)	30,5 (13,3-47,8)	1,3 (0,8-1,8)	23,4 (12-45,8)
	2017	2 (1,4-2,6)	49,9 (27,5-72,3)	1,1 (0,7-1,6)	43,8 (24,1-79,5)
nur Frauen					
	2013	1,1 (0,7-1,5)	17,6 (4,6-30,6)	0,8 (0,5-1,2)	21,2 (9,1-49,5)
	2014	1 (0,6-1,3)	28,1 (12,2-44)	0,6 (0,3-0,8)	51,1 (23,9-109,1)
	2015	1 (0,7-1,4)	22,4 (8,5-36,3)	0,7 (0,4-1)	32,8 (15,2-71,1)
	2016	0,9 (0,6-1,3)	15,3 (4-26,6)	0,7 (0,4-1)	22,6 (9,4-54,6)
	2017	0,7 (0,4-1)	15,3 (4-26,6)	0,4 (0,2-0,7)	36,2 (13,8-95)
50 - 59 Jahre					
Männer und Frauen					
	2013	9,2 (7,6-10,7)	60,5 (47,2-73,9)	4,4 (3,3-5,5)	13,8 (9,9-19,2)
	2014	9,6 (8-11,1)	70,2 (56,1-84,3)	3,8 (2,8-4,9)	18,3 (13,1-25,5)
	2015	10,6 (9-12,2)	65,7 (52,1-79,3)	5,4 (4,2-6,6)	12,2 (9-16,5)
	2016	9,9 (8,4-11,5)	62,2 (48,9-75,4)	5 (3,8-6,1)	12,6 (9,2-17,2)
	2017	9 (7,5-10,5)	66,5 (52,7-80,3)	3,6 (2,6-4,6)	18,5 (13,1-26,1)
nur Männer					
	2013	16,7 (13,5-19,9)	85,1 (63,4-106,8)	8 (5,7-10,4)	10,6 (7,2-15,6)
	2014	16,1 (13-19,3)	98,3 (75,5-121,2)	5,5 (3,6-7,5)	17,8 (11,7-27,1)
	2015	18,3 (15-21,6)	86 (64,8-107,3)	9,5 (7-12,1)	9 (6,3-13)
	2016	16,3 (13,1-19,4)	78 (57,8-98,3)	8,3 (5,9-10,7)	9,4 (6,4-13,8)
	2017	16,1 (13-19,2)	92,3 (70-114,5)	6,4 (4,3-8,5)	14,4 (9,6-21,6)
nur Frauen					
	2013	4,1 (2,8-5,4)	32,7 (18,4-47)	2,1 (1,1-3,1)	15,7 (8,3-29,7)
	2014	5,1 (3,7-6,6)	38 (22,8-53,2)	2,7 (1,7-3,8)	13,9 (7,9-24,4)
	2015	5,4 (3,9-6,9)	42,3 (26,4-58,3)	2,7 (1,6-3,8)	15,5 (8,9-26,8)
	2016	5,6 (4,1-7,1)	44 (27,7-60,3)	2,8 (1,7-3,9)	15,9 (9,2-27,5)
	2017	4,1 (2,8-5,4)	36,9 (21,8-52)	1,8 (0,9-2,6)	21,1 (11-40,4)
60 - 69 Jahre					
Männer und Frauen					
	2013	24,3 (21,5-27)	85,5 (73,5-97,5)	10,6 (8,6-12,6)	8,1 (6,4-10,2)
	2014	29,2 (26,2-32,2)	95,3 (82,8-107,9)	14 (11,7-16,3)	6,8 (5,5-8,4)
	2015	28,6 (25,6-31,5)	91,4 (79,2-103,5)	14 (11,7-16,3)	6,5 (5,3-8)
	2016	27,6 (24,8-30,5)	93,9 (81,7-106,1)	12,2 (10,1-14,3)	7,7 (6,2-9,5)
	2017	27,6 (24,7-30,4)	87,9 (76,1-99,7)	13,8 (11,5-16)	6,4 (5,2-7,9)
Nur Männer					
	2013	42,5 (36,7-48,3)	127,1 (106,3-147,8)	16,7 (12,6-20,9)	7,6 (5,7-10,2)
	2014	54 (47,5-60,5)	146,8 (124,7-168,9)	25 (20-30,1)	5,9 (4,6-7,6)
	2015	51,7 (45,4-58,1)	137,2 (116,2-158,3)	24,9 (19,8-29,9)	5,5 (4,3-7,1)
	2016	47,4 (41,4-53,4)	134,5 (113,9-155,1)	19,9 (15,5-24,4)	6,8 (5,2-8,9)
	2017	48,6 (42,6-54,6)	124,6 (104,7-144,4)	25,1 (20,1-30)	5 (3,9-6,4)
Nur Frauen					
	2013	12,6 (10,1-15,2)	44 (31,8-56,2)	7,1 (5,1-9,2)	6,2 (4,1-9,2)
	2014	13,2 (10,6-15,8)	44 (31,9-56)	7,6 (5,5-9,8)	5,8 (3,9-8,5)
	2015	13,6 (11-16,2)	45,5 (33,4-57,6)	7,7 (5,6-9,9)	5,9 (4-8,7)
	2016	14,8 (12,1-17,5)	53,3 (40,3-66,2)	7,7 (5,6-9,8)	6,9 (4,8-10)
	2017	13,9 (11,3-16,5)	51,2 (38,5-64)	7,2 (5,2-9,2)	7,1 (4,9-10,4)

Tabelle III Majoramputationsraten bei Menschen mit und ohne Diabetes in Deutschland nach Altersklassen, 2013 – 2017 (Fortsetzung)

Alterklasse	Kalenderjahr	Amputationsrate (95% CI) pro 100.000 Personenjahre			Relative Risiken (95% CI)
		ARt	ARd	ARn	RR
70 - 79 Jahre Männer und Frauen					
	2013	44,1 (40,4-47,9)	109,5 (98-121)	21,3 (18,3-24,3)	5,1 (4,3-6,1)
	2014	44,5 (40,8-48,2)	110,4 (99-121,7)	20,8 (17,8-23,7)	5,3 (4,5-6,3)
	2015	38,5 (35-42)	92,9 (82,5-103,4)	18,5 (15,7-21,3)	5 (4,2-6,1)
	2016	42,4 (38,7-46,1)	104,7 (93,5-115,9)	19,1 (16,2-22,1)	5,5 (4,5-6,6)
	2017	41,5 (37,7-45,2)	95,4 (84,5-106,2)	21,3 (18,2-24,4)	4,5 (3,7-5,4)
Nur Männer					
	2013	76 (67,9-84)	167,3 (145,9-188,7)	35 (28,4-41,5)	4,8 (3,8-6)
	2014	78,6 (70,5-86,8)	172,2 (150,9-193,6)	35,2 (28,6-41,8)	4,9 (3,9-6,1)
	2015	65,5 (58-73)	144 (124,4-163,6)	28,1 (22,1-34,1)	5,1 (4-6,6)
	2016	70,9 (62,9-78,9)	152,3 (131,8-172,8)	31,4 (24,9-37,9)	4,9 (3,8-6,2)
	2017	71,9 (63,7-80)	153,3 (132,5-174)	31,9 (25,3-38,5)	4,8 (3,8-6,2)
Nur Frauen					
	2013	25,5 (21,9-29)	63,6 (51,8-75,4)	14,2 (11,1-17,2)	4,5 (3,4-6)
	2014	24,6 (21,2-28,1)	61,8 (50,4-73,1)	13,3 (10,4-16,2)	4,7 (3,5-6,2)
	2015	23 (19,6-26,4)	53,1 (42,6-63,7)	13,6 (10,6-16,5)	3,9 (2,9-5,3)
	2016	26,1 (22,4-29,8)	67,6 (55,6-79,7)	12,9 (10-15,9)	5,2 (3,9-7)
	2017	24,1 (20,5-27,7)	49,9 (39,4-60,4)	15,9 (12,6-19,3)	3,1 (2,3-4,2)
>= 80 Jahre Männer und Frauen					
	2013	95,7 (87,8-103,6)	160,5 (141,4-179,6)	69,8 (61,9-77,8)	2,3 (2-2,7)
	2014	88,2 (80,8-95,6)	152,7 (134,8-170,5)	60,9 (53,5-68,2)	2,5 (2,1-3)
	2015	87,2 (80-94,4)	160,9 (143,2-178,6)	54,5 (47,7-61,4)	3 (2,5-3,5)
	2016	73,1 (66,7-79,6)	129,9 (114,5-145,2)	47,1 (40,9-53,4)	2,8 (2,3-3,3)
	2017	74 (67,6-80,3)	132,3 (117,3-147,4)	46,9 (40,8-53)	2,8 (2,4-3,4)
nur Männer					
	2013	129,2 (112,6-145,9)	216,8 (179,1-254,5)	86,8 (70,2-103,4)	2,5 (1,9-3,2)
	2014	120,3 (104,7-135,9)	206,8 (171,8-241,9)	75,7 (60,4-90,9)	2,7 (2,1-3,6)
	2015	110,1 (95,7-124,5)	199 (166,3-231,7)	62,1 (48,6-75,5)	3,2 (2,4-4,2)
	2016	108,4 (94,5-122,3)	190,8 (160-221,7)	62,4 (49,2-75,6)	3,1 (2,3-4)
	2017	113,1 (99,3-126,9)	206,1 (175-237,1)	60,6 (48-73,3)	3,4 (2,6-4,4)
Nur Frauen					
	2013	81,1 (72,4-89,8)	130,6 (109,3-151,9)	63 (54-72)	2,1 (1,7-2,6)
	2014	73,8 (65,7-82)	123,1 (103,1-143)	54,8 (46,5-63,1)	2,3 (1,8-2,8)
	2015	76,7 (68,5-84,8)	139,5 (118,9-160)	51,4 (43,5-59,3)	2,7 (2,2-3,4)
	2016	56,6 (49,7-63,5)	95 (78,6-111,5)	40,7 (33,7-47,6)	2,3 (1,8-3)
	2017	55,5 (48,8-62,1)	89,9 (74,3-105,5)	41 (34,2-47,8)	2,2 (1,7-2,8)

Tabelle III: Majoramputationsraten bei Menschen mit und ohne Diabetes in Deutschland nach Altersklassen, 2013 – 2017; Stratifiziert nach Alter und Geschlecht. Abkürzungen: ARt, Amputationsrate in der Gesamtbevölkerung; ARd, Amputationsrate bei Personen mit Diabetes in der diabetischen Bevölkerung; ARn, Amputationsrate bei Personen ohne Diabetes in der Bevölkerung ohne Diabetes; RR, Relative Risiken (ARd/ARn);

Tabelle IV Minoramputationsraten bei Menschen mit und ohne Diabetes in Deutschland nach Altersklassen, 2013 – 2017

Altersklasse	Kalenderjahr	Amputationsrate (95% CI) pro 100.000 Personenjahre			Relative Risiken (95% CI)
		ARt	ARd	ARn	RR
< 50 Jahre					
Männer und Frauen					
	2013	2,8 (2,4-3,3)	108,9 (85,7-132)	1,2 (0,9-1,5)	90,7 (65,4-125,9)
	2014	3 (2,5-3,4)	99,6 (78-121,1)	1,4 (1,1-1,8)	70 (51-95,9)
	2015	3,2 (2,7-3,7)	104,3 (82,5-126,1)	1,5 (1,2-1,9)	68,7 (50,5-93,4)
	2016	3,2 (2,7-3,7)	99,9 (78,6-121,1)	1,5 (1,1-1,8)	67,8 (49,5-92,9)
	2017	2,9 (2,4-3,4)	91,8 (71,3-112,3)	1,3 (1-1,6)	71 (50,5-99,6)
nur Männer					
	2013	3,7 (2,9-4,4)	130,5 (94,3-166,7)	1,6 (1,1-2,1)	80,1 (52,7-121,8)
	2014	3,9 (3,1-4,6)	138,8 (102,1-175,4)	1,6 (1,1-2,1)	85,5 (56,8-128,9)
	2015	4,9 (4,1-5,8)	158,5 (119,3-197,6)	2,4 (1,7-3)	67 (46,8-96,1)
	2016	4,4 (3,6-5,2)	150 (111,7-188,3)	1,9 (1,4-2,5)	78,5 (53,2-116)
	2017	4 (3,2-4,9)	133,9 (97,1-170,6)	1,8 (1,2-2,3)	75,4 (49,7-114,3)
nur Frauen					
	2013	2,1 (1,5-2,6)	88 (58,9-117,2)	0,8 (0,5-1,2)	106,1 (62,7-179,6)
	2014	2,2 (1,7-2,8)	63,2 (39,4-87)	1,3 (0,8-1,7)	50,7 (30,6-84)
	2015	1,7 (1,2-2,2)	56,1 (34,1-78)	0,8 (0,4-1,1)	73,9 (41-133)
	2016	2,1 (1,5-2,6)	56,8 (35-78,6)	1,1 (0,7-1,5)	52,9 (30,9-90,7)
	2017	1,9 (1,4-2,5)	56,8 (35-78,6)	0,9 (0,5-1,2)	67,1 (37,5-120,3)
50 - 59 Jahre					
Männer und Frauen					
	2013	24,8 (22,3-27,3)	224,5 (198,8-250,2)	6,3 (5-7,6)	35,6 (28,1-45,1)
	2014	25,9 (23,3-28,4)	240,1 (214-266,2)	5,6 (4,4-6,9)	42,5 (33,4-54,3)
	2015	24,7 (22,3-27,2)	208,7 (184,5-232,9)	7,3 (5,9-8,7)	28,7 (22,9-35,9)
	2016	26 (23,4-28,5)	220,8 (195,9-245,7)	7,4 (6-8,8)	29,9 (24-37,3)
	2017	26,3 (23,8-28,9)	239 (212,8-265,2)	6,3 (5-7,6)	38,1 (30,1-48,2)
nur Männer					
	2013	46,7 (41,3-52,1)	327,3 (284,7-369,8)	11,1 (8,3-13,9)	29,4 (22,1-39)
	2014	50,1 (44,6-55,7)	353,2 (309,8-396,5)	11,1 (8,3-13,8)	31,9 (24,2-42,1)
	2015	47,9 (42,5-53,2)	308,6 (268,3-348,8)	14,1 (11-17,2)	21,8 (16,9-28,2)
	2016	46 (40,7-51,3)	313,4 (272,8-354)	11,5 (8,7-14,3)	27,3 (20,7-36)
	2017	49,4 (43,9-54,9)	349,4 (306,1-392,8)	11,2 (8,4-14)	31,2 (23,6-41,1)
nur Frauen					
	2013	10,2 (8,1-12,2)	107,9 (81,9-134)	3,2 (2-4,5)	33,3 (21,4-51,8)
	2014	9,5 (7,5-11,5)	110,8 (84,9-136,8)	2,2 (1,2-3,2)	51,1 (30,8-84,8)
	2015	9 (7,1-11)	94,1 (70,3-117,9)	2,9 (1,7-4)	33 (20,7-52,6)
	2016	12,2 (10-14,5)	114,6 (88,3-140,9)	4,7 (3,3-6,2)	24,3 (16,6-35,6)
	2017	10,4 (8,4-12,5)	112,3 (86-138,6)	3 (1,9-4,2)	37 (23,6-58,1)
60 - 69 Jahre					
Männer und Frauen					
	2013	63,4 (59-67,9)	263,1 (242-284,2)	18,9 (16,2-21,6)	13,9 (11,8-16,4)
	2014	67 (62,5-71,5)	278,2 (256,8-299,7)	18,7 (16-21,3)	14,9 (12,7-17,5)
	2015	70,6 (66-75,2)	291,8 (270,1-313,6)	19,4 (16,7-22,1)	15,1 (12,9-17,6)
	2016	68,7 (64,2-73,3)	285 (263,8-306,1)	18,4 (15,8-21)	15,5 (13,2-18,2)
	2017	71,9 (67,3-76,5)	298,5 (276,7-320,2)	20,1 (17,4-22,8)	14,9 (12,8-17,3)
Nur Männer					
	2013	124,9 (115-134,9)	416,6 (379-454,1)	35,9 (29,8-41,9)	11,6 (9,6-14,1)
	2014	132 (121,8-142,2)	445,6 (407,2-484,1)	34,2 (28,3-40,1)	13 (10,7-15,8)
	2015	137,5 (127,2-147,8)	457,1 (418,7-495,6)	37 (30,9-43,2)	12,4 (10,3-14,9)
	2016	135,6 (125,4-145,7)	453,6 (415,8-491,4)	35,2 (29,3-41,1)	12,9 (10,7-15,6)
	2017	140,3 (130-150,6)	472,7 (434-511,4)	37,3 (31,3-43,4)	12,7 (10,6-15,2)
Nur Frauen					
	2013	24,2 (20,7-27,7)	110 (90,7-129,3)	9,1 (6,8-11,5)	12 (8,8-16,4)
	2014	25,2 (21,6-28,8)	111,2 (92-130,4)	9,7 (7,3-12,1)	11,5 (8,5-15,6)
	2015	27,3 (23,6-31)	126,4 (106,2-146,6)	9,1 (6,8-11,4)	13,9 (10,3-18,8)
	2016	25,4 (21,9-28,9)	116,4 (97,3-135,6)	8,6 (6,4-10,9)	13,5 (9,9-18,4)
	2017	27,5 (23,8-31,1)	123,9 (104,1-143,8)	10 (7,6-12,4)	12,4 (9,3-16,5)

Tabelle IV Minoramputationsraten bei Menschen mit und ohne Diabetes in Deutschland nach Altersklassen, 2013 – 2017 (Fortsetzung)

Alterklasse	Kalenderjahr	Amputationsrate (95% CI) pro 100.000 Personenjahre			Relative Risiken (95% CI)
		ARt	ARd	ARn	RR
70 - 79 Jahre Männer und Frauen					
	2013	102,1 (96,4-107,8)	303,2 (284-322,4)	31,9 (28,2-35,6)	9,5 (8,3-10,8)
	2014	109,5 (103,7-115,4)	319,9 (300,6-339,2)	33,8 (30-37,5)	9,5 (8,4-10,8)
	2015	104,3 (98,6-110)	302,6 (283,7-321,4)	31,4 (27,7-35,1)	9,6 (8,4-11)
	2016	103,3 (97,5-109,1)	288,9 (270,3-307,6)	33,9 (30-37,9)	8,5 (7,5-9,7)
	2017	111,1 (105-117,2)	318,9 (299,1-338,7)	33,3 (29,4-37,2)	9,6 (8,4-10,9)
Nur Männer					
	2013	194 (181,2-206,9)	501,2 (464,1-538,3)	56,2 (47,8-64,5)	8,9 (7,6-10,5)
	2014	203,4 (190,3-216,4)	513,2 (476,3-550)	59,5 (50,9-68)	8,6 (7,4-10,1)
	2015	200,2 (187,1-213,3)	503,5 (466,8-540,2)	55,9 (47,5-64,3)	9 (7,6-10,7)
	2016	201,2 (187,8-214,7)	485,7 (449,1-522,3)	63,1 (53,9-72,3)	7,7 (6,5-9,1)
	2017	216,1 (202-230,2)	532,7 (494,1-571,4)	60,6 (51,5-69,7)	8,8 (7,4-10,4)
Nur Frauen					
	2013	48,2 (43,3-53,1)	146 (128,1-163,8)	19,2 (15,7-22,7)	7,6 (6,1-9,5)
	2014	55 (49,8-60,2)	167,9 (149,2-186,6)	20,4 (16,8-24)	8,2 (6,7-10,1)
	2015	49,1 (44,1-54)	145,9 (128,4-163,3)	18,8 (15,3-22,3)	7,8 (6,2-9,7)
	2016	47,2 (42,3-52,1)	135,8 (118,8-152,9)	19,1 (15,5-22,7)	7,1 (5,7-8,9)
	2017	51,1 (45,9-56,2)	150,9 (132,6-169,1)	19,6 (15,9-23,2)	7,7 (6,2-9,7)
>= 80 Jahre Männer und Frauen					
	2013	189,7 (178,6-200,8)	426,4 (395,3-457,5)	95,1 (85,8-104,4)	4,5 (4-5,1)
	2014	191,7 (180,8-202,6)	422,5 (392,8-452,3)	93,7 (84,6-102,8)	4,5 (4-5,1)
	2015	198,8 (188-209,7)	431,2 (402,3-460,2)	95,9 (86,8-104,9)	4,5 (4-5,1)
	2016	181,5 (171,4-191,7)	393,9 (367,2-420,7)	84,3 (76-92,7)	4,7 (4,1-5,3)
	2017	195,6 (185,3-205,9)	421,5 (394,7-448,4)	90,9 (82,4-99,4)	4,6 (4,1-5,2)
nur Männer					
	2013	317 (290,9-343)	674,2 (607,7-740,7)	143,9 (122,5-165,3)	4,7 (3,9-5,6)
	2014	303,1 (278,4-327,8)	626,7 (565,7-687,6)	136,2 (115,8-156,6)	4,6 (3,9-5,5)
	2015	331,3 (306,3-356,3)	689,4 (628,5-750,4)	137,8 (117,8-157,8)	5 (4,2-5,9)
	2016	300,6 (277,4-323,8)	625,6 (569,8-681,5)	118,9 (100,7-137,2)	5,3 (4,4-6,3)
	2017	320 (296,7-343,2)	648,7 (593,5-703,8)	134,3 (115,5-153,2)	4,8 (4,1-5,7)
Nur Frauen					
	2013	134,3 (123,1-145,5)	294,7 (262,7-326,8)	75,6 (65,8-85,4)	3,9 (3,3-4,6)
	2014	141,8 (130,5-153,1)	311 (279,3-342,8)	76,3 (66,5-86,1)	4,1 (3,5-4,8)
	2015	137,9 (127-148,9)	286,1 (256,6-315,5)	78,3 (68,6-88,1)	3,7 (3,1-4,3)
	2016	125,8 (115,6-136,1)	261,4 (234,1-288,7)	69,6 (60,5-78,7)	3,8 (3,2-4,4)
	2017	136,9 (126,5-147,4)	290,7 (262,7-318,7)	72,3 (63,3-81,4)	4 (3,4-4,7)

Tabelle IV: Minoramputationsraten bei Menschen mit und ohne Diabetes in Deutschland nach Altersklassen, 2013 – 2017; Stratifiziert nach Alter und Geschlecht. Abkürzungen: ARt, Amputationsrate in der Gesamtbevölkerung; ARd, Amputationsrate bei Personen mit Diabetes in der diabeti-schen Bevölkerung; ARn, Amputationsrate bei Personen ohne Diabetes in der Bevölkerung ohne Diabetes; RR, Relative Risiken (ARd/ARn); ARE, Attributables Risiko des Diabetes in der Population mit Diabetes; PAR, Populationsattributables Risiko aufgrund des Diabetes

Analyse des Zeittrends und anderer Kovariablen

In den Tabellen V und VI werden die nach Alter und Geschlecht adjustierten Ergebnisse des Poisson Modells dargestellt.

Zeittrend

Die nachstehend beschriebenen Ergebnisse sind der Tabelle V zu entnehmen. Die nach Alter und Geschlecht adjustierten Modelle bestätigen, dass die Amputationsraten im Zeitraum 2013 - 2017 keiner zeitlichen Veränderung unterlegen sind.

Bei den Majoramputationen zeigt sich keine signifikante zeitliche Veränderung der AR pro Kalenderjahr sowohl bei Personen mit (0,99; 95% KI: 0,96 – 1,02) als auch ohne Diabetes (0,97; 95% KI:0,94 – 1,01).

Ebenso zeigt sich bei den Minoramputationen keine signifikante Veränderung der AR pro Kalenderjahr bei Personen mit (1,01; 95% KI: 0,99 – 1,04) sowie ohne Diabetes (1,01; 95% KI: 0,98 – 1,04).

Zeittrend in Altersgruppen

Majoramputationen:

Alle Daten sind der Tabelle VI zu entnehmen. Ein deutlicher Rückgang der AR konnte in der Altersgruppe >= 80 Jahre beobachtet werden. Dabei sank die AR pro Jahr signifikant bei Frauen mit Diabetes um 9% (0,91; 95% KI: 0,83-0,99), bei Frauen ohne Diabetes um 11% (0,89; 95% KI:0,86-0,92) sowie bei Männern ohne Diabetes um 9% (0,91; 95% KI: 0,87-0,95) Ebenso deutete sich ein Rückgang der AR bei Frauen mit und ohne Diabetes in der Altersgruppe <50 Jahre um 9% (0,91; 95% KI: 0,77-1,08) bzw. 10% (0,90; 95% KI: 0,79-1,02) bei Frauen mit bzw. ohne Diabetes an, welcher jedoch nicht statistisch signifikant war.

Im Gegensatz dazu stieg die AR bei 60-69-jährigen Frauen mit Diabetes signifikant um 5% pro Jahr (1,05; 95% KI: 1,02-1,09).

Minoramputationen:

Auch hier sind alle Daten der Tabelle VI zu entnehmen. Ein signifikanter Rückgang der AR konnte lediglich bei unter 50-jährigen Frauen mit Diabetes um 10% (0,90; 95% KI: 0,83-0,98) beobachtet werden. Im Gegensatz dazu war eine moderate, aber signifikante Zunahme der AR um 3% (1,03; 95% KI: 1,01-1,04) bei 60-69-jährigen Männern mit Diabetes zu erkennen. In allen anderen Altersgruppen blieb die AR hingegen nahezu konstant.

Einfluss des Diabetes

Die Daten sind den Tabellen V und für Betrachtung der einzelnen Altersgruppen der Tabelle VI zu entnehmen.

Im adjustierten Poisson Modell zeigt sich, dass die Majoramputationsrate in der Bevölkerung mit Diabetes signifikant gut 4,5 Mal höher ist als in der nicht diabetischen Bevölkerung (RR 4,52; 95% KI: 4,12 – 4,95). Das Relative Risiko (RR) zwischen Personen mit Diabetes und Personen ohne Diabetes blieb in allen Altersgruppen signifikant erhöht, auch wenn sich die Risiken mit zunehmenden Alter erwartungsgemäß deutlich angleichen. So beträgt das signifikante RR für Majoramputationen in der Altersgruppe unter 50 Jahren 28,96 (95% KI: 23,91-35,07) und in der Altersgruppe ab 80 Jahren signifikant 2,57 (95% KI: 2,31-2,85).

Bei Minoramputationen ist der relative Unterschied zwischen Personen mit und ohne Diabetes etwa doppelt so groß wie bei den Majoramputationen (RR 9,09; 95% KI: 8,25-10,00). Das signifikant erhöhte RR zeigt sich ebenfalls in allen einzelnen Altersgruppen. So beträgt es in der Altersgruppe unter 50 Jahren signifikant 73,04 (95% KI: 63,38-84,18) und in der Altersgruppe ab 80 Jahren signifikant 4,33 (95% KI: 4,03-4,65).

Geschlecht

Alle Daten sind den Tabellen V und VI zu entnehmen. Männer haben gegenüber Frauen signifikant ein nahezu 3 Mal höheres Amputationsrisiko bezogen auf Majoramputationen (RR: 3,09; 2,83-3,38).

Die signifikanten Unterschiede in den Relativen Risiken zwischen Männern und Frauen zeigen sich über alle Altersgruppen sowohl bei Menschen mit als auch ohne Diabetes, wenn auch in unterschiedlicher Ausprägung.

Bei den Minoramputationen haben Männer gegenüber den Frauen ebenfalls ein etwa 3 Mal so hohes Amputationsrisiko (RR: 3,31; 3,03-3,62). Auch hier zeigen sich die signifikanten Unterschiede in den Relativen Risiken zwischen Männern und Frauen in allen Altersgruppen sowohl bei Personen mit als auch ohne Diabetes.

Alter

Diese Ergebnisse sind aus Tabelle V zu entnehmen. Es zeigt sich eine deutliche Zunahme des Amputationsrisikos, welche bereits bei 40-49-jährigen im Vergleich zu unter 40-jährigen signifikant erhöht ist (RR: 6,56; 4,32-9,95). Die Zunahme mit dem Alter ist bei Menschen ohne Diabetes deutlich stärker ausgeprägt als Personen mit Diabetes. Bei Majoramputationen ist die Zunahme mit Alter etwas deutlicher als bei Minoramputationen.

Tabelle V Relative Risiken (RR) der Amputationen unterer Extremitäten von Personen mit und ohne Diabetes, adjustiert für Alter, Geschlecht und Kalenderjahr: Ergebnisse der Poisson Modelle

LEA

Unabhängige Variable	Gesamtpopulation RR (95% CI)	Menschen mit Diabetes RR (95% CI)	Menschen ohne Diabetes RR (95% CI)
Jahr [a]	1.00 (0.97 - 1.03)	1.01 (0.98 - 1.03)	0.99 (0.96 - 1.03)
Diabetes (ja vs. nein)	7.14 (6.52 - 7.82)*	-	-
Geschlecht (Männer vs. Frauen)	3.09 (2.83 - 3.38)*	3.22 (2.99 - 3.46)*	2.77 (2.53 - 3.03)*
Altersgruppen			
ab 80 Jahre [b]	60.43 (42.82 - 85.30)*	9.80 (6.33 - 15.17)*	124.53 (97.44 - 159.16)*
70–79 Jahre [b]	32.76 (23.23 - 46.20)*	6.51 (4.21 - 10.07)*	42.07 (32.80 - 53.96)
60–69 Jahre [b]	26.07 (18.46 - 36.82)*	5.73 (3.70 - 8.88)*	26.43 (20.50 - 34.07)*
50–59 Jahre [b]	16.33 (11.44 - 23.31)*	4.89 (3.14 - 7.62)*	11.49 (8.73 - 15.14)*
40–49 Jahre [b]	6.56 (4.32 - 9.95)*	2.96 (1.82 - 4.80)*	4.62 - (3.30 - 6.48)*

MAJOR

Unabhängige Variable	Gesamtpopulation RR (95% CI)	Menschen mit Diabetes RR (95% CI)	Menschen ohne Diabetes RR (95% CI)
Jahr [a]	0.98 (0.95 - 1.01)	0.99 (0.96 - 1.02)	0.97 (0.94 - 1.01)
Diabetes (ja vs. nein)	4.52 (4.12 - 4.95)*	-	-
Geschlecht (Männer vs. Frauen)	2.82 (2.58 - 3.09)*	2.91 (2.64 - 3.20)*	2.64 (2.37 - 2.94)*
Altersgruppen			
ab 80 Jahre [b]	80.46 (57.10 - 113.37)*	12.91 (6.76 - 24.68)*	130.27 (97.04 - 174.89)*
70–79 Jahre [b]	40.79 (28.96 - 57.44)*	8.39 (4.39 - 16.03)*	44.66 (33.13 - 60.20)*
60–69 Jahre [b]	31.30 (22.19 - 44.17)*	7.13 (3.72 - 13.65)*	29.89 (22.07 - 40.48)*
50–59 Jahre [b]	17.47 (12.20 - 25.01)*	5.67 (2.93 - 10.96)*	12.98 (9.35 - 18.02)*
40–49 Jahre [b]	6.71 (4.37 - 10.31)*	3.21 (1.57 - 6.60)*	5.22 (3.49 - 7.80)*

MINOR

Unabhängige Variable	Gesamtpopulation RR (95% CI)	Menschen mit Diabetes RR (95% CI)	Menschen ohne Diabetes RR (95% CI)
Jahr [a]	1.01 (0.98 - 1.04)	1.01 (0.99 - 1.04)	1.01 (0.98 - 1.04)
Diabetes (ja vs. nein)	9.09 (8.25 - 10.00)*	-	-
Geschlecht (Männer vs. Frauen)	3.31 (3.03 - 3.62)*	3.41 (3.17 - 3.66)*	2.97 (2.71 - 3.27)*
Altersgruppen			
ab 80 Jahre [b]	54.21 (37.60 - 78.16)*	8.85 (5.84 - 13.41)*	128.77 (99.23 - 167.11)*
70–79 Jahre [b]	30.44 (21.13 - 43.85)*	5.94 (3.92 8.98)*	43.59 (33.47 - 56.77)*
60–69 Jahre [b]	24.59 (17.05 - 35.46)*	5.26 (3.47 - 7.97)*	26.50 (20.23 - 34.71)*
50–59 Jahre [b]	16.16 (11.10 - 23.54)*	4.57 (3.00 - 6.97)*	11.19 (8.35 - 15.00)*
40–49 Jahre [b]	6.63 (4.29 - 10.25)*	2.79 (1.76 - 4.43)*	4.45 (3.11 - 6.38)*

Tabelle V: Relative Risiken (RR) der Amputationen unterer Extremitäten von Personen mit und ohne Diabetes, adjustiert für Alter, Geschlecht und Kalenderjahr: Ergebnisse des Poisson Modells; a: 1 Jahres Inkrement. b: Referenzkategorie 0 – 39 Jahre. *Statistisch signifikanter Unterschied, p<0,05.

Tabelle VI Relative Risiken (RR) der Amputationen unterer Extremitäten von Personen mit und ohne Diabetes in Altersklassen, stratifiziert nach Alter und Geschlecht: Ergebnisse der Poisson Modelle

MAJOR									
Unabhängige Variable	Gesamtpopulation	Männer	Frauen	Gesamtpopulation Diabetes	Männer	Frauen	Gesamtpopulation Kein Diabetes	Männer	Frauen
	RR (95% CI)			RR (95% CI)			RR (95% CI)		
<50 Jahre									
Jahr a	0,98 (0,95-1,05)	1,04 (0,96-1,12)	0,90 (0,82-0,99)*	1,04 (0,92-1,18)	1,13 (0,99-1,29)	0,91 (0,77-1,08)	0,96 (0,89-1,03)	0,99 (0,93-1,07)	0,90 (0,79-1,02)
Diabetes (ja vs. nein)	28,96 (23,91-35,07)*	27.78 (22.12-34.89)*	31.31 (23.82-41.17)*	-	-	-	-	-	-
Geschlecht (Männer vs. Frauen)	1,87 (1,55-2,25)*	-	-	1,75 (1,23-2,49)*	-	-	1,94 (1,57-2,39)*	-	-
50 - 59 Jahre									
Jahr a	1 (0,94-1,05)	0,99 (0,93-1,07)	1,01 (0,93-1,09)	1,00 (0,96-1,05)	0,99 (0,93-1,06)	1,04 (0,97-1,12)	0,99 (0,90-1,09)	0,99 (0,85-1,16)	0,97 (0,85-1,12)
Diabetes (ja vs. nein)	12,85 (10,99-15,02)*	11.62 (9.48-14.24)*	16.06 (13.00-19.84)*	-	-	-	-	-	-
Geschlecht (Männer vs. Frauen)	2,63 (2,22-3,11)*	-	-	2,26 (1,96-2,61)*	-	-	3,13 (2,34-4,19)*	-	-
60 - 69 Jahre									
Jahr a	1,01 (0,98-1,05)	1,01 (0,96-1,06)	1,03 (1,00-1,06)*	1,00 (0,97-1,04)	0,99 (0,94-1,03)	1,05 (1,02-1,09)*	1,03 (0,97-1,10)	1,05 (0,94-1,18)	1,00 (0,97-1,03)
Diabetes (ja vs. nein)	6,12 (5,57-6,72)*	6.00 (5.12-7.03)*	6.38 (5.91-6.88)*	-	-	-	-	-	-
Geschlecht (Männer vs. Frauen)	2,89 (2,61-3,19)*	-	-	2,81 (2,52-3,14)*	-	-	2,99 (2,50-3,58)*	-	-
70 - 79 Jahre									
Jahr a	0,98 (0,95-1,00)	0,97 (0,94-1,00)*	0,99 (0,94-1,04)	0,97 (0,93-1,00)	0,97 (0,93-1,01)	0,96 (0,89-1,05)	0,99 (0,95-1,03)	0,97 (0,92-1,02)	1,02 (0,97-1,08)
Diabetes (ja vs. nein)	4,62 (4,24-5,02)*	4.88 (4.46-5.35)*	4.25 (3.68-4.91)*	-	-	-	-	-	-
Geschlecht (Männer vs. Frauen)	2,53 (2,33-2,75)*	-	-	2,67 (2,38-2,98)*	-	-	2,32 (2,07-2,60)*	-	-
>= 80 Jahre									
Jahr a	0,92 (0,89-0,96)*	0,95 (0,92-0,99)*	0,90 (0,86-0,94)*	0,94 (0,90-0,99)*	0,98 (0,96-1,01)	0,91 (0,83-0,99)*	0,90 (0,87-0,92)*	0,91 (0,87-0,95)*	0,89 (0,86-0,92)*
Diabetes (ja vs. nein)	2,57 (2,31-2,85)*	2.96 (2.67-3.29)*	2.31 (2.05-2.61)*	-	-	-	-	-	-
Geschlecht (Männer vs. Frauen)	1,59 (1,43-1,77)*	-	-	1,78 (1,54-2,07)*	-	-	1,39 (1,28-1,50)*	-	-

Tabelle VI: Relative Risiken (RR) der Amputationen unterer Extremitäten von Personen mit und ohne Diabetes in Altersklassen, stratifiziert nach Alter und Geschlecht: Ergebnisse des Poisson Modells; a: 1 Jahres Inkrement. *Statistisch signifikanter Unterschied, p<0,05.

Tabelle VI Relative Risiken (RR) der Amputationen unterer Extremitäten von Personen mit und ohne Diabetes in Altersklassen, stratifiziert nach Alter und Geschlecht: Ergebnisse der Poisson Modelle (Fortsetzung)

MINOR									
Unabhängige Variable	**Gesamtpopulation**	**Männer**	**Frauen**	**Gesamtpopulation Diabetes**	**Männer**	**Frauen**	**Gesamtpopulation Kein Diabetes**	**Männer**	**Frauen**
	RR (95% CI)			**RR (95% CI)**			**RR (95% CI)**		
<50 Jahre									
Jahr a	0,99 (0,94-1,04)	1,02 (0,97-1,08)	0,94 (0,86-1,02)	0,97 (0,92-1,03)	1,01 (0,96-1,07)	0,90 (0,83-0,98)*	1,02 (0,93-1,11)	1,03 (0,93-1,15)	0,99 (0,85-1,15)
Diabetes (ja vs. nein)	73,04 (63,38-84,18)*	76.53 (65.30-89.69)*	67.34 (52.86-85.78)*	-	-	-	-	-	-
Geschlecht (Männer vs. Frauen)	2,10 (1,81-2,44)*	-	-	2,24 (1,87-2,67)*	-	-	1,95 (1,52-2,50)*	-	-
50 - 59 Jahre									
Jahr a	1,01 (0,97-1,04)	1,00 (0,97-1,04)	1,03 (0,95-1,11)	1,00 (0,97-1,03)	1,00 (0,96-1,05)	1,01 (0,96-1,07)	1,02 (0,94-1,11)	1,00 (0,93-1,09)	1,07 (0,88-1,30)
Diabetes (ja vs. nein)	29,48 (26,26-33,10)*	27.95 (24.80-31.51)*	33.70 (26.61-42.68)*	-	-	-	-	-	-
Geschlecht (Männer vs. Frauen)	3,22 (2,87-3,62)*	-	-	3,06 (2,76-3,40)*	-	-	3,69 (2,85-4,77)*	-	-
60 - 69 Jahre									
Jahr a	1,02 (1,01-1,03)*	1,02 (1,01-1,04)*	1,02 (1,00-1,05)	1,03 (1,01-1,04)*	1,03 (1,01-1,04)*	1,03 (1,00-1,06)	1,01 (0,99-1,03)	1,01 (0,99-1,03)	1,01 (0,97-1,05)
Diabetes (ja vs. nein)	12,55 (12,13-12,98)*	12.51 (12.03-13.01)*	12.64 (11.75-13.60)*	-	-	-	-	-	-
Geschlecht (Männer vs. Frauen)	3,83 (3,70-3,96)*	-	-	3,82 (3,66-3,99)*	-	-	3,86 (3,64-4,10)*	-	-
70 - 79 Jahre									
Jahr a	1,00 (0,99-1,02)	1,01 (0,99-1,03)	0,99 (0,96-1,02)	1,00 (0,98-1,02)	1,01 (0,98-1,03)	0,98 (0,93-1,04)	1,01 (0,99-1,03)	1,02 (0,99-1,05)	1,00 (0,97-1,02)
Diabetes (ja vs. nein)	8,27 (7,80-8,76)*	8.60 (8.11-9.11)*	7.69 (6.99-8.46)*	-	-	-	-	-	-
Geschlecht (Männer vs. Frauen)	3,30 (3,13-3,48)*	-	-	3,40 (3,15-3,66)*	-	-	3,04 (2,87-3,21)*	-	-
>= 80 Jahre									
Jahr a	0,98 (0,96-1,01)	0,99 (0,97-1,01)	0,98 (0,96-1,00)	0,99 (0,96-1,01)	0,99 (0,96-1,02)	0,98 (0,94-1,02)	0,98 (0,96-1,00)	0,97 (0,94-1,01)	0,98 (0,96-1,01)
Diabetes (ja vs. nein)	4,33 (4,03-4,65)*	4.87 (4.54-5.23)*	3.88 (3.63-4.14)*	-	-	-	-	-	-
Geschlecht (Männer vs. Frauen)	2,10 (1,96-2,25)*	-	-	2,27 (2,12-2,42)*	-	-	1,80 (1,69-1,92)*	-	-

Tabelle VI: Relative Risiken (RR) der Amputationen unterer Extremitäten von Personen mit und ohne Diabetes in Altersklassen, stratifiziert nach Alter und Geschlecht: Ergebnisse des Poisson Modells; a: 1 Jahres Inkrement. *Statistisch signifikanter Unterschied, p<0,05.

Amputationsinzidenzen bei Personen mit einem türkischen Migrationshintergrund

Studienpopulation

Die Beschreibung aller versicherten Individuen mit Unterteilung in Personen mit und ohne türkischen Migrationshintergrund in der Studienpopulation ist in Tabelle VII dargestellt. Im Gesamtzeitraum von 2013 bis 2017 wurden knapp 48,5 Millionen Versichertenjahre ermittelt. Von diesen entfielen etwa 1,3% auf Personen, bei denen anhand des verwendeten Namensalgorithmus ein türkischer Migrationshintergrund festgestellt wurde. Die Diabetesprävalenz lag innerhalb der Population ohne türkischen Migrationshintergrund bei etwa 10% (4.859.781 von 48.496.569 Personenjahre). In der Population mit türkischem Migrationshintergrund wurde die Prävalenz des Diabetes mit 7,1% berechnet (44.036 von 620.647 Personenjahre). Der Anteil an Männern innerhalb der Studienpopulation mit türkischem Migrationshintergrund lag mit knapp 49% deutlich höher als in der in dieser Arbeit untersuchten Gesamtpopulation (knapp 43% Männer).

Etwaige Berechnungen wurden vor dem Hintergrund des geringen Anteils von Menschen mit türkischem Migrationshintergrund innerhalb der Studienpopulation für den gesamten Studienzeitraum (2013 - 2017) und nicht für die einzelnen Kalenderjahre vorgenommen. Ebenso erfolgt die Darstellung der Population ohne Unterteilung nach Geschlecht.

Tabelle VII: Beschreibung der Versichertenpopulation mit Amputation inklusive Unterteilung nach Personen mit und ohne Migrationshintergrund 2013 – 2017 nicht standardisiert

Gesamtpopulation	Insgesamt	Migrations-hintergrund	Kein Migrations-hintergrund
Jahr der Amputation: 2013 - 2017			
Anzahl Amputationen (%)	25.753 (100,0)	89 (0,3)	25664 (99,7)
Personenjahre (%)	48.496.569 (100,0)	620.647 (1,3)	47.875.922 (98,7)
Amputationsrate je 100.000 Personenjahre	53,10	14,34	53,61
Anzahl Amputationen nach Art der Amputation			
Majoramputationen (%)	8.056 (100,0)	28 (0,3)	8028 (99,7)
Minoramputationen	19.651 (100,0)	67 (0,3)	19587 (99,7)
Verhältnis Minor- zu Majoramputation	2,44	2,39	2,44

Personen mit Diabetes	Insgesamt	Migrations-hintergrund	Kein Migrations-hintergrund
Jahr der Amputation: 2013 - 2017			
Anzahl Amputationen (%)	17582 (68,3)	64 (0,4)	17518 (99,6)
Personenjahre (%)	4.859.781 (10,0)	44.036 (0,9)	4.815.745 (99,1)
Amputationsrate je 100.000 Personenjahre	361,79	145,34	363,77
Anzahl Amputationen nach Art der Amputation			
Majoramputationen (%)	4709 (58,5)	19 (0,4)	4690 (99,6)
Minoramputationen	14344 (73,0)	49 (0,3)	14295 (99,7)
Verhältnis Minor- zu Majoramputation	3,05	2,58	3,05

Personen ohne Diabetes	Insgesamt	Migrations-hintergrund	Kein Migrations-hintergrund
Jahr der Amputation: 2013 - 2017			
Anzahl Amputationen (%)	8171 (31,7)	25 (0,3)	8146 (99,7)
Personenjahre (%)	43.636.788 (90,0)	576.611 (1,3)	43.060.178 (98,7)
Amputationsrate je 100.000 Personenjahre	18,73	4,34	18,92
Anzahl Amputationen nach Art der Amputation			
Majoramputationen (%)	3347 (41,5)	9 (0,3)	3338 (99,7)
Minoramputationen	5307 (27,0)	18 (0,3)	5289 (99,7)
Verhältnis Minor- zu Majoramputation	1,59	2,00	1,58

Tabelle VII: Beschreibung der Versichertenpopulation mit Amputation inklusive Unterteilung nach Personen mit und ohne Migrationshintergrund 2013 – 2017 nicht standardisiert

Personen mit erster Amputation

Insgesamt wurde im Zeitraum von 2013 bis 2017 bei 20.814 Personen mindestens eine Amputation durchgeführt. Von diesen Personen wurden 20.744 als Personen ohne und 70 als Personen mit türkischem Migrationshintergrund identifiziert. Bei den 20.814 Personen wurden gemäß Definition 25.753 Amputationsereignisse gezählt. Davon entfielen 25.664 (99,7%) auf Personen ohne türkischen Migrationshintergrund und 89 (0,3%) auf Personen mit türkischem Migrationshintergrund. Etwa 71,9% der Amputationen innerhalb der Population mit türkischem Migrationshintergrund wurden bei Personen mit Diabetes vorgenommen. Innerhalb der Population ohne türkischen Migrationshintergrund entfielen 68,3% der Amputationen auf Menschen mit Diabetes.

In Tabelle VIII und den Abbildungen VI und VII wurden die alters- und geschlechtsstandardisierten Amputationsraten sowie Relative Risiken für den gesamten Studienzeitraum dargestellt. Die Unterteilung ist dabei weiterhin nach Geschlecht sowie Art der Amputation erfolgt. Die sehr breiten Konfidenzintervalle bei den Ergebnissen der Bevölkerung

mit türkischem Migrationshintergrund relativieren die nachstehend beschriebenen Aussagen sehr deutlich, weshalb die Unterschiede zwischen den Subpopulationen auch nicht weiter eingeordnet, sondern lediglich die Ergebnisse dokumentiert werden. In der Tendenz wird die Hypothese höherer Amputationsraten innerhalb der Bevölkerung mit türkischem Migrationshintergrund in der vorliegenden Studie nicht bestätigt.

Majoramputationen

Die Amputationsraten sind innerhalb der Bevölkerung mit türkischem Migrationshintergrund und Diabetes (ARd) nur etwa halb so hoch wie bei der Bevölkerung ohne türkischen Migrationshintergrund mit Diabetes mit ähnlichen Unterschieden bei Männern und Frauen. ARd ohne türkischen Migrationshintergrund: 50,61; 95% KI: 47,61 – 53,80; ARd mit türkischem Migrationshintergrund: 24,73; 95% KI: 15,45 – 39,59. Bei Frauen ohne Diabetes ist die AR sogar um den Faktor drei niedriger, wenn die Person türkischen Migrationshintergrund hat (ARn ohne türkischen Migrationshintergrund: 5,88; 95% KI: 5,60 – 6,18; ARn mit türkischem Migrationshintergrund: 1,85; 95% KI: 0,26 – 13,10). Im Gegensatz dazu unterscheiden sich die AR bei Männern ohne Diabetes kaum hinsichtlich des Migrationsstatus. (ARn ohne türkischen Migrationshintergrund: 11,74; 95% KI: 11,19 – 12,32; ARn mit türkischem Migrationshintergrund: 12,86; 95% KI: 5,51 – 29,99)

Minoramputationen

Die Amputationsrate ist bei Personen mit türkischem Hintergrund mit Ausnahme von Männern ohne Diabetes ebenfalls niedriger als bei Menschen ohne türkischen Hintergrund. Bei Männern mit Diabetes (ARd ohne türkischen Migrationshintergrund: 253,62; 95% KI: 243,20 – 246,48; ARd mit türkischem Migrationshintergrund: 138,10; 95% KI: 84,97-224,44), Frauen mit Diabetes (ARd ohne türkische Migration: 89,37; 95% KI: 83,65 – 95,49; ARd mit türkischer Migration: 26,39; 95% KI: 13,96-49,89) sowie Frauen ohne Diabetes (ARn ohne türkische Migration: 8,35; 95% KI: 8,02 – 8,70; ARn mit türkischer Migration: 2,78; 95% KI: 0,69 - 11,23) war die AR um Faktor zwei bis drei niedriger in der Gruppe mit türkischer Migration.

Tabelle VIII Amputationsraten bei Menschen mit und ohne Diabetes in Deutschland, 2013 – 2017, Bevölkerung mit und ohne Migrationshintergrund

Amputationsart Population Kalenderjahr	Migrationshintergrund	Amputationsrate (95% CI) pro 100.000 Personenjahre ARt	 ARd	 ARn	Relative Risiken (95% CI) RR
Majoramputationen					
Gesamtpopulation					
2013 - 2017	nein	**15,63** (15,29 - 15,98)	**50,61** (47,61 - 53,80)	**8,55** (8,26 - 8,85)	**5,92** (5,52 - 6,35)
2013 - 2017	ja	**11,90** (7,98 - 17,74)	**24,73** (15,45 - 39,59)	**6,22** (2,93 - 13,20)	**3,98** (1,64 - 9,67)
Männer					
2013 - 2017	nein	**23,34** (22,68 - 24,01)	**71,09** (66,14 - 76,41)	**11,74** (11,19 - 12,32)	**6,06** (5,55 - 6,61)
2013 - 2017	ja	**19,47** (12,03 - 31,50)	**33,26** (18,90 - 58,53)	**12,86** (5,51 - 29,99)	**2,59** (0,93 - 7,16)
Frauen					
2013 - 2017	nein	**9,28** (8,96 - 9,60)	**32,70** (29,48 - 36,27)	**5,88** (5,60 - 6,18)	**5,56** (4,96 - 6,23)
2013 - 2017	ja	**6,22** (2,88 - 13,46)	**17,28** (7,59 - 39,35)	**1,85** (0,26 - 13,10)	**9,36** (1,12 - 78,44)
Minoramputationen					
Gesamtpopulation					
2013 - 2017	nein	**38,99** (38,44 - 39,54)	**166,66** (160,63 - 172,91)	**13,84** (13,47 - 14,23)	**12,04** (11,50 - 12,60)
2013 - 2017	ja	**26,28** (20,25 - 34,11)	**78,13** (50,31 - 121,34)	**10,42** (6,02 - 18,01)	**7,50** (3,71 - 15,15)
Männer					
2013 - 2017	nein	**64,18** (63,08 - 65,30)	**253,62** (243,20 - 264,48)	**20,76** (20,02 - 21,53)	**12,22** (11,56 - 12,91)
2013 - 2017	ja	**48,64** (35,88 - 65,94)	**138,10** (84,97 - 224,44)	**21,50** (11,54 - 40,07)	**6,42** (2,92 - 14,15)
Frauen					
2013 - 2017	nein	**18,53** (18,09 - 18,99)	**89,37** (83,65 - 95,49)	**8,35** (8,02 - 8,70)	**10,70** (9,90 - 11,56)
2013 - 2017	ja	**9,64** (5,37 - 17,32)	**26,39** (13,96 - 49,89)	**2,78** (0,69 - 11,23)	**9,49** (2,05 - 44,00)

Tabelle VIII: Amputationsraten bei Menschen mit und ohne Diabetes in Deutschland, 2013 – 2017, Bevölkerung mit und ohne Migrationshintergrund; Alter und Geschlecht (beide Geschlechter gemeinsam) und Alter (Männer und Frauen getrennt) auf die deutsche Gesamtbevölkerung 2015 standardisiert.
Abkürzungen: ARt, Amputationsrate in der Gesamtbevölkerung; ARd, Amputationsrate bei Personen mit Diabetes in der diabetischen Bevölkerung; ARn, Amputationsrate bei Personen ohne Diabetes in der Bevölkerung ohne Diabetes; RR, Relative Risiken (ARd/ARn);

Abbildung VI Amputationsraten (Majoramputationen) bei Menschen mit und ohne Diabetes in Deutschland, 2013 – 2017 unter Berücksichtigung eines Migrationshintergrundes

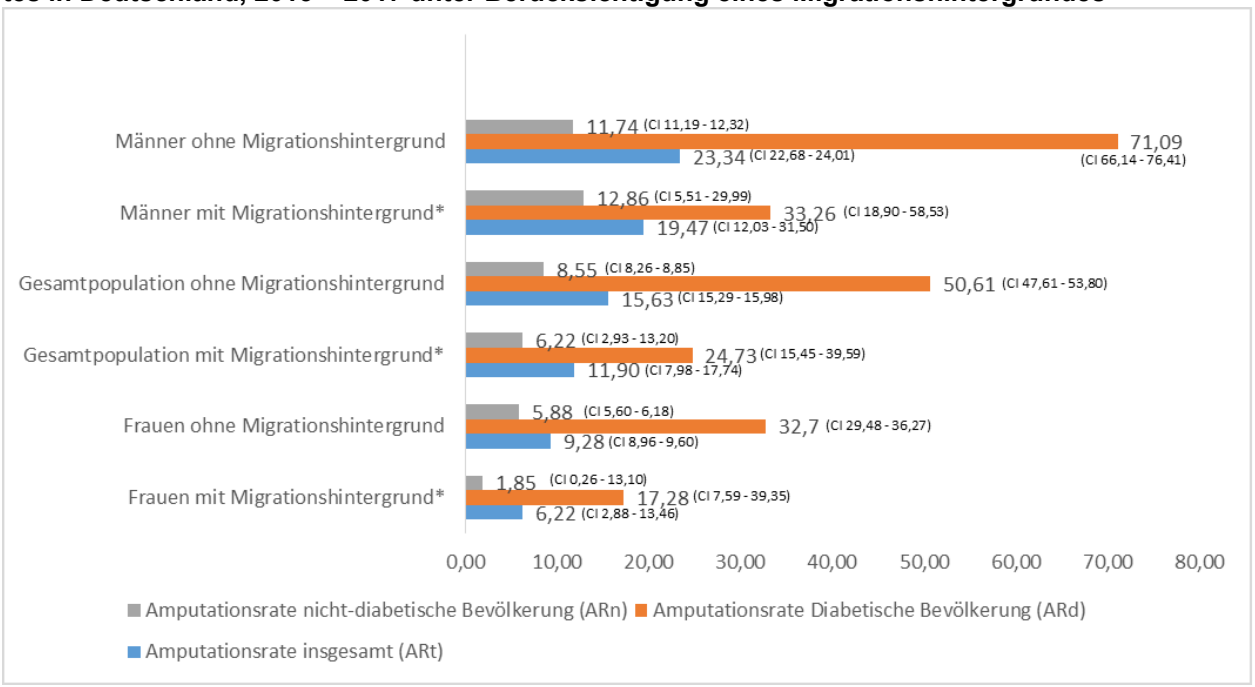

Abb. VI: Amputationsraten (Majoramputationen) bei Menschen mit und ohne Diabetes in Deutschland, 2013 – 2017 unter Berücksichtigung eines Migrationshintergrundes; Alter und Geschlecht (beide Geschlechter gemeinsam) und Alter (Männer und Frauen getrennt) auf die deutsche Gesamtbevölkerung 2015 standardisiert; Amputationsraten je 100.000 Personenjahre; Gesamtpopulation (ARt), Menschen mit Diabetes (ARd), Menschen ohne Diabetes (ARn)
*95% CI mit großer Streuung Detaillierte Daten s. Tabelle V

Abbildung VII Amputationsraten (Minoramputationen) bei Menschen mit und ohne Diabetes in Deutschland, 2013 – 2017 unter Berücksichtigung eines Migrationshintergrundes

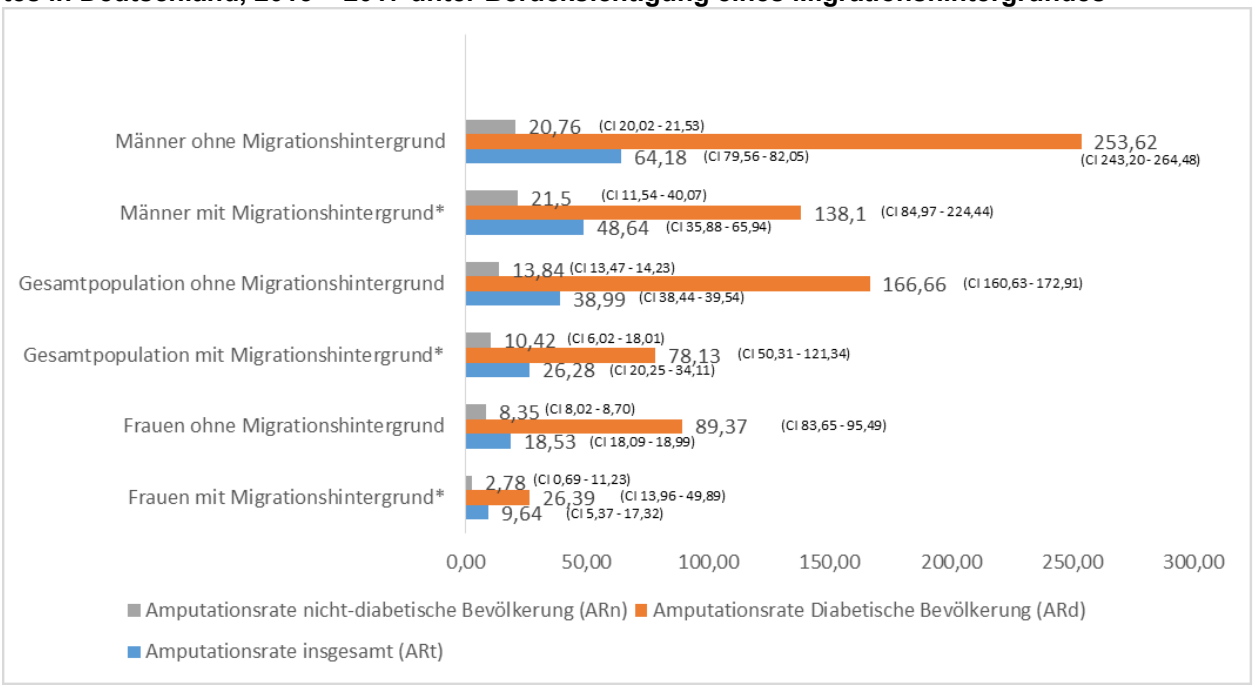

Abb. VII: Amputationsraten (Minoramputationen) bei Menschen mit und ohne Diabetes in Deutschland, 2013 – 2017 unter Berücksichtigung eines Migrationshintergrundes; Alter und Geschlecht (beide Geschlechter gemeinsam) und Alter (Männer und Frauen getrennt) auf die deutsche Gesamtbevölkerung 2015 standardisiert; Amputationsraten je 100.000 Personenjahre; Gesamtpopulation (ARt), Menschen mit Diabetes (ARd), Menschen ohne Diabetes (ARn)
*95% CI mit großer Streuung Detaillierte Daten s. Tabelle V

Diskussion

Die hier vorliegende bundesweite Studie untersucht und beschreibt die Amputationsraten und Relativen Risiken von Amputationen der unteren Extremitäten unterteilt in Versicherte mit und ohne Diabetes, Männer und Frauen sowie unterteilt in Altersklassen im Zeitraum von 2013 bis 2017. Weiterhin untersucht und beschreibt die Studie den Einfluss eines türkischen Migrationshintergrundes auf die Amputationsraten und -risiken.

Wesentliche Ergebnisse

Es ist essenziell, Major- und Minoramputationen getrennt zu betrachten. Sie unterscheiden sich wesentlich in der zugrundeliegenden Einschätzung der therapeutischen Konsequenzen. Während eine Majoramputation verdeutlicht, dass eine Rettung der Gliedmaße als unwahrscheinlich eingeschätzt wird oder zumindest ein therapeutischer Nutzen nicht überwiegt, liegt einer Minoramputation eben genau die Einschätzung zugrunde, dass ein Erhalt möglich und therapeutisch sinnvoll ist. Eine kombinierte Betrachtung beider Amputationshöhen ist daher nur bedingt sinnvoll. Sie kann nur zum Zweck haben, das Ausmaß des Problems zu unterstreichen.

In dieser Studie stellen sich die Amputationsraten in der diabetischen Population deutlich höher dar als in der Population ohne Diabetes. Über alle Jahre des Studienzeitraumes hinweg ist das Majoramputationsrisiko in der diabetischen Population 5,5 bis knapp 6,5 mal so hoch wie in der nicht-diabetischen Population. Noch deutlicher erhöht stellt sich das Minoramputationsrisiko in der Diabetischen Population dar. Es ist ca. 12-fach erhöht gegenüber der Population ohne Diabetes.

In der deskriptiven Analyse zeigen sich im Zeittrend kaum signifikante Veränderung zwischen 2013 und 2017. Bei der Betrachtung der einzelnen Altersgruppen kann in der Altersgruppe ab 80 Jahren eine signifikante Reduktion der Majoramputationsrate bei Männern und Frauen kombiniert ohne Diabetes (ARn) festgestellt werden. In dieser Altersgruppe ist bei der separaten Betrachtung von Frauen sowohl bei solchen mit als auch ohne Diabetes eine signifikante Reduktion der AR festzustellen. Mit Blick auf die Minoramputationsraten ergibt sich weder über alle Altersgruppen, noch mit Blick auf die einzelnen Altersgruppen eine signifikante Veränderung zwischen 2013 und 2017.

Auf der Grundlage der Poisson Modelle ist das Relative Risiko zwischen Personen mit und ohne Diabetes für Minoramputationen signifikant etwa um den Faktor 9 erhöht und dabei etwa doppelt so hoch, wie das entsprechende signifikante Relative Risiko für Majoramputationen, das gut 4,5-fach erhöht ist.

Das Verhältnis zwischen Minor- und Majoramputationen steigt dabei in der Gesamtbevölkerung im Studienzeitraum leicht von 2,28 in 2013 auf 2,66 in 2017 an. Diese Steigerung ist auch einzeln betrachtet für die diabetische und die nicht-diabetische Bevölkerung zu beobachten (2,92 in 2013 und 3,32 in 2017, respektive 1,46 in 2013 und 1,69 in 2017). Es kann allerdings nicht geschlossen werden, dass es durch vermehrte Minoramputationen zu weniger Majoramputationen gekommen ist, da sich keine signifikanten Veränderungen der Amputationsraten gegenüberstehen. Auch bei der Betrachtung einzelner Altersgruppen stehen keine signifikant erhöhten Minoramputationsraten signifikant verringerten Majoramputationsraten gegenüber. Möglicherweise ist es häufiger gelungen, mit geringerer Amputationshöhe die Extremität zu erhalten.
Insgesamt ist bei der Betrachtung der Entwicklungen in den Alters- und Geschlechtsstrata kein klares Muster zu erkennen. Einzelne signifikante Ergebnisse werden jedoch ersichtlich. Die Poisson Modelle zeigen hinsichtlich der Veränderung der Majoramputationsraten bei Frauen mit Diabetes in der Altersgruppe von 60 – 69 Jahren eine signifikante jährliche Erhöhung um 5%. In der Altersgruppe ab 80 Jahre mit Diabetes zeigt sich sowohl gesamt als auch bei den Frauen eine signifikante jährliche Reduktion der Majoramputationsrate um 6% bzw. 9%. In der gleichen Altersgruppe ohne Diabetes verringert sich die Majoramputationsrate pro Jahr gesamt um 10% - bei Männern um 9% und bei Frauen um 11%. Bei den Minoramputationen zeigt das Poisson Modell ausschließlich in der Altersgruppe 60 – 69 Jahre eine signifikante Erhöhung der Amputationsrate pro Jahr um 3% sowohl bei Männern wie bei Frauen mit Diabetes.
Das deutlich erhöhte Amputationsrisiko für Männer gegenüber Frauen wird auch durch die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit bestätigt. Männer haben gegenüber Frauen signifikant ein nahezu 3 Mal höheres Amputationsrisiko bezogen auf Majoramputationen. Die signifikanten Unterschiede in den Relativen Risiken zwischen Männern und Frauen zeigen sich über alle Altersgruppen, wenn auch in unterschiedlicher Ausprägung.
Noch etwas deutlicher ist das Bild bei den Minoramputationen. Hier haben Männer gegenüber den Frauen signifikant ein mehr als 3 Mal so hohes Amputationsrisiko. Auch bei den Minoramputationen zeigen sich die signifikanten Unterschiede in den Relativen Risiken zwischen Männern und Frauen über alle Altersgruppen. Interessant ist, dass trotz steigender administrativer Diabetesprävalenzen (9,3% in 2013 und 10,6% in 2017) keine generelle Erhöhung der Amputationsraten erkennbar ist. Hier kann mit weiterer Forschung angeknüpft werden.

Die durchgeführten Analysen zeigen, dass der Anteil von Personen mit einem türkischen Migrationshintergrund unter den Versicherten der BARMER gering ist. In der Folge ist die Power nicht ausreichend, um die Hypothese höherer Amputationsraten in diesem

Teil der Bevölkerung abschließend zu untersuchen. 1,3% (620.647 Personenjahre) der Studienpopulation wurden als Personen mit türkischem Migrationshintergrund ermittelt. Auf diese entfallen 0,3% aller Amputationsereignisse (89 Amputationsereignisse LEA). In der Tendenz stellen sich mit Ausnahme der Männer ohne Diabetes (ARn) sämtliche Amputationsraten sowie die Diabetesprävalenz bei Menschen mit türkischem Migrationshintergrund geringer dar als bei Menschen ohne türkischen Migrationshintergrund. Es sind signifikante Unterschiede erkennbar. Die Amputationsrate bei Personen mit einem türkischen Migrationshintergrund und einem Diabetes (ARd) ist für Majoramputationen mit 24,73 erheblich niedriger als bei Personen ohne türkischen Migrationshintergrund und Diabetes, wo sie mit 50,61 im Mittel mehr als doppelt so hoch liegt. Dies gilt auch für Männer einzeln betrachtet (ARd mit türkischem Migrationshintergrund bei 33,26 gegenüber ARd ohne türkischen Migrationshintergrund bei 71,09. Weitere deutliche Unterschiede gibt es bei den Minoramputationen. Sämtliche Minoramputationsraten bei Personen mit einem Diabetes (ARd) sind bei Menschen mit Migrationshintergrund sichtbar niedriger. Dies gilt für Männern und Frauen kombiniert, wo die ARd etwa halb so hoch ist sowie jeweils geschlechtsspezifisch. Bei Männern mit türkischem Migrationshintergrund ist die ARd knapp halb so hoch, bei Frauen mit türkischem Migrationshintergrund weniger als ein Drittel so hoch.
Es gibt also zumindest Hinweise darauf, dass ein türkischer Migrationshintergrund mit niedrigeren Amputationsraten assoziiert ist.

Vergleich mit anderen Studien

Methodisch ist die vorliegende Arbeit ähnlich angelegt wie die Studie von Claessen et al. (2018), bei der der Promovend mitgearbeitet hat. Aus der Notwendigkeit, sich an den definierten methodischen Standards für die Sekundärdatenanalyse zu orientieren (Swart et al., 2015) ergibt sich, dass die Studien auch der besseren studienübergreifenden Auswertbarkeit zugänglich sind. Um eine wissenschaftliche Kontinuität und eine Vergleichbarkeit der Ergebnisse sicherzustellen, ist dieses Vorgehen sinnvoll. Die Forderung nach methodisch zumindest ähnlichen Studien ergibt sich dabei u. a. aus den Erkenntnissen des Systematischen Review von Narres et al. (2017), der 19 sowohl nationale als auch internationale Studien vergleicht. Unterstrichen wird dieses Erfordernis durch die ansonsten schwierige Vergleichbarkeit dieser Studie zu anderen vorliegenden Studien. Dies ist maßgeblich auf die große Varianz in den methodischen Vorgehen begründet (Narres et al., 2017). Einige Studien analysieren jedwede Amputation der unteren Extremitäten (Fosse et al., 2009, Gregg et al., 2014, Van Houtum and Lavery, 1996), während in weiteren die Amputationsinzidenzen in Amputationsarten unterteilt sind

(Lombardo et al., 2014, Buckley et al., 2012, Trautner et al., 2001). Weiterhin unterscheiden sich auch die Zählarten der Amputationen. So können Studien in denen mehrere Amputationen pro Person gezählt werden (Buckley et al., 2012, Almaraz et al., 2012) nicht mit solchen verglichen werden, in denen pro Person nur eine Amputation gezählt wird (Icks et al., 2009c, Lombardo et al., 2014, Fosse et al., 2009, Ikonen et al., 2010). Vorliegende Studien unterscheiden sich folglich typischerweise im anatomischen Level der Amputation, der Amputationsursache, der Zählweise und der Definition der Population, die einem Risiko unterliegt. Vor diesem Hintergrund sollen wichtige Eigenschaften der hier vorliegenden Studie nochmals herausgestellt werden, um eine korrekte Interpretation der Ergebnisse zu gewährleisten. Unterschieden wurden Amputationen der unteren Extremitäten nach dem anatomischen Level, auf dem diese durchgeführt wurden (LEA insgesamt, Minor- und Majoramputationen). Es wurden sämtliche Ursachen von Amputationsereignissen einbezogen; keine wurden ausgeschlossen. In epidemiologischen Studien wird häufig die Inzidenz der ersten Amputation gezählt. Dies kann die erste pro Jahr oder auch die erste über die gesamte Lebensdauer einer Person sein. Dadurch soll ein Bias verhindert werden, wenn Prädiktoren oder Zeittrends analysiert werden. Amputationsereignisse bei der gleichen Person sind keine voneinander unabhängigen Ereignisse. Es ist gut belegt, dass die erste Amputation ein signifikanter Prädiktor für Folgeamputationen ist (van Houtum and Lavery, 1997). In der vorliegenden Studie wurde pro Person und Kalenderjahr jeweils nur die erste Amputation gezählt. Wurde nach einer Minor- im gleichen Kalenderjahr bei einer Person auch noch eine Majoramputation durchgeführt, so wurde diese auch gezählt. Ebenso wurden mehrere Amputationen pro Person gezählt, wenn diese in unterschiedlichen Kalenderjahren vorgenommen wurden. Aus diesen beiden Gründen ist die Amputationsrate gegenüber Studien, die nur die erste Amputation einer Person und nur bestimmte Amputationsursachen berücksichtigen, höher. Die Definition des Diabetes folgt der Definition nach (Koster et al., 2006). Es war in der vorliegenden Studie daher möglich, die Population unter Risiko umfassend zu selektieren. Dies trifft auch auf die Fälle zu, in denen ein Diabetes erst im Laufe des Studienzeitraumes bei einer Person auftrat.

Die im Zeittrend sich nicht signifikant verändernden Amputationsraten in der Gesamtbevölkerung in der vorliegenden Studie indizieren, dass sich ein abnehmender Trend der Amputationsinzidenzen nicht fortzeichnet. Dieser abnehmende Trend stellte sich in der gemeinsamen Studie von Claessen et al. (2018) dar. Ebenso konnte die in der Studie von Claessen und der LARS Studie gezeigte Reduktion der Relativen Risiken zwischen der diabetischen und der nicht-diabetischen Bevölkerung hier nicht fortgeschrieben werden. Zwar sinkt die Amputationsrate über alle Amputationen in der diabetischen Bevölkerung (ARd) im Zeitverlauf nominell leicht, das Relative Risiko zwischen diabetischer

und nicht diabetischer Bevölkerung nimmt allerdings leicht zu. Die Amputationsraten in der diabetischen Bevölkerung bewegen sich indes insgesamt auf einem niedrigeren Niveau als in der gemeinsamen Studie mit Claessen et al. (2018). Hier lag die Amputationsrate (ARd) in 2012 bei 216,2 (95% KI: 208,4 – 224,1) je 100.000 Personenjahre. Datengrundlage dieser Studie waren die Daten des Wissenschaftlichen Institutes der Allgemeinen Ortskrankenkassen, die alle Daten der verschieden Allgemeinen Ortskrankenkassen beinhalteten. Der Anteil der AOK-Versichertenzeiten lag in der Studie bei 68%. 25% der eingeschlossenen Versichertenzeiten waren BARMER Versicherte und 7% entfielen auf mehrere Betriebskrankenkassen. Insgesamt ca. 34 Millionen Versichertenjahre pro Jahr. In der hier vorliegenden Studie lag die ARd je 100.000 Personenjahre bei 199,74 (95% KI: 184,87 – 215,80) in 2013 und bei 197,62 (95% KI: 184,72 – 211,41) in 2017. Auch die Major- und Minoramputationsraten in der diabetischen Bevölkerung bewegen sich insgesamt auf einem niedrigeren Niveau als in der gemeinsamen Studie mit Claessen et al. Eine Studie aus den USA zeigt, dass ein zunächst rückläufiger Trend nichttraumatischer Amputationsraten bei Personen mit Diabetes zwischen dem Jahr 2000 und dem Jahr 2009 im Folgezeitraum zwischen 2009 und 2015 gegenteilig war, die Amputationsraten also wieder zunahmen. Insbesondere zeichneten für den Anstieg höhere Minoramputationsraten verantwortlich, aber auch der Anstieg an Majoramputationen war signifikant. Besonders deutlich waren die gestiegenen Amputationsraten in jüngeren und mittleren Altersgruppen, nämlich 18 – 44 Jahre, respektive 45 – 64 Jahre (Geiss et al., 2019). Methodisch gibt es hier allerdings gravierende Unterschiede zur vorliegenden Studie. Eingeschränkt wurde auf nichttraumatische Amputationen. Genutzt wurden Daten kommunaler Krankenhäuser mit jährlich 7 bis 8 Millionen Krankenhausaufenthalten. Auch können hier anders als in der vorliegenden Studie mehrere Amputationsereignisse bei den gleichen Personen gezählt worden sein.

Eine Studie auf Basis belgischer Daten von etwa 11 Millionen Personen der Jahre 2009 bis 2013 zeigt einen signifikanten Rückgang der Majoramputationsrate von Menschen mit Diabetes mit einer signifikanten jährlichen Reduktion von 8%. Bei Personen ohne Diabetes ergab sich in gleichen Zeitraum hingegen keine Veränderung (Claessen et al., 2018a). Hier erfolgte die Klassifizierung als Person mit Diabetes anders. Auch in dieser Studie konnten Personen mit mehrfachen Ereignissen nicht identifiziert und somit mehrfach gezählt werden.

Es gibt bislang keine abschließende Erklärung für die unterschiedlichen Amputationsraten zwischen Männern und Frauen. Biologische Faktoren scheinen zu diesem Unterschied beizutragen (Dinh and Veves, 2008, Kiziltan et al., 2007), während unterschiedliche Verhaltensweisen oder Unterschiede innerhalb des Versorgungssystems, wie in

einer Studie in Schweden herausgefunden wurde, keine Erklärung bieten (Correa-de-Araujo et al., 2006, Hjelm et al., 2002).
Es sind keine anderen Untersuchungen zu Amputationsraten bei Menschen mit Migrationshintergrund in Deutschland bekannt.

Erklärungsansätze

In der diabetischen Gesamtbevölkerung hat sich die Amputationsrate über alle Amputationen im Studienzeitraum ebenso wie bei den Minoramputationen und den Majoramputationen einzeln nicht signifikant verändert. Die Personen sind zum Zeitpunkt der Amputation in 2017 (73,56 Jahre) älter als in 2013 (72,73 Jahre). Der fortlaufende technische und medizinische Fortschritt bei endovaskulären Operationsmethoden und –geräten kann hier einen positiven Einfluss haben. Die im Vergleich zur methodisch sehr ähnlichen Studie von Claessen et. al (2018) niedrigeren Amputationsraten können teilweise auf die unterschiedlichen Studienpopulationen zurückgeführt werden. So scheint die Prävalenz des Diabetes in der hier untersuchten Versichertengemeinschaft geringer zu sein als in den Versichertengemeinschaften der Allgemeinen Ortskrankenkassen (AOK), die in der vorgenannten Studie einen Großteil der Studienpopulation (68%) ausmachten.

Der geringe Anteil an Personen mit türkischem Migrationshintergrund innerhalb der Studienpopulation wurde in dieser Deutlichkeit nicht erwartet. Die Verteilung scheint allerdings plausibel. Die Wahlfreiheit in der gesetzlichen Krankenversicherung gilt seit dem 01.01.1996. Bis zu diesem Zeitpunkt war die BARMER eine Angestelltenkrankenkasse. Türkische Arbeitsimmigranten kamen insbesondere in den 1960er Jahren als Arbeiter nach Deutschland und hatten seinerzeit und auch in den folgenden mehr als 30 Jahren geringere Möglichkeiten, Mitglied der BARMER als einer AOK zu werden. Insofern ist der geringe Anteil plausibel. Unter Menschen mit türkischem Migrationshintergrund zeigt sich die Prävalenz eines Diabetes niedriger als in der Bevölkerung ohne türkischen Migrationshintergrund (7,1% vs. 10,02%). Betrachtet man die Diabetesprävalenzen in Deutschland und der Türkei zeigt sich ein anderes Bild. Die Prävalenz in der Altersgruppe 20 – 79 Jahre wird im internationalen Vergleich in der Türkei mit 12% angegeben und in Deutschland mit 15,3% (Foundation, 2019). Eine Erklärung kann darin liegen, dass sich Versicherten der BARMER systematisch von Versicherten anderer Krankenkassen unterscheiden. Dies wird u. a. an dem niedrigen Anteil von Personen mit türkischem Migrationshintergrund deutlich. Es finden sich in der Solidargemeinschaft der BARMER historisch bedingt mehr Angestellte als Arbeiter. Auch ist der Frauenanteil in der hiesigen Studienpopulation höher als in der Gesamtbevölkerung.

Der in der vorliegenden Studie gezeigte mutmaßlich protektive Charakter eines türkischen Migrationshintergrundes auf die Amputationsinzidenzen überrascht zunächst. Hierfür gibt es kulturelle Erklärungsansätze. So beträgt der Anteil von Muslimen unter den Einwohnern der Türkei nach Angaben des Beauftragten der Bundesregierung für weltweite Religionsfreiheit mehr als 98%. Im muslimischen Glauben spielt die Waschung vor dem Gebet eine besondere Rolle. So soll ein Muslim vor dem Gebet, dem Lesen aus dem Koran und jeder anderen gottesdienstlichen Handlung eine rituelle Waschung vollziehen. Diese Waschung beinhaltet explizit auch die Waschung der Füße. Ibrahim et al. (2018) haben im Zusammenhang der häufig auftretenden Fußkomplikationen bei diabetischen Teilnehmern der Hajj eine Liste mit 16 Punkten für die Fußpflege publiziert. Sie soll helfen, die Füße vor, während und nach der Hajj zu pflegen (Ibrahim et al., 2018). Auch geben in dieser Arbeit zitierte englische Studien, die insbesondere asiatisch-stämmige Personen mit europäisch stämmigen Personen vergleichen, Hinweise auf den protektiven Charakter eines asiatischen Hintergrundes. Vermutet wird eine bessere Mikrovaskularisation der Haut bei asiatisch-stämmigen Personen. Eine Parallele zu Menschen mit türkischem Migrationshintergrund wäre denkbar. Hingegen keine Erklärung scheinen unterschiedliche sozioökonomische Status bei Personen mit und ohne Migrationshintergrund zu sein. Die Sekundärdaten deuten eher darauf hin, dass die sozioökomische Situation – gemessen am Einkommen – bei Personen mit türkischem Migrationshintergrund schlechter ist als bei Personen ohne türkischen Migrationshintergrund und daher höhere Amputationsraten erwartet werden müssten. Dies kann allerdings nur als Hinweis gewertet werden. Es konnten keine Studien gefunden werden, die diese Hypothese mit niedrigen Amputationsraten hätten stützen können. Weder fanden sich Daten aus der Türkei, noch aus anderen überwiegend muslimisch geprägten Ländern. Da die Einkommensdaten aus Sekundärdaten teilweise nicht plausibel erschienen, wurde in dieser Studie keine Betrachtung der Amputationsraten in unterschiedlichen Einkommensstrata vorgenommen, wie es ursprünglich angedacht war. Hier ist weitere Forschung erforderlich.

Stärken und Schwächen

Einige Limitationen der vorliegenden Studie sind zu beachten. So enthält die Studienpopulation ausschließlich gesetzlich Versicherte. Privat Versicherte blieben somit unbetrachtet. Privatversicherte Personen sind strukturell jünger und gesünder als gesetzlich Versicherte (Hoffmann and Icks, 2012). Auch die hier betrachteten Versicherten der BARMER können sich systematisch von den Versicherten anderer gesetzlicher Krankenkassen unterscheiden, was maßgeblich auf Zugangsbeschränkungen zu den einzelnen Kassen, die noch bis in die 1990er galten, zurückgeführt werden kann (Hoffmann

and Icks, 2012). Deutlich wird dies an dem geringen Anteil von Personen mit türkischem Migrationshintergrund in der vorliegenden Studienpopulation. Falsche oder fehlende Klassifizierungen als Menschen mit Diabetes können weiterhin nicht ausgeschlossen werden. So gibt es eine breite Annahme, dass die Prävalenz des Diabetes unterkodiert ist. Weiterhin können antihyperglykämische Medikamente auch bei Personen mit gestörter Glukoseregulierung verschrieben werden. Auch wurde keine Unterscheidung der Diabetestypen vorgenommen, da in den Abrechnungsdaten regelhaft wechselnd beide Typen bei ein und der gleichen Person kodiert wurden. Das Amputationsrisiko wird weiterhin durch verschiedene Komorbiditäten determiniert. Es wurde allerdings keine Adjustierung für Komorbiditäten vorgenommen. Auch beeinflussende Lebensstilfaktoren, wie Ernährungs- und Fitnessverhalten sind in den Daten nicht enthalten. Verzerrungen in den Poisson Modellen können durch die starke multiple Interaktion zwischen Diabetes, Alter und Geschlecht hervorgerufen werden. Diese Vermutung kann allerdings zumindest durch die ähnlichen Ergebnisse zwischen den Poisson Modellen und den alters- und geschlechtsstandardisierten Ergebnissen entkräftet werden. Zur Identifikation von türkischstämmigen Versicherten wurde ein Namensalgorithmus verwendet. Es kann nicht ausgeschlossen werden, dass es durch den Algorithmus zu unzutreffenden Klassifizierungen gekommen ist. Der Algorithmus hat sich in der Vergangenheit allerdings als robust erwiesen und wurde bereits in verschiedenen Studien verwendet.

Stärken der Studie sind: Es handelt sich um eine bundesweite Studie, die auf einem Anteil von mehr als 11% der deutschen Bevölkerung basiert. In Deutschland besteht eine allgemeine Krankenversicherungspflicht für jeden Einwohner (vgl. § 5 Abs. 1 Fünftes Sozialgesetzbuch). Lediglich 0,1% der Bevölkerung sind nicht krankenversichert. Dabei waren im Jahr 2015 ca. 88% aller versicherten Einwohner Deutschlands Versicherungsnehmer einer gesetzlichen Krankenversicherung (Statistisches Bundesamt, 2015). Die somit hohe Abdeckung der deutschen Gesamtbevölkerung reduziert einen Selektionsbias. Auch der Sachverständigenrat zur Begutachtung der Entwicklung im Gesundheitswesen sieht gemäß seinem Gutachten des Jahres 2021 in der Nutzung von Sekundärdaten einen hohen Nutzen zur Beantwortung von Forschungsfragen. Die Verwendung von Sekundärdaten der Krankenkassen hat zudem den Vorteil, dass es ein *Underreporting* von Ereignissen äußerst unwahrscheinlich ist. Der gewählte validierte Algorithmus zur Identifikation von Menschen mit Diabetes deckt zudem auch Personen ab, die keine antihyperglykämische Medikation erhalten. Die Studienpopulation stellt eine dynamische Kohorte dar. Es wurden somit auch Personen als Menschen mit Diabetes identifiziert, die die Erkrankung erst innerhalb des Studienzeitraumes entwickelten. Auch war es auf der vorhandenen Datenbasis möglich, die Amputationsarten zu unterscheiden.

Da alle medizinischen Prozeduren eine unmittelbare finanzielle Bedeutung für die durchführenden Leistungserbringer haben, ist davon auszugehen, dass nahezu lückenlos alle Ereignisse in den Daten vorhanden sind. Weiterhin bestehen bei dieser Datenbasis keinerlei motivierende oder demotivierende Faktoren für eine Studienteilnahme.

Schlussfolgerungen

Die vorliegende Studie fördert insbesondere jüngere quantitative Ergebnisse zum zeitlichen Trend von Amputationen sowie dem Einfluss eines Diabetes zu Tage. Es handelt sich nach Claessen et al. (2018) nach eigenen Erkenntnissen um die zweitgrößte Studie in Deutschland in diesem Themengebiet. Auf Basis vorangegangener Untersuchungen konnte eine signifikante Reduktion der AR in der diabetischen Population sowohl bei den Minor- als auch bei den Majoramputationen gezeigt werden. In der vorliegenden Studie zeigt sich insgesamt keine signifikante Veränderung der ARd. Es ist in Anbetracht der noch immer deutlich erhöhten AR in der diabetischen Population weiterhin zu beobachten, ob weitere Reduktionen stattfinden. Es wurden in der Arbeit Alters- und Geschlechtsstrata separat untersucht. Auch wenn sich insgesamt kein klares Muster herausstellte, hat die Untersuchung separater Altersgruppen in der vorliegenden Studie signifikante Veränderung der Amputationsraten aufgezeigt. Die Betrachtung längerer Zeiträume könnte für diese Trends ggf. weiteren Aufschluss bringen. Insbesondere in der höchsten untersuchten Altersgruppe ab 80 Jahren zeigt sich ein signifikanter Rückgang der Majoramputationsraten je Kalenderjahr bei Männern und Frauen mit Diabetes sowie bei Frauen mit Diabetes separat betrachtet. Bei Personen ohne Diabetes ist in dieser Altersgruppe der signifikante Rückgang der Majoramputationsrate gesamt sowie nur bei Frauen aufgezeigt. Vereinzelt kommt es allerdings zu signifikant höheren Minoramputationsraten je Kalenderjahr, nämlich gesamt sowie bei Männern separat betrachtet in der Altersgruppe 60 – 69 Jahre. Ein deutlicher Rückgang der Minoramputationsrate je Kalenderjahr ist bei Frauen in der Altersgruppe <50 Jahren festzustellen. Es ist aus den Daten nicht ersichtlich, dass Majoramputationen durch mehrere Minoramputationen substituiert werden. So zeigen sich deskriptiv keine Reduktionen von Majoramputationen bei gleichzeitigem Anstieg der Minoramputationen innerhalb einer Altersgruppe oder auch zu angrenzenden Altersgruppen.

Das Ziel, den Einfluss eines türkischen Migrationshintergrundes auf die Amputationsraten zu quantifizieren, konnte hingegen nur im Ansatz erreicht werden. Hier wäre es insbesondere erforderlich, den Einfluss des Migrationshintergrundes auf einer breiteren Datenbasis zu erforschen. Auch könnten weitere Nationalitäten in die Betrachtung einbezogen werden und beispielsweise Cluster nach ähnlichen Kulturkreisen mit ähnlichen

Traditionen, religiösen Gepflogenheiten und Weltanschauungen oder auch vergleichbarer Kaufkraft gebildet werden. Dass es systematische Unterschiede zwischen den Solidargemeinschaften unterschiedlicher gesetzlicher Krankenkassen gibt, war bereits vor den Ergebnissen der vorliegenden Studie bekannt. Allerdings werden diese Unterschiede am Beispiel der hier deutlich unterrepräsentierten Personen mit türkischem Migrationshintergrund in der Solidargemeinschaft der BARMER abermals deutlich. Weiterhin ist es wünschenswert, den Einfluss des sozioökonomischen Status auf die Amputationsraten strukturiert zu erforschen.

Insgesamt muss festgestellt werden, dass der Diabetes nach wie vor der wesentliche Einflussfaktor auf die Amputationsraten ist. Insofern muss auch festgestellt werden, dass es durch die bestehenden medizinischen Erkenntnisse und vorliegenden Versorgungsstrukturen noch nicht gelungen ist, das Amputationsrisiko zwischen Personen mit und ohne Diabetes ausreichend anzugleichen. Es ist jedoch erfreulich, dass der weiterhin ansteigenden Prävalenz des Diabetes kein genereller Anstieg der Amputationsraten folgt. Auch tritt die erste Amputation gemäß der vorliegenden Datenlage über die Zeit in immer höherem Lebensalter auf. Da der Diabetes jedoch nach wie vor mit einem erhöhten Amputationsrisiko einhergeht, wird es auch weiterhin erforderlich sein, weitere Erkenntnisse zu sammeln, die im besten Fall eine noch suffizientere Versorgung ermöglichen. Ob erweiterte Versorgungsangebote wie beispielsweise Geräte zur kontinuierlichen Überwachung der Blutglukose (CGM) oder auch der erweiterte Anspruchsrahmen auf Digitale Gesundheitsanwendungen gemäß § 33a Fünftes Sozialgesetzbuch (SGB V) eine wirkungsvolle Unterstützung für die Betroffenen bietet, ist strukturiert zu untersuchen.

Literatur- und Quellenverzeichnis

ABBOTT, C. A., CHATURVEDI, N., MALIK, R. A., SALGAMI, E., YATES, A. P., PEMBERTON, P. W. & BOULTON, A. J. 2010. Explanations for the lower rates of diabetic neuropathy in Indian Asians versus Europeans. *Diabetes Care,* 33**,** 1325-30.

ABBOTT, C. A., GARROW, A. P., CARRINGTON, A. L., MORRIS, J., VAN ROSS, E. R., BOULTON, A. J. & NORTH-WEST DIABETES FOOT CARE, S. 2005. Foot ulcer risk is lower in South-Asian and african-Caribbean compared with European diabetic patients in the U.K.: the North-West diabetes foot care study. *Diabetes Care,* 28**,** 1869-75.

ALMARAZ, M. C., GONZALEZ-ROMERO, S., BRAVO, M., CABALLERO, F. F., PALOMO, M. J., VALLEJO, R., ESTEVA, I., CALLEJA, F. & SORIGUER, F. 2012. Incidence of lower limb amputations in individuals with and without diabetes mellitus in Andalusia (Spain) from 1998 to 2006. *Diabetes Res Clin Pract,* 95**,** 399-405.

ARYA, S., BINNEY, Z., KHAKHARIA, A., BREWSTER, L. P., GOODNEY, P., PATZER, R., HOCKENBERRY, J. & WILSON, P. W. F. 2018. Race and Socioeconomic Status Independently Affect Risk of Major Amputation in Peripheral Artery Disease. *J Am Heart Assoc,* 7.

BOEHME, M. W., BUECHELE, G., FRANKENHAUSER-MANNUSS, J., MUELLER, J., LUMP, D., BOEHM, B. O. & ROTHENBACHER, D. 2015. Prevalence, incidence and concomitant co-morbidities of type 2 diabetes mellitus in South Western Germany--a retrospective cohort and case control study in claims data of a large statutory health insurance. *BMC Public Health,* 15**,** 855.

BUCKLEY, C. M., O'FARRELL, A., CANAVAN, R. J., LYNCH, A. D., DE LA HARPE, D. V., BRADLEY, C. P. & PERRY, I. J. 2012. Trends in the incidence of lower extremity amputations in people with and without diabetes over a five-year period in the Republic of Ireland. *PLoS One,* 7**,** e41492.

BUNDESAMT, S. 2015. *Genesis Online Datenbank: Krankheitskosten für Diabetes mellitus* [Online]. Available: https://www-genesis.destatis.de/genesis/online/data?operation=previous&levelindex=1&step=1&titel=Ergebnis&levelid=1581804728225&acceptscookies=false [Accessed 15.02.2020].

BUNDESAMT, S. 2018. *Fachserie 1 Reihe 2 Bevölkerung und Erwerbstätigkeit: Ausländische Bevölkerung Ergebnisse des Ausländerzentralregisters* [Online]. Destatis. Available: https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Bevoelkerung/Migration-Integration/_inhalt.html;jsessionid=27FDD4457386FE553ED25F1224C1853D.internet722#sprg228898 [Accessed 15.02.2020].

CHATURVEDI, N., ABBOTT, C. A., WHALLEY, A., WIDDOWS, P., LEGGETTER, S. Y. & BOULTON, A. J. 2002. Risk of diabetes-related amputation in South Asians vs. Europeans in the UK. *Diabet Med,* 19**,** 99-104.

CLAESSEN, H., AVALOSSE, H., GUILLAUME, J., NARRES, M., KVITKINA, T., AREND, W., MORBACH, S., LAUWERS, P., NOBELS, F., BOLY, J., VAN HUL, C., DOGGEN, K., DUMONT, I., FELIX, P., VAN ACKER, K. &

ICKS, A. 2018a. Decreasing rates of major lower-extremity amputation in people with diabetes but not in those without: a nationwide study in Belgium. *Diabetologia,* 61**,** 1966-1977.
CLAESSEN, H., NARRES, M., HAASTERT, B., AREND, W., HOFFMANN, F., MORBACH, S., RÜMENAPF, G., KVITKINA, T., FRIEDEL, H., GÜNSTER, C., SCHUBERT, I., ULLRICH, W., WESTERHOFF, B., WILK, A. & ICKS, A. 2018b. Lower-extremity amputations in people with and without diabetes in Germany, 2008-2012 - an analysis of more than 30 million inhabitants. *Clinical epidemiology,* 10**,** 475–488.
CORREA-DE-ARAUJO, R., MCDERMOTT, K. & MOY, E. 2006. Gender differences across racial and ethnic groups in the quality of care for diabetes. *Womens Health Issues,* 16**,** 56-65.
DINH, T. & VEVES, A. 2008. The influence of gender as a risk factor in diabetic foot ulceration. *Wounds,* 20**,** 127-31.
ETCHI, D. T., LILJA, E., KOPONEN, P. & LAATIKAINEN, T. 2019. Disparities in treatment of diabetes and hypertension among groups of foreign origin and the general Finnish population. *Eur J Public Health,* 29**,** 894-899.
FOSSE, S., HARTEMANN-HEURTIER, A., JACQUEMINET, S., HA VAN, G., GRIMALDI, A. & FAGOT-CAMPAGNA, A. 2009. Incidence and characteristics of lower limb amputations in people with diabetes. *Diabet Med,* 26**,** 391-6.
FOUNDATION, I. D. 2019. *IDF Diabetes Atlas - 9th edition* [Online]. Available: https://www.diabetesatlas.org/en/resources/ [Accessed].
FUCHS, S., HENSCHKE, C., BLUMEL, M. & BUSSE, R. 2014. Disease management programs for type 2 diabetes in Germany: a systematic literature review evaluating effectiveness. *Dtsch Arztebl Int,* 111**,** 453-63.
GEISS, L. S., LI, Y., HORA, I., ALBRIGHT, A., ROLKA, D. & GREGG, E. W. 2019. Resurgence of Diabetes-Related Nontraumatic Lower-Extremity Amputation in the Young and Middle-Aged Adult U.S. Population. *Diabetes Care,* 42**,** 50-54.
GENZ, J., SCHEER, M., TRAUTNER, C., ZÖLLNER, I., GIANI, G. & ICKS, A. 2010. Reduced incidence of blindness in relation to diabetes mellitus in southern Germany? *Diabetic medicine : a journal of the British Diabetic Association,* 27**,** 1138–1143.
GREGG, E. W., LI, Y., WANG, J., BURROWS, N. R., ALI, M. K., ROLKA, D., WILLIAMS, D. E. & GEISS, L. 2014. Changes in diabetes-related complications in the United States, 1990-2010. *N Engl J Med,* 370**,** 1514-23.
HJELM, K., NYBERG, P. & APELQVIST, J. 2002. Gender influences beliefs about health and illness in diabetic subjects with severe foot lesions. *J Adv Nurs,* 40**,** 673-84.
HOFFMANN, F., CLAESSEN, H., MORBACH, S., WALDEYER, R., GLAESKE, G. & ICKS, A. 2013. Impact of diabetes on costs before and after major lower extremity amputations in Germany. *Journal of diabetes and its complications,* 27**,** 467–472.
HOFFMANN, F. & ICKS, A. 2012. [Structural differences between health insurance funds and their impact on health services research: results from the Bertelsmann Health-Care Monitor]. *Gesundheitswesen,* 74**,** 291-7.

HOFFSTAD, O., MITRA, N., WALSH, J. & MARGOLIS, D. J. 2015. Diabetes, lower-extremity amputation, and death. *Diabetes care,* 38**,** 1852–1857.
IBRAHIM, M., ABDELAZIZ, S. I., ABU ALMAGD, M., ALAROUJ, M., ANNABI, F. A., ARMSTRONG, D. G., BA-ESSA, E., BEN NAKHI, A., BOUDJENAH, N., FISCHL, A. H., HASSAN, A. G., MASOOD, S. N., MISHA'L, A. A., SHERA, A. S., TUOMILEHTO, J. & UMPIERREZ, G. E. 2018. Recommendations for management of diabetes and its complications during Hajj (Muslim pilgrimage). *BMJ Open Diabetes Res Care,* 6**,** e000574.
ICKS, A., DICKHAUS, T., HÖRMANN, A., HEIER, M., GIANI, G., KUCH, B. & MEISINGER, C. 2009a. Differences in trends in estimated incidence of myocardial infarction in non-diabetic and diabetic people: Monitoring Trends and Determinants on Cardiovascular Diseases (MONICA)/Cooperative Health Research in the Region of Augsburg (KORA) registry. *Diabetologia,* 52**,** 1836–1841.
ICKS, A., HAASTERT, B., GENZ, J., GIANI, G., HOFFMANN, F., TRAPP, R. & KOCH, M. 2011a. Incidence of renal replacement therapy (RRT) in the diabetic compared with the non-diabetic population in a German region, 2002-08. *Nephrology, dialysis, transplantation : official publication of the European Dialysis and Transplant Association - European Renal Association,* 26**,** 264–269.
ICKS, A., HAASTERT, B., TRAUTNER, C., GIANI, G., GLAESKE, G. & HOFFMANN, F. 2009b. Incidence of lower-limb amputations in the diabetic compared to the non-diabetic population. findings from nationwide insurance data, Germany, 2005-2007. *Experimental and clinical endocrinology & diabetes : official journal, German Society of Endocrinology [and] German Diabetes Association,* 117**,** 500–504.
ICKS, A., HAASTERT, B., TRAUTNER, C., GIANI, G., GLAESKE, G. & HOFFMANN, F. 2009c. Incidence of lower-limb amputations in the diabetic compared to the non-diabetic population. findings from nationwide insurance data, Germany, 2005-2007. *Exp Clin Endocrinol Diabetes,* 117**,** 500-4.
ICKS, A., SCHEER, M., GENZ, J., GIANI, G., GLAESKE, G. & HOFFMANN, F. 2011b. Stroke in the diabetic and non-diabetic population in Germany: relative and attributable risks, 2005-2007. *Journal of diabetes and its complications,* 25**,** 90–96.
IKONEN, T. S., SUND, R., VENERMO, M. & WINELL, K. 2010. Fewer major amputations among individuals with diabetes in Finland in 1997-2007: a population-based study. *Diabetes Care,* 33**,** 2598-603.
JAGER, M. J., VAN DER SANDE, R., ESSINK-BOT, M. L. & VAN DEN MUIJSENBERGH, M. 2019. Views and experiences of ethnic minority diabetes patients on dietetic care in the Netherlands - a qualitative study. *Eur J Public Health,* 29**,** 208-213.
JEFFCOATE, W., GAME, F., MORBACH, S., NARRES, M., VAN ACKER, K. & ICKS, A. 2021. Assessing data on the incidence of lower limb amputation in diabetes. *Diabetologia,* 64**,** 1442-1446.
KARGES, B., ROSENBAUER, J., HOLTERHUS, P. M., BEYER, P., SEITHE, H., VOGEL, C., BOCKMANN, A., PETERS, D., MUTHER, S., NEU, A., HOLL, R. W. & INITIATIVE, D. P. V. 2015. Hospital admission for

diabetic ketoacidosis or severe hypoglycemia in 31,330 young patients with type 1 diabetes. *Eur J Endocrinol,* 173**,** 341-50.
KIZILTAN, M. E., GUNDUZ, A., KIZILTAN, G., AKALIN, M. A. & UZUN, N. 2007. Peripheral neuropathy in patients with diabetic foot ulcers: clinical and nerve conduction study. *J Neurol Sci,* 258**,** 75-9.
KOSTER, I., VON FERBER, L., IHLE, P., SCHUBERT, I. & HAUNER, H. 2006. The cost burden of diabetes mellitus: the evidence from Germany--the CoDiM study. *Diabetologia,* 49**,** 1498-504.
LOMBARDO, F. L., MAGGINI, M., BELLIS, A. D., SEGHIERI, G. & ANICHINI, R. 2014. Lower extremity amputations in persons with and without diabetes in Italy: 2001-2010. *PloS one,* 9**,** e86405.
MAGLIANO, D. J., ISLAM, R. M., BARR, E. L. M., GREGG, E. W., PAVKOV, M. E., HARDING, J. L., TABESH, M., KOYE, D. N. & SHAW, J. E. 2019. Trends in incidence of total or type 2 diabetes: systematic review. *BMJ,* 366**,** l5003.
MAY, M., HAHN, S., TONN, C., ENGELS, G. & HOCHLENERT, D. 2016. Decrease in (Major) Amputations in Diabetics: A Secondary Data Analysis by AOK Rheinland/Hamburg. *Journal of diabetes research,* 2016**,** 6247045.
NARRES, M., KVITKINA, T., CLAESSEN, H., DROSTE, S., SCHUSTER, B., MORBACH, S., RÜMENAPF, G., VAN ACKER, K. & ICKS, A. 2017. Incidence of lower extremity amputations in the diabetic compared with the non-diabetic population: A systematic review. *PloS one,* 12**,** e0182081.
PRICE, P. 2004. The diabetic foot: quality of life. *Clinical infectious diseases : an official publication of the Infectious Diseases Society of America,* 39 Suppl 2**,** S129-31.
RAZUM, O. 2014. Gesundheitliche Ungleichheit: Politische Dimensionen und mittelbare Ursachen. *In:* RAZUM, O., ZEEB, H., MÜLLER, O. & JAHN, A. (eds.) *Global Health.* 1. Auflage ed. Bern: Verlag Hans Huber.
RAZUM, O., ZEEB, H. & AKGÜN, S. 2001. How useful is a name-based algorithm in health research among Turkish migrants in Germany? *Tropical medicine & international health : TM & IH,* 6**,** 654–661.
RAZUM, O., ZEEB, H., BECK, K., BECHER, H., ZIEGLER, H. & STEGMAIER, C. 2000. Combining a name algorithm with a capture-recapture method to retrieve cases of Turkish descent from a German population-based cancer registry. *European journal of cancer (Oxford, England : 1990),* 36**,** 2380–2384.
RAZUM, O., ZEEB, H., MÜLLER, O. & JAHN, A. (eds.) 2014. *Global Health: Gesundheit und Gerechtigkeit,* Bern: Verlag Hans Huber.
ROBERT-KOCH-INSTITUT 2015. *Gesundheit in Deutschland,* Berlin.
ROBINSON, T. E., KENEALY, T., GARRETT, M., BRAMLEY, D., DRURY, P. L. & ELLEY, C. R. 2016. Ethnicity and risk of lower limb amputation in people with Type 2 diabetes: a prospective cohort study. *Diabet Med,* 33**,** 55-61.
SCHMIDT, C., REITZLE, L., DRESS, J., ROMMEL, A., ZIESE, T. & HEIDEMANN, C. 2020. [Prevalence and incidence of documented diabetes based on health claims data-reference analysis for diabetes surveillance in Germany]. *Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz,* 63**,** 93-102.

STOCK, S., DRABIK, A., BÜSCHER, G., GRAF, C., ULLRICH, W., GERBER, A., LAUTERBACH, K. W. & LÜNGEN, M. 2010. German diabetes management programs improve quality of care and curb costs. *Health affairs (Project Hope),* 29**,** 2197–2205.

SWART, E., GOTHE, H., GEYER, S., JAUNZEME, J., MAIER, B., GROBE, T. G. & IHLE, P. 2015. Gute Praxis Sekundärdatenanalyse (GPS): Leitlinien und Empfehlungen: 3. Fassung ; Version 2012/2014 = Good practice of secondary data analysis (GPS): guidelines and recommendations ; third revision 2012/2014. *Das Gesundheitswesen : Sozialmedizin, Gesundheits-System-Forschung, public health, öffentlicher Gesundheitsdienst, medizinischer Dienst,* 77**,** 120–126.

THI, T. G. L., HEIßENHUBER, A., SCHNEIDER, T., SCHULZ, R., HERR, C. E. W., NENNSTIEL-RATZEL, U. & HÖLSCHER, G. 2019. The Impact of Migration Background on the Health Outcomes of Preschool Children: Linking a Cross-Sectional Survey to the School Entrance Health Examination Database in Bavaria, Germany. *Gesundheitswesen,* 81**,** e34-e42.

THORUD, J. C., PLEMMONS, B., BUCKLEY, C. J., SHIBUYA, N. & JUPITER, D. C. 2016. Mortality After Nontraumatic Major Amputation Among Patients With Diabetes and Peripheral Vascular Disease: A Systematic Review. *The Journal of foot and ankle surgery : official publication of the American College of Foot and Ankle Surgeons,* 55**,** 591–599.

TRAUTNER, C., HAASTERT, B., MAUCKNER, P., GÄTCKE, L.-M. & GIANI, G. 2007. Reduced incidence of lower-limb amputations in the diabetic population of a German city, 1990-2005: results of the Leverkusen Amputation Reduction Study (LARS). *Diabetes care,* 30**,** 2633–2637.

TRAUTNER, C., HAASTERT, B., SPRAUL, M., GIANI, G. & BERGER, M. 2001. Unchanged incidence of lower-limb amputations in a German City, 1990-1998. *Diabetes Care,* 24**,** 855-9.

TUTTLE, K. R., BAKRIS, G. L., BILOUS, R. W., CHIANG, J. L., BOER, I. H. D., GOLDSTEIN-FUCHS, J., HIRSCH, I. B., KALANTAR-ZADEH, K., NARVA, A. S., NAVANEETHAN, S. D., NEUMILLER, J. J., PATEL, U. D., RATNER, R. E., WHALEY-CONNELL, A. T. & MOLITCH, M. E. 2014. Diabetic kidney disease: a report from an ADA Consensus Conference. *American journal of kidney diseases : the official journal of the National Kidney Foundation,* 64**,** 510–533.

VAN HOUTUM, W. H. & LAVERY, L. A. 1996. Outcomes associated with diabetes-related amputations in The Netherlands and in the state of California, USA. *J Intern Med,* 240**,** 227-31.

VAN HOUTUM, W. H. & LAVERY, L. A. 1997. Methodological issues affect variability in reported incidence of lower extremity amputations due to diabetes. *Diabetes Res Clin Pract,* 38**,** 177-83.

WROBEL, J. S., ROBBINS, J. & ARMSTRONG, D. G. 2006. The high-low amputation ratio: a deeper insight into diabetic foot care? *The Journal of foot and ankle surgery : official publication of the American College of Foot and Ankle Surgeons,* 45**,** 375–379.

Danksagung

Ich bedanke mich herzlich bei meinen Betreuern, Frau Prof. Dr. med. Dr. PH Andrea Icks und Herrn Prof. Dr. med. Daniel Grandt für ihre Unterstützung und methodische Beratung. Weiterhin danke ich meinem BARMER-Kollegen Thilo Kosack für die Unterstützung bei der Entwicklung eines Verständnisses für die Strukturen der Daten zu Versicherten der BARMER und die Diskussion der von mir entwickelten Analysealgorithmen. Weiterhin gilt mein Dank Herrn Dr. Christian Graf, Frau Dr. med. Ursula Marschall und Herrn Dr. med. Mani Rafii sowie Michael Hübner, die mich insbesondere mit der Gewährung von Freiräumen und ihrer guten Zurede unterstützt haben. Auch danke ich Herrn Dr. Heiner Claessen und Frau Dr. Maria Narres vom Deutschen Diabetes Zentrum, die mich mit ihrem Wissen zur Erkrankung und zu statistischen Methoden unterstützt haben, aktuelle klinisch-wissenschaftliche Publikationen einzuordnen und im Kontext zu bewerten.

Herrn Prof. Razum danke ich für die Erlaubnis, seinen validierten Algorithmus zum Identifizieren von Versicherten mit türkischem Migrationshintergrund zu nutzen.

Meiner Familie und meinen Freunden danke ich für ihre Geduld und ihre Unterstützung in diesem anspruchsvollen und zeitintensiven Prozess.

Ganz besonders gilt der vorgenannte Dank auch meiner Lebensgefährtin, Devi, die am meisten an den Einschränkungen und den mit der Erstellung verbundenen Gemütszuständen partizipiert hat.