

Evaluation der Eignung von Routinedaten zur Stratifizierung von Risiken und Erkrankungsschweregraden bei Diabetes mellitus, arterieller Hypertonie und kardiovaskulärem Gesamtrisiko

- Abschlussbericht -



Juli 2016

Abteilung Allgemeinmedizin
Institut für Community Medicine
Universitätsmedizin Greifswald
Körperschaft des öffentlichen Rechts
Fleischmannstr. 42-44
17475 Greifswald

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|-----|--|----|
| 1. | Wissenschaftliche Fragestellung | 3 |
| 1.1 | Thema des Projekts | 3 |
| 1.2 | Stand der Forschung..... | 3 |
| 1.3 | Zielsetzung und Fragestellung | 4 |
| 1.4 | Epidemiologische, ökonomische und gesundheitspolitische Bedeutung des untersuchten Themas und Relevanz der Fragestellung für die Versorgungspraxis..... | 4 |
| 2. | Design und methodische Vorgehensweise..... | 5 |
| 2.1 | Thema des Projektes und Studiendesign | 5 |
| 2.2 | Datengrundlage..... | 5 |
| 2.3 | Auswertungsinhalte und Untersuchungsvariablen..... | 5 |
| 3. | Ergebnisse | 16 |
| 3.1 | Studienpopulation und Probandencharakteristika der Trainingskohorte | 16 |
| 3.2 | Studienpopulation und Probandencharakteristika der Testkohorte..... | 19 |
| 3.3 | Arterielle Hypertonie..... | 22 |
| 3.4 | Diabetes mellitus | 29 |
| 3.5 | Kardiovaskuläres Gesamtrisiko | 42 |
| 4. | Zusammenfassung der Ergebnisse | 47 |
| 5. | Stärken und Schwächen des Projektes | 48 |
| 6. | Interpretation der Ergebnisse und Diskussion | 48 |
| 7. | Schlussfolgerungen..... | 50 |
| 8. | Zitierte Literatur | 51 |
| 9. | Anhang..... | 54 |
| 10. | Publikationsverzeichnis..... | 78 |

1. Wissenschaftliche Fragestellung

1.1 Thema des Projekts

ICD-kodierte Diagnosen erlauben nur bei wenigen Erkrankungen eine Schweregradeinteilung (z.B. bei Herzinsuffizienz) oder eine Beurteilung der Behandlungsqualität. Klinische Mess- und Laborparameter wie Blutzuckerwerte und Blutdruckwerte sind in den Routinedaten in Deutschland nicht verfügbar. Damit ist eine Nutzung von Routinedaten für Analysen der Behandlungsqualität und erkrankungsspezifischer Risiken nur eingeschränkt möglich. Anhand einer Analyse kassenärztlicher Routinedaten und entsprechender klinischer Daten auf Personenebene werden Kombinationen aus Variablen in den Versorgungsdaten identifiziert, die für die Vorhersage von kardiovaskulären Erkrankungen und deren Entstehungsrisiken bzw. dem Schweregrad von Diabetes geeignet sind.

1.2 Stand der Forschung

Kardiovaskuläre Erkrankungen sind in Deutschland die häufigste Todesursache und mit den höchsten erkrankungsgruppenspezifischen Kosten assoziiert [7]. Arterielle Hypertonie, Diabetes mellitus und Hypercholesterinämie sind unabhängige Risikofaktoren für kardiovaskuläre Erkrankungen, die bei einem bedeutenden Teil der Bevölkerung vorliegen und ein häufiger Grund für Arztkonsultationen und medikamentöse Therapien sind [7,11,12]. Aufgrund der gesundheitsökonomischen Relevanz existieren strukturierte Programme der Prävention und Langzeitbetreuung für einzelne chronische Erkrankungen (Check-up 35-Vorsorgeuntersuchung, Disease-Management-Programm für Patienten mit Diabetes mellitus Typ 2) [16].

Nur für wenige Erkrankungen ist eine direkte Abbildung des Schweregrades anhand der ICD-Kodierung möglich. Einzelne Erkrankungen können in Routinedaten zusätzlich anhand der ICD-Kodierung, kodierter Nebendiagnosen und Verordnungsdaten in Schweregrade stratifiziert werden. Hierzu können potentiell Abrechnungsdaten der Kassenärztlichen Vereinigungen (KV), Krankenkassendaten sowie direkt in der Arztpraxis erhobene Daten genutzt werden. Kassenärztliche Abrechnungsdaten sind für gesetzlich Versicherte krankenkassenübergreifend verfügbar und enthalten Informationen zu Diagnosen, Nebendiagnosen und Abrechnungspositionen aus dem primärärztlichen Versorgungsbereich, beinhalten jedoch keine Informationen zu Medikamentenverordnungen. Die Validität von kassenärztlichen Versorgungsdaten ist allerdings durch eine eingeschränkte Kodiergenauigkeit (Over- und Underreporting, Fehlkodierung) limitiert [6,27]. Krankenkassendaten bieten zusätzlich zu den in den Abrechnungsdaten enthaltenen Informationen Daten zu Medikamentenverordnungen. Sie haben jedoch ähnlich wie KV-Daten den Nachteil einer eingeschränkten Validität der Diagnosedaten und einer eingeschränkten Nutzbarkeit durch die dezentrale Datenhaltung sowie institutioneller Barrieren (abweichende Antragsverfahren, datenschutzrechtliche Einschränkungen). Die Nutzung direkt in der Praxis erhobener Daten zur Schweregradstratifizierung ist mit

erheblichem Ressourcenaufwand verbunden und durch uneinheitliche Praxissoftwarenutzung erschwert [14].

Kohortenstudien, die Primär- und Sekundärdaten auf individueller Ebene koppeln können, bieten eine qualitativ hochwertige Datenbasis für die Validierung und Analyse von Versorgungsdaten. Bei der **Study of Health In Pomerania (SHIP)** liegt eine solche Datenbasis vor, wobei standardisierte Erhebungsverfahren sowie interne und externe Qualitätssicherungsverfahren eine hohe interne Validität und Aussagekraft für die Allgemeinbevölkerung gewährleisten [29]. Bisherige Analysen aus der SHIP konnten belegen, dass in Vorpommern die Prävalenz einzelner chronischer Erkrankungen und Risikofaktoren für chronische Erkrankungen sowohl im Vergleich zum Bundesdurchschnitt, als auch zu anderen populationsbasierten Studien deutlich erhöht ist (Cholecystolithiasis, Diabetes mellitus, Übergewicht) [18,19,20,30]. Der SHIP-Datensatz ist daher besonders für die Analyse von Erkrankungsschweregraden und Erkrankungsrisiken unter Nutzung von Routinedaten geeignet.

1.3 Zielsetzung und Fragestellung

Primäres Ziel des Projektes ist es, auf Basis von Abrechnungsdaten Prädiktoren und Algorithmen zu identifizieren und zu validieren, die eine Risikostratifizierung für die Erkrankungen arterielle Hypertonie, Diabetes mellitus und für das kardiovaskuläre Gesamtrisiko ermöglichen. Als Goldstandard dienen SHIP-Daten. Sekundäres Ziel ist die Validierung der ICD-kodierten Diagnosen in den kassenärztlichen Routinedaten anhand von Untersuchungsdaten der Kohortenstudie.

1.4 Epidemiologische, ökonomische und gesundheitspolitische Bedeutung des untersuchten Themas und Relevanz der Fragestellung für die Versorgungspraxis

Diabetes mellitus und arterielle Hypertonie verursachen in Deutschland direkte Kosten von ca. 14 Mrd. Euro [11,12]. Werden zusätzlich Kosten der Folgeerkrankung Atherosklerose berücksichtigt, so ergeben sich Gesamtkosten von 37 Mrd. Euro jährlich (Daten für 2008) [10].

Insbesondere für die Analyse der Qualitätsdimensionen Effektivität und Effizienz ist die Identifikation von Erkrankungsschweregraden sowie von Erkrankungsrisiken wichtig. Diese können dazu genutzt werden, Nutzer von Gesundheitsangeboten zu differenzieren und Patientengruppen frühzeitig zu identifizieren, die besonders von Gesundheitsangeboten profitieren. Anhand von Risikoprädiktoren könnte ein erkrankungsspezifisches Monitoring mit Routinedaten ohne ressourcenintensive Primärdatenerhebung erfolgen.

Nach unserer Kenntnis gibt es in Deutschland bisher keine Erfahrung mit den hier zur Anwendung kommenden Methoden in Bezug auf Sekundärdatenanalysen. Das Projekt greift auf eine besonders wertvolle Datenbasis qualitativ hochwertiger klinischer Studiendaten und damit auf individueller Ebene zusammengeführter kassenärztlicher Abrechnungsdaten zu.

2. Design und methodische Vorgehensweise

2.1 Thema des Projektes und Studiendesign

Es handelt sich um eine Querschnittsanalyse von Primärdaten aus zwei unabhängigen populationsbasierten Kohortenstudien (SHIP-2 und SHIP-Trend-0), in denen die Zielerkrankungen identisch erfasst wurden, und den damit auf individueller Ebene zusammengeführten längsschnittlichen kassenärztlichen Abrechnungsdaten. Die SHIP-2-Stichprobe wird zur Entwicklung von Prädiktionsalgorithmen zur Vorhersage des Schweregrades der Zielerkrankungen sowie des kardiovaskulären Gesamtrisikos verwendet. Die SHIP-Trend-0-Stichprobe dient zur Validierung der entwickelten Algorithmen.

2.2 Datengrundlage

Primärdaten: Die SHIP umfasst zwei repräsentative Stichproben im Nordosten Deutschlands aus einer Gesamtpopulation von rund 213.000 Einwohnern. Genutzt wurden Daten aus dem zweiten Follow-up (SHIP-2, Untersuchungszeitraum 2008-2012, 2333 Teilnehmer, Response 71%). Hinzu kamen 4420 Probanden der neu rekrutierten SHIP-Trend-Studie (Untersuchungszeitraum 2008-2012, Response 50%). Alle Teilnehmer wurden umfassend charakterisiert. Folgende Messungen wurden für diese Analyse genutzt: Daten des computergestützten Interviews (Selbstangaben zu Blutdruck- und Diabetesdiagnose, Myokardinfarkt, Schlaganfall und Medikamenteneinnahme), Laborparameter, Blutdruck- und somatometrische Messergebnisse sowie Angaben zu Medikamenten aus dem durchgeführten Medikamenteninterview [29].

Sekundär-/Routinedaten: Verwendet wurden Abrechnungsdaten der Kassenärztlichen Vereinigung Mecklenburg-Vorpommern von allen Studienteilnehmern mit schriftlicher Einverständniserklärung (95% der Teilnehmer) im Zeitraum 2002 bis 2012. Der Datensatz der kassenärztlichen Versorgungsdaten umfasst leistungsrelevante Gebührenordnungspositionen nach dem EBM 2000plus und erfasste Diagnosen nach ICD-GM 2010 [17].

2.3 Auswertungsinhalte und Untersuchungsvariablen

Primärdaten:

Auf Basis der Primärdaten wurden entsprechend der zu untersuchenden Zielerkrankung Studienteilnehmer für die Datenanalyse identifiziert und selektiert. Die Zielerkrankungen wurden dabei anhand etablierter Kriterien definiert [1,3,7,22,26]:

- **Arterielle Hypertonie**
- selbstberichtetes Vorliegen einer arteriellen Hypertonie zum Untersuchungszeitpunkt oder in einer vorhergehenden SHIP-Erhebung (Erfassung der Lebenszeitprävalenz) oder

- selbstberichtetes Vorliegen einer durch einen Arzt diagnostizierten arteriellen Hypertonie zum Untersuchungszeitpunkt oder in einer vorhergehenden SHIP-Erhebung oder
- Vorliegen einer arteriellen Hypertonie Grad 1 bis 3 (basierend auf drei Messungen des systolischen und diastolischen Blutdrucks) oder einer isolierten systolischen Hypertonie anhand von Kriterien der European Guidelines for Cardiovascular Disease Prevention (2012) oder
- selbstberichtete Einnahme einer antihypertensiven Medikation im letzten Jahr vor Untersuchungsdatum oder
- Einnahme eines antihypertensiven Medikaments (ATC-Kodierung C02A*, C03C*, C03E*, C09BA*, C07A*, C08C*, C09AA*, C09CA*) entsprechend der Daten des Medikamentenreviews.

- **Diabetes mellitus**

- selbstberichtetes Vorliegen eines Diabetes mellitus zum Untersuchungszeitpunkt oder in einer vorhergehenden SHIP-Erhebung (Erfassung der Lebenszeitprävalenz) oder
- selbstberichtetes Vorliegen eines durch einen Arzt diagnostizierten Diabetes mellitus oder
- selbstberichtetes Vorliegen einer Diabetesbehandlung (Diät oder Medikamente) oder
- Einnahme eines Antidiabetikum (ATC-Kodierung A10) entsprechend der Daten des Medikamentenreviews oder
- eine Serum-Glucose Konzentration (Spontanwert) > 11.1 mmol/l [1] oder
- ein HbA1c $\geq 6,5\%$ [1,22].

- **Kardiovaskuläres Gesamtrisiko**

Das individuelle kardiovaskuläre 10-Jahres-Mortalitätsrisiko wurde auf Basis des SCORE-Germany berechnet [3,4].

Folgende Schweregradeinteilungen wurden für die Zielerkrankungen vorgenommen:

Arterielle Hypertonie:

- Stratifizierung auf Basis von Kriterien der European Guidelines for Cardiovascular Disease Prevention (2012) in Grad 1 bis 3 (Anwendung auch auf die isolierte systolische Hypertonie) [3,26] (Tabelle 1).
- Stratifizierung auf Basis des kardiovaskuläre Gesamtrisikos (10-Jahres-Mortalitätsrisiko) nach SCORE-Deutschland [3,4].

Diabetes mellitus:

- Stratifizierung basierend auf dem HbA1c-Wert als Marker für die therapeutisch erreichte Glykämiekontrolle [1,22]. Eine gute Versorgungsqualität wurde dabei entsprechend der aktuellen Empfehlungen der Nationalen Versorgungsleitlinie auf Basis eines erreichten HbA1c-Zielwert-Korridors von 6,5% bis 7,5% definiert [9,22,23]. Stratifizierung auf Basis des kardiovaskulären Gesamtrisikos modifiziert nach SCORE-Deutschland (Tabelle 2).

Kardiovaskuläres Gesamtrisiko:

Die Stratifizierung erfolgte auf Basis des SCORE-Germany. Ein niedriges kardiovaskuläres 10-Jahres-Mortalitätsrisiko wurde als <5% definiert, ein hohes Risiko als ≥5% [3,4].

Tabelle 1 Schweregradeinteilung auf Basis der Blutdruckwertes [3,26]

| Gradeinteilung der arteriellen Hypertonie | Systolischer Blutdruck (mmHg) ¹ | Diastolischer Blutdruck (mmHg) |
|---|--|--------------------------------|
| Normwertig | ≤ 139 | ≤ 89 |
| Grad 1 | 140–159 | 90–99 |
| Grad 2 | 160–179 | 100–109 |
| Grad 3 | ≥ 180 | ≥ 110 |

¹ Für Probanden mit isolierter systolischer Hypertonie erfolgt die Einteilung entsprechend des systolischen Blutdrucks nach den hier aufgeführten Kriterien

Tabelle 2 Definition des kardiovaskulären Gesamtrisikos für Probanden mit Diabetes mellitus als modifizierter ESC-SCORE (Deutschland) auf Basis von Altersgruppe, HbA1c-Wert und kardiovaskulärer Komplikation

| Altersgruppe | Modifizierter ESC-SCORE bei | | |
|-------------------------|--|--|--|
| | HbA1c ≤ 7% ohne kardiovaskuläre Komplikation | HbA1c > 7% ohne kardiovaskuläre Komplikation | kardiovaskulärer Komplikation ¹ |
| < 40 Jahre | 0 | - entspricht dem ESC-SCORE bei ESC-SCORE > 5 - wird als 5 definiert bei ESC-SCORE ≤ 5 | 5 |
| 40 bis 69 Jahre | Entspricht ESC-SCORE | - entspricht dem ESC-SCORE bei ESC-SCORE > 5 - wird als 5 definiert bei ESC-SCORE ≤ 5 | 5 |
| > 69 Jahre ² | - | - | - |

¹Kardiovaskuläre Komplikation: Definition auf Basis der Lebenszeitprävalenz für selbstberichteten Myokardinfarkt oder Schlaganfall; ² Keine Berechnung (Entspricht ESC-SCORE)

Sekundär-/Routinedaten: Basierend auf den kassenärztlichen Abrechnungsdaten (*Sekundärdaten*) wurden potentielle Prädiktorvariablen für die Erkrankungsschweregrade identifiziert (Tab. 3 bis 5). Die Auswahl der Prädiktorvariablen erfolgte evidenzbasiert auf Basis publizierter Leitlinien, Fachliteratur und Konsultationen mit Experten. Im Rahmen der aktuellen Analyse wurden potentielle Prädiktoren innerhalb der verfügbaren Versorgungsdaten für den Bezugszeitraum aus folgenden vier Bereichen untersucht:

- 1) ICD-Kodierung der Zielerkrankung;
- 2) ICD-Kodierung erkrankungsspezifischer Komorbiditäten, Komplikationen und weiterer assoziierter Erkrankungen;
- 3) Abgerechnete Laboruntersuchungen und relevante Leistungen;
- 4) Inanspruchnahme ärztlicher Versorgung (Hausärzte, Spezialisten).

Ad 1 und 2) Die Analyse erfolgt auf Basis der im Bezugszeitraum der Analyse gültigen ICD-GM Diagnoseklassifikation ICD-10-GM (Tabelle 3). Grundsätzlich werden Diagnosen berücksichtigt, die durch das Zusatzkennzeichen „G“ (gesicherte Diagnose) gekennzeichnet sind oder ein fehlendes Zusatzkennzeichen haben. Diagnosen mit dem Zusatzkennzeichen „A“ (ausgeschlossene Diagnose) und „Z“ ((symptomloser) Zustand nach) werden aus der Analyse ausgeschlossen. In der Analyse werden in Bezug auf den Kodierzeitraum folgende Diagnosen berücksichtigt:

- Akutdiagnosen im Zeitraum von 4 Quartalen vor Durchführung der Studienuntersuchung (ohne Berücksichtigung des Quartals der Studienuntersuchung)
- Dauerdiagnosen im Zeitraum von 5 Jahren vor Durchführung der Studienuntersuchung (ohne Berücksichtigung des Quartals der Studienuntersuchung).

Für die Validierung der ICD-kodierten Diagnosen in den kassenärztlichen Routinedaten auf Basis der Untersuchungsdaten aus der Kohortenstudie wurden in Bezug auf den Kodierzeitraum folgende Diagnosenvariablen für jede Zielerkrankung definiert:

- Mindestens eine Akutdiagnosen im Zeitraum von 4 Quartalen vor Durchführung der Studienuntersuchung (ohne Berücksichtigung des Quartals der Studienuntersuchung)
- Mindestens 2 Diagnosen in 2 unterschiedlichen Quartalen im Zeitraum von 4 Quartalen vor Durchführung der Studienuntersuchung (ohne Berücksichtigung des Quartals der Studienuntersuchung) (Diagnosedefinition nach M2Q-Kriterium)
- Mindestens eine Dauerdiagnose im Zeitraum von 5 Jahren vor Durchführung der Studienuntersuchung (ohne Berücksichtigung des Quartals der Studienuntersuchung)
- Mindestens 2 Diagnosen in 2 unterschiedlichen Quartalen im Zeitraum von 4 Quartalen vor Durchführung der Studienuntersuchung oder Mindestens eine Dauerdiagnose im Zeitraum von 5 Jahren vor Durchführung der Studienuntersuchung (ohne Berücksichtigung des Quartals der Studienuntersuchung).

Am Beispiel des Diabetes mellitus erfolgt die Identifizierung von betroffenen Studienteilnehmern in den Abrechnungsdaten anhand der ICD-10-GM mit den Codes E10.-

bis E14.-, auf deren Grundlage grundsätzlich eine Differenzierung in Diabetes-Typ und -Schweregrad möglich ist [15,31]. Für die Analyse erfolgt die Berücksichtigung der Gesamtanzahl kodierter Komorbiditäten, die Kodiagnosekomplexe arterielle Hypertonie, Dyslipoproteinämien, Nikotinabusus, Niereninsuffizienz, Retinopathie, Polyneuropathie, periphere arterielle Verschlusskrankheit sowie die Diagnosekomplexe Fettleber, Peridontitis, Frakturen, Depression im Sinne assoziierter Erkrankungen untersucht [1,22]. Als Referenz für die Kodierung von Morbiditäten dient die Vorarbeit von Bussche et al. [28].

Tabelle 3 Definition von Analysevariablen auf Basis der ICD10-GM-Klassifikation für die Zielerkrankungen und assoziierte Komorbiditäten

| ICD10-GM- Behandlungs- komplex | Arterielle Hypertonie oder Diabetes mellitus | Behandlungsindikation bei Hyperlipidämie ¹ / Kardiovaskuläres Gesamtrisiko ^{2,3} |
|--|---|--|
| Endokrine, Ernährungs- und Stoffwechsel- krankheiten (E00 - E90) | E10, E11, E12, E13, E14, E65, E66.-, E72.1, E78.-, E79.0 | E10, E11, E12, E13, E14, E65, E66.-, E72.1, E78.-, E79.0 |
| Psychische und Verhaltensstörungen (F00 - F99) | F10.-, F17.-, F31.-, F32.-, F33.-, F34.-, F38.-, F39, F41.-, F45.4- | F10.-, F17.-, F31.-, F32.-, F33.-, F34.-, F38.-, F39, F41.-, F45.4- |
| Krankheiten des Nervensystems (G00 - G99) | G45.- | G45.- |
| Krankheiten des Auges und der Augenanhangsgebil- de (H00 - H59)- | H34.-, H35.-, H36.- | H34.-, H35.-, H36.- |
| Krankheiten des Kreislaufsystems (I00 - I99) | I10, I11, I12, I13, I25.-, I50.-, I51.-, I60.-, I61.-, I62.-, I63.-, I64, I65.-, I65.2, I66.-, I70.-, I70.2, I73.-, I73.9 | I10 I11 I12 I13 I50.- I51.- I60.- I61.- I62.- I73.- I73.9 |
| Krankheiten des Atmungssystems (J00 - J99) | J40, J41.-, J42, J43, J44.-, J45.-, J46 | J40, J41.-, J42, J43, J44.-, J45.-, J46 |
| Krankheiten der Haut und der Unterhaut (L00 - L99) | L40.- | L40.- |
| Krankheiten des Muskel-Skelett- Systems und des Bindegewebes (M00 - M99) | M05.-, M06.-, M07.-, M10.-, M11.-, M12.-, M13.-, M14.-, M15.-, M16.-, M17.-, M18.-, M19.-, M54, M79.0- | M05.-, M06.-, M07.-, M10.-, M11.-, M12.-, M13.-, M14.-, M15.-, M16.-, M17.-, M18.-, M19.-, M54, M79.0- |
| Krankheiten des Urogenitalsystems (N00 - N99) | N17.-, N18.-, N19 | N17.-, N18.-, N19 |

¹Behandlungsindikation bei Hyperlipidämie auf Basis des LDL-Wertes und des kardiovaskulären Gesamtrisikos; ²Für die Analyse des kardiovaskulären Risikos werden nur Studienteilnehmer berücksichtigt, die auf Basis der Daten der Kohortenstudie keinen Myokardinfarkt oder Schlaganfall erlitten haben und keine der folgenden Diagnosen in den Abrechnungsdaten vorliegen: I21, I22, I23, I24, I25, I63, I64, I65, I66, I69, I70; ³In der Analyse zum kardiovaskulären Gesamtrisiko werden für den Diagnosekomplex „I“ 5-stellige Diagnosen verwendet.

Tabelle 4 Definition von Analysevariablen auf Basis relevanter Gebührenordnungspositionen für Laboruntersuchungen und erbrachte Leistungen aus dem ambulanten Versorgungsbereich

| Untersuchung | GOP ¹ |
|---|--|
| Laborparameter | |
| Glucose | 32025, 32057, 3661 |
| HbA1c | 32094, 3722 |
| Cholesterin, gesamt | 32060, 3664 |
| LDL | 32062, 13620, 13622 |
| HDL | 32061 |
| Triglyceride | 32063 |
| Kreatinin / Kreatininclearance | 32066, 3670, 32067, 3671, 32124 |
| Gamma-GT | 32071, 3683 |
| Klinische Untersuchung | |
| Behandlung Diabetischer Fuß | 02311 |
| Langzeit-Blutdruckmessung | 03324, 04324, 13254, 27324 |
| Langzeit-EKG | 27322, 27323, 03241, 03322, 04241, 04322, 13252, 13253 |
| Belastungs-EKG | 03321, 27321, 13251, 04321 |
| Ergospirometrische Untersuchung | 04419, 04534, 13560, 13660 |
| Spirographische Untersuchung | 03330, 04330, 13255, 27330 |
| Weitere Leistungen | |
| Zusatzpauschale kontinuierliche Betreuung eines chronisch-niereninsuffizienten Patienten | 04560, 13600 |
| Kennung der Nichtberücksichtigung bei der Berechnung der begrenzten Gesamtpunktzahl für Laboruntersuchungen | |
| Diabetes | 32022 |
| Chronische Niereninsuffizienz | 32018 |
| Kostenpauschalen bei Behandlung mit renalen Ersatzverfahren u extrakorporalen Blutreinigungsverfahren | |
| Augenärztliche Leistungen exklusive Grundpauschale | 06225, 06321, 06630, 06331, 06333, 06350 |

¹GOP Gebührenordnungsposition; eine Laboruntersuchung wurde als durchgeführt definiert, wenn mindestens eine der aufgeführten GOP im Analysezeitraum abgerechnet wurde.

Tabelle 5 Definition von Analysevariablen auf Basis relevanter Gebührenordnungspositionen für die Inanspruchnahme des Gesundheitswesens und von Vorsorgeleistungen aus dem ambulanten Versorgungsbereich

| Variable | Gebührenordnungsposition |
|--|---|
| Anzahl abgerechneter Zuschläge für die Behandlung eines Versicherten mit einer oder mehreren schwerwiegenden chronischen Erkrankung(en) (Chronikerpauschalen) ¹ | 03112 |
| Anzahl inanspruchgenommener Notfalldienste ¹ | 01100 oder 01101 oder 01102 oder 01210 |
| Anzahl Hausbesuche ¹ | 01410 oder 01411 |
| Anzahl Check-ups ² | 01732 |
| Teilnahme Krebsvorsorge (Einzelvariablen) ² | 01730, 01733, 01731, 01734, 01741, 01735, 01740, 01741, 01750 |
| Summenscore Vorsorgeuntersuchungen ² | 01730 oder 01733, 01731, 01734 oder 01741, 01735, 01740, 01741, 01750 |
| Anzahl inanspruchgenommener psychosomatischer Leistungen | 35100, 35110, 22221, 22222 |

¹Die Berechnung erfolgt pro Quartal sowie für den Gesamtzeitraum von 4 Quartalen vor Durchführung der Studienuntersuchung (ohne Berücksichtigung des Quartals der Studienuntersuchung); ²Die Berechnung erfolgt für den Gesamtzeitraum von 3 Jahren und 5 Jahren vor Durchführung der Studienuntersuchung (ohne Berücksichtigung des Quartals der Studienuntersuchung)

Ad 3) Für die zu untersuchenden Risikofaktoren / Erkrankungen wurden aus dem für den Bezugszeitraum der Datenanalyse aktuellen EBM-Katalog Leistungsziffern mit Bezug zur jeweiligen Erkrankung zusammengestellt (Tab. 4). Berücksichtigt wurden Leistungsziffern erkrankungsspezifischer Laboruntersuchungen. Die Selektion erfolgte evidenzbasiert anhand aktueller Leitlinien [1,4,7,22,26]. Es wurden Laboruntersuchungen einbezogen, deren Durchführung mindestens einmal jährlich empfohlen wird.

Zusätzlich werden Leistungsziffern untersucht, die erkrankungsspezifisch in der ambulanten Versorgung abgerechnet werden können (Tab. 5). Am Beispiel des Diabetes mellitus werden die Leistungsziffern für die Kennung der Nichtberücksichtigung bei der Berechnung der begrenzten Gesamtpunktzahl für Laboruntersuchungen, für den Zuschlag zu den Versichertenpauschalen für „die Behandlung eines Versicherten mit einer oder mehreren schwerwiegenden chronischen Erkrankung(en)“ sowie für die „Behandlung des diabetischen Fußes“ untersucht [15,31].

Ad 4) Die Analyse der fachärztlichen Versorgung erfolgt anhand der fachgebietsspezifischen Versichertenpauschale aus dem für den Bezugszeitraum der Datenanalyse aktuellen EBM-Katalog (Tab. A1). Es werden Art des Arztkontaktes und Frequenz der Inanspruchnahme pro Jahr auf Quartalsbasis sowie das Vorhandensein eines festen Hausarztes analysiert.

Folgende Analysevariablen auf Basis der fachgebietsspezifischen Versichertenpauschale (Gebührenordnungsposition) wurden definiert:

- Anzahl konsultierter Facharztgruppen pro Quartal sowie für den Gesamtzeitraum von 4 Quartalen vor Durchführung der Studienuntersuchung (ohne Berücksichtigung des Quartals der Studienuntersuchung)
- Anzahl aller Facharztbesuche pro Quartal sowie für den Gesamtzeitraum von 4 Quartalen vor Durchführung der Studienuntersuchung (ohne Berücksichtigung des Quartals der Studienuntersuchung)

Auf Basis von Gebührenordnungspositionen wurden Variablen gebildet, die weitere Aspekte des allgemeinen Inanspruchnahmeverhaltens sowie die Inanspruchnahme von Präventionsleistungen und psychosomatischer Betreuung beschreiben (Tab. 5).

Datenanalyse

Analysezeitraum: Der Analysezeitraum umfasst für jeden eingeschlossenen Studienteilnehmer das aktuelle Untersuchungsdatum der SHIP (2008-2012) sowie für die entsprechenden kassenärztlichen Versorgungsdaten den Zeitraum der vier Quartale vor dem SHIP-Untersuchungsdatum. Für die Analyse der Inanspruchnahme von Check-up-Untersuchungen und Vorsorgeuntersuchungen sowie bei der Definition von Dauerdiagnosen wird ein Zeitraum von 3 und 5 Jahren vor dem SHIP-Untersuchungsdatum berücksichtigt.

Methodik: Die Datengrundlage für die Identifikation von Prädiktoren für die Risikostratifizierung bilden Probanden des zweiten SHIP-Follow-ups (SHIP-2). Die Validierung der identifizierten Prädiktoren erfolgt auf zweierlei Weise: (1) durch interne Kreuzvalidierung [25] und (2) durch externe Validierung in der unabhängigen SHIP-Trend-0-Kohorte [24]. Zur Entwicklung der Risikomodelle wird ein innovatives Verfahren des maschinellen Lernens eingesetzt: RandomForests [2]. Dieses Verfahren bietet im Gegensatz zu klassischen Regressionsmodellen eine erheblich höhere Flexibilität zur Analyse (als bspw. logistische oder Cox-Regression): (1) es bedarf keiner Verteilungsannahmen, (2) die Anzahl der unabhängigen Variablen im Modell ist praktisch unbegrenzt, (3) Kollinearität der unabhängigen Variablen ist unproblematisch und (4) Interaktionen zwischen den Prädiktoren werden automatisch berücksichtigt [8]. Aus einer Vielzahl von Prädiktoren werden dadurch hypothesenfrei prädiktiv relevante Merkmalskombinationen erkannt. Auf dieser Basis entwickelte Modelle zeigen eine sehr hohe Vorhersagegüte [5]. Mathematisch handelt es sich auch um Regressionsmodelle. Baumregressionsverfahren teilen den Datensatz immer wieder in zwei Teile auf, die sich am stärksten voneinander unterscheiden. Durch eine Wiederholung des Ansatzes und eine spezielle Gewichtung der Einzelbäume (Trees) werden tausende Bäume gemittelt (Forest). Das Ergebnis ist ein Modell, welches die Vorhersagen eines einzelnen, weit verzweigten Regressionsbaumes übertrifft.

Zur Beurteilung der Prädiktionsmodelle werden spezielle Maße wie der Gini-Index sowie klassische Maße der Anpassungsgüte (Sensitivität, Spezifität, positiver prädiktiver Wert (PPW), negativer prädiktiver Wert (NPW)) eingesetzt. Anhand des Gini-Index ist eine

Priorisierung der Prädiktoren möglich. Die restlichen Maße geben Aufschluss über die Anzahl richtig bzw. falsch zugeordneter Fälle. Alle Gütemaße werden für die Ausgangspopulation (Trainingskohorte SHIP-2) und für die unabhängige Kontrollkohorte (Testkohorte SHIP-Trend-0) berechnet. Aus einem Vergleich der Werte kann darauf geschlossen werden, ob die entwickelten Prädiktionsalgorithmen verallgemeinerbar sind. Als Vergleichsanalysen werden zusätzlich für einzelne Endpunkte klassische Stufenregressionsverfahren (forward-stepwise selection logistic regression) angewendet. Zur Beurteilung der ermittelten Modelle werden Receiver-Operating-Characteristic-Kurven (ROC-Kurven) genutzt.

Die Datenanalyse erfolgt mit R 3.0.1 und STATA Version 13. Hardware und Statistische Software werden durch die Abteilungen Allgemeinmedizin sowie SHIP-KEF der Universitätsmedizin Greifswald zur Verfügung gestellt.

Forschungsethik und Datenschutz

Für alle SHIP Untersuchungen inkl. der Sekundärdatennutzung liegt ein positives Ethikvotum und ein Einverständnis der Probanden vor. Die Datenhaltung erfolgt nach den mit dem Landesdatenschutzbeauftragten abgestimmten „Rahmenkonzept Datenschutz und IT-Sicherheit für das Institut für Community Medicine der Universitätsmedizin Greifswald.“

3. Ergebnisse

3.1 Studienpopulation und Probandencharakteristika der Trainingskohorte

An der zweiten Follow-up-Untersuchung der SHIP-Studie nahmen 2333 Probanden teil. Von diesen wurden 392 Probanden aufgrund einer fehlenden Einverständniserklärung zur Analyse der Abrechnungsdaten oder aufgrund fehlender Abrechnungsdaten ausgeschlossen. Datensätze von 1941 Probanden (46 % Männer, durchschnittliches Alter 58 Jahre \pm SD 13) wurden in die Analyse eingeschlossen (Abb. 1, Abb. 2, Abb. A1 bis A4, Tab. 6). Bei 1423 Probanden (1423/1941, 73,3%) lag auf Basis der angewendeten Definition eine arterielle Hypertonie vor (s. Abschn. Methoden). 305 Probanden (305/1941, 15,7%) hatten einen Diabetes mellitus. 75 Probanden (75/1941, 3,9%) berichteten über einen zurückliegenden Myokardinfarkt und 50 (50/1941, 2,6%) über einen zurückliegenden Schlaganfall im Zeitraum vor Teilnahme an der zweiten Follow-up-Untersuchung. Ein Anteil von 15% (161/1082) der eingeschlossenen Probanden hatte ein hohes kardiovaskuläres Gesamtrisiko von $> 5\%$ (Risiko für ein tödliches kardiovaskuläres Ereignis innerhalb der nächsten 10 Jahre) auf Basis des SCORE. Eine Behandlungsindikation für eine Lebensstiländerung oder für eine medikamentöse Therapie entsprechend des aktuellen LDL- und SCORE-Wertes lag bei 31,1% (603/1941) der Probanden vor. 21 % (412/1936) der Probanden waren aktuelle Zigarettenraucher und 74% (1437/1941) waren übergewichtig oder adipös.

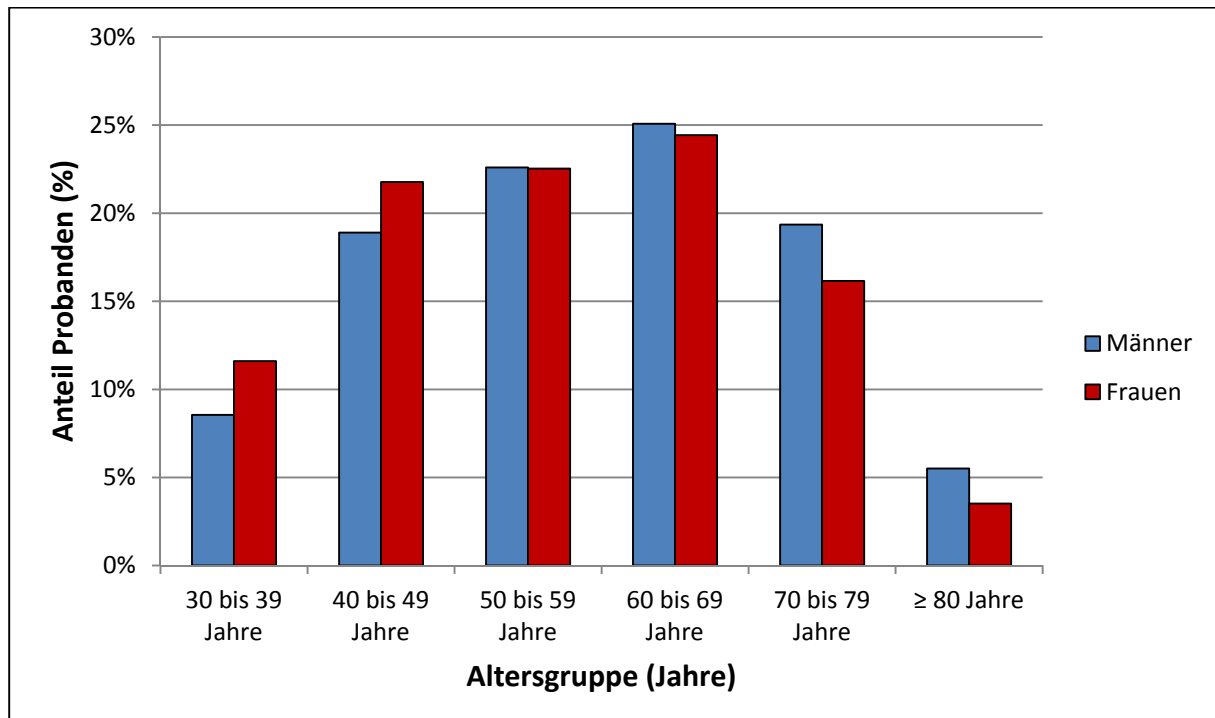


Abb. 1 Altersverteilung der Probanden nach Geschlecht (Trainingskohorte, n=1941)

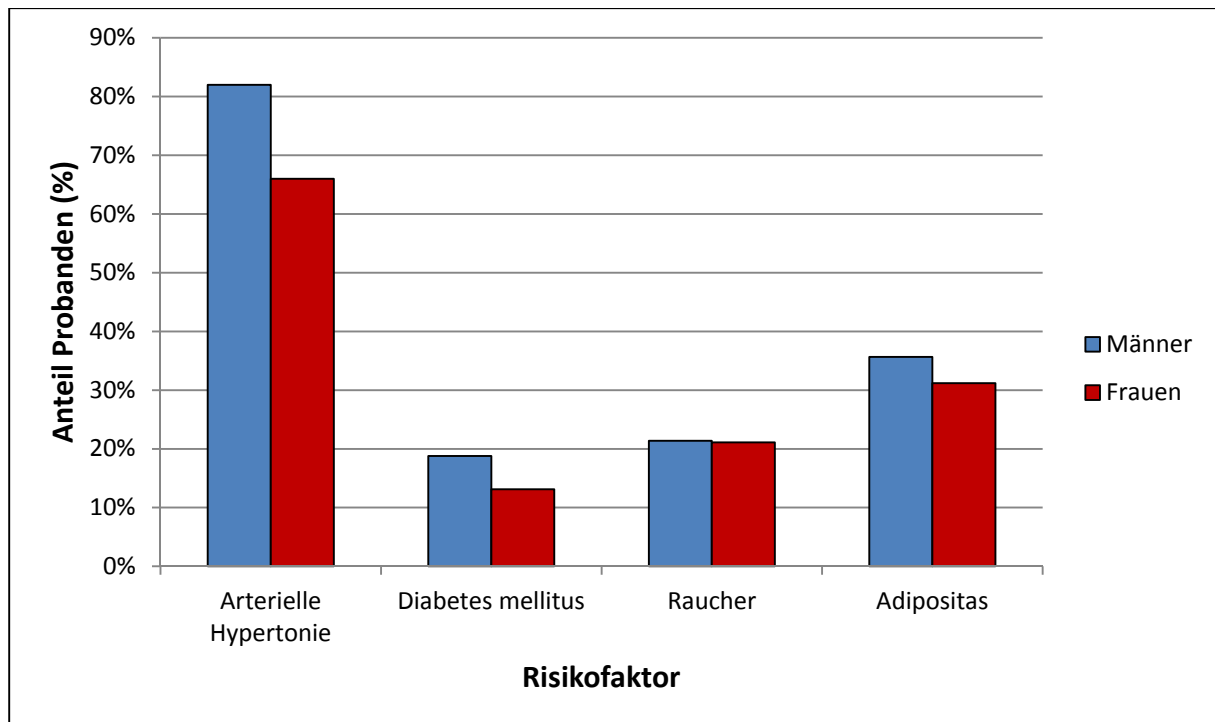


Abb. 2 Verteilung untersuchter Risikofaktoren nach Geschlecht (Trainingskohorte, n=1941)

Tabelle 6 Charakteristika Studienpopulation Trainingskohorte

| | Eingeschlossene Probanden (n=1941) | | Ausgeschlossene Probanden (n=392) | |
|--|---------------------------------------|-------------|--------------------------------------|-------------|
| | Mittelwert (SD)/ Anteil | 95% - KI | Mittelwert (SD)/ Anteil | 95%-KI |
| Alter (Jahren) | 57,7 (13,3) | 57,1 - 58,3 | 55,6 (15,2) | 54,1 - 57,1 |
| Geschlecht männlich (%) | 45,8 | 43,6 - 48,0 | 53,3 | 48,4 - 58,3 |
| Hypertonie (%) | 73,3 | 71,3 - 75,3 | 68,6 | 64,0 - 73,2 |
| Diabetes (%) | 15,7 | 14,1 - 17,3 | 15,1 | 11,5 - 18,6 |
| Anamnestischer Myokardinfarkt (%) | 3,9 | 3,0 - 4,7 | 5,6 | 3,3 - 7,9 |
| Anamnestischer Schlaganfall (%) | 2,6 | 1,9 - 3,3 | 4,3 | 2,3 - 6,4 |
| Kardiovaskuläres Gesamtrisiko ¹ | | | | |
| Niedriges oder moderates Risiko | 47,5 | 45,2 - 49,7 | 47,5 | 42,5 - 52,4 |
| Hohes Risiko | 8,3 | 7,1 - 9,5 | 7,1 | 4,6 - 9,7 |
| Zigarettenrauchen ² | 21,3 | 19,5 - 23,1 | 18,8 | 14,9 - 22,7 |
| Hyperlipidämie Behandlungsindikation ³ | | | | |
| Keine Lebensstiländerung, keine Medikation | 26,8 | 24,8 - 28,8 | 28,3 | 23,4 - 32,8 |
| Lebensstiländerung, Erwägung medikamentöse Therapie | 23,9 | 22,0 - 25,8 | 22,7 | 18,6 - 26,9 |
| Lebensstiländerung, unverzögliche medikamentöse Therapie | 7,2 | 6,1 - 8,4 | 6,4 | 4,0 - 8,8 |

(Tabellenfortsetzung S. 20)

Tabelle 6 Charakteristika Studienpopulation Trainingskohorte (Fortsetzung)

| | Eingeschlossene Probanden (n=1941) | | Ausgeschlossene Probanden (n=392) | |
|---|---------------------------------------|-------------|--------------------------------------|-------------|
| | Mittelwert / Anteil (± SD) | 95% - KI | Mittelwert / Anteil (± SD) | 95%-KI |
| BMI ⁴ | | | | |
| Normalgewicht oder Untergewicht (BMI < 25 kg/m ²) | 25,8 | 23,9 - 27,8 | 31,1 | 26,5 - 35,7 |
| Übergewicht (BMI 25-29 kg/m ²) | 40,9 | 38,7 - 43,0 | 38,5 | 33,7 - 43,3 |
| Adipositas (BMI ≥ 30 kg/m ²) | 33,2 | 31,1 - 35,3 | 29,6 | 25,1 - 34,1 |

KI Konfidenzintervall; ¹ eingeschlossene Patienten: n=859 missing (859/1941, 44,3%) aufgrund von Probanden außerhalb der Altersgrenzen zur Berechnung des SCORE, fehlender Werte zur SCORE Berechnung oder stattgehabtem Myokardinfarkt oder Schlaganfall, ausgeschlossene Patienten n= 178 missing (178/392) aufgrund von Probanden außerhalb der Altersgrenzen zur Berechnung des SCORE, fehlender Werte zur SCORE Berechnung oder stattgehabtem Myokardinfarkt oder Schlaganfall; ² eingeschlossene Probanden: n=5 missing (5/1941, 0,3%), ausgeschlossene Probanden: n=4 missing (4/392, 1,0%); ³ eingeschlossene Probanden: n=818 missing (818/1941, 42,1%) aufgrund von Probanden außerhalb der Altersgrenzen zur Berechnung des SCORE oder fehlender LDL-Werte, ausgeschlossene Probanden: n= 167 missing (161/392, 42,6%) aufgrund von Probanden außerhalb der Altersgrenzen zur Berechnung des SCORE oder fehlender LDL-Werte; ⁴ eingeschlossene Probanden: n=3 missing (3/1941, 0,2%), ausgeschlossene Probanden: n=3 missing (3/392, 0,8%);

3.2 Studienpopulation und Probandencharakteristika der Testkohorte

An der SHIP-Trend-Untersuchung nahmen 4420 Probanden teil. Von allen Probanden lag eine Einverständniserklärung zur Analyse der Abrechnungsdaten vor. 49 % der Probanden waren Männer, das durchschnittliche Alter lag bei 52 Jahre ± SD 16 Jahre (Abb. 3, Abb. 4, Tab. 7). Bei 2419 Probanden (2419/4420, 54,7%) lag auf Basis der angewendeten Definition eine arterielle Hypertonie vor (s. Abschn. Methoden). 550 Probanden (550/4420, 12,4%) hatten einen Diabetes mellitus. 133 Probanden (133/4420, 3,0%) gaben einen zurückliegenden Myokardinfarkt an und 100 (100/4420, 2,3%) einen zurückliegenden Schlaganfall im Zeitraum vor Teilnahme an der Untersuchung an. Ein Anteil von 5,9% (259/4420) Probanden hatte ein hohes kardiovaskuläres Gesamtrisiko von > 5% (Risiko für ein tödliches kardiovaskuläres Ereignis innerhalb der nächsten 10 Jahre) auf Basis des SCORE. 26,8 % (1183/4420) der Probanden waren aktuelle Zigarettenraucher und 70,8% (3128/4420) waren übergewichtig oder adipös.

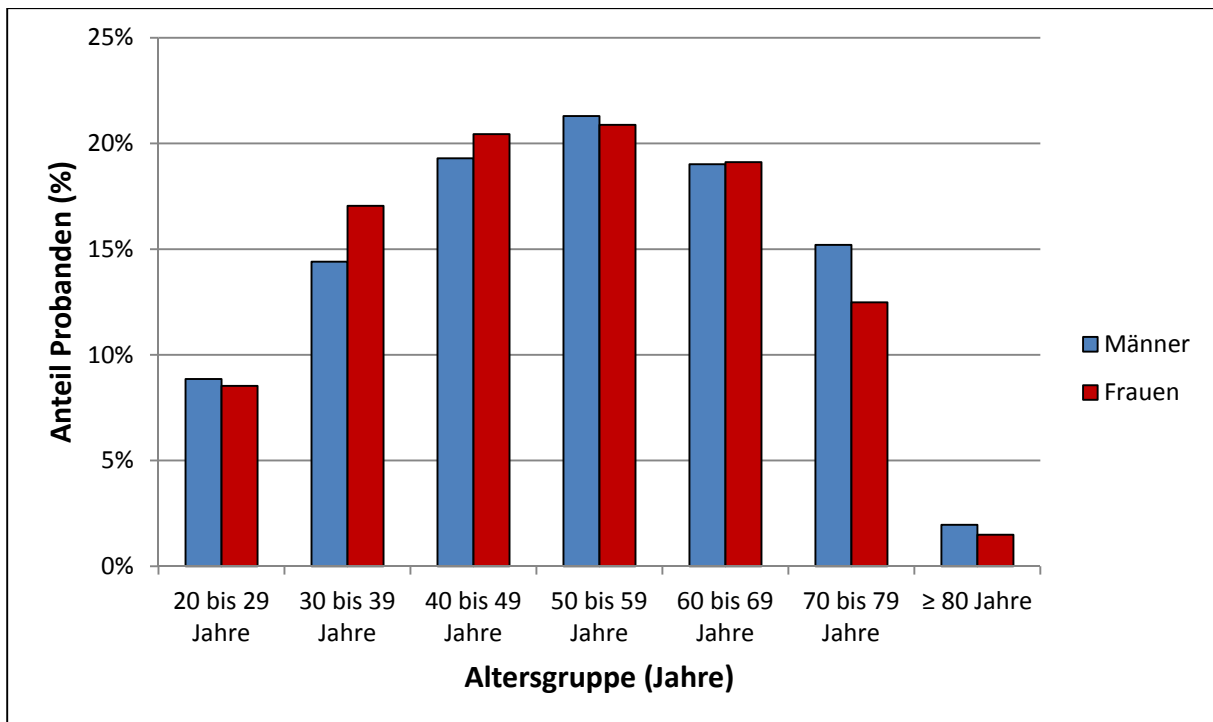


Abb. 3 Altersverteilung der Probanden nach Geschlecht (Testkohorte, n=4420)

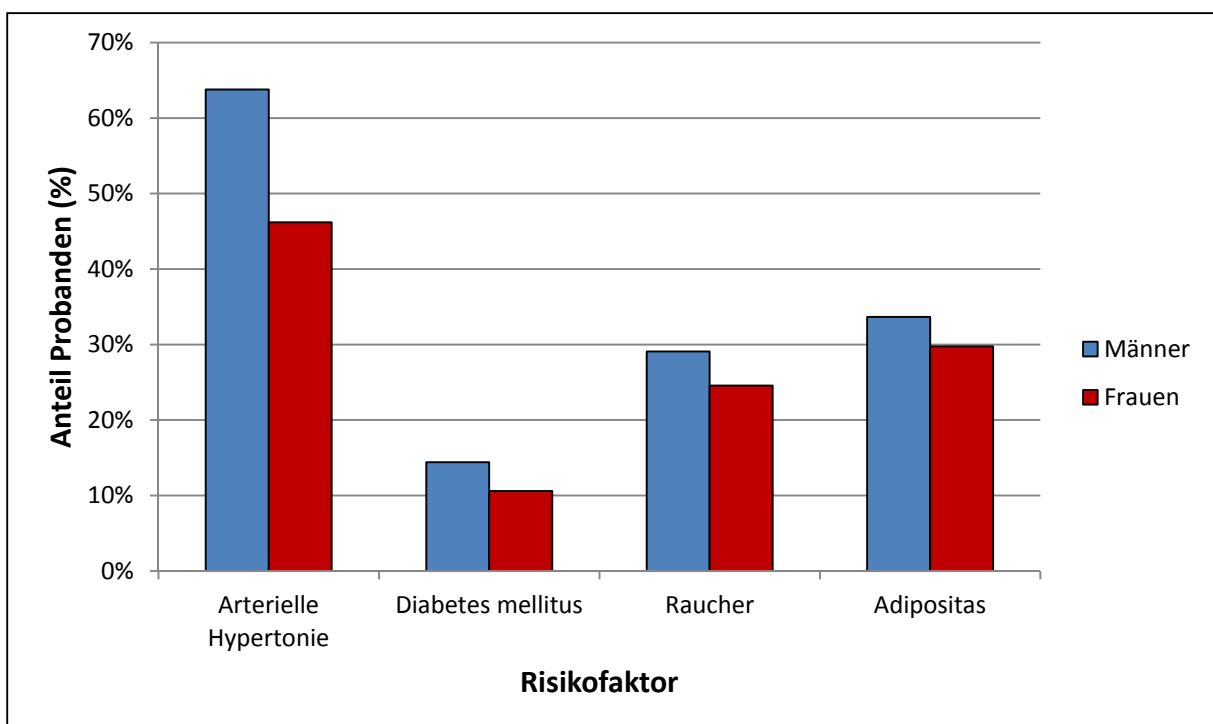


Abb. 4 Verteilung untersuchter Risikofaktoren nach Geschlecht (Testkohorte, n=4420)

Tabelle 7 Charakteristika Studienpopulation Testkohorte

| | Eingeschlossene Probanden (n=4420) | |
|---|---------------------------------------|-------------|
| | Mittelwert (SD)/ Anteil | 95% - KI |
| Alter (Jahren) | 52,0 (15,5) | 51,5 - 52,4 |
| Geschlecht männlich (%) | 48,5 | 47,1 - 50,0 |
| Hypertonie (%) ¹ | 54,7 | 53,3 - 56,2 |
| Diabetes (%) ² | 12,4 | 11,5 - 13,5 |
| Anamnestischer Myokardinfarkt (%) ³ | 3,0 | 2,5 - 3,6 |
| Anamnestischer Schlaganfall (%) ³ | 2,3 | 1,8 - 2,7 |
| Kardiovaskuläres Gesamtrisiko ⁴ | | |
| Niedriges oder moderates Risiko | 44,5 | 43,0 - 46,0 |
| Hohes Risiko | 5,9 | 5,2 - 6,6 |
| Zigarettenrauchen ⁵ | 26,8 | 25,5 - 28,1 |
| BMI ⁶ | | |
| Normalgewicht oder Untergewicht (BMI < 25 kg/m ²) | 29,1 | 27,7 - 30,4 |
| Übergewicht (BMI 25-29 kg/m ²) | 39,1 | 37,7 - 40,6 |
| Adipositas (BMI ≥ 30 kg/m ²) | 31,7 | 30,3 - 33,1 |

KI Konfidenzintervall; ¹ n=13 missing (13/4420, 0,3%); ² n=10 missing (10/4420, 0,2%); ³ n=11 missing (11/4420, 0,3%); ⁴ n=2194 missing (2194/4420, 49,6%) aufgrund von Probanden außerhalb der Altersgrenzen zur Berechnung des SCORE, fehlender Werte zur SCORE Berechnung oder stattgehabtem Myokardinfarkt oder Schlaganfall; ⁵ n=22 missing (22/4420, 0,5%); ⁶ n=7 missing (7/4420,0,2%);

3.3 Arterielle Hypertonie

Patientencharakteristika und klinische Daten

Auf Basis der gemessenen Blutdruckwerte hatten 722 Probanden eine Hypertonie (722/1941, 37,2%) (Tab. 8, Tab. A2, Abb. 5, Abb. A1). Insgesamt 820 Probanden (820/1941, 42,3%) gaben eine ärztlich diagnostizierte arterielle Hypertonie im Zeitraum von 5 Jahren vor der Untersuchung an. 921 Probanden (921/1941, 47,5) gaben die Verordnung von Antihypertensiva im Zeitraum von 1 Jahr vor Untersuchung an oder nahmen Antihypertensiva entsprechend des Medikamentenreviews ein. Basierend auf dem gemessenen Blutdruckwert, den anamnestischen Angaben zum Vorliegen einer arztdiagnostizierten Hypertonie und der Verordnung eines Antihypertensivums sowie dem Vorliegen einer antihypertensiven Medikation entsprechend des Medikamentenreviews, lag zum Studienzeitpunkt eine Hypertonie-Prävalenz von 64,7% (1256/1941) vor. Unter zusätzlicher Berücksichtigung der Hypertonie-Prävalenz auf Basis von Daten der Basis- und ersten Folgeuntersuchung, betrug die Lebenszeitprävalenz für Hypertonie 73,3% (1423/1941).

Das Durchschnittsalter von Probanden mit Hypertonie betrug 60,8 (SD \pm 12,6) Jahre (Tabelle A2, Abb. A1). 51,2% (729/1423) der Probanden mit Hypertonie waren männlich. Bei 19,7% (280/1423) lag zusätzlich ein Diabetes mellitus vor und 34,2% (487/1423) hatten eine Behandlungsindikation für eine Lebensstiländerung oder eine medikamentöse Therapie entsprechend des aktuellen LDL- und SCORE-Wertes. 7,8% (111/1423) der Probanden mit Hypertonie hatten einen zurückliegenden Myokardinfarkt oder Schlaganfall. Das kardiovaskuläre Gesamtrisiko konnte aufgrund der Altersgrenzen des SCORE Algorithmus, fehlender Werte zur SCORE-Bestimmung oder aufgrund eines bereits vorliegenden hohen Risikos bei Probanden mit stattgehabtem kardiovaskulärem Ereignis bei 51,6% (734/1423) der Probanden mit Hypertonie errechnet werden. Insgesamt hatten 10,2% (145/1423) der Probanden mit Hypertonie ein hohes kardiovaskuläres Gesamtrisiko von $> 5\%$ (Risiko für ein tödliches kardiovaskuläres Ereignis innerhalb der nächsten 10 Jahre). 18,8% (267/1423) der Probanden mit Hypertonie waren aktuelle Zigarettenraucher und 81,9% (1165/1423) waren übergewichtig oder adipös.

Schweregradeinteilung

Auf Basis des gemessenen Blutdruckwertes konnte bei 99,4% (1415/1423) der Probanden der Trainingskohorte mit Hypertonie eine Schweregradeinteilung vorgenommen werden (Tab. 9). Dabei waren die Blutdruckwerte bei 49% der Patienten normwertig, bei 38,2% lag eine Hypertonie 1. Grades und bei 12,8% (181/1423) eine Hypertonie 2. oder 3. Grades vor. Analog dazu konnte eine Schweregradeinteilung anhand des Blutdruckwertes bei 99,6% (917/921) der Probanden mit Hypertonie und antihypertensiver Therapie entsprechend anamnestischer Angaben oder des Medikamentenreviews vorgenommen werden. 53,3% der Probanden mit Hypertonie und antihypertensiver Medikation hatten Blutdruckwerte im Nombereich, 33,4% (306/917) eine Hypertonie 1. Grades und 13,3% (122/917) eine Hypertonie 2. oder 3. Grades.

Bei 51,6% (734/1423) aller Probanden mit Hypertonie konnte das kardiovaskuläre Gesamtrisiko bestimmt werden (Tab. 9). Ein hohes kardiovaskuläres Gesamtrisiko lag bei 10,2% (145/1423) der Probanden mit Hypertonie vor.

Auf Basis der Daten der Testkohorte (SHIP-Trend-Probanden) waren die Blutdruckwerte von Probanden mit arterieller Hypertonie bei 49,1% (1183/2412) normwertig, bei 39,3% (947/2412) lag eine Hypertonie 1. Grades und bei 11,7% (282/2412) eine Hypertonie 2. oder 3. Grades vor (s. Tab. A3). Bei Probanden mit arterieller Hypertonie und medikamentöser Therapie lagen bei 60,9% (925/1527) normotensive Werte vor, bei 28,2% (430/1527) eine Hypertonie 1. Grades und bei 11,3% (172/1527) eine Hypertonie 2. oder 3. Grades vor.

Übereinstimmung mit Abrechnungsdaten

Bei 49,3% (702/1423) der Probanden mit Hypertonie wurde im Zeitraum von vier Quartalen vor dem Untersuchungsdatum mindestens eine ICD10-GM Akutdiagnose I10.- verschlüsselt und bei 50,7% (721/1423) wurden mindestens zwei ICD10-GM Diagnosen I10.- verschlüsselt (M2Q-Kriterium) (Abb. 5, Tab. A4). Bei 69,5% (989/1423) der Probanden lag mindestens eine Dauerdiagnose I10.- im Zeitraum von 5 Jahren vor dem Untersuchungsdatum vor. Bei 70,6% (1005/1423) aller Probanden mit arterieller Hypertonie wurde mindestens zwei ICD10-GM Diagnosen I10.- im Zeitraum von vier Quartalen vor Untersuchungsdatum oder mindestens eine ICD10-GM Dauerdiagnose I10.- im Zeitraum 5 Jahre vor Untersuchungsdatum verschlüsselt (Abb. 3, Tab. A4). Sensitivität, PPW und NPW für die Abrechnungsdiagnose ICD I10.- für die Identifizierung einer arteriellen Hypertonie auf Basis der klinischen Daten sind in Tab. A5 aufgeführt.

Tabelle 8 Verteilung diagnostischer Variablen für die arterielle Hypertonie bei Probanden auf Basis des Follow-up 2 (n=1941)

| | Anzahl Probanden | Anteil (%) | 95% - Konfidenzintervall |
|---|---------------------|------------|--------------------------|
| Blutdruck Klassifikation ¹ | | | |
| Normotonie | 1211 | 62,4 | 60,5 - 64,8 |
| Hypertonie Grad 1 | 541 | 27,9 | 25,9 - 29,9 |
| Hypertonie Grad 2 | 141 | 7,3 | 6,15 - 8,5 |
| Hypertonie Grad 3 | 40 | 2,1 | 1,5 - 2,8 |
| Anamnestische Angabe Hypertonie ² | | | |
| Einnahme eines Antihypertensivums (Anamnese oder Medikamentenreview) | 921 | 47,5 | 45,2 - 49,7 |
| Anamnestische Angabe Antihypertensiva ³ | 708 | 36,5 | 34,3 - 38,6 |
| Antihypertensiva Medikamentenreview | 833 | 42,9 | 40,7 - 45,1 |
| Arterielle Hypertonie entspr. Definition ⁴ | 1256 | 64,7 | 62,6 - 66,8 |
| Lebenszeitprävalenz arterielle Hypertonie | 1423 | 73,3 | 71,3 - 75,3 |

Prozentangaben beziehen sich auf Gesamtanzahl der eingeschlossenen Probanden (n=1941). Fehlende Werte werden angegeben. ¹Einteilung Blutdruck n=8 missing (8/1941, 0,4%); ²anamnestische Angabe Hypertonie in den letzten 5 Jahren n=7 missing (7/1941, 0,4%); ³anamnestische Angabe Einnahme Antihypertensivum im letzten Jahr vor Untersuchung n=6 missing (6/1941, 0,3%); ⁴Hypertonie SHIP-2 entsprechend Definition: n=6 missing (6/1941, 0,3%)

Tabelle 9 Schweregradeinteilung auf Basis der Blutdruckwerte und des kardiovaskulären Risikos bei Probanden mit Hypertonie n=1423

| | Anzahl | Anteil % | 95% - KI |
|---|--------|----------|-------------|
| Hypertoniegrad, Probanden mit und ohne medikamentöse Therapie (n=1415) ¹ | | | |
| Normotonie | 693 | 49,0 | 46,4 - 51,6 |
| Hypertonie Grad 1 | 541 | 38,2 | 35,7 - 40,8 |
| Hypertonie Grad 2 | 141 | 10,0 | 8,4 - 11,5 |
| Hypertonie Grad 3 | 40 | 2,8 | 2,0 - 3,7 |
| Hypertoniegrad, Probanden mit medikamentöser Therapie (n=917) ¹ | | | |
| Normotonie | 489 | 53,3 | 50,1 - 56,6 |
| Hypertonie Grad 1 | 306 | 33,4 | 30,3 - 36,4 |
| Hypertonie Grad 2 | 100 | 10,9 | 8,9 - 12,9 |
| Hypertonie Grad 3 | 22 | 2,4 | 1,4 - 3,4 |
| Kardiovaskuläres Gesamtrisiko (n=734) ^{1,2} | | | |
| ≤ 1% | 335 | 45,6 | 42,0 - 49,2 |
| 2% - 4% | 254 | 34,6 | 31,2 - 38,1 |
| 5% - 9% | 109 | 14,9 | 12,3 - 17,4 |
| ≥ 10% | 36 | 4,9 | 3,3 - 6,5 |

¹ Prozentangaben beziehen sich auf Probanden mit vorhandenem Messwert; ² Kardiovaskuläres Gesamtrisiko nach SCORE

Prädiktion der Schweregradeinteilung auf Basis von Abrechnungsdaten

Analyse Random Forests-Modelle

Die beste Prädiktionsgüte für Identifizierung von Studienteilnehmern mit arterieller Hypertonie hatten der ICD-Kode arterielle Hypertonie (I10.90), die 5-Jahres-Altersgruppe, die Gesamtkosten im Vorjahr, die Anzahl abgerechneter Grundpauschalen für den Fachbereich Angiologie im Vorjahr sowie männliches Geschlecht (s. Abb. 6a, A6a). Für die mehrstufige Schweregradeinteilung (Normotonie, Hypertonie Grad 1 bis 3) wurde jeweils ein Prädiktionsmodell für die Gruppe der Studienteilnehmer mit arterieller Hypertonie *unabhängig von der medikamentösen Therapie* sowie für Gruppe der Studienteilnehmer mit arterieller Hypertonie *und medikamentöser Therapie* ermittelt.

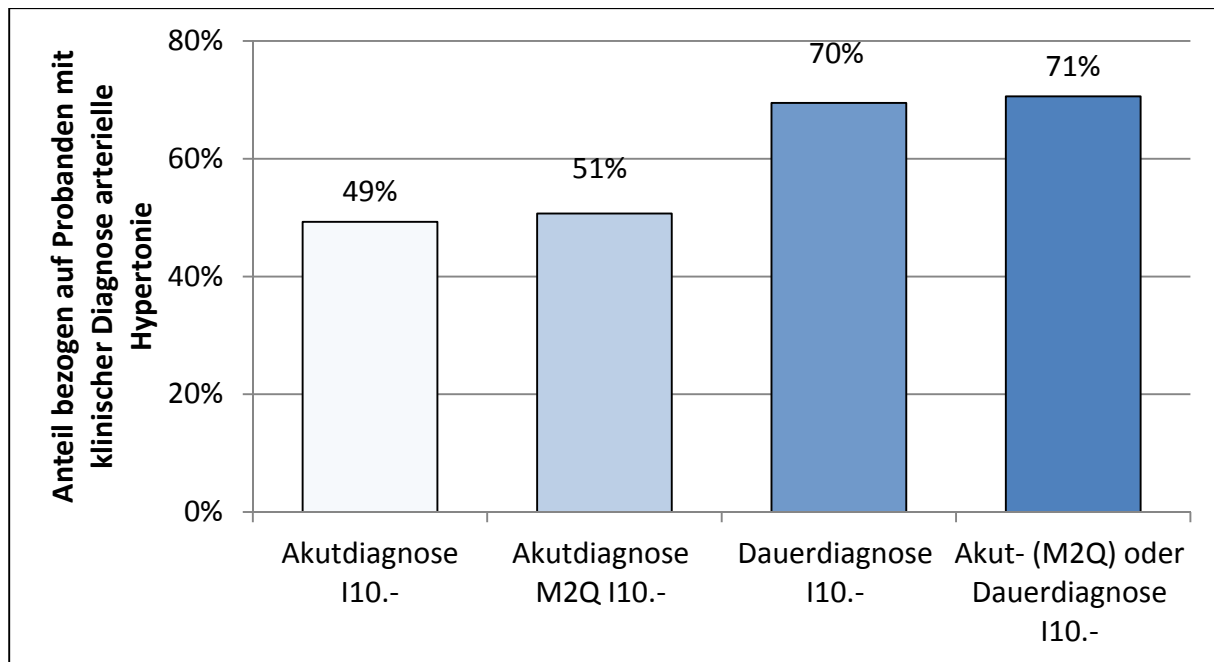


Abb. 5 Anteil Probanden mit klinischer Diagnose einer arteriellen Hypertonie, die auf Basis der Abrechnungsdaten mit der Diagnose ICD-10-GM I10.- verschlüsselt waren (n=1423)

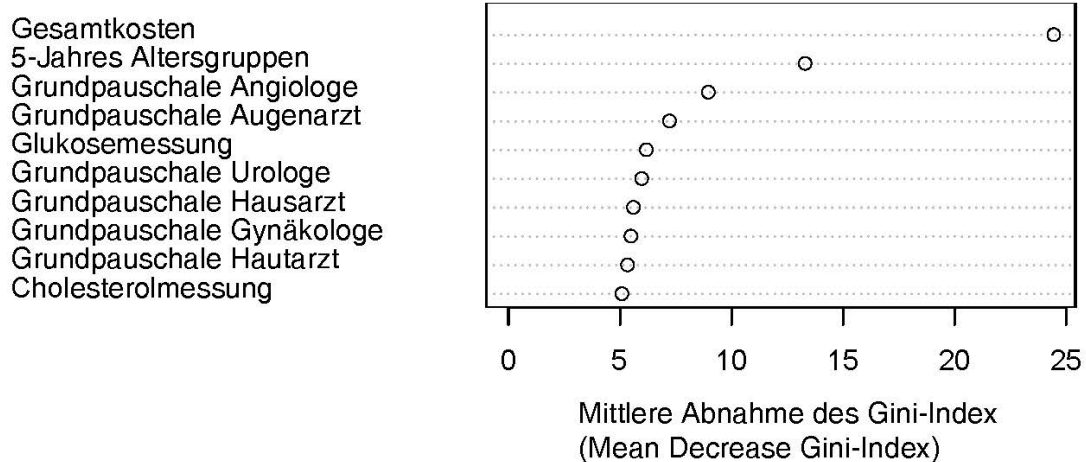
Die Gesamtkosten im Vorjahr, die 5-Jahres-Altersgruppe, die Anzahl abgerechneter Grundpauschalen für den Fachbereich Angiologie und Augenheilkunde sowie die Anzahl abgerechneter Glukosemessungen im Vorjahr hatten die beste Prädiktionsgüte für die Diskriminierung von Studienteilnehmern mit Hypertonie *unabhängig von einer Behandlung* und normwertigem Blutdruck versus Hypertonie Grad 1 bis 3. (s. Abb. 6b und Abb. A6a). Das ermittelte Modell hatte in den Testdaten der SHIP-Trend Kohorte eine Sensitivität von 0%, Spezifität von 100% und einen positiv prädiktiven Wert von 100%.

Die Gesamtkosten im Vorjahr, die 5-Jahres-Altersgruppe, die Anzahl abgerechneter Grundpauschalen für den Fachbereich Angiologie, Augenheilkunde und Urologie im Vorjahr hatten die beste Prädiktionsgüte für die Diskriminierung von Studienteilnehmern mit Hypertonie, *medikamentöser Therapie* und normwertigem Blutdruck versus Hypertonie Grad 1 bis 3. (s. Abb. 6c und Abb. A6c). Das Modell hatte in den Testdaten der SHIP-Trend Kohorte eine Sensitivität von 1%, Spezifität von 100% und einen positiv prädiktiven Wert von 100%.

Logistische Regressionsmodelle

Auf Basis klassischer logistischer Regressionsverfahren wurden Modelle für die Prädiktion einer arteriellen Hypertonie in der Gesamtstudientpopulation sowie für die Prädiktion von Probanden (1) mit einer arteriellen Hypertonie Grad 3 bis 4 oder (2) mit einer arteriellen Hypertonie Grad 3 bis 4 und medikamentöser Therapie aus der Studienpopulation mit arterieller Hypertonie ermittelt (s. Abb. 6d bis 6f). Eine gute Prädiktion hatte das Modell für die arterielle Hypertonie in der Gesamtstudienpopulation (Sensitivität 80%, Spezifität 72% abhängig vom gewählten Grenzwert)(s. Abb. 6f). Am stärksten waren das Alter, eine

ambulante Kodierung ICD I10.90 im Vorjahr, weibliches Geschlecht und die Summe ambulant durchgeführter Glucosemessungen im dritten Quartalen des Vorjahres mit einem Arteriellen Hypertonie assoziiert.



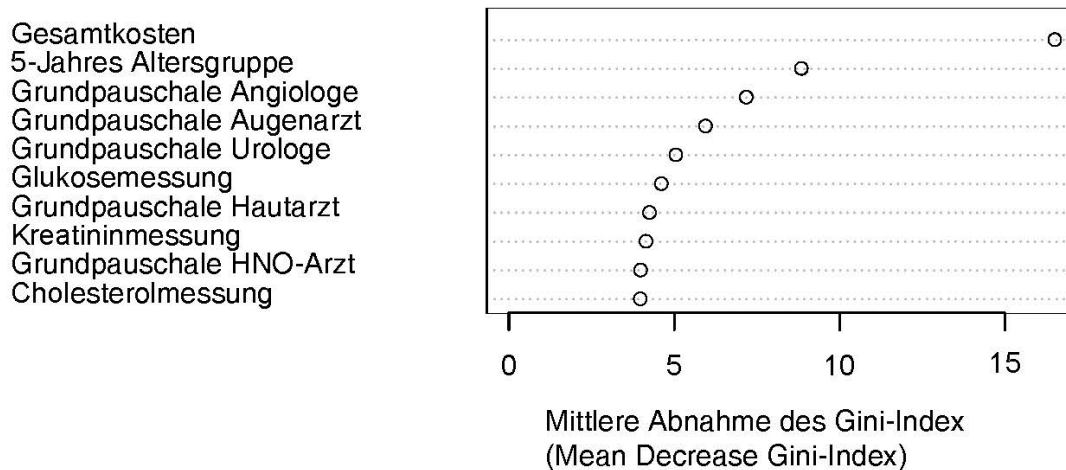
| | Trainingskohorte | Testkohorte |
|--------------------------|------------------|-------------|
| Fehlerrate | 20,9% | 33,3% |
| Sensitivität | 90% | 93% |
| Spezifität | 49% | 44% |
| Positiv prädiktiver Wert | 83% | 59% |
| Negativ prädiktiver Wert | 64% | 88% |

Abb. 6a Prädiktionsgüte von Variablen für die Differenzierung von Studienteilnehmern mit versus ohne arterielle Hypertonie (Lebenszeitprävalenz) aus der Gesamtheit aller Studienteilnehmer und Testeigenschaften des Prädiktionsmodells



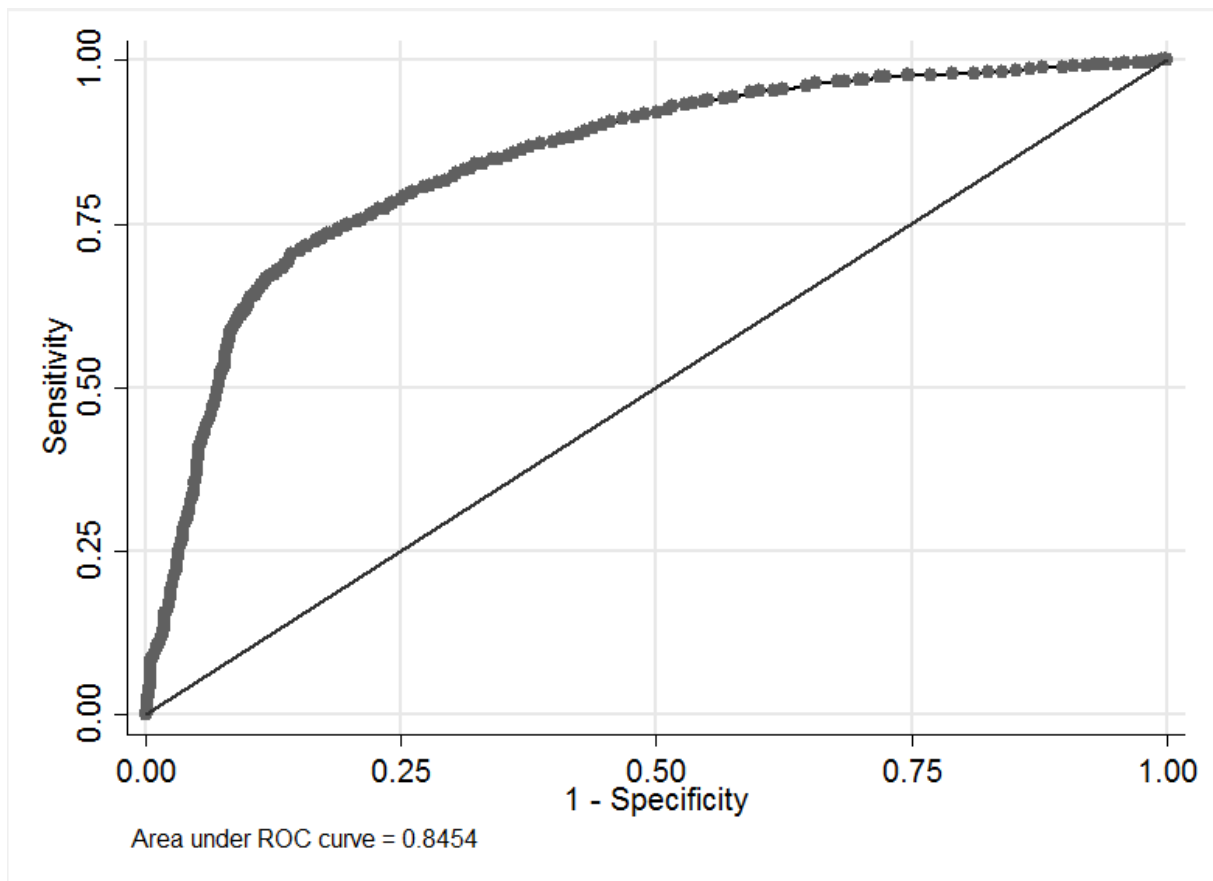
| | Trainingskohorte | Testkohorte |
|--------------------------|------------------|-------------|
| Fehlerrate | 13,3% | 10,9% |
| Sensitivität | 0% | 0,01% |
| Spezifität | 100% | 100% |
| Positiv prädiktiver Wert | NaN% | 100% |
| Negativ prädiktiver Wert | 87% | 89% |

Abb. 6b Prädiktionsgüte von Variablen für die Differenzierung von Hypertonie Grad 3 bis 4 versus arterielle Hypertonie mit normwertigen Blutdruck oder Hypertonie Grad 1 bei Studienteilnehmern mit Hypertonie und Testeigenschaften des Prädiktionsmodells



| | Trainingskohorte | Testkohorte |
|--------------------------|------------------|-------------|
| Fehlerrate | 12,8% | 11,31% |
| Sensitivität | 0% | 0% |
| Spezifität | 100% | 100% |
| Positiv prädiktiver Wert | - | 100% |
| Negativ prädiktiver Wert | 87% | 89% |

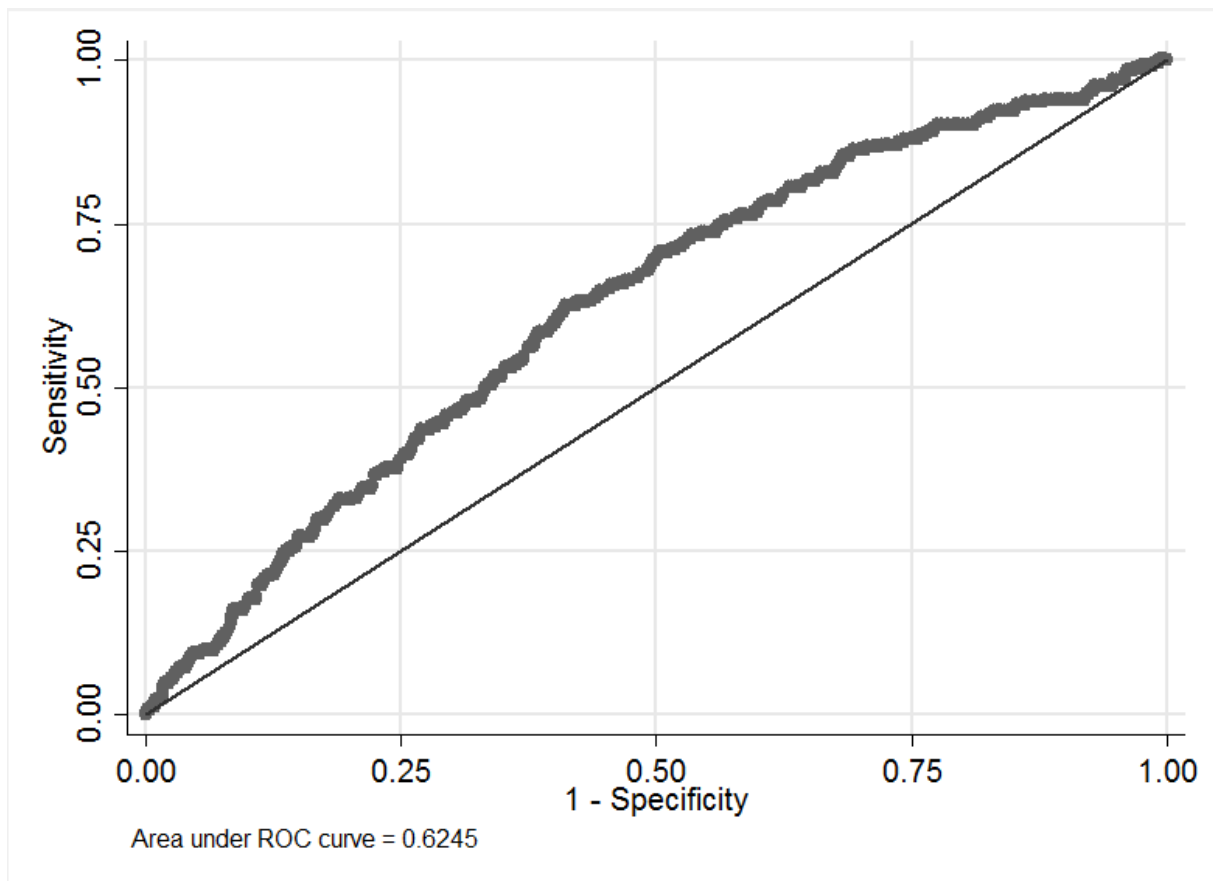
Abb. 6c Prädiktionsgüte von Variablen für die Differenzierung von Hypertonie Grad 3 bis 4 versus arterielle Hypertonie mit normwertigen Blutdruck oder Hypertonie Grad 1 bei Studienteilnehmern mit arterieller Hypertonie und medikamentöser antihypertensiver Therapie und Testeigenschaften des Prädiktionsmodells



| Cut-off-Punkt | Sensitivität | Spezifität | Anteil richtig Klassifizierter | LR+ | LR- |
|---------------|--------------|------------|--------------------------------|------|------|
| >= 0,6619 | 75,07% | 80,15% | 76,39% | 3,78 | 0,31 |
| >= 0.6024 | 80.46% | 71.95% | 78.24% | 2.87 | 0.27 |
| >= 0.5450 | 85.92% | 60.50% | 79.28% | 2.18 | 0.23 |
| >= 0.4800 | 90.16% | 48.47% | 79.28% | 1.75 | 0.20 |

| Unabhängige Variablen des logistischen Regressionsmodells | β -Koeffizient | SE | P > | 95%-CI |
|---|----------------------|------|-------|-------------|
| Konstante | -0,76 | 0,01 | 0,023 | -1,41 -0,11 |
| Alter | 0,05 | 0,01 | 0,000 | 0,04 0,06 |
| Arterielle Hypertonie, n.n.b. (I10.I90) | 2,96 | 0,24 | 0,000 | 2,49 3,44 |
| Geschlecht | -0,92 | 0,13 | 0,000 | -1,17 -0,67 |
| Summe Glucosemessungen im Vorjahr (3. Quartal) | 1,17 | 0,40 | 0,003 | 0,39 1,94 |

Abb. 6d Receiver-Operating-Characteristic-Kurve für die Prädiktion einer Arteriellen Hypertonie auf Basis eines logistischen Regressionsmodells



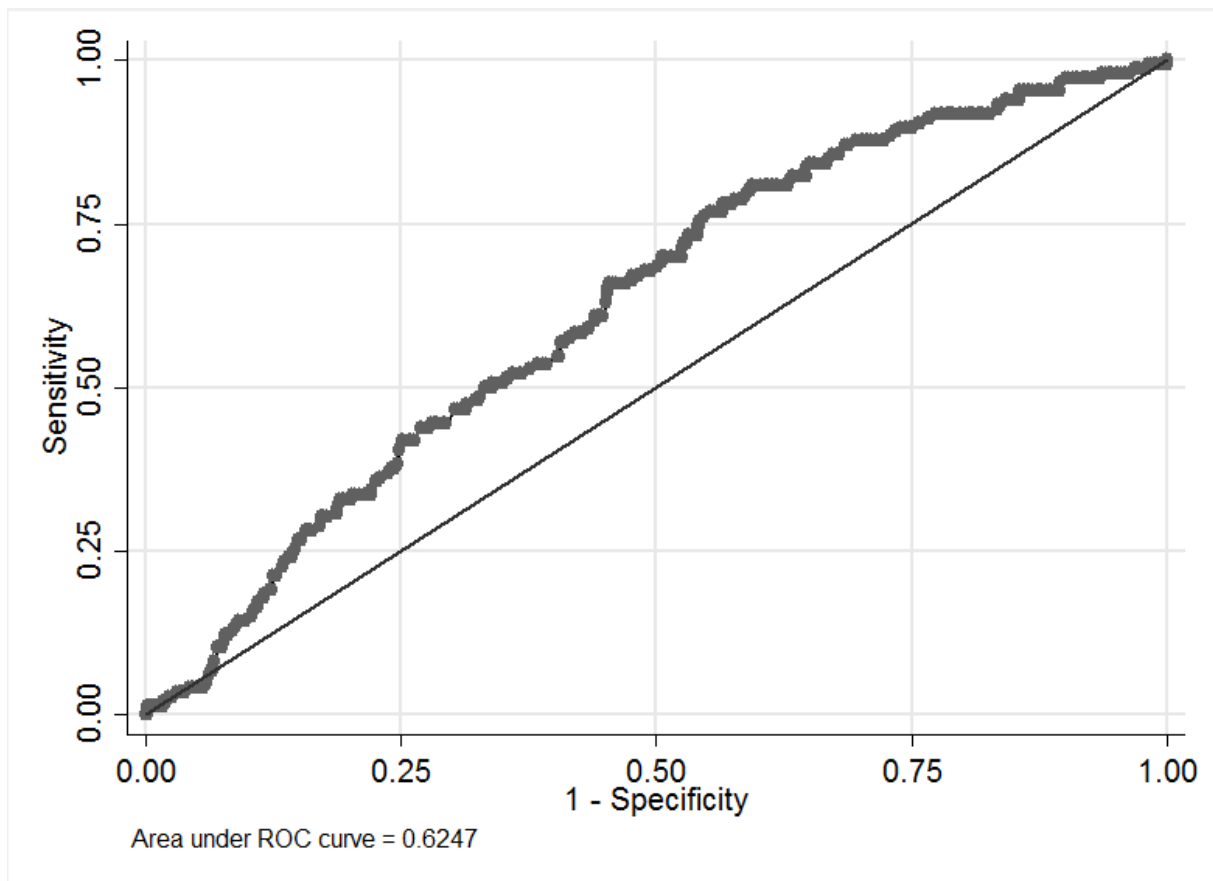
| Cut-off-Punkt | Sensitivität | Spezifität | Anteil richtig Klassifizierter | LR+ | LR- |
|---------------|--------------|------------|--------------------------------|------|------|
| >= 0,1235 | 60,34% | 59,78% | 59,84% | 1,50 | 0,66 |
| >= 0.1143 | 65.09% | 54.53% | 55.73% | 1.43 | 0.64 |
| >= 0.1078 | 69.83% | 49.89% | 52.15% | 1.39 | 0.60 |

| Unabhängige Variablen des logistischen Regressionsmodells | β -Koeffizient | SE | P > | 95%-CI |
|---|----------------------|------|-------|-------------|
| Konstante | -2,61 | 0,46 | 0,000 | -3,52 -1,70 |
| Alter | 0,03 | 0,01 | 0,000 | 0,02 0,05 |
| Summe Vorsorgeuntersuchung 01731 ¹ | -0,19 | 0,07 | 0,003 | -0,32 -0,07 |
| Summe Vorsorgeuntersuchung 01750 ² | -0,72 | 0,30 | 0,016 | -1,30 -0,14 |
| Summe Glucosemessungen im Vorjahr (1. Quartal) | 1,12 | 0,55 | 0,044 | 0,03 2,20 |
| Gesamtanzahl Vorsorgeuntersuchungen (5 Jahre) | -0,21 | 0,10 | 0,029 | -0,39 -0,02 |
| Diabetes mellitus Typ 2 (E11) | 0,42 | 0,20 | 0,034 | 0,03 0,80 |

¹Summe Vorsorgeuntersuchung VORSORGE_SUM_Y5_01731 in den vergangenen 5 Jahren

²Summe Vorsorgeuntersuchung VORSORGE_SUM_Y5_01750 in den vergangenen 5 Jahren

Abb. 6e Receiver-Operating-Characteristic-Kurve für die Prädiktion von Hypertonie Grad 3 bis 4 bei Studienteilnehmern mit arterielle Hypertonie auf Basis eines logistischen Regressionsmodells



| Cut-off-Punkt | Sensitivität | Spezifität | Anteil richtig Klassifizierter | LR+ | LR- |
|---------------|--------------|------------|--------------------------------|------|------|
| >= 0.1261 | 54.79% | 59.49% | 58.98% | 1.35 | 0.76 |
| >= 0.1206 | 60,27% | 56,03% | 56,50% | 1,37 | 0,71 |
| >= 0.1168 | 65.07% | 54.77% | 55.90% | 1.43 | 0.64 |

| Unabhängige Variablen des logistischen Regressionsmodells | β -Koeffizient | SE | P > | 95%-CI | |
|---|----------------------|------|-------|--------|-------|
| Konstante | -3,42 | 0,62 | 0,000 | -4,64 | -2,21 |
| Alter | 0,03 | 0,01 | 0,002 | 0,01 | 0,05 |
| Summe Vorsorgeuntersuchung 01730 ¹ | -0,60 | 0,22 | 0,006 | -1,02 | -0,17 |
| Gesamtanzahl Vorsorgeuntersuchungen (3 Jahre) | -0,37 | 0,15 | 0,013 | -0,66 | -0,08 |
| Summe Glucosemessungen im Vorjahr (1. Quartal) | 1,17 | 0,55 | 0,035 | 0,08 | 2,25 |
| Diabetes mellitus Typ 2 (E11) | 0,45 | 0,22 | 0,037 | 0,03 | 0,88 |

¹Summe Vorsorgeuntersuchung in den vergangenen 5 Jahren

Abb. 6f Receiver-Operating-Characteristic-Kurve für die Prädiktion von Hypertonie Grad 3 bis 4 bei Studienteilnehmern mit arterielle Hypertonie und medikamentöser antihypertensiver Therapie auf Basis eines logistischen Regressionsmodells

3.4 Diabetes mellitus

Patientencharakteristika und klinische Daten

Auf Basis der Daten der zweiten Follow-up-Untersuchung hatten 58 Probanden (58/1941, 3,0%) eine HbA1c-Konzentration von $> 7,5\%$ und die mittlere Serum-Glukosekonzentration betrug 5,5 mmol/l (SD 1,6, 95%-KI 5,8%-5,9%) (Tab. 10). Insgesamt 196 Probanden (196/1941, 10,1%) gaben einen ärztlich diagnostizierten Diabetes mellitus im Zeitraum von 5 Jahren vor Untersuchung an. 196 Probanden (196/1941, 9,6%) gaben die Verordnung eines Antidiabetikums an oder nahmen ein Antidiabetikum entsprechend des Medikamentenreviews ein. Basierend auf dem gemessenen Serumglukosewert, den anamnestischen Angaben zum Vorliegen eines arztdiagnostizierten Diabetes mellitus und der Verordnung eines Antidiabetikums sowie dem Vorliegen einer antidiabetischen Medikation entsprechend des Medikamentenreviews betrug die Lebenszeit-Prävalenz für Diabetes mellitus zum Studienzeitpunkt 15,7% (305/1941). Bei 77 Probanden (77/1941, 4,0%) wurde ein vorher nicht bekannter Diabetes mellitus diagnostiziert.

Das Durchschnittsalter von Probanden mit Diabetes mellitus betrug 65,5 (SD \pm 11,0) Jahre (Tab. A4, Abb. A2). 54,8% (167/305) der Probanden mit Diabetes mellitus waren männlich. Die mittlere Serumglucose-Konzentration zum Studienzeitpunkt SHIP-2 betrug 8,3 (SD \pm 3,4) mmol/l und der durchschnittliche HbA1c betrug 6,8 (SD \pm 1,4) %. Bei 91,8% (280/305) lag zusätzlich eine arterielle Hypertonie vor und 30,5% (93/305) hatten zum Studienzeitpunkt eine Behandlungsindikation für eine Lebensstiländerung oder eine medikamentöse Therapie entsprechend des aktuellen LDL- und SCORE-Wertes. 12,8% (39/305) der Probanden mit Diabetes mellitus hatten zum Studienzeitpunkt einen zurückliegenden Myokardinfarkt oder Schlaganfall. Das kardiovaskuläre Gesamtrisiko konnte aufgrund der Altersgrenzen des SCORE Algorithmus, fehlender Werte zur SCORE-Bestimmung oder aufgrund eines bereits vorliegenden hohen Risikos bei Probanden mit stattgehabtem kardiovaskulärem Ereignis bei 36,7% (112/305) der Probanden mit Diabetes mellitus errechnet werden. Bei 9,5% (29/305) Probanden mit Diabetes mellitus lag ein hohes kardiovaskuläres Gesamtrisiko von $> 5\%$ (Risiko für ein tödliches kardiovaskuläres Ereignis innerhalb der nächsten 10 Jahre) vor. 16,4% (50/305) der Probanden mit Diabetes mellitus waren aktuelle Zigarettenraucher und 90,2% (275/305) waren übergewichtig oder adipös.

Schweregradeinteilung

Auf Basis des gemessenen HbA1c konnte unter Ausschluss neu diagnostizierter Diabetiker zum Studienzeitpunkt SHIP-2 bei 74,8% (228/305) aller Probanden der Trainingskohorte mit Diabetes mellitus eine Schweregradeinteilung nach Behandlungsziel vorgenommen werden (Tab. 11). Dabei waren 81,6% (186/228) der berücksichtigten Probanden mit Diabetes mellitus im Behandlungszielbereich für HbA1c (HbA1c $\leq 7,5\%$). Bei ausschließlicher Berücksichtigung von bekannten Diabetikern mit diätetischer oder medikamentöser Therapie lag ein Anteil von 76,4% (136/178) im HbA1c-Behandlungszielbereich. Bei ausschließlicher Berücksichtigung von bekannten Diabetikern mit medikamentöser Therapie unabhängig von

einer diätetischen Therapie lag ein Anteil von 73,9% (119/161) im HbA1c-Behandlungszielbereich. Eine Schweregradeinteilung nach modifiziertem kardiovaskulären Gesamtrisiko konnte bei 44,3% (135/305) aller Diabetiker und bei 41,2% (94/228) der bekannten Diabetiker (ohne Neudiagnose zum Studienzeitpunkt) vorgenommen werden (Definition s. Abschn. 3.3). Bei 56,3% (76/135) aller Diabetiker und bei 54,3% (51/94) der bekannten Diabetiker lag ein hohes modifiziertes kardiovaskuläres Gesamtrisiko vor. Bei 12,8% (39/305) aller Diabetiker und 14,9% (34/228) der bekannten Diabetiker lag zum Studienzeitpunkt eine kardiovaskuläre Komplikation vor.

Auf Basis der Daten der Testkohorte (SHIP-Trend-Probanden) lag der HbA1c-Wert bei Probanden mit bekanntem Diabetes mellitus bei 81,3% (275/461) im Behandlungszielbereich (s. Tab. A7). Bei ausschließlicher Berücksichtigung von bekannten Diabetikern mit diätetischer oder medikamentöser Therapie lag ein Anteil von 78,5% (303/386) im HbA1c-Behandlungszielbereich. Bei ausschließlicher Berücksichtigung von bekannten Diabetikern mit medikamentöser Therapie ohne diätetischer Therapie lag ein Anteil von 77,2% (278/360) im HbA1c-Behandlungszielbereich. Bei 51,4% (144/280) aller Diabetiker lag ein hohes modifiziertes kardiovaskuläres Gesamtrisiko vor (Definition s. Abschn. 3.3). Bei 13,6% (75/550) aller Diabetiker lag zum Studienzeitpunkt eine kardiovaskuläre Komplikation vor.

Übereinstimmung mit Abrechnungsdaten

Bei 61,0% (186/305) der Probanden mit Diabetes mellitus wurde im Zeitraum von vier Quartalen vor dem Untersuchungsdatum mindestens eine ICD10-GM Akutdiagnose E10.- bis E14.- verschlüsselt und bei 67,9% (207/305) wurden mindestens zwei ICD10-GM Diagnosen E10.- bis E14.- nach dem M2Q-Kriterium verschlüsselt (Abb. 7, Tab. A8). Bei 78,7% (240/305) Probanden lag mindestens eine Dauerdiagnose E10.- bis E14.- im Zeitraum von 5 Jahren vor dem Untersuchungsdatum vor. Bei 80,3% (245/305) aller Probanden mit Diabetes mellitus wurden mindestens zwei ICD10-GM Diagnosen E10.- bis E14.- im Zeitraum von vier Quartalen vor Untersuchungsdatum oder mindestens eine ICD10-GM Dauerdiagnose E10.- bis E14.- im Zeitraum 5 Jahre vor Untersuchungsdatum verschlüsselt (Abb. 7, Tab. A8). Sensitivität, PPW und NPW für die Abrechnungsdiagnose ICD E10.- bis E14.- für die Identifizierung eines Diabetes mellitus auf Basis der klinischen Daten sind in Tab. A5 aufgeführt.

Tabelle 10 Verteilung relevanter diagnostischer Variablen für die Diagnose Diabetes mellitus bei Probanden auf Basis des Follow-up 2 (n=1941)

| | Anzahl Probanden | Mittelwert/ Anteil (%) | SD | 95% - Konfidenzintervall |
|--|---------------------|---------------------------|-----|--------------------------|
| Serum Glukose (mmol/l) ¹ | 1937 | 5,6 | 1,6 | 5,8 - 5,9 |
| HbA1c (%) ¹ | | | | |
| ≤ 7,5% | 1879 | 97,0 | | 96,3 - 97,8 |
| > 7,5% | 58 | 3,0 | | 2,2 - 3,8 |
| Anamnestische Angabe Diabetes ² | 196 | 10,1 | | 8,8 - 11,5 |
| Einnahme eines Antidiabetikums (Anamnese oder Medikamentenreview) | 186 | 9,6 | | 8,3 - 10,9 |
| Anamnestische Angabe Antidiabetikum | 159 | 8,2 | | 7,0 - 9,4 |
| Antidiabetika Medikamentenreview | 174 | 8,96 | | 7,7 - 10,2 |
| Diabetes mellitus entspr. Definition ³ | 274 | 14,12 | | 12,6 - 15,7 |
| Lebenszeitprävalenz Diabetes | 305 | 15,7 | | 14,1 - 17,33 |

Prozentangaben beziehen sich auf Gesamtanzahl der eingeschlossenen Probanden (n=1941). Fehlende Werte werden angegeben. ¹ n=4 missing (4/1941, 0,2%); ² anamnestische Angabe Diabetes in den letzten 5 Jahren n=7 missing (7/1941, 0,4%); ³ Diabetes SHIP-2 entsprechend Definition: n=6 missing (6/1941, 0,3%)

Tabelle 11 Schweregradeinteilung bei Probanden mit Diabetes n=305

| | Anzahl | Anteil % | 95% - KI |
|---|--------|----------|-------------|
| HbA1c Zielbereich (n=228) ¹ | | | |
| ≤ 7,5% | 186 | 81,6 | 76,6 - 86,6 |
| > 7,5% | 42 | 18,4 | 13,4 - 24,1 |
| Behandelte Diabetiker mit HbA1c (Diät, Medik. Oder Insulin) (n=178) | | | |
| ≤ 7,5% | 136 | 76,4 | 70,2 - 82,6 |
| > 7,5% | 42 | 23,6 | 17,4 - 29,8 |
| Behandelte Diabetiker mit HbA1c (Medikamente oder Insulin) (n=161) | | | |
| ≤ 7,5% | 119 | 73,9 | 67,1 - 80,7 |
| > 7,5% | 42 | 26,1 | 19,3 - 32,9 |
| Kardiovaskuläres Gesamtrisiko bei allen Diabetikern (n=135) ^{1,2} | | | |
| Niedriges oder moderates Risiko | 59 | 43,7 | 35,3 - 52,1 |
| Hohes Risiko | 76 | 56,3 | 47,9 - 64,6 |
| Kardiovaskuläres Gesamtrisiko bei bekannten Diabetikern (n=94) ^{1,2} | | | |
| Niedriges oder moderates Risiko | 43 | 45,7 | 35,7 - 55,8 |
| Hohes Risiko | 51 | 54,3 | 44,2 - 64,3 |
| Kardiovaskuläre Komplikation bei allen Diabetikern (n=305) ³ | | | |
| Kardiovaskuläre Komplikation bei bekannten Diabetikern (n=228) ³ | 34 | 14,9 | 10,3 - 19,5 |

¹ Prozentangaben beziehen sich auf Probanden mit vorhandenem Messwert und bekanntem Diabetes;

² Kardiovaskuläres Gesamtrisiko nach modifiziertem SCORE Algorithmus; ³ Diabetiker mit stattgehabtem Myokardinfarkt oder Schlaganfall (Lebenszeitprävalenz)

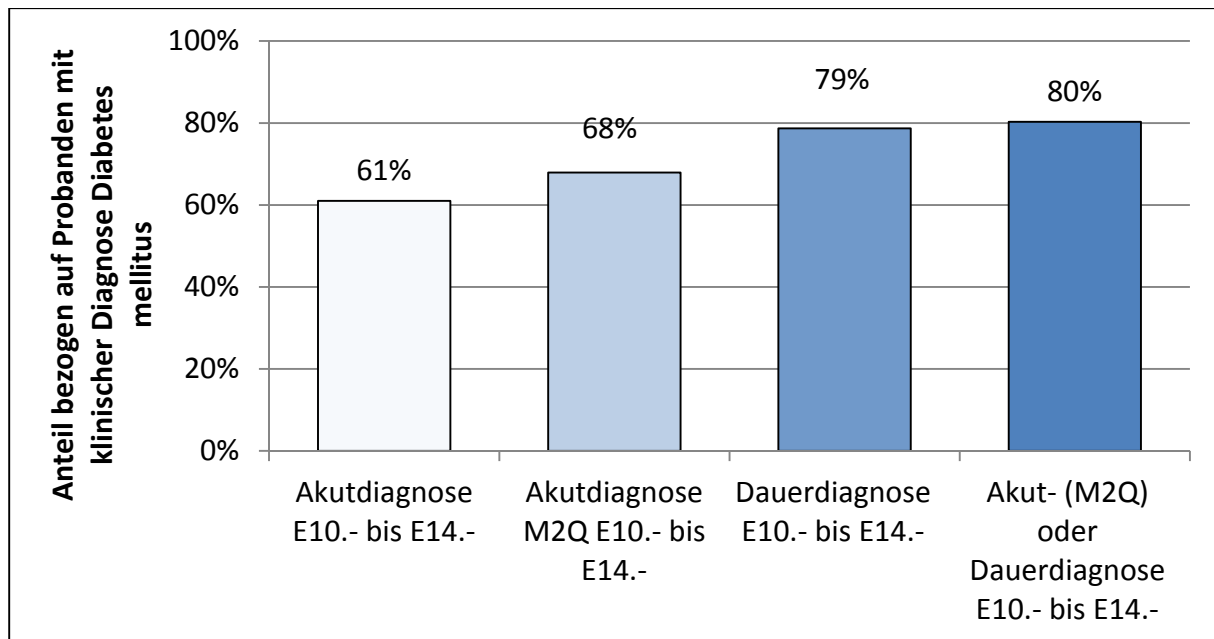


Abb. 7 Anteil Probanden mit klinischer Diagnose Diabetes mellitus, die auf Basis der Abrechnungsdaten mit der Diagnose ICD-10-GM E10.- bis E14.- verschlüsselt waren (n=305)

Prädiktion der Schweregradeinteilung auf Basis von Abrechnungsdaten

Die beste Prädiktionsgüte für Identifizierung von Studienteilnehmern mit Diabetes mellitus hatten der ICD-Kode Diabetes mellitus Typ 2 (E11.-) und Diabetes mellitus (E14.-), die Anzahl abgerechneter HbA1c-Messungen und Glukosemessungen im Vorjahr sowie die Gesamtkosten im Vorjahr (s. Abb. 8a).

Entsprechend der Schweregradeinteilung wurden vier Prädiktionsmodelle ermittelt (s. Abb. 8b-8e, Abb. A7b-A7e). Die beste Prädiktionsgüte für die Diskriminierung von Diabetikern mit HbA1c im Behandlungszielbereich ($\text{HbA1c} \leq 7,5$) aus der Gesamtgruppe aller Diabetiker hatten die Gesamtkosten im Vorjahr, die 5-Jahres-Altersgruppe, die Anzahl abgerechneter HbA1c-Messungen im Vorjahr sowie die Anzahl abgerechneter Grundpauschalen für den Fachbereich Hausarzt und Angiologie im Vorjahr (s. Abb. 8b und Abb. A7b). Das ermittelte Modell hatte eine Sensitivität von 0%, Spezifität von 99% und einen positiv prädiktiven Wert von 0%. Für die Diskriminierung von Diabetikern mit HbA1c im Behandlungszielbereich aus der Gesamtgruppe der Diabetiker mit medikamentöser Therapie wurden sehr ähnliche Variablen mit guter Prädiktionsgüte ermittelt (s. Abb. 8c und Abb. A7c).

Die beste Prädiktionsgüte für die Diskriminierung von Diabetikern ohne versus stattgehabtem kardiovaskulärem Ereignis aus der Gesamtgruppe aller Diabetiker hatten die Gesamtkosten im Vorjahr, die Anzahl abgerechneter Cholesteroll- und HbA1c-Messungen im Vorjahr, die 5-Jahres-Altersgruppe sowie die Anzahl kodierter ICD-Diagnosen I25.29 („Alter Myokardinfarkt“) (s. Abb. 8d und Abb. A7d).

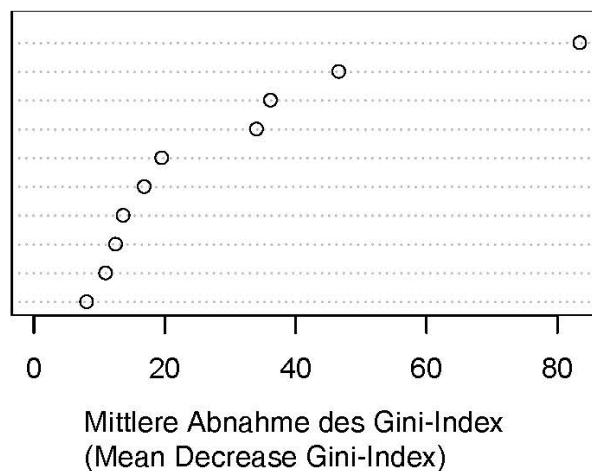
Diabetiker mit niedrigem versus hohem kardiovaskulärem Risiko (modifiziert nach SCORE-Germany, s. Abschn. 3.3) wurden am besten durch die Variablen 5-Jahres-Altersgruppe, männliches Geschlecht, Gesamtkosten im Vorjahr sowie Anzahl abgerechneter

Grundpauschalen für den Fachbereich Angiologie und Hausarzt im Vorjahr diskriminiert (R2 56,3%, s. Abb. 8e und Abb. A7e).

Logistische Regressionsmodelle

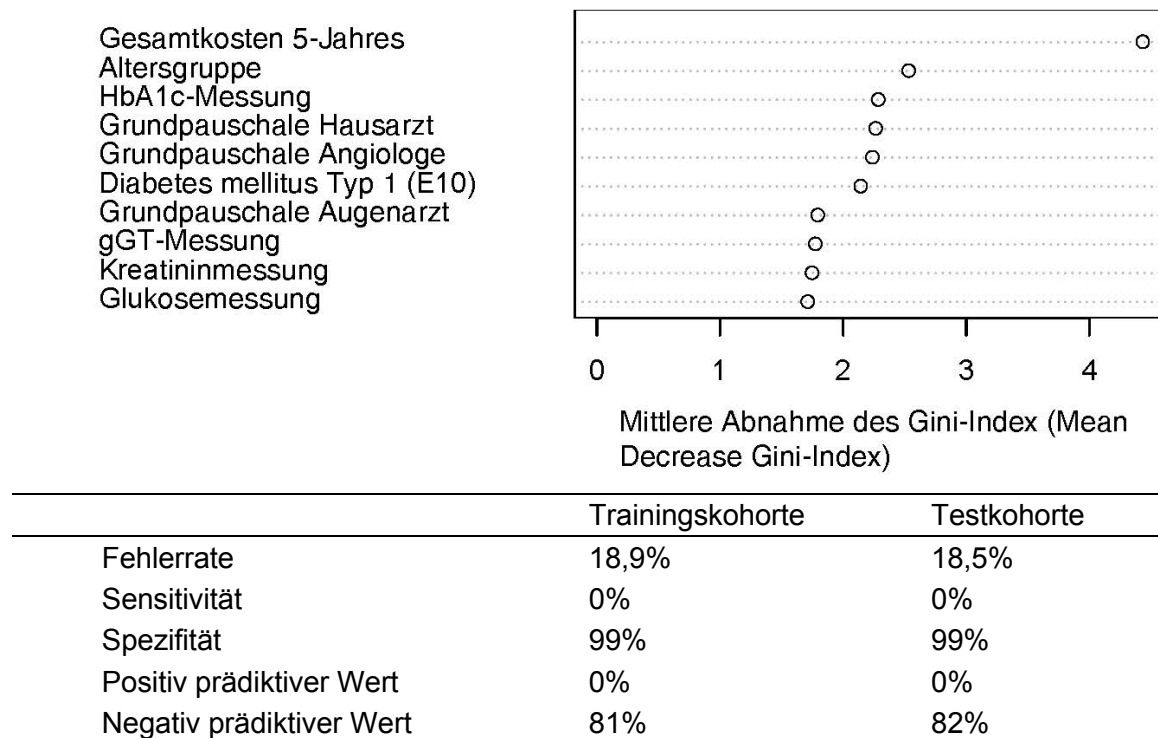
Auf Basis klassischer logistischer Regressionsverfahren wurden Modelle für die Prädiktion eines Diabetes mellitus in der Gesamtstudientpopulation sowie für die Prädiktion eines Diabetes mellitus im Behandlungszielbereich ($HbA1c \leq 7,5$) in der Gesamtgruppe aller Diabetiker ermittelt (s. Abb. 8f und 8e). Eine gute Prädiktion hatte das Modell für Diabetes mellitus in der Gesamtstudienpopulation (Sensitivität 86%, Spezifität 77% abhängig vom gewählten Grenzwert)(s. Abb. 8e). Am stärksten waren eine ambulante Kodierung ICD E11.- im Vorjahr, die Summe ambulant durchgeführter Glucosemessungen in einzelnen Quartalen des Vorjahres und das Alter mit einem Diabetes mellitus assoziiert.

Diabetes mellitus Typ 2 (E11)
 Diabetes mellitus, n.n.b. (E14)
 HbA1c-Messung
 Glukosemessung
 Gesamtkosten
 Diabetes mellitus Typ 1(E10)
 5-Jahres Altersgruppe
 Grundpauschale Angiologe
 Kreatininmessung
 Cholesterollmessung



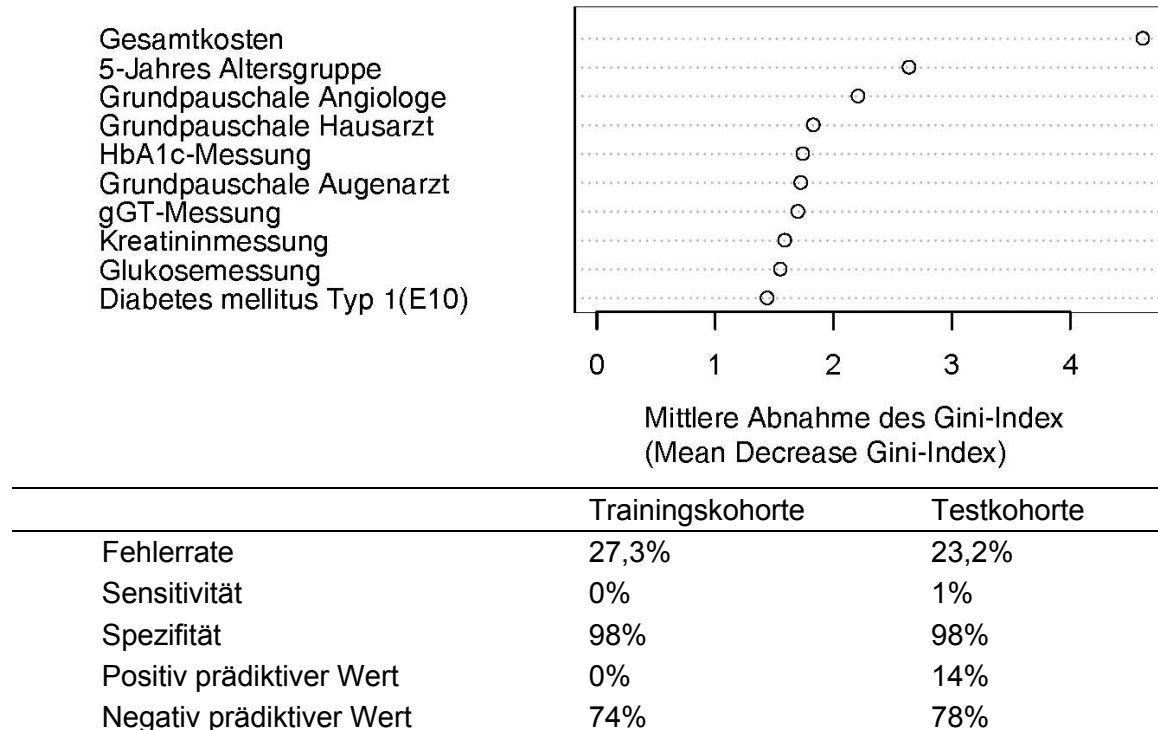
| | Trainingskohorte | Testkohorte |
|--------------------------|------------------|-------------|
| Fehlerrate | 7,1% | 5,3% |
| Sensitivität | 64% | 70% |
| Spezifität | 98% | 98% |
| Positiv prädiktiver Wert | 88% | 86% |
| Negativ prädiktiver Wert | 94% | 96% |

Abb. 8 a Prädiktionsgüte von Variablen für die Differenzierung von Studienteilnehmern mit Diabetes mellitus (Lebenszeitprävalenz) aus der Grundgesamtheit aller Studienteilnehmer und Testeigenschaften des Prädiktionsmodells



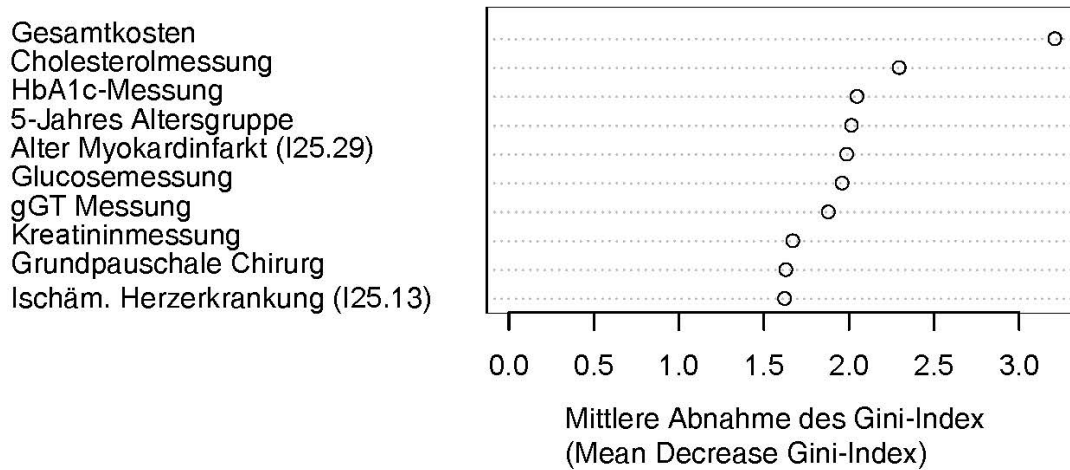
| | Trainingskohorte | Testkohorte |
|--------------------------|------------------|-------------|
| Fehlerrate | 18,9% | 18,5% |
| Sensitivität | 0% | 0% |
| Spezifität | 99% | 99% |
| Positiv prädiktiver Wert | 0% | 0% |
| Negativ prädiktiver Wert | 81% | 82% |

Abb. 8 b Prädiktionsgüte von Variablen für die Differenzierung von Studienteilnehmern mit Diabetes mellitus (Lebenszeitprävalenz) mit HbA1c-Wert oberhalb des Behandlungszielbereichs (Berechnungsgrundlage: Grundgesamtheit von Studienteilnehmern mit bekanntem Diabetes mellitus) und Testeigenschaften des Prädiktionsmodells



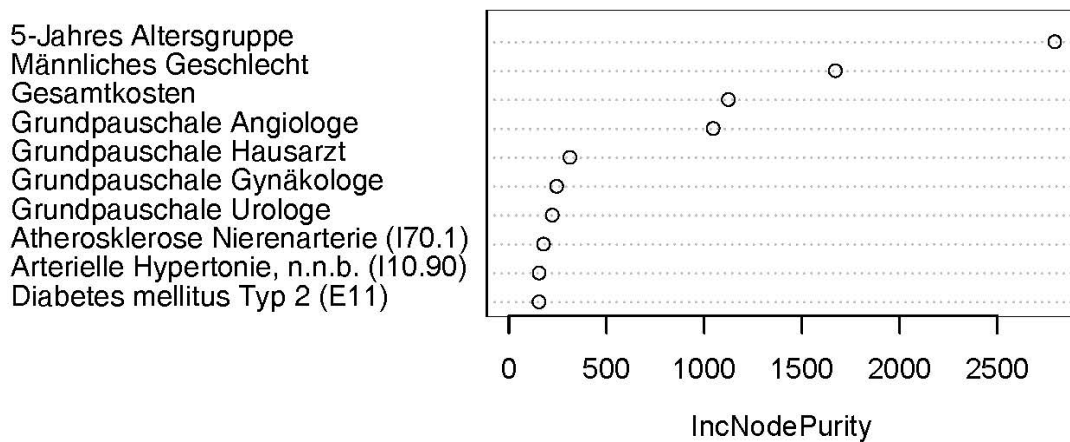
| | Trainingskohorte | Testkohorte |
|--------------------------|------------------|-------------|
| Fehlerrate | 27,3% | 23,2% |
| Sensitivität | 0% | 1% |
| Spezifität | 98% | 98% |
| Positiv prädiktiver Wert | 0% | 14% |
| Negativ prädiktiver Wert | 74% | 78% |

Abb. 8 c Prädiktionsgüte von Variablen für die Differenzierung von Studienteilnehmern mit Diabetes mellitus (Lebenszeitprävalenz) mit HbA1c-Wert oberhalb des Behandlungszielbereichs und medikamentöser Therapie (Berechnungsgrundlage: Grundgesamtheit von Studienteilnehmern mit bekanntem Diabetes mellitus) und Testeigenschaften des Prädiktionsmodells



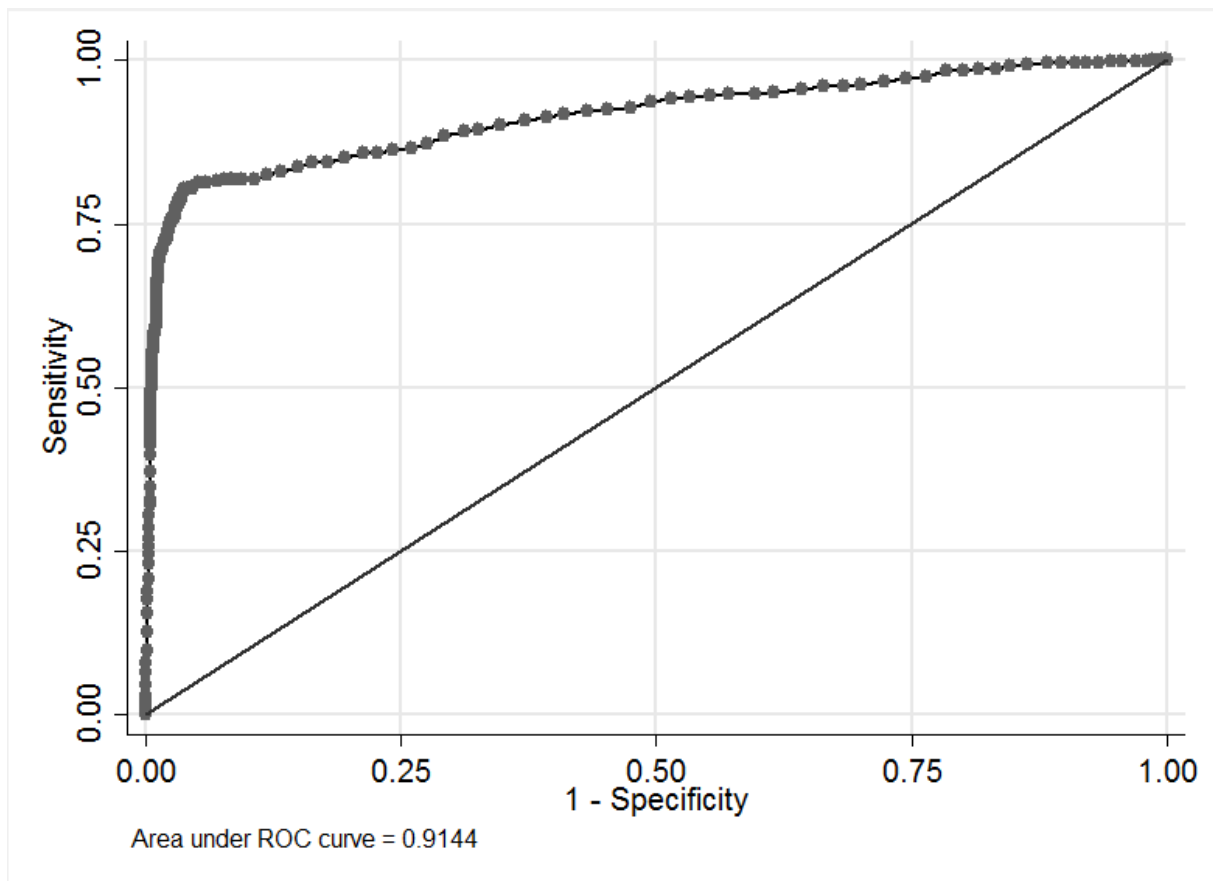
| | Trainingskohorte | Testkohorte |
|--------------------------|------------------|-------------|
| Fehlerrate | 12,5% | 13,7% |
| Sensitivität | 5% | 9% |
| Spezifität | 100% | 99% |
| Positiv prädiktiver Wert | 67% | 67% |
| Negativ prädiktiver Wert | 88% | 87% |

Abb. 8 d Prädiktionsgüte von Variablen für die Differenzierung von Studienteilnehmern mit Diabetes mellitus (Lebenszeitprävalenz) mit stattgehabtem Myokardinfarkt oder Schlaganfall (Berechnungsgrundlage: Grundgesamtheit von Studienteilnehmern mit bekanntem oder neu entdeckten Diabetes mellitus) und Testeigenschaften des Prädiktionsmodells



| | Trainingskohorte | Testkohorte |
|----|------------------|-------------|
| R2 | 53,1% | 56,3% |

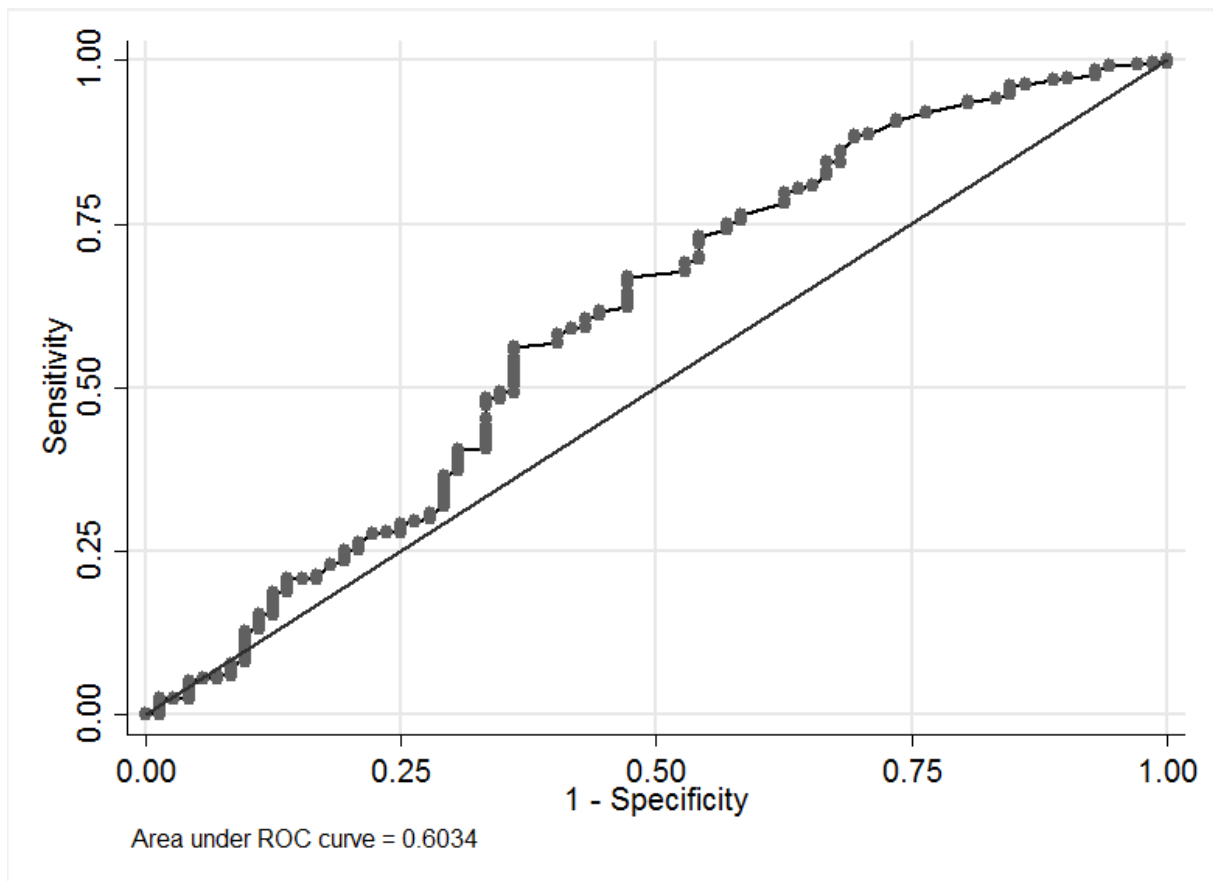
Abb. 8 e Prädiktionsgüte von Variablen für die Differenzierung des kardiovaskulären Mortalitätsrisikos (SCORE-Germany) von Studienteilnehmern mit Diabetes mellitus und Testeigenschaften des Prädiktionsmodells.



| Cut-off-Punkt | Sensitivität | Spezifität | Anteil richtig Klassifizierter | LR+ | LR- |
|---------------|--------------|------------|--------------------------------|-------|------|
| >= 0,0542 | 90,72% | 62,91% | 66,47% | 2,45 | 0,15 |
| >= 0.0639 | 85.86% | 77.37% | 78.46% | 3.79 | 0.18 |
| >= 0.3148 | 75.53% | 97.59% | 94.76% | 31.27 | 0.25 |
| >= 0.4898 | 70.46% | 98.64% | 95.03% | 51.72 | 0.29 |

| Unabhängige Variablen des logistischen Regressionsmodells | β -Koeffizient | SE | P > | 95%-CI | |
|---|----------------------|------|-------|--------|-------|
| Konstante | -4,12 | 0,44 | 0,000 | -4,99 | -3,25 |
| Diabetes mellitus Typ 2 (E11) | 2,06 | 0,27 | 0,000 | 1,52 | 2,60 |
| Summe Glucosemessungen im Vorjahr (1. Quartal) | 1,61 | 0,34 | 0,000 | 0,94 | 2,28 |
| Summe Glucosemessungen im Vorjahr (4. Quartal) | 1,29 | 0,36 | 0,000 | 0,58 | 2,00 |
| Alter | 0,02 | 0,01 | 0,002 | 0,01 | 0,04 |
| Summe Glucosemessungen im Vorjahr (3. Quartal) | 0,76 | 0,36 | 0,033 | 0,06 | 1,46 |

Abb. 8f Receiver-Operating-Characteristic-Kurve für die Prädiktion von Diabetes mellitus auf Basis eines logistischen Regressionsmodells



| Cut-off-Punkt | Sensitivität | Spezifität | Anteil richtig Klassifizierter | LR+ | LR- |
|---------------|--------------|------------|--------------------------------|------|------|
| >= 0,7679 | 60,49% | 56,94% | 59,85% | 1,40 | 0,69 |
| >= 0,7475 | 65,96% | 52,78% | 63,59% | 1,40 | 0,65 |
| >= 0,7244 | 69,91% | 45,83% | 65,59% | 1,29 | 0,65 |
| >= 0,7057 | 74,77% | 43,06% | 69,08% | 1,31 | 0,59 |

| Unabhängige Variablen des logistischen Regressionsmodells | β -Koeffizient | SE | P > | 95%-CI | |
|---|----------------------|------|-------|--------|-------|
| Konstante | 0,36 | 1,23 | 0,765 | -2,04 | 2,77 |
| Diabetes mellitus Typ 2 (E11) | -2,73 | 0,78 | 0,000 | -4,26 | -1,20 |
| Gesamtanzahl Vorsorgeuntersuchungen (5 Jahre) | 0,66 | 0,22 | 0,003 | 0,23 | 1,10 |
| Alter | 0,02 | 0,01 | 0,002 | 0,01 | 0,04 |

Abb. 8g Receiver-Operating-Characteristic-Kurve für die Prädiktion von Studienteilnehmern mit Diabetes mellitus im Behandlungszielbereich (HbA1c < 7,5%) auf Basis eines logistischen Regressionsmodells

3.5 Kardiovaskuläres Gesamtrisiko

Patientencharakteristika und klinische Daten

Für 1082 Probanden der Trainingskohorte konnte das kardiovaskuläre 10-Jahres-Mortalitätsrisiko berechnet werden (Tab. 12). In dieser Probanden betrug das Durchschnittsalter 53,1 (SD \pm 7,5) Jahre (Tab. A9, Abb. A5). 43,7% (473/1082) der Probanden mit waren männlich. Bei 67,8% (734/1082) lag eine arterielle Hypertonie und bei 10,4% (112/1082) ein Diabetes mellitus vor. Die mittlere Cholesterolkonzentration betrug 5,7 mmol/l (SD 1,1, 95%-KI 5,6%-5,7%) und die mittlere LDL-Konzentration 3,5 mmol/l (SD 0,9, 95%-KI 3,4%-3,6%). Der Anteil an Rauchern betrug 27,5% (298/1082).

Schweregradeinteilung

Bezogen auf die Anzahl der Probanden der Trainingskohorte, für die das kardiovaskuläre 10-Jahres Mortalitätsrisiko errechnet wurde, hatten 14,9% (161/1082) ein hohes kardiovaskuläres Risiko (SCORE-Germany \geq 5%) (s. Tab. 13). Der Anteil der Probanden mit hohem kadiovaskulärem Risiko in der Testkohorte (SHIP-Trend-Probanden) lag bei 11,6% (25/2226) (s. Tab. A10).

Übereinstimmung mit Abrechnungsdaten

Das kardiovaskuläre Gesamtrisiko kann nicht in den Abrechnungsdaten kodiert werden. Zu diesem Punkt wurden daher keine Analysen durchgeführt.

Tabelle 12 Verteilung relevanter diagnostischer Variablen für Ermittlung des kardiovaskulären Gesamtrisikos auf Basis des Follow-up 2 (n=1082)

| | Anzahl Probanden | Mittelwert/ Anteil (%) | SD | 95% - Konfidenzintervall |
|--|---------------------|---------------------------|-----|--------------------------|
| Alter | 1082 | 53,1 | 7,5 | 52,7 - 53,6 |
| Geschlecht männlich | 473 | 43,7 | | 0,40 - 0,47 |
| Arterielle Hypertonie | 734 | 67,8 | | 65,1 - 70,6 |
| Diabetes mellitus | 112 | 10,4 | | 8,5 - 12,2 |
| Serum Cholesterol (mmol/l) ¹ | 1082 | 5,7 | 1,1 | 5,6 - 5,7 |
| Serum LDL (mmol/l) ¹ | 1081 | 3,5 | 0,9 | 3,4 - 3,6 |
| Einnahme eines Statins (Medikamentenreview) (%) | 100 | 9,2 | | 7,5 - 11,0 |
| Hypercholesterinämie entspr. Definition (%) | 792 | 73,2 | | 70,6 - 75,8 |
| Hyperlipidämie entspr. Definition (%) ¹ | 759 | 70,2 | | 67,4 - 72,9 |
| Hypercholesterinämie oder Hyperlipidämie entspr. Definition (%) ¹ | 836 | 77,3 | | 74,8 - 79,8 |
| Raucher | 298 | 27,5 | | 24,9 - 30,2 |

Prozentangaben beziehen sich auf Gesamtanzahl der eingeschlossenen Probanden (n=1941). Fehlende Werte werden angegeben. ¹n=1 missing (1/1082, 0,0%).

Prädiktion der Schweregradeinteilung auf Basis von Abrechnungsdaten

Entsprechend der Schweregradeinteilung in zwei und vier Risikokategorien für das kardiovaskuläre Mortalitätsrisiko wurden zwei Prädiktionsmodelle ermittelt. Die 5-Jahres-Altersgruppe, männliches Geschlecht, die Anzahl abgerechneter Grundpauschalen für den Fachbereich Angiologie im Vorjahr sowie die Gesamtkosten im Vorjahr hatten die beste Prädiktionsgüte für die Diskriminierung zwischen niedrigem und hohem kardiovaskulären Mortalitätsrisikos aus der Gesamtgruppe der Studienteilnehmer mit ermittelten SCORE-Germany-Werten bei dichotomer und mehrstufiger Schweregradeinteilung (Risiko \geq 5%) (s. Abb. 9a und 9b, Abb. A8a und A8b). Das ermittelte Modell für die dichotome Schweregradeinteilung hatte eine Sensitivität von 57%, Spezifität von 98% und einen positiv prädiktiven Wert von 76%. Das Modell für die mehrstufige Schweregradeinteilung hatte eine Sensitivität von 91%, Spezifität von 80% und einen positiv prädiktiven Wert von 87%.

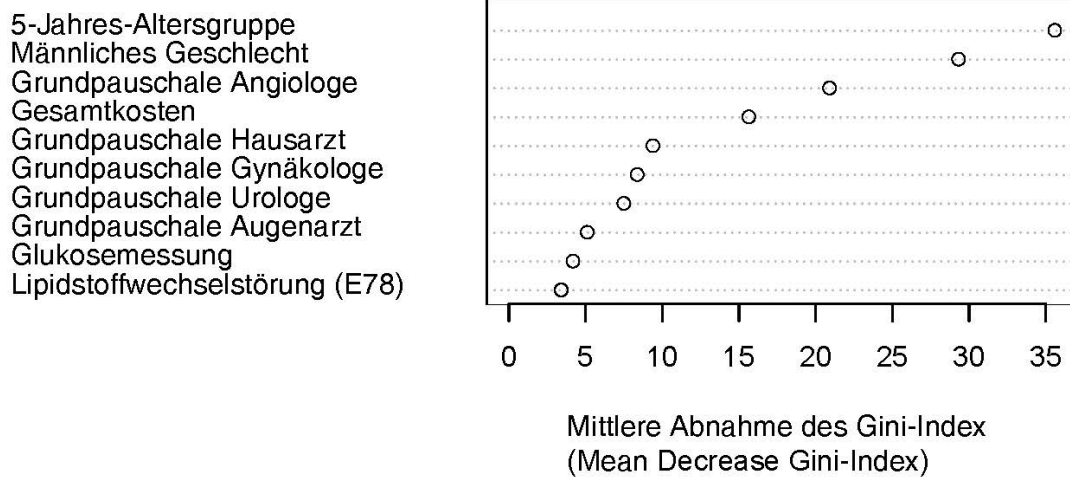
Tabelle 13 Schweregradeinteilung des kardiovaskulären Gesamtrisikos n=1082¹

| | Anzahl | Anteil % | 95% - KI |
|---|--------|----------|-------------|
| Kardiovaskuläres 10-Jahres Mortalitätsrisiko (vier Risikokategorien) ² | | | |
| ≤ 1% | 604 | 55,8 | 52,9 - 58,8 |
| 2% - 4% | 317 | 29,3 | 26,6 - 32,0 |
| 5% - 9% | 123 | 11,4 | 9,5 - 13,3 |
| ≥ 10% | 38 | 3,5 | 2,4 - 4,6 |
| Kardiovaskuläres 10-Jahres Mortalitätsrisiko (dichotom) ² | | | |
| < 5% | 921 | 85,1 | 83,0 - 87,2 |
| ≥ 5% | 161 | 14,9 | 12,8 - 17,0 |

¹ Prozentangaben beziehen sich auf Probanden mit vorhandenem Messwert; ²Kardiovaskuläres 10-Jahres Mortalitätsrisiko nach dem SCORE-Germany

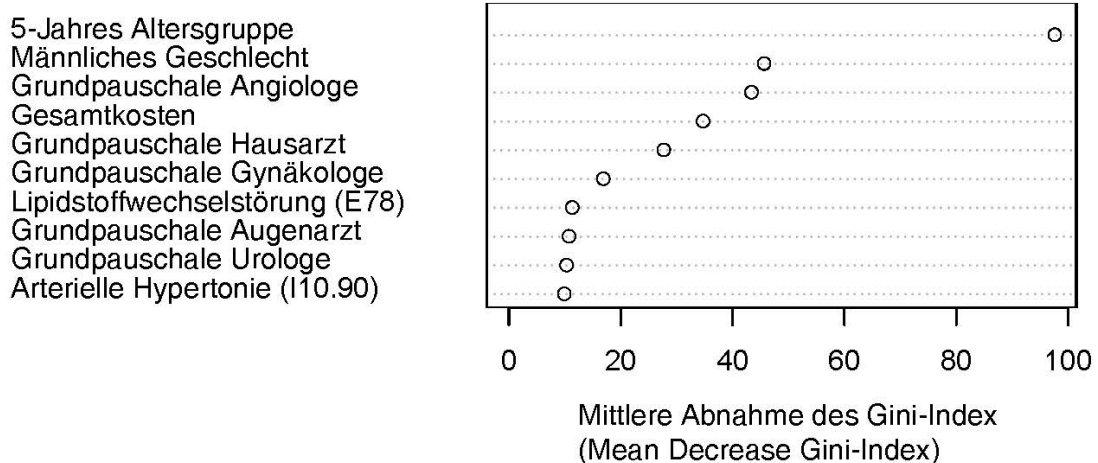
Logistische Regressionsmodelle

Auf Basis klassischer logistischer Regressiosverfahren wurde ein Modell für die Prädiktion eines hohen kardiovaskulären Mortalitätsrisikos in der Gesamtgruppe der Studienteilnehmer mit ermittelten SCORE-Germany-Werten (dichotome Schweregradeinteilung Risiko ≥ 5%) ermittelt (s. Abb. 9d). Das Modell hatte eine hohe Prädiktionsgüte mit einer Sensitivität 95%, Spezifität 85% abhängig vom gewählten Grenzwert)(s. Abb. 8e).



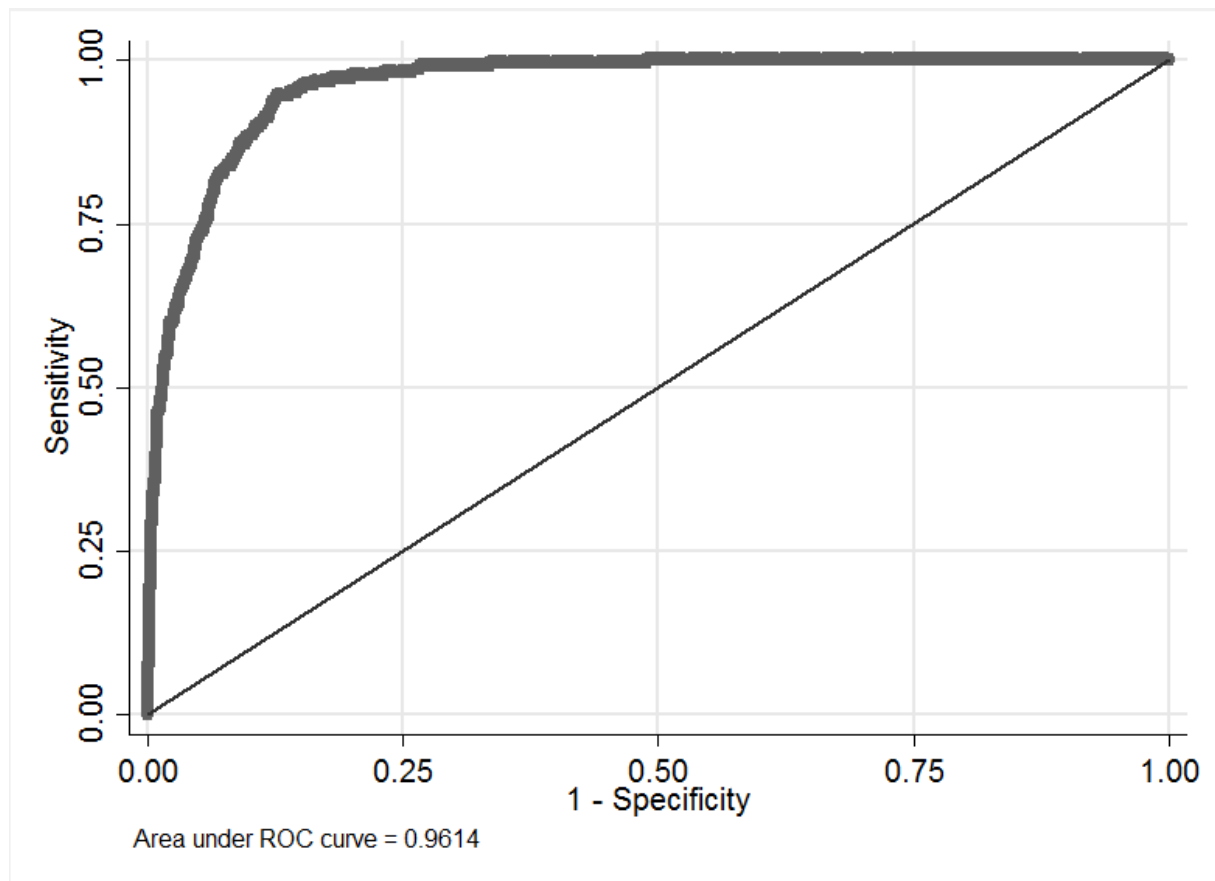
| | Trainingskohorte | Testkohorte |
|--------------------------|------------------|-------------|
| Fehlerrate | 9,0% | 7,2% |
| Sensitivität | 57% | 57% |
| Spezifität | 97% | 98% |
| Positiv prädiktiver Wert | 77% | 76% |
| Negativ prädiktiver Wert | 93% | 94% |

Abb. 9 a Prädiktionsgüte von Variablen für die Differenzierung von Studienteilnehmern mit hohem versus niedrigem kardiovaskulären Mortalitätsrisiko (SCORE-Germany $\geq 5\%$, dichotome Schweregradeinteilung) und Testeigenschaften des Prädiktionsmodells



| | Trainingskohorte | Testkohorte |
|--------------------------|------------------|-------------|
| Fehlerrate | 23,8% | 22,6% |
| Sensitivität | 93% | 91% |
| Spezifität | 82% | 80% |
| Positiv prädiktiver Wert | 87% | 87% |
| Negativ prädiktiver Wert | 90% | 87% |

Abb. 9 b Prädiktionsgüte von Variablen, die mit einem hohen kardiovaskulären Mortalitätsrisiko assoziiert sind ($\geq 5\%$, mehrstufige Schweregradeinteilung) und Testeigenschaften des Prädiktionsmodells



| Cut-off-Punkt | Sensitivität | Spezifität | Anteil richtig Klassifizierter | LR+ | LR- |
|---------------|--------------|------------|--------------------------------|-------|------|
| >= 0,3410 | 80,37% | 93,52% | 91,98% | 12,41 | 0,21 |
| >= 0,2397 | 85,39% | 91,28% | 90,59% | 9,80 | 0,16 |
| >= 0,1851 | 90,41% | 89,10% | 89,26% | 8,29 | 0,11 |
| >= 0,1270 | 95,43% | 85,29% | 86,48% | 6,49 | 0,05 |
| >= 0,5651 | 98,17% | 75,00% | 77,71% | 3,93 | 0,02 |

| Unabhängige Variablen des logistischen Regressionsmodells | β -Koeffizient | SE | P > | 95%-CI |
|---|-----------------------|----------------------|-------|---|
| Konstante | -18,69 | 1,86 | 0,000 | -22,34 -15,04 |
| Alter | 0,39 | 0,03 | 0,000 | 0,32 0,46 |
| Geschlecht | -3,74 | 0,33 | 0,000 | -4,38 -3,11 |
| Gesamtkosten (Cent) | $-3,62 \cdot 10^{-6}$ | $1,30 \cdot 10^{-6}$ | 0,005 | $-6,17 \cdot 10^{-6}$ $-1,08 \cdot 10^{-6}$ |

Abb. 9c Receiver-Operating-Characteristic-Kurve für die Prädiktion von Studienteilnehmern mit hohem versus niedrigem kardiovaskulären Mortalitätsrisiko (SCORE-Germany $\geq 5\%$, dichotome Schweregradeinteilung) auf Basis eines logistischen Regressionsmodells

4. Zusammenfassung der Ergebnisse

Prädiktoren für die Risikostratifizierung von Erkrankungsschweregraden

Sowohl auf Basis der durchgeführten Random Forest-Analysen als auch der klassischen logistischen Regressionsanalysen wurden lediglich für die Prädiktion eines hohen kardiovaskulären Mortalitätsrisikos sowie einer arteriellen Hypertonie und eines Diabetes mellitus, nicht jedoch für deren Schweregrade, Modelle mit mäßiger bis hoher Prädiktionsgüte ermittelt. Dabei bestanden Unterschiede in den Variablen, die mit beiden Verfahren in die jeweiligen Prädiktionsmodelle eingeschlossen wurden.

Für die untersuchten Erkrankungen / Risikofaktoren gab es auf Basis der durchgeführten Random Forest –Analyse ein Set aus gemeinsamen Variablen, die eine hohe Prädiktionsgüte zeigten. Für die Erkennung von Individuen mit normalen versus erhöhten Blutdruckwerten bei gleichzeitigem Vorliegen einer Hypertonie mit oder ohne medikamentöser Therapie hatten die Gesamtkosten im Vorjahr, die 5-Jahres-Altersgruppe, die Grundpauschale für die Fachbereiche Angiologie, Augenheilkunde und Urologie sowie die Anzahl an Glukosemessungen im Vorjahr die beste Prädiktionsgüte. Die Gesamtkosten im Vorjahr, die 5-Jahres-Altersgruppe, die Anzahl abgerechneter HbA1c-Messungen im Vorjahr sowie die Grundpauschale für die Fachbereiche Angiologie und Hausarzt waren am besten geeignet, um Individuen mit Diabetes mellitus mit oder ohne Therapie bezüglich des erreichten HbA1c-Zielbereichs zu differenzieren. Für die Differenzierung von Individuen mit Diabetes mellitus bezüglich kardiovaskulärer Komplikationen hatten die Anzahl abgerechneter Cholesterolemessungen und die Diagnose ICD-Kode I25.29 „Myokardinfarkt“ neben den Gesamtkosten im Vorjahr, der 5-Jahres-Altersgruppe und der Anzahl abgerechneter HbA1c-Messungen im Vorjahr eine hohe Prädiktionsgüte. Das Vorliegen eines niedrigen versus eines hohen kardiovaskulären Risikos bei Patienten ohne oder mit Diabetes mellitus wurde am besten durch die 5-Jahres-Altersgruppe, männlichem Geschlecht, den Gesamtkosten im Vorjahr sowie der Grundpauschale für die Fachbereiche Angiologie und Hausarzt differenziert. Zu den unabhängigen Variablen aus den Abrechnungsdaten, die auf Basis der Analysen in die Prädiktionsmodelle eingeschlossen wurden, kann aufgrund des Studiendesigns keine Aussage zur Kausalität getroffen werden.

Validierung ICD-kodierterter Diagnosen

Die Analysen der Abrechnungsdaten zu den ICD-10-GM Diagnosen kardiovaskulärer Risikofaktoren (arterielle Hypertonie (I10), Diabetes mellitus (E10-E14), Dyslipidämie (E78), Adipositas (E65-E68) und Rauchen (F17)) zeigen eine starke Variation der Prädiktionseigenschaften für das Vorliegen der untersuchten Risikofaktoren auf Basis der Primärdaten. Für die Abrechnungsdiagnosen arterielle Hypertonie und Diabetes mellitus liegen Sensitivität, Spezifität und positiv prädiktiver Wert (PPW) im mittleren bis hohen Bereich (arterielle Hypertonie: Sensitivität 51%, Spezifität 97%, PPW 98%, Diabetes mellitus: Sensitivität 68%, Spezifität 97%, PPW 83%) (Tab. A5). Für die Abrechnungsdiagnosen Dyslipidämie, Übergewicht und Adipositas sowie Rauchen liegen deutlich niedrigere Sensitivitätswerte vor (Dyslipidämie: Sensitivität 22%, Spezifität 72%, PPW 65%, Übergewicht

oder Adipositas: Sensitivität 9,3%, Spezifität 99,8%, PPW 99,3%, Rauchen Sensitivität 6,3%, Spezifität 99,8%, PPW 89,7%) (Tab. A5). Auf Basis unserer Analysen werden die untersuchten Diagnosen in den Abrechnungsdaten insgesamt unzureichend abgebildet. Abrechnungsrelevante Diagnosen werden dabei besser kodiert.

5. Stärken und Schwächen des Projektes

Nach unserer Kenntnis ist dies die erste Analyse zur Eignung von Abrechnungsdaten zur Differenzierung von Erkrankungsschweregraden und Risikoschweregraden beim kardiovaskulären Risiko. Zur Validierung von Abrechnungsdiaagnose auf Basis von Primärdaten gibt es bisher nur einzelne Studien. Die angewandte Random Forest-Methode ist durch die Möglichkeit des Einschlusses vieler unabhängiger Variablen unter Berücksichtigung von Kollinearität und Interaktionen sowie der hohen Prädiktionsgüte der ermittelten Modelle besonders für die durchgeführte Analyse geeignet. Grundlage für die aktuelle Analyse ist eine bisher nach unserer Kenntnis für Deutschland erstmals verfügbare Datenbasis, welche individuell gekoppelte Primär- und Abrechnungsdaten beinhaltet.

Eine Limitierung der verwendeten Daten ist ein Selektionsbias durch Loss-to-follow-up bei der SHIP. Die externe Validität der Ergebnisse wird durch regionale Besonderheiten der Abrechnung und Diagnosekodierung limitiert. Aus Änderungen diagnostischer Definitionen im Zeitverlauf resultieren Veränderungen in der Kodierung von Diagnosen, welche nur schwer zu quantifizieren sind.

6. Interpretation der Ergebnisse und Diskussion

Stratifizierung von Erkrankungsschweregraden

Eine Stratifizierung der Erkrankungsschweregrade bei arterieller Hypertonie und Diabetes mellitus war mit den angewendeten Verfahren nicht zuverlässig möglich. Bei der Random Forest – Methode kann die geringe Anzahl an Studienteilnehmern mit Hypertonie Grad 3 oder 4, die in der hohen Schweregradkategorie zusammengefasst wurden, ein Grund für die niedrige Sensitivität der ermittelten Modelle sein. In den Primärdaten der SHIP-Trend Studie, die als Validierungsgrundlage genutzt wurden, hatten Studienteilnehmer mit arterieller Hypertonie in 11,7% (282/2412) eine Hypertonie Grad 3 oder 4, bei Studienteilnehmern mit arterieller Hypertonie und medikamentöser Therapie lag der Anteil bei 11,3% (172/1527).

Zu den unabhängigen Variablen aus den Abrechnungsdaten, die auf Basis der Analysen in die Prädiktionsmodelle eingeschlossen wurden, kann aufgrund des Studiendesigns keine Aussage zur Kausalität und / oder deren Richtung getroffen werden. Es ist bekannt, dass im Alter höhere Blutdruckwerte vorliegen und wahrscheinlich, dass Patienten mit unzureichend eingestellten Blutdruckwerten aufgrund von Komorbiditäten höhere Kosten im Gesundheitssystem verursachen, u.a. durch Arztbesuche [12]. Die hohe Prädiktionsgüte (auf Basis der Random Forest - Analysen) für die Anzahl der Besuche bei manchen Facharztgruppen wie Urologe, Gynäkologe, Dermatologe oder HNO-Arzt ist unerwartet und

wahrscheinlich nicht in klinischem Zusammenhang zum Erkrankungsbild der Hypertonie zu verstehen.

Die in den Random Forest - Modellen eingeschlossenen unabhängigen Variablen mit der größten Prädiktionsgüte sind ähnlich der Variablen in den Modellen für die arterielle Hypertonie. Zusätzlich dazu ist die Anzahl der durchgeführten HbA1c-Messungen enthalten, die in der klinischen Praxis zur Therapiekontrolle eingesetzt wird. In dem Modell zur Differenzierung von stattgehabten kardiovaskulären Ereignissen bei Personen mit Diabetes hat die Variable „Anzahl Diagnosen akuter Myokardinfarkt im Vorjahr“ eine hohe Prädiktionsgüte, weitere Diagnosevariablen zum Erkrankungskomplex Atherosklerose und Schlaganfall haben eine etwas geringere Prädiktionsgüte.

Das für die Stratifizierung von Diabetikern mit hohem kardiovaskulären Risiko ermittelte Modell zeigte ebenfalls nur eine mäßige Differenzierung (R^2 56%).

Das Modell für die Differenzierung der dichotomen Schweregradeinteilung des kardiovaskulären Risikos hatte eine mäßige Sensitivität von 57% bei einer Spezifität von 98%. Bei den Modellen zur Prädiktion des kardiovaskulären Risikos findet sich neben den bereits für die anderen Modelle beschriebenen Variablen mit der besten Prädiktionsgüte die Zuordnung zum männlichen Geschlecht. Diese Variable ist als etablierter kardiovaskulärer Risikofaktor in gängigen kardiovaskulären Prädiktionscores enthalten ist [3,4,26]

Validierung ICD-kodierter Diagnosen aus Abrechnungsdaten auf Basis von Primärdaten

Nach unserer Kenntnis gibt es bisher eine kleine deutsche Studie, die Übereinstimmung, Vollständigkeit und Korrektheit ambulant kodierter Diagnosen untersucht. Erler et al. analysierten dafür dokumentierte Behandlungsanlässe im Vergleich zu Abrechnungsdiagnosen zu 250 Patienten aus 10 Hausarztpraxen [6]. Für die Diagnosen Hypertonie (ICD-10-Kodierung I10.- – I15.-) und Diabetes mellitus (ICD-10-Kodierung E10.- – E14.-) lagen eine hohe Sensitivität, Spezifität, PPW und NPW vor. Für die Diagnose Hyperlipoproteinämie (ICD-10-Kodierung E78.-) berichteten die Autoren eine mäßige Sensitivität und PPW sowie eine hohe Spezifität und NPW. Die Kodierung der Risikofaktoren Rauchen und Adipositas wurde nicht untersucht. Die Ergebnisse der Studie sind aufgrund der Beschränkung auf den hausärztlichen Bereich sowie der Datenerhebung aus der hausärztlichen Dokumentation nicht direkt mit der aktuellen Analyse vergleichbar. Die Sensitivität für die Diagnosen Hypertonie und Diabetes aus unserer Analyse liegt im mittleren Bereich, damit ist die Vollständigkeit der Zuordnung der Diagnosen auf Basis unserer Untersuchung geringer. Eine mögliche Ursache könnte in der Definition der Erkrankungen / Risikofaktoren in unserer Analyse liegen (Berücksichtigung der Lebenszeitprävalenz, Medikation sowie Laborparameter/ Messwerten). Es ist weiterhin wahrscheinlich, dass die Vollständigkeit der Kodierung zwischen unterschiedlichen Facharztgruppen abweicht und somit bei einer Analyse der Gesamtheit ambulanter Diagnosen die Kodierung geringer als im hausärztlichen Bereich ist. Allerdings finden sich sowohl bei Erler et al. als auch in der aktuellen Analyse niedrigere Sensitivitätswerte für die Diagnose Hyperlipoproteinämie / Dyslipidämie. Für die Diagnosen F17.- (psychische und Verhaltensstörungen durch Tabak)

und E66.- (Adipositas und Übergewicht) liegen ebenfalls deutlich niedrigere Sensitivitätswerte vor. Die Analysen unterstützen die Schlussfolgerung, dass abrechnungsrelevante Diagnosen generell besser kodiert werden.

Auf Basis unserer Analysen werden die untersuchten Diagnosen in den Abrechnungsdaten insgesamt unzureichend abgebildet. Abrechnungsrelevante Diagnosen werden dabei besser kodiert. Basierend auf den Ergebnissen ist eine Quantifizierung des Fehlers bei der Abbildung der untersuchten kardiovaskulären Risikofaktoren in den Abrechnungsdaten möglich. Die Ergebnisse können damit zu einer verbesserten Interpretation von Routinedatenanalysen beitragen und potentiell für eine Korrektur in Routinedatenanalysen eingesetzt werden.

7. Schlussfolgerungen

Schlussfolgerungen

Eine Stratifizierung der Schweregrade war mit zwei angewandten Untersuchungsmethoden (Random Forest – und logistische Regressionsanalyse) gut für das kardiovaskuläre Mortalitätsrisiko möglich, jedoch nicht für arterielle Hypertonie und Diabetes mellitus. Auf Basis der beiden angewandten Methoden wurden jeweils unterschiedliche Variablen mit guter Prädiktion ausgewählt. Gründe für die unzureichende Abbildung der Schweregrade durch die Abrechnungsdaten sehen wir in fehlenden erkrankungsspezifischen Informationen in den Abrechnungsdaten. Wichtige Gründe dafür sind Unterkodierung der untersuchten Erkrankungsbilder und die fehlende Möglichkeit von Kodierung von Erkrankungsstadien. Abrechnungsrelevante Diagnosen werden dabei besser kodiert. In den Abrechnungsdaten sind nur Laborleistungen enthalten, jedoch stehen die Messwerte nicht zur Verfügung. Eine Nutzung von Abrechnungsdaten zur Differenzierung von Schweregraden erfordert eine Verbesserung der Kodierqualität der abrechnenden Ärzte und eine Anpassung der Kodiersysteme.

8. Zitierte Literatur

1. American Diabetes Association. Standards of Medical Care in Diabetes-2013. *Diabetes Care* 2013; 36: S1:11-66.
2. Breiman L. Random Forests. *Mach Learn* 2001;45: 5-32.
3. Deutsche Gesellschaft für Kardiologie – Herz- und Kreislaufforschung e.V. Leitlinie Risikoadjustierte Prävention von Herz- und Kreislauferkrankungen. 2007; *leitlinien.dgk.org*
4. Deutsche Gesellschaft für Kardiologie – Herz- und Kreislaufforschung e.V. European Society of Cardiology – ESC Pocket Guidelines. Prävention von Herz-Kreislauf-Erkrankungen. 2013; <http://leitlinien.dgk.org/2013/pocket-leitlinie-praevention-von-herz-kreislauf-erkrankungen/>
5. Hastie T, Tibshirani R, Friedman J. The elements of statistical learning. Springer Series in Statistics. New York, NY: Springer New York; 2009.
6. Erler A, Beyer M, Muth C, Gerlach FM, Brennecke R. Garbage in – Garbage out? Validität von Abrechnungsdiagnosen in hausärztlichen Praxen. *Gesundheitswesen* 2009; 71: 823-831.
7. European Association for Cardiovascular Prevention & Rehabilitation, et al. ESC Committee for Practice Guidelines (CPG) 2008-2010 and 2010-2012 Committees. ESC/EAS Guidelines for the management of dyslipidaemias: the Task Force for the management of dyslipidaemias of the European Society of Cardiology (ESC) and the European Atherosclerosis Society (EAS). *Eur Heart J.* 2011; 32: 1769-818.
8. Friedman J, Meulman J. Multiple additive regression trees with application in epidemiology. *Statistics in medicine* 2003; 22(9): 1365-1381.
9. Gerstein HC, Miller ME, Byington RP, Goff DC Jr, Bigger JT, Buse JB et al. Effects of intensive glucose lowering in type 2 diabetes. *N Engl J Med* 2008; 358 : 2545–2559.
10. Statistisches Bundesamt. Letzter Zugriff 08.10.2013 <https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/GesellschaftStaat/Gesundheit/Krankheitskosten/Aktuell.html>
11. Gesundheitsberichterstattung des Bundes 2005. Themenheft 24 Diabetes mellitus. <http://www.gbe-bund.de>
12. Gesundheitsberichterstattung des Bundes 2008. Themenheft 43 Hypertonie. <http://www.gbe-bund.de>
13. Hastie T, Tibshirani R, Friedman J. 2009. The Elements of Statistical Learning. New York: Springer.
14. Hummers-Pradier E, Simmenroth-Nayda A, Scheidt-Nave C, et al. Versorgungsforschung mit hausärztlichen Routinedaten. Sind Behandlungsdatenträger-(BDT-)Exporte geeignet? *Gesundheitswesen* 2003; 65: 109-14.
15. Institut des Bewertungsausschusses. Berger I, Horenkamp-Sonntag D, Leipnitz K, Reschke P, Tillmanns H. Bericht zur Schätzung der Morbiditätsveränderung 2008/2009 und zur Repräsentativität und Plausibilität der Datengrundlage des

- Bewertungsausschusses. 2009. <https://www.institut-des-bewertungsausschusses.de/publikationen.html>
16. Kassenärztliche Bundesvereinigung. Disease-Management-Programme (DMP). www.kbv.de/themen/23272.html
 17. Kassenärztliche Bundesvereinigung. Einheitlicher Bewertungsmaßstab Stand 2. Quartal 2013. Arztgruppen EBM. Hausarzt. www.kbv.de/8170.html
 18. Lau K, Lorbeer R, Haring R, Schmidt CO, et al. The association between fatty liver disease and blood pressure in a population-based cohort study. *Journal of hypertension* 2012; 30: 1260-1.
 19. Löwel H, Meisinger C, Heier M, et al. Epidemiologie der arteriellen Hypertonie in Deutschland - Ausgewählte Ergebnisse bevölkerungsrepräsentativer Querschnittstudien. *Dtsch med Wochenschr* 2006; 131: 2586-2591.
 20. Meisinger C, Heier M, Völzke H, et al. Regional disparities of hypertension prevalence and management within Germany. *J Hypertens* 2006; 24: 293-99.
 21. Pashova H, LeBlanc M, Kooperberg C. Boosting for detection of gene-environment interactions. *Stat Med* 2013; 32: 255-66.
 22. Programm für Nationale Versorgungsleitlinien. Nationale Versorgungsleitlinie Therapie des Typ-2-Diabetes Kurzfassung. Version 1.0. www.versorgungsleitlinien.de 2013.
 23. Ray et al. Effect of intensive control of glucose on cardiovascular outcomes and death in patients with diabetes mellitus: a metaanalysis of randomised controlled trials. *Lancet* 2009; 373: 1765-72.
 24. Rose, S. Mortality Risk Score Prediction in an Elderly Population Using Machine Learning. *American Journal of Epidemiology* 2013; 177: 443-52.
 25. Steyerberg E. Clinical Prediction Models. 2009 Berlin: Springer.
 26. The Fifth Joint Task Force of the European Society of Cardiology and Other Societies on Cardiovascular Disease Prevention in Clinical Practice. European Guidelines on cardiovascular disease prevention in clinical practice (version 2012). *European Heart Journal* 2012; 33: 1635–701.
 27. Trautner C, Dong Y, Ryll A et al. Verlässlichkeit von Diagnosen niedergelassener Ärzte in Niedersachsen. *Gesundheits- und Sozialpolitik* 2005; 1-2: 36-43.
 28. van den Bussche H, Koller D, Kolonko T, Hansen H, Wegscheider K, Glaeske G, von Leitner EC, Schafer I, Schon G. Which chronic diseases and disease combinations are specific to multimorbidity in the elderly? Results of a claims data based cross-sectional study in germany. *BMC Public Health*. 2011; 11: 101
 29. Völzke H, Alte, D., Schmidt CO, et al. Cohort Profile: The Study of Health in Pomerania. *Int J Epidemiol* 2001; 40: 294-307.
 30. Völzke H, Alte D, Neuhauser H, Moebus S, et al. Risikopopulation Vorpommern. *Ärztblatt Mecklenburg-Vorpommern* 2007; 2: 49-53. Völzke H, Baumeister SE, Alte

- D, et al. Independent risk factors for Gallstone formation in a region with high cholelithiasis prevalence. *Digestion* 2005; 71: 97-105.
31. Walker J, Buchwald V. Plausibilität der Diagnosekodierung in der ambulanten Versorgung. Analyse auf Basis eines Ärztepanels. Barmer GEK Gesundheitswesen aktuell 2011. <https://presse.barmer-gek.de/barmer/web/Portale/Presseportal/Subportal/Infothek/Studien-und-Reports/Publikationsreihe-Gesundheitswesen-aktuell/Gesundheitswesen-aktuell-2011>

9. Anhang

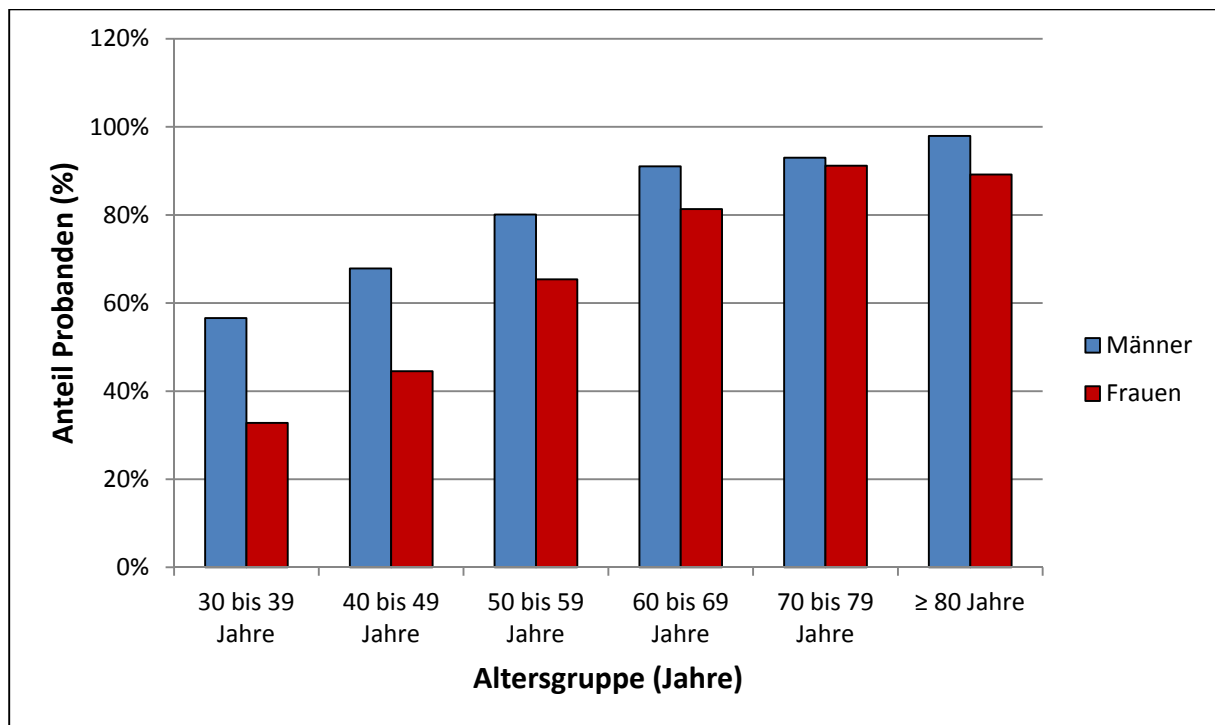


Abb. A1 Anteil Probanden mit arterieller Hypertonie nach Altersgruppe und Geschlecht (n=1423)

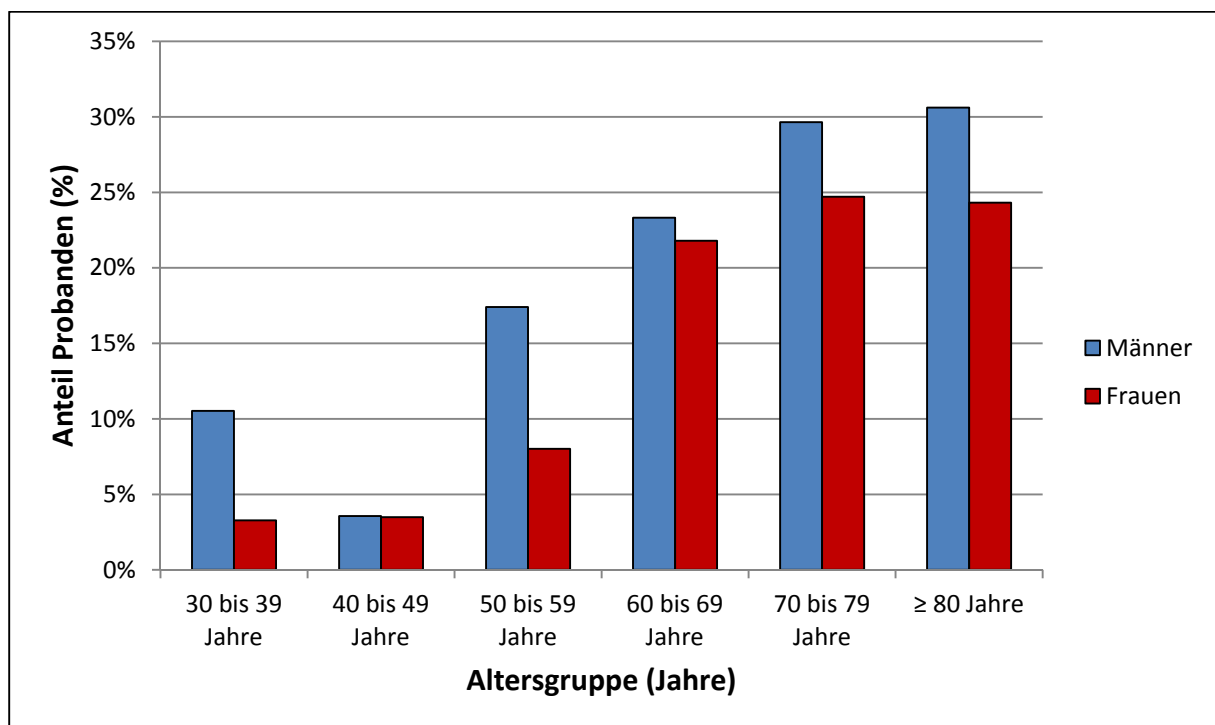


Abb. A2 Anteil Probanden mit Diabetes mellitus nach Altersgruppe und Geschlecht (n=305)

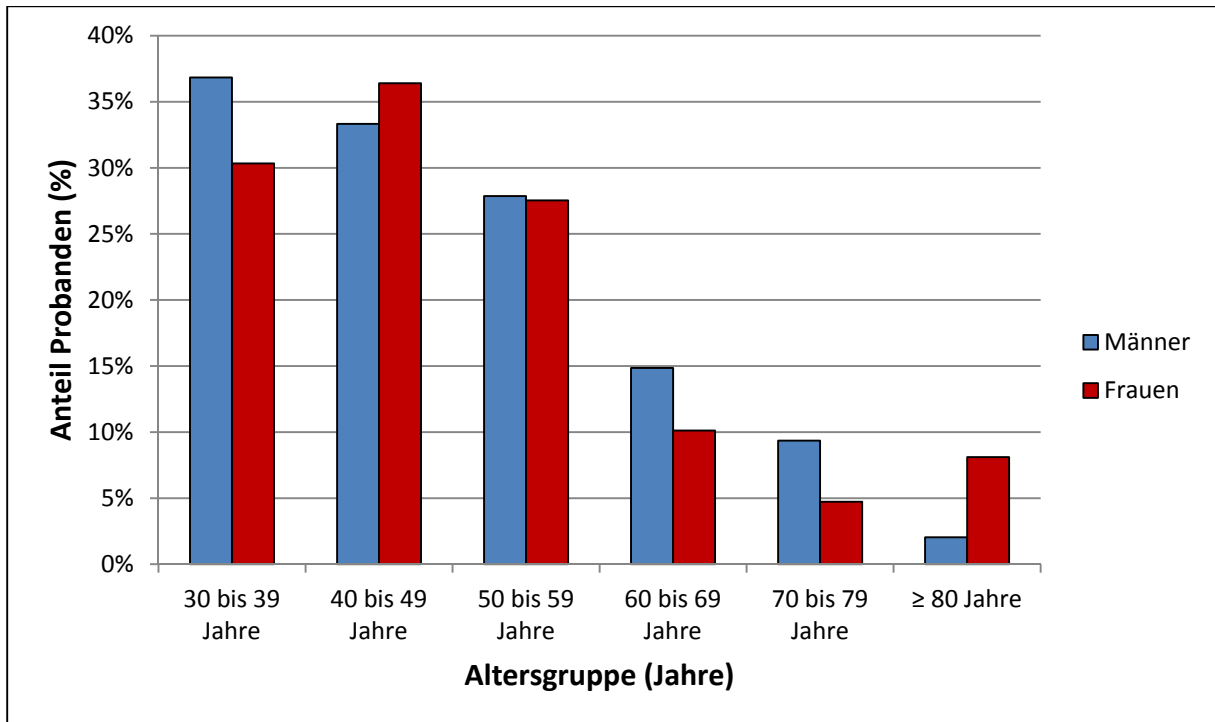


Abb. A3 Anteil Raucher nach Altersgruppe und Geschlecht (n=412)

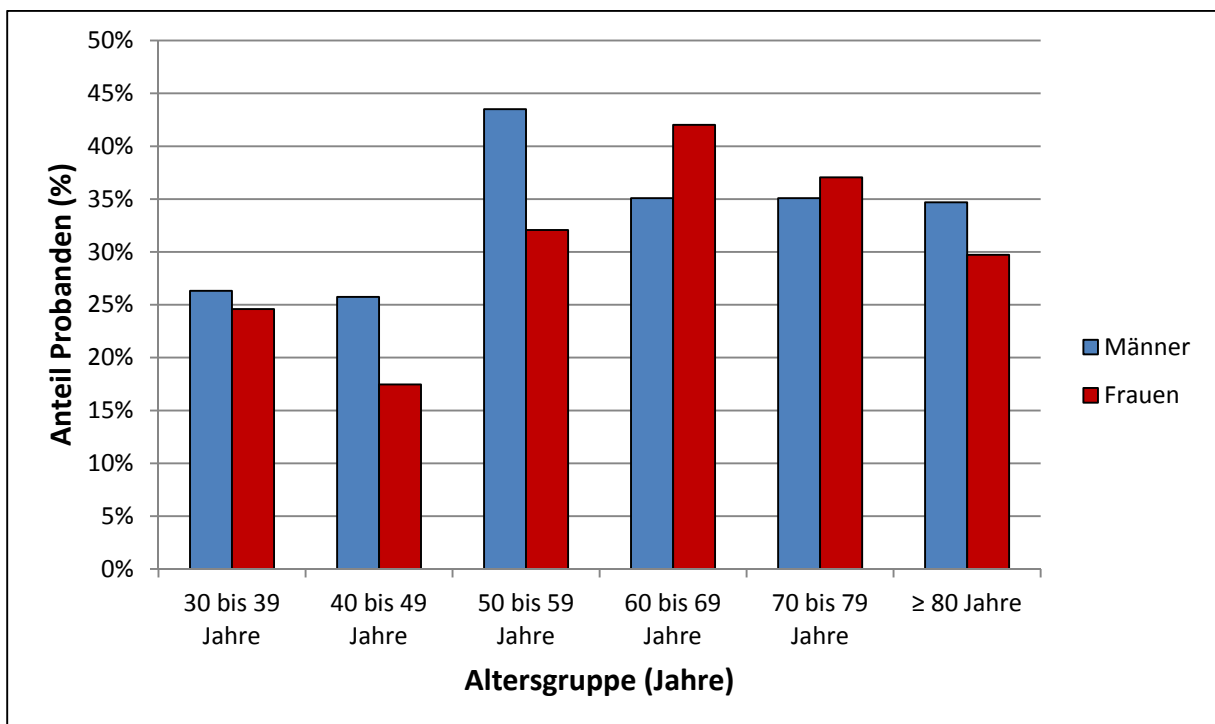


Abb. A4 Anteil Probanden mit Adipositas nach Altersgruppe und Geschlecht (n=644)

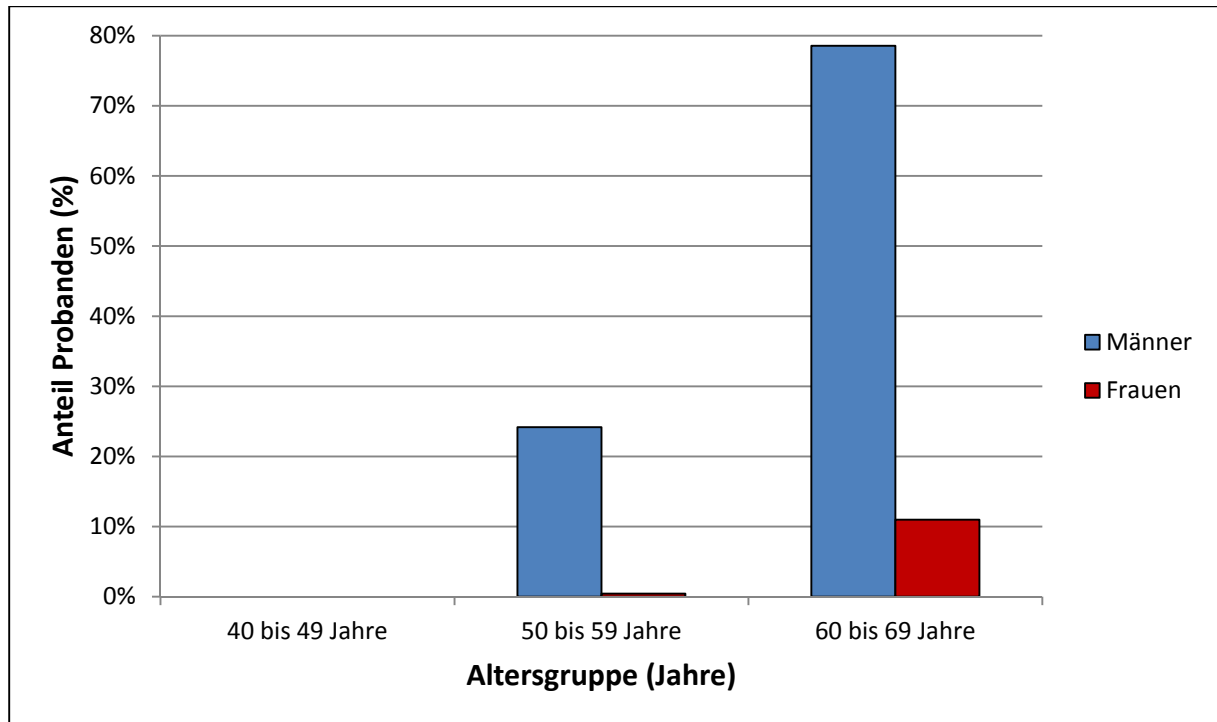


Abb. A5 Anteil Probanden mit hohem kardiovaskulären 10-Jahres-Mortalitätsrisiko (SCORE-Germany $\geq 5\%$) nach Altersgruppe und Geschlecht (n=1082)

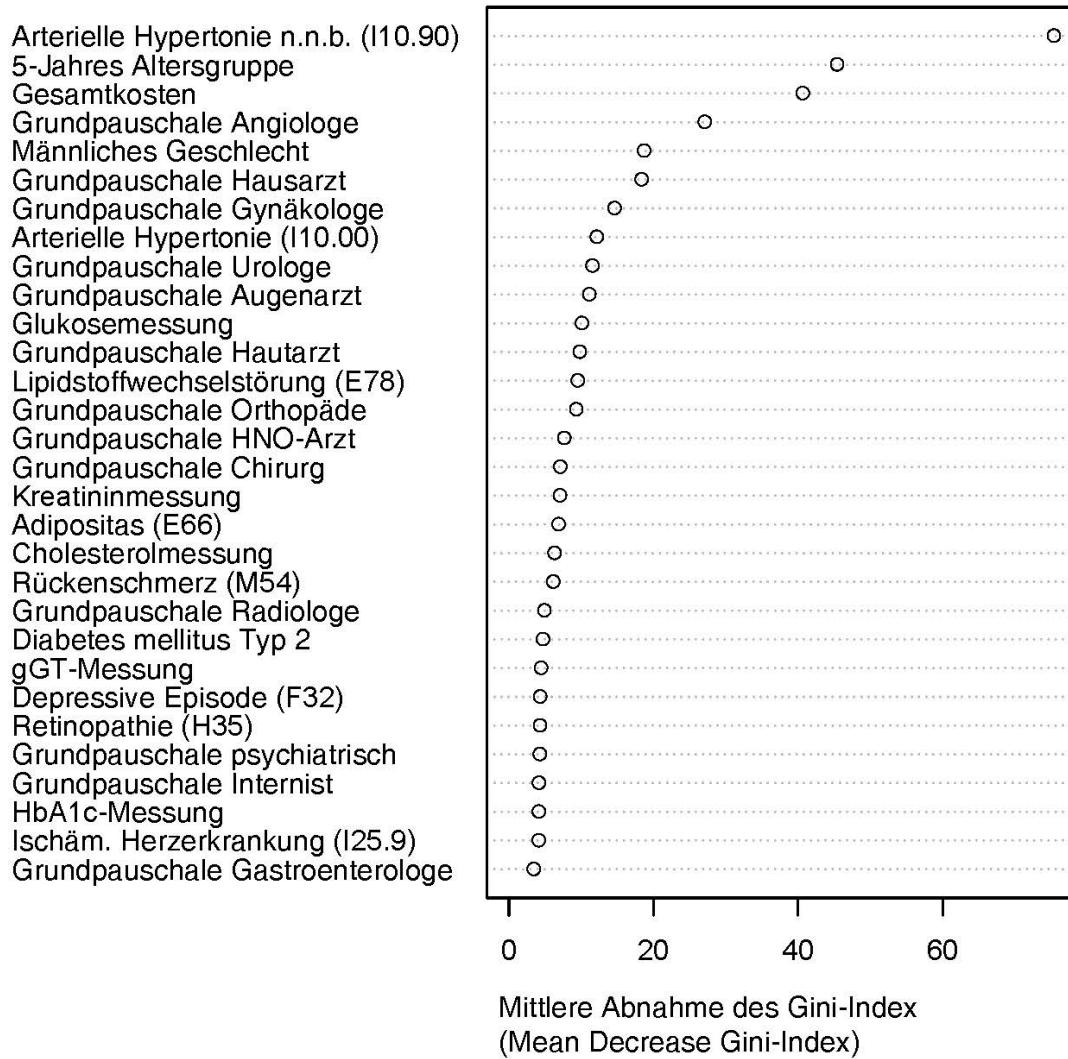


Abb. A6a Prädiktionsgüte von Variablen für die Differenzierung von Studienteilnehmern mit versus ohne arterielle Hypertonie (Lebenszeitprävalenz) aus der Gesamtheit aller Studienteilnehmer und Testeigenschaften des Prädiktionsmodells

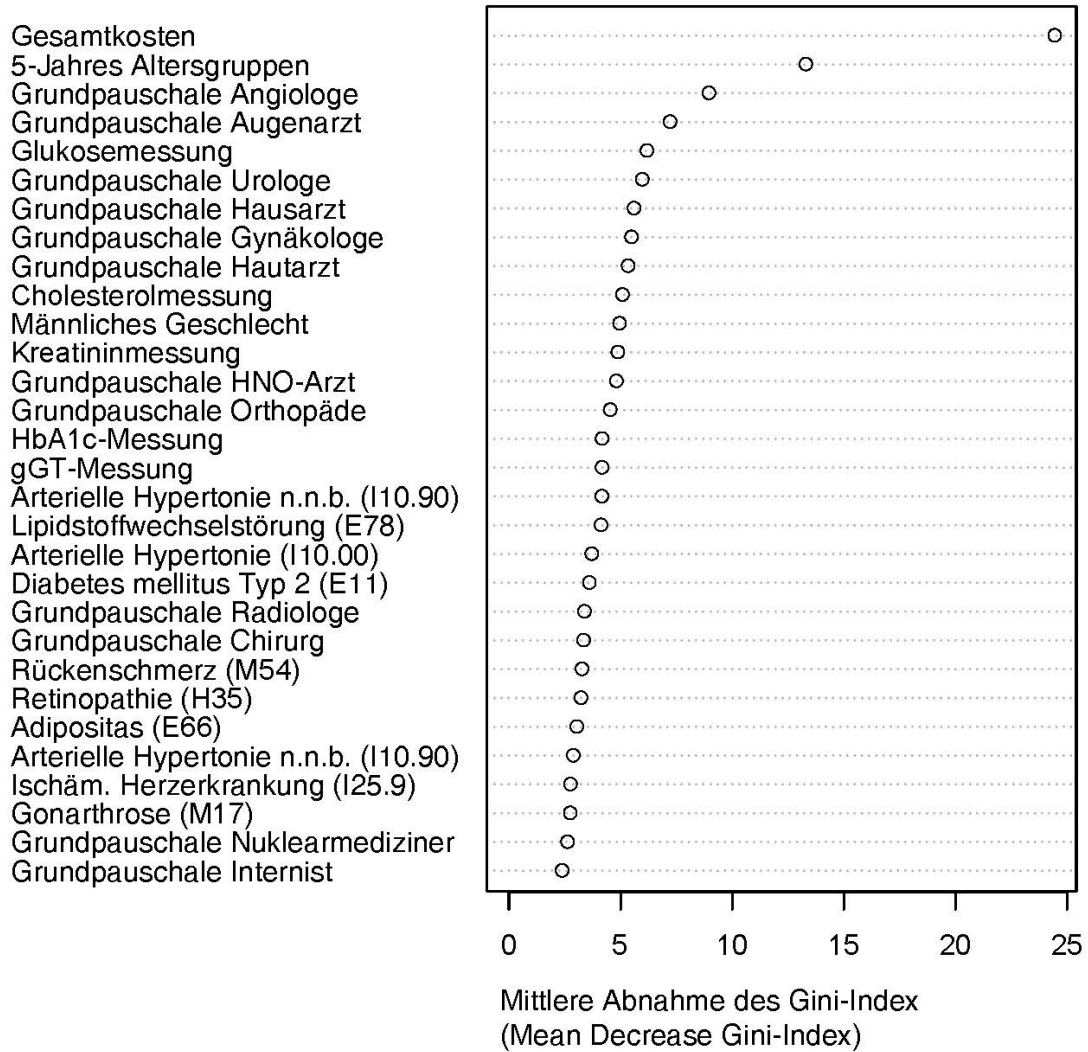


Abb. A6b Prädiktionsgüte von Variablen für die Differenzierung von Hypertonie Grad 3 bis 4 versus arterielle Hypertonie mit normwertigen Blutdruck oder Hypertonie Grad 1 bei Studienteilnehmern mit Hypertonie und Testeigenschaften des Prädiktionsmodells

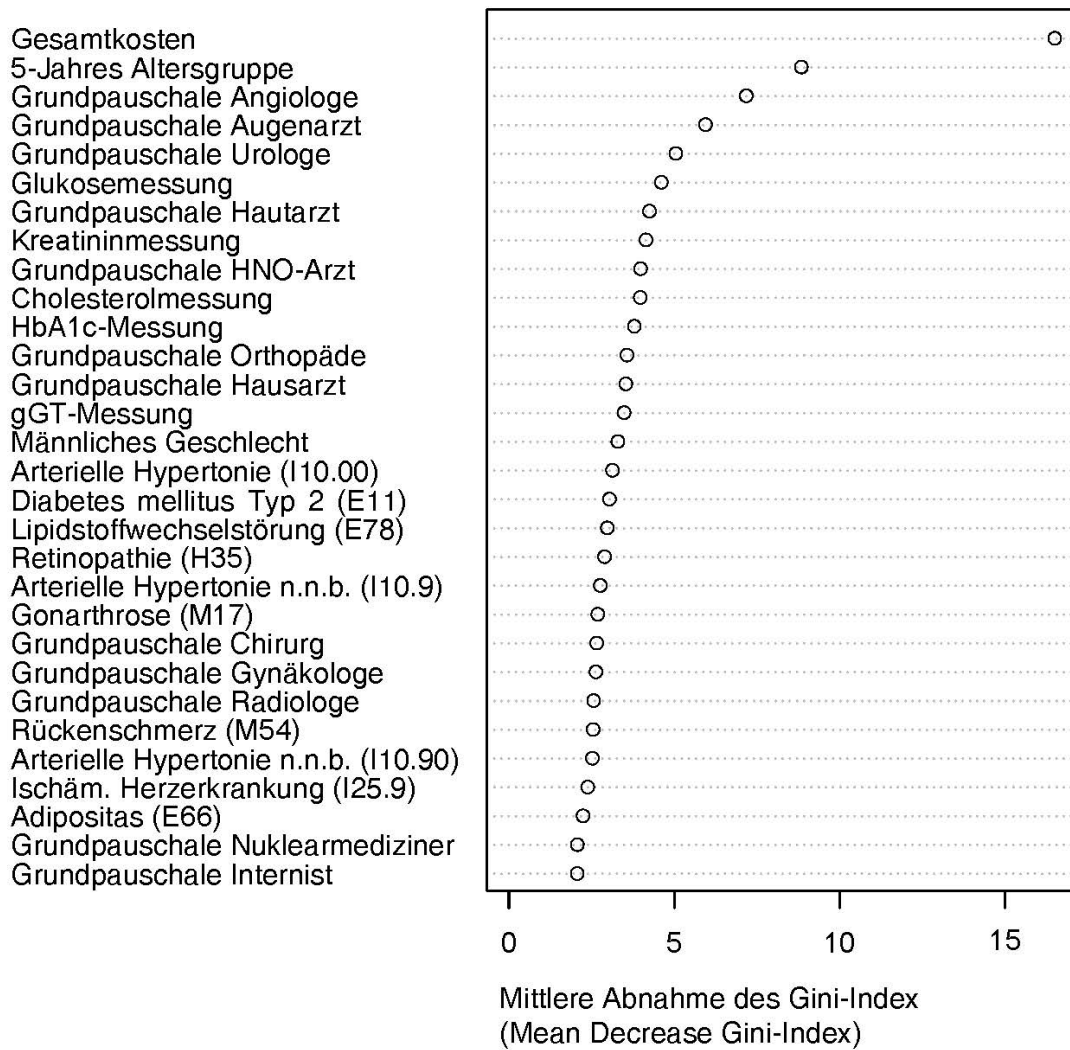


Abb. A6c Prädiktionsgüte von Variablen für die Differenzierung von Hypertonie Grad 3 bis 4 versus arterielle Hypertonie mit normwertigen Blutdruck oder Hypertonie Grad 1 bei Studienteilnehmern mit arterieller Hypertonie und medikamentöser antihypertensiver Therapie und Testeigenschaften des Prädiktionsmodells

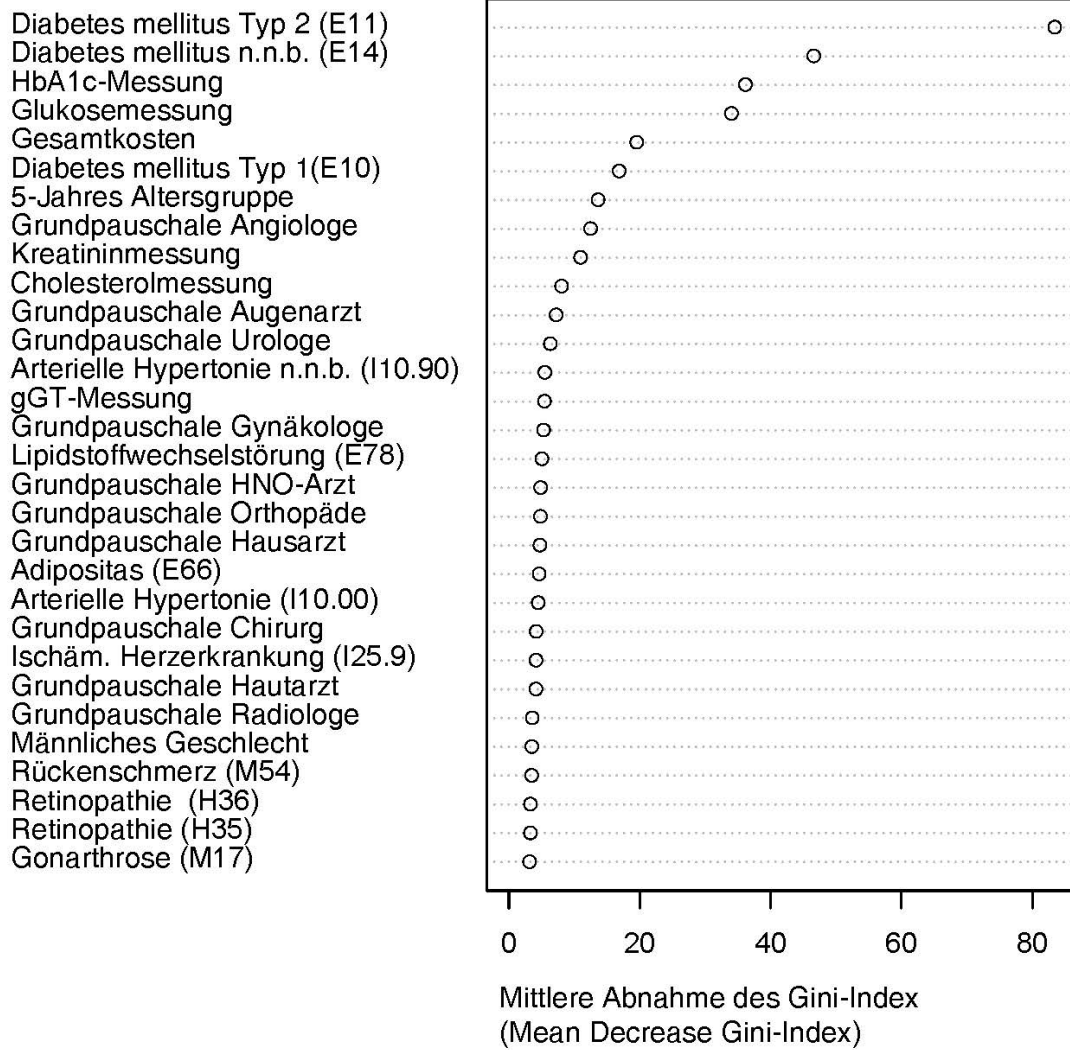


Abb. A7a Prädiktionsgüte von Variablen für die Differenzierung von Studienteilnehmern mit Diabetes mellitus (Lebenszeitprävalenz) aus der Grundgesamtheit aller Studienteilnehmer und Testeigenschaften des Prädiktionsmodells

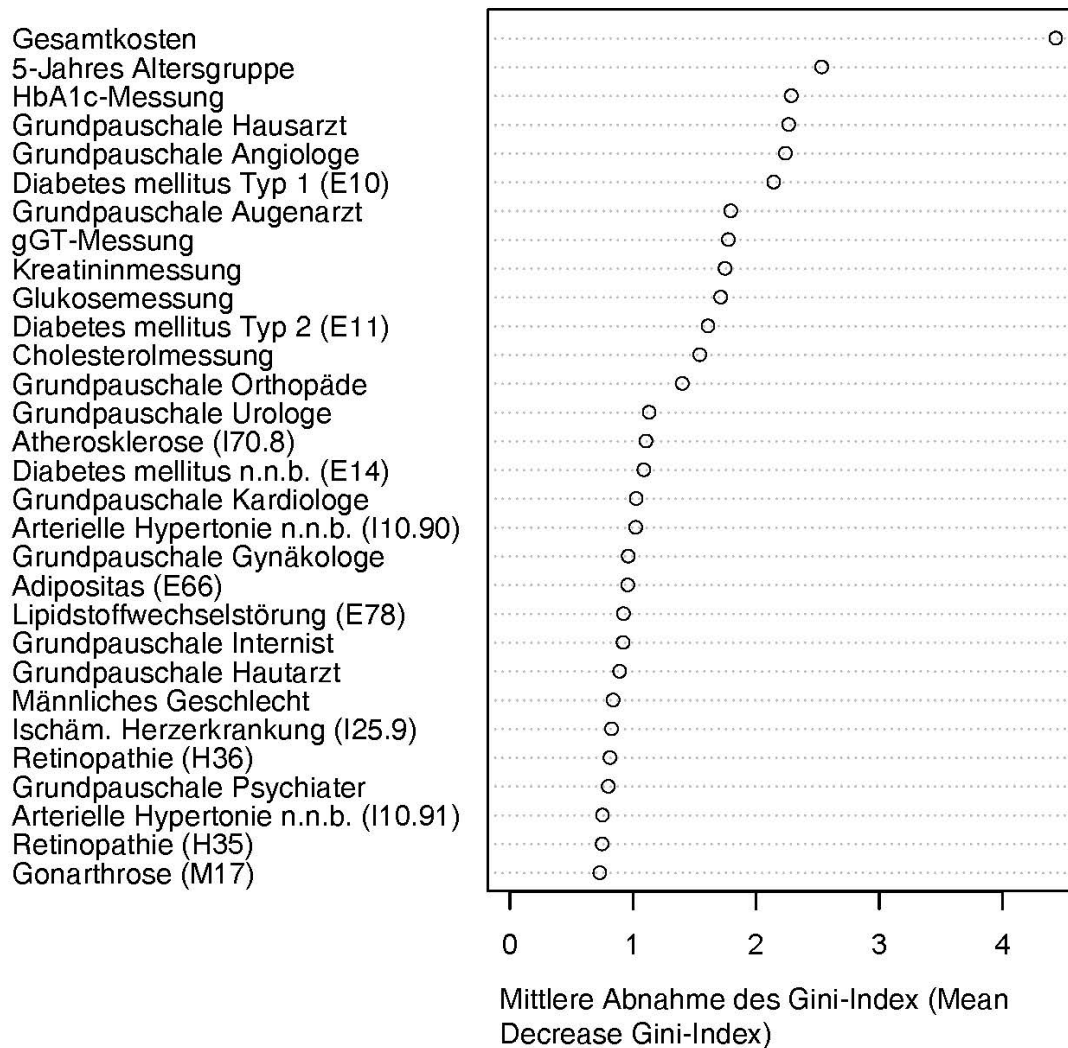


Abb. A7b Prädiktionsgüte von Variablen für die Differenzierung von Studienteilnehmern mit Diabetes mellitus (Lebenszeitprävalenz) mit HbA1c-Wert oberhalb des Behandlungszielbereichs (Berechnungsgrundlage: Grundgesamtheit von Studienteilnehmern mit bekanntem Diabetes mellitus) und Testeigenschaften des Prädiktionsmodells

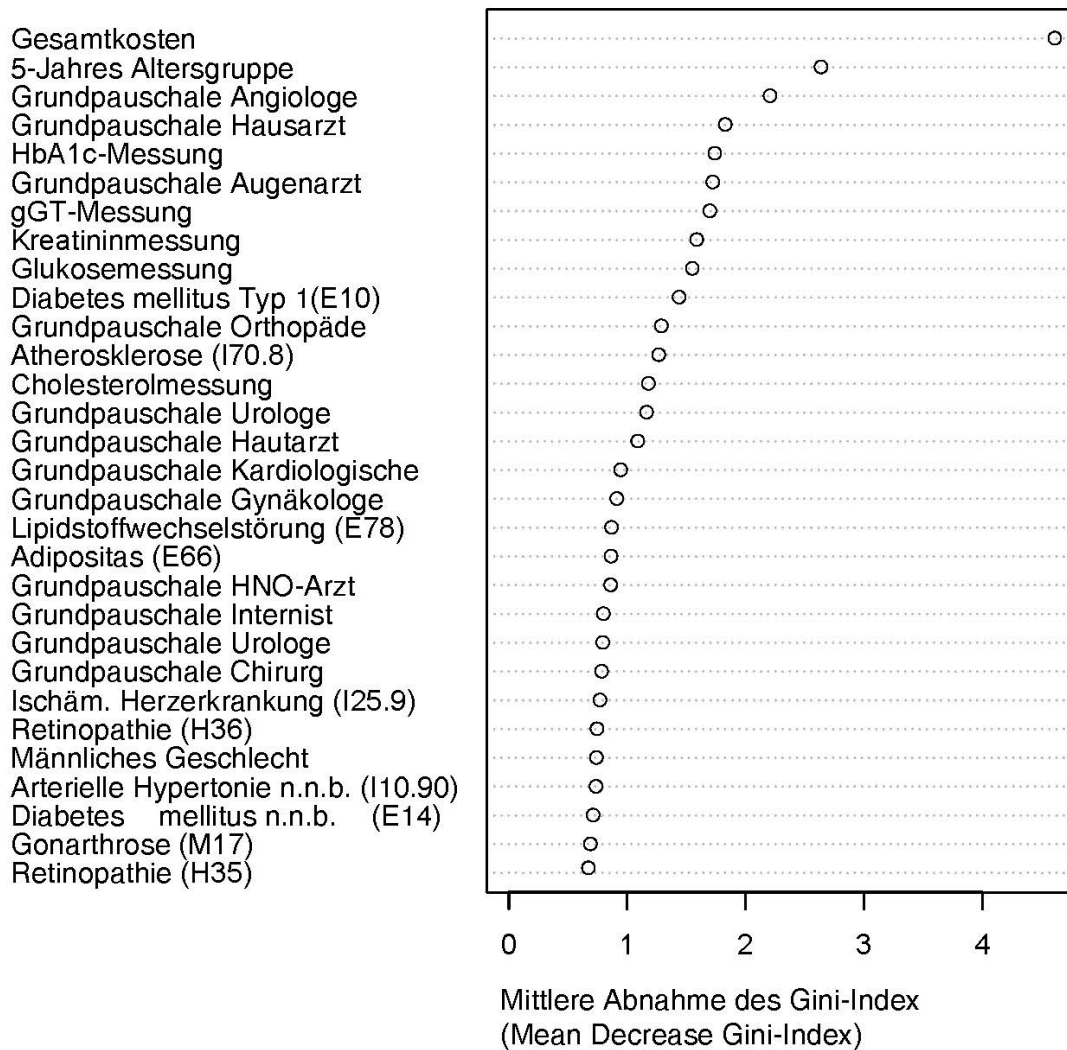


Abb. A7c Prädiktionsgüte von Variablen für die Differenzierung von Studienteilnehmern mit Diabetes mellitus (Lebenszeitprävalenz) mit HbA1c-Wert oberhalb des Behandlungszielbereichs und medikamentöser Therapie (Berechnungsgrundlage: Grundgesamtheit von Studienteilnehmern mit bekanntem Diabetes mellitus) und Testeigenschaften des Prädiktionsmodells

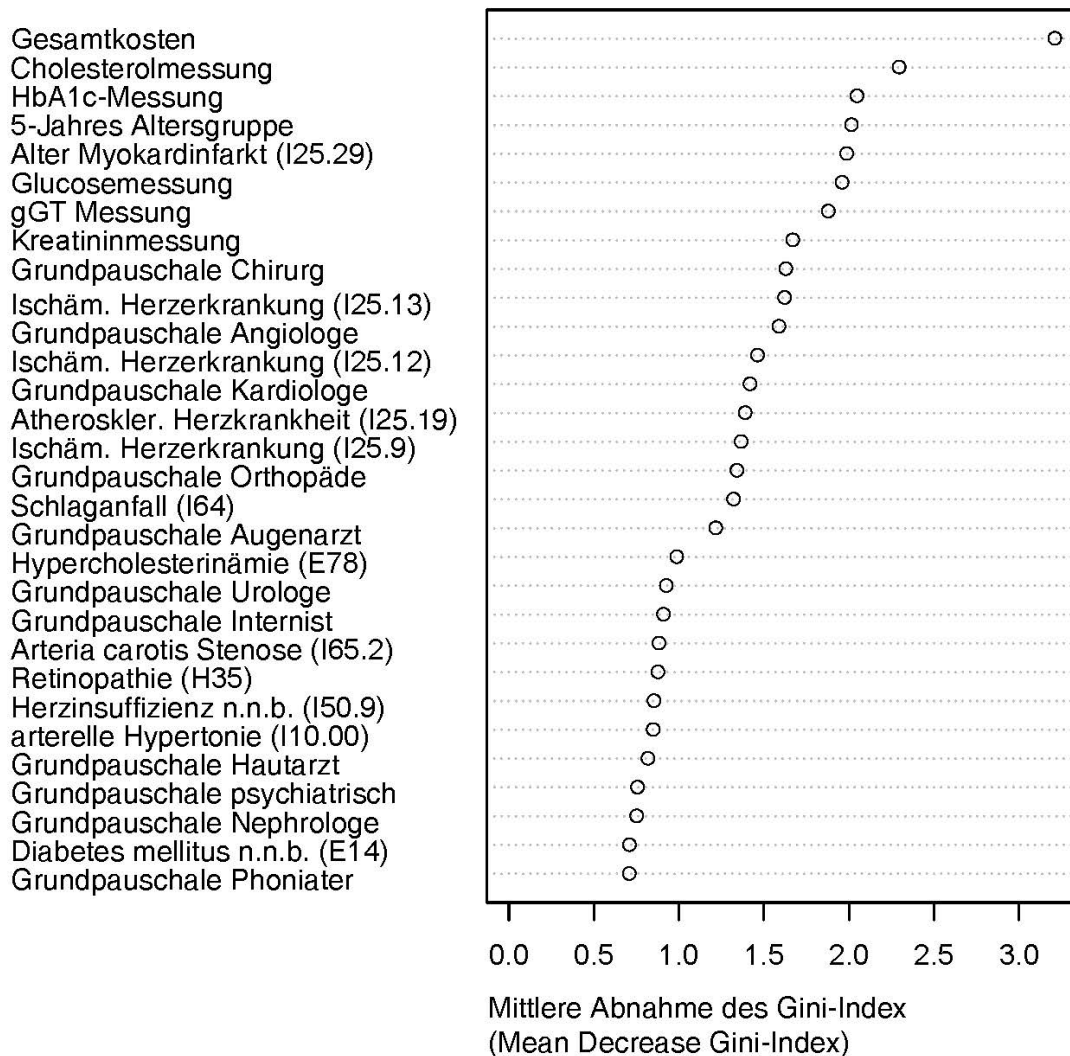


Abb. A7d Prädiktionsgüte von Variablen für die Differenzierung von Studienteilnehmern mit Diabetes mellitus (Lebenszeitprävalenz) mit stattgehabtem Myokardinfarkt oder Schlaganfall (Berechnungsgrundlage: Grundgesamtheit von Studienteilnehmern mit bekanntem oder neu entdeckten Diabetes mellitus) und Testeigenschaften des Prädiktionsmodells

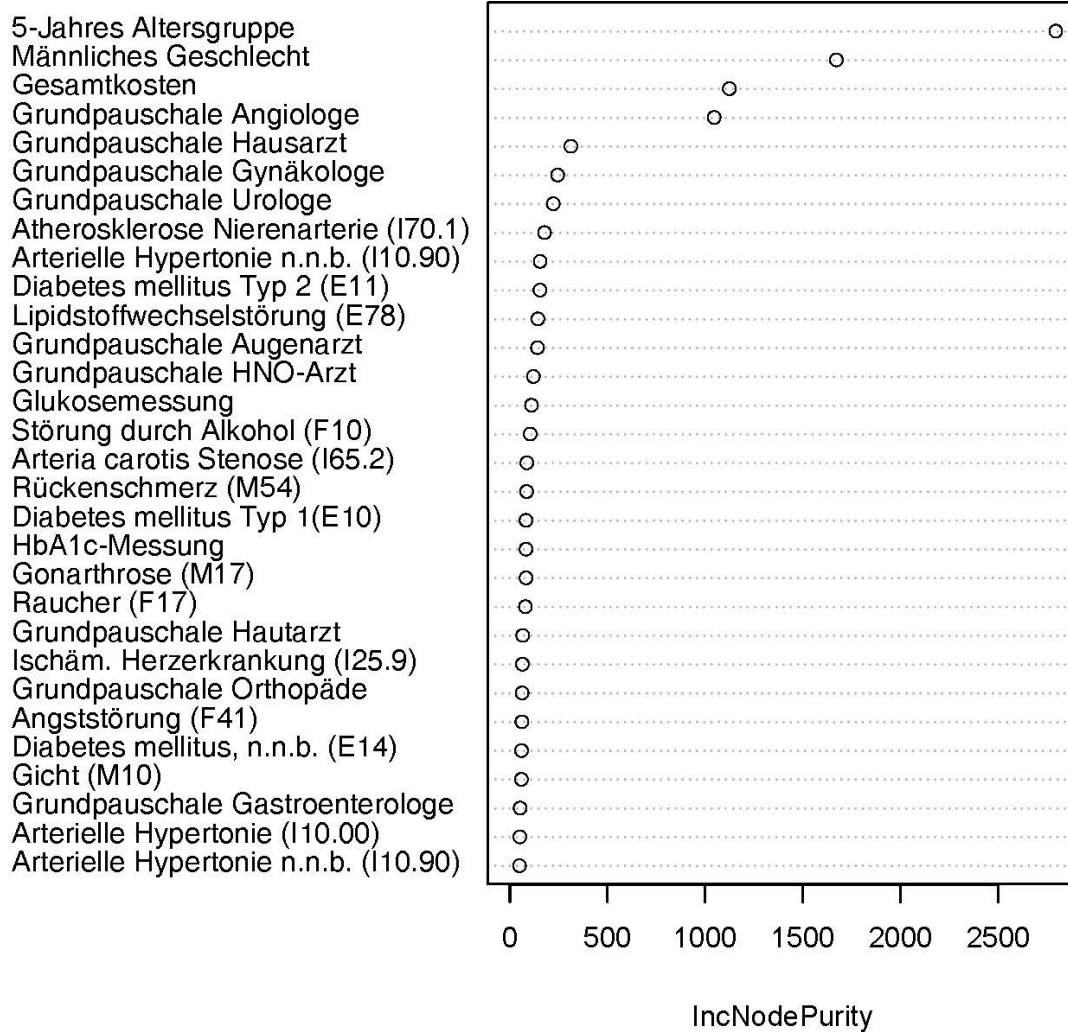


Abb. A7e Prädiktionsgüte von Variablen für die Differenzierung des kardiovaskulären Mortalitätsrisikos (SCORE-Germany) von Studienteilnehmern mit Diabetes mellitus und Testeigenschaften des Prädiktionsmodells.

5-Jahres-Altersgruppe
 Männliches Geschlecht
 Grundpauschale Angiologe
 Gesamtkosten
 Grundpauschale Hausarzt
 Grundpauschale Gynäkologe
 Grundpauschale Urologe
 Grundpauschale Augenarzt
 Glukosemessung
 Lipidstoffwechselstörung (E78)
 Grundpauschale Hautarzt
 Grundpauschale HNO-Arzt
 Kreatininmessung
 Arterielle Hypertonie n.n.b. (I10.90)
 Adipositas (E66)
 Grundpauschale Orthopäde
 HbA1c-Messung
 Cholesterolemessung
 Rückenschmerz (M54)
 Diabetes mellitus Typ 2 (E11)
 Gonarthrose (M17)
 Grundpauschale Chirurg
 Hyperurikämie (E79)
 Retinopathie (H35)
 Raucher (F17)
 gGT-Messung
 Diabetes mellitus n.n.b. (E14)
 Arterielle Hypertonie (I10.00)
 Depressive Episode (F32)
 Grundpauschale Internist

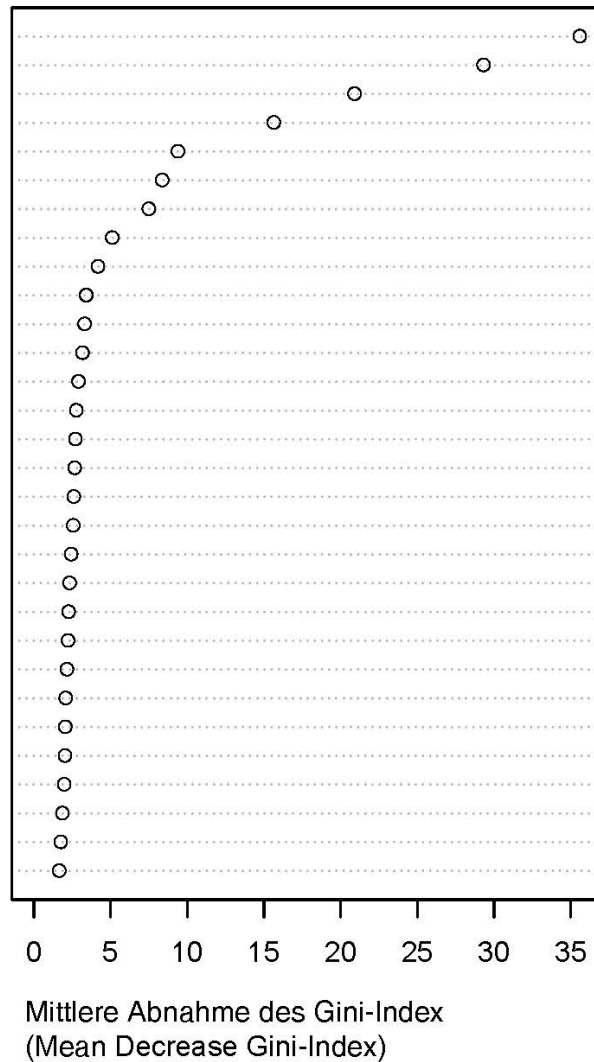


Abb. A8a Prädiktionsgüte von Variablen für die Differenzierung von Studienteilnehmern mit hohem versus niedrigem kardiovaskulären Mortalitätsrisiko (SCORE-Germany $\geq 5\%$, dichotome Schweregradeinteilung) und Testeigenschaften des Prädiktionsmodells

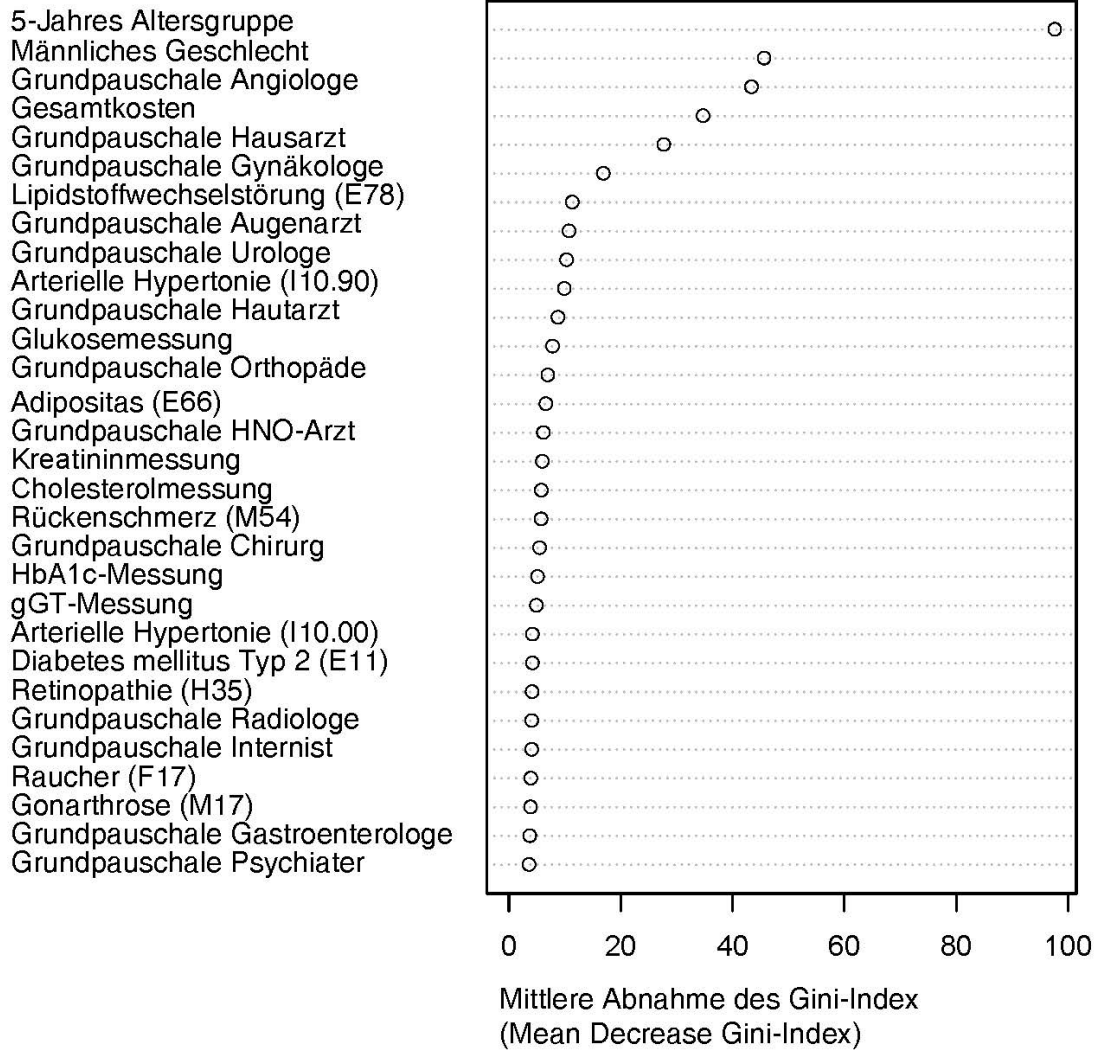


Abb. A8b Prädiktionsgüte von Variablen, die mit einem hohen kardiovaskulären Mortalitätsrisiko assoziiert sind ($\geq 5\%$, mehrstufige Schweregradeinteilung) und Testeigenschaften des Prädiktionsmodells

Tabelle A1 Definition der Variable Facharztkonsultation auf Basis von Gebührenordnungspositionen

| Versichertenpauschale | | Analysevariable für Facharztkonsultation¹ |
|------------------------------|--------------------------|--|
| 6. bis 59. Lebensjahr | ab 60. Lebensjahr | |
| 03111 | 03112 | Hausarzt Grund-/Versichertenpauschale ab 6. Lebensjahr |
| 13211 | 13212 | allgemeine internistische Grundpauschale ab 6. Lebensjahr |
| 13291 | 13292 | angiologische Grundpauschale ab 6. Lebensjahr |
| 13341 | 13342 | endokrinologische Grundpauschale ab 6. Lebensjahr |
| 13391 | 13392 | gastroenterologische Grundpauschale ab 6. Lebensjahr |
| 13491 | 13492 | Hämatologische /onkologische Grundpauschale ab 6. Lebensjahr |
| 13541 | 13542 | kardiologische Grundpauschale ab 6. Lebensjahr |
| 13591 | 13592 | nephrologische Grundpauschale ab 6. Lebensjahr |
| 13641 | 13642 | pneumologische Grundpauschale ab 6. Lebensjahr |
| 13691 | 13692 | rheumatologische Grundpauschale ab 6. Lebensjahr |
| 10211 | 10212 | Hautarzt Grundpauschale ab 6. Lebensjahr |
| 05211 | 05212 | anästesiologische Grundpauschale ab 6. Lebensjahr |
| 06211 | 06212 | Augenarzt Grundpauschale ab 6. Lebensjahr |
| 07211 | 07212 | chirurgische Grundpauschale ab 6. Lebensjahr |
| 08211 | 08212 | gynäkologische Grundpauschale ab 6. Lebensjahr |
| 09211 | 09212 | HNO Grundpauschale ab 6. Lebensjahr |
| 18211 | 18212 | Orthopädie Grundpauschale ab 6. Lebensjahr |
| 16211 | 16212 | Neurologische /neurochirurgische Grundpauschale ab 6. Lebensjahr |
| 26211 | 26212 | Urologe Grundpauschale ab 6. Lebensjahr |
| 21211 | 21212 | Psychiatrische Grundpauschale ab 6. Lebensjahr |
| 21214 | 21215 | Nervenheilkunde/Neurologie Grundpauschale ab 6. Lebensjahr |
| 22211 | 22212 | Psychosomatisch-medizinische Grundpauschale ab 6. Lebensjahr |
| 23211 | 23212 | Psychotherapeutische Grundpauschale ab 6. Lebensjahr |
| 24211 | 24212 | Radiologische Grundpauschale ab 6. Lebensjahr |
| 27211 | 27212 | Physikalisch-rehabilitative Grundpauschale ab 6. Lebensjahr |
| 15211 | 15212 | Mund/Kiefer/Gesichtschirurg. Grundpauschale ab 6. Lebensjahr |
| 20211 | 20212 | FA Stimm- und Sprachstörungen Grundpauschale ab 6. Lebensjahr |
| 11211 | 11212 | Humangenetik Grundpauschale ab 6. Lebensjahr |
| 25210 | | Strahlentherapie Konsiliarpauschale bei GUTARTIGER Erkrankung |
| 25212 | | Strahlentherapie Konsiliarpauschale bei BÖSARTIGER Erkrankung |
| 17210 | | Nuklearmedizin Konsiliarpauschale |

¹Eine Facharztkonsultation wurde bei Vorliegen mindestens einer Versichertenpauschale für den Altersbereich „6. Bis 59. Lebensjahr“ oder für den Altersbereich „ab 60. Lebensjahr“ bezogen auf die jeweiligen Facharztgruppen definiert.

Tabelle A2 Charakteristika Probanden mit Hypertonie vs. Probanden ohne Hypertonie

| | Probanden mit Hypertonie (n=1423) | | | Probanden ohne Hypertonie (n=518) | | |
|---|-----------------------------------|-------------------------------------|--------------|-----------------------------------|-------------------------------------|-------------|
| | n | Mittelwert (\pm SD) / Anteil (%) | 95% - KI | n | Mittelwert (\pm SD) / Anteil (%) | 95%-KI |
| Alter (Jahren) | | 60,8 (12,6) | 60,2 - 61,48 | | 49,2 (11,4) | 48,2 - 50,2 |
| Geschlecht männlich (%) | 729 | 51,2 | 48,6 - 53,8 | 160 | 30,9 | 26,9 - 34,9 |
| Diabetes (%) | 280 | 19,7 | 17,6 - 21,7 | 25 | 4,8 | 3,0 - 6,7 |
| Anamnestischer Myokardinfarkt oder Schlaganfall (%) | 111 | 7,8 | 6,4 - 9,2 | 3 | 0,6 | 0,0 - 0,1 |
| Anamnestischer Myokardinfarkt (%) | 74 | 5,2 | 4,1 - 6,4 | 1 | 0,2 | 0,0 - 0,6 |
| Anamnestischer Schlaganfall (%) | 48 | 3,4 | 2,4 - 4,3 | 2 | 0,4 | 0,0 - 0,9 |
| Kardiovaskuläres Gesamtrisiko ¹ | | | | | | |
| Niedriges oder moderates Risiko | 589 | 41,4 | 38,8 - 44,0 | 332 | 64,1 | 60,0 - 68,2 |
| Hohes Risiko | 145 | 10,2 | 8,6 - 11,8 | 16 | 3,1 | 1,6 - 4,6 |
| Zigarettenrauchen ² | 267 | 18,8 | 16,7 - 20,8 | 145 | 28,0 | 24,1 - 31,9 |
| Hyperlipidämie Behandlungsindikation ³ | | | | | | |
| Keine Lebensstiländerung, keine Medikation | 287 | 20,2 | 18,1 - 22,3 | 233 | 45,0 | 40,7 - 49,3 |
| Lebensstiländerung, Erwägung medikamentöse Therapie | 359 | 25,2 | 23,0 - 27,5 | 104 | 20,8 | 16,6 - 23,5 |
| Lebensstiländerung, unverzügliche medikamentöse Therapie | 128 | 9,0 | 7,5 - 10,5 | 12 | 2,3 | 1,0 - 3,6 |
| BMI ⁴ | | | | | | |
| Normalgewicht oder Untergewicht (BMI < 25 kg/m ²) | 255 | 17,9 | 15,9 - 19,9 | 246 | 47,5 | 43,2 - 51,9 |
| Übergewicht (BMI 25-29 kg/m ²) | 600 | 42,2 | 39,6 - 44,7 | 193 | 37,3 | 33,1 - 41,4 |
| Adipositas (BMI \geq 30 kg/m ²) | 565 | 39,7 | 37,2 - 42,3 | 79 | 15,3 | 12,2 - 18,4 |

¹ Probanden mit Hypertonie: n=689 missing (689/1423, 48,4%) Probanden außerhalb der Altersgrenzen zur Berechnung des SCORE, fehlender Werte zur SCORE Berechnung oder stattgehabtem Myokardinfarkt oder Schlaganfall, Probanden ohne Hypertonie: n=170 missing (170/518,

32,8%) Probanden außerhalb der Altersgrenzen zur Berechnung des SCORE, fehlender Werte zur SCORE Berechnung oder stattgehabtem Myokardinfarkt oder Schlaganfall; ² Probanden mit Hypertonie: n=2 missing (2/1423, 0,1%), Probanden ohne Hypertonie: n=1 missing (1/518, 0,2%); ³ Probanden mit Hypertonie: n=649 missing (649/1423, 45,6%) aufgrund von Probanden außerhalb der Altersgrenzen zur Berechnung des SCORE oder fehlender LDL-Werte, Probanden ohne Hypertonie: n= 169 missing (169/518, 32,6%) aufgrund von Probanden außerhalb der Altersgrenzen zur Berechnung des SCORE oder fehlender LDL-Werte; ⁴ Probanden mit Hypertonie: n=3 missing (3/1423, 0,2%);

Tabelle A3 Schweregradeinteilung auf Basis der Blutdruckwerte und des kardiovaskulären Risikos bei Probanden der SHIP-Trend-Studie mit Hypertonie n=2412

| | Anzahl | Anteil % | 95% - KI |
|---|--------|----------|-------------|
| Hypertoniegrad, Probanden mit und ohne medikamentöse Therapie (n=2412) ¹ | | | |
| Normotonie | 1183 | 49,1 | 47,0 - 51,1 |
| Hypertonie Grad 1 | 947 | 39,3 | 37,3 - 41,2 |
| Hypertonie Grad 2 | 216 | 9,0 | 7,9 - 10,2 |
| Hypertonie Grad 3 | 66 | 2,7 | 2,12 - 3,5 |
| Hypertoniegrad, Probanden mit medikamentöser Therapie (n=1527) ¹ | | | |
| Normotonie | 925 | 60,9 | 58,1 - 63,0 |
| Hypertonie Grad 1 | 430 | 28,2 | 25,9 - 30,4 |
| Hypertonie Grad 2 | 134 | 8,8 | 7,4 - 10,3 |
| Hypertonie Grad 3 | 38 | 2,5 | 1,8 - 3,4 |

¹ Prozentangaben beziehen sich auf Probanden mit vorhandenem Messwert;

Tabelle A4 Übereinstimmung zwischen klinischer Diagnose Hypertonie aus SHIP Studie mit der ICD10-GM-Kodierung I10.- aus den Abrechnungsdaten (n=1941)

| Klinische Diagnose SHIP ¹ | Diagnose Abrechnungsdaten | | | | | | | |
|---|--------------------------------------|-------------|---|-------------|--|-------------|--|-------------|
| | Akutdiagnose Hypertonie ² | | Akutdiagnose Hypertonie (M2Q) ³ | | Dauerdiagnose Hypertonie ⁴ | | Akut (M2Q) - oder Dauerdiagnose Hypertonie ⁵ | |
| | Ja | Nein | Ja | Nein | Ja | Nein | Ja | Nein |
| | Anteil (%) | Anteil (%) | Anteil (%) | Anteil (%) | Anteil (%) | Anteil (%) | Anteil (%) | Anteil (%) |
| Hypertonie (N=1423) | 702 (49,3%) | 721 (50,7%) | 721 (50,7%) | 702 (49,3%) | 989 (69,5%) | 34 (30,5%) | 1005 (70,6%) | 418 (29,4%) |
| Keine Hypertonie (N=518) | 24 (4,6%) | 494 (95,4%) | 14 (2,7%) | 504 (97,3%) | 32 (6,18%) | 486 (93,8%) | 34 (6,6%) | 484 (93,4%) |
| Kappa- Koeffizient | 0,31 (95% KI 0,28 – 0,34) | | 0,34 (95% KI 0,31 – 0,37) | | 0,51 (95% KI 0,47 – 0,54) | | 0,52 (95% KI 0,48 – 0,55) | |

¹Lebenszeitprävalenz für arterielle Hypertonie basierend auf dem gemessenen Blutdruckwert, den anamnestischen Angaben zum Vorliegen einer arzt diagnostizierten Hypertonie und der Verordnung eines Antihypertensivums sowie dem Vorliegen einer antihypertensiven Medikation entsprechend des Medikamentenreviews; ²Mindestens eine Akutdiagnose im Zeitraum 4 Quartale vor SHIP-Untersuchung; ³Mindestens 2 Diagnosen im Zeitraum 4 Quartale vor SHIP-Untersuchung nach M2Q-Kriterium; ⁴Mindestens eine Dauerdiagnose im Zeitraum 5 Jahre vor SHIP-Untersuchung; ⁵Mindestens 2 Diagnosen im Zeitraum 4 Quartale vor SHIP-Untersuchung nach M2Q-Kriterium oder mindestens eine Dauerdiagnose im Zeitraum 5 Jahre vor SHIP-Untersuchung.

Tabelle A5 Sensitivität, Spezifität, positiver und negative prädiktiver Wert und Test accuracy für ICD kodierte Diagnosen für die Identifizierung untersuchter Erkrankungen / Risikofaktoren

| | Anzahl (n) | | Wert (%) | 95%-Konfidenzintervall (%) |
|--|------------|------|----------|----------------------------|
| Arterielle Hypertonie (ICD-10 Kode I10) n=1423 | | | | |
| Sensitivität | 721 / | 1423 | 50,7 | (48,0 - 53,3) |
| Spezifität | 504 / | 518 | 97,3 | (95,5 - 98,5) |
| Positiv prädiktiver Wert | 721 / | 735 | 98,1 | (96,8 - 99,0) |
| Negativ prädiktiver Wert | 504 / | 1206 | 41,8 | (39,0 - 44,6) |
| Test accuracy | 1225 / | 1941 | 63,1 | (60,9 - 65,3) |
| Diabetes mellitus (ICD-10 Kode E10-E14) n=305 | | | | |
| Sensitivität | 207 / | 305 | 67,9 | (62,3 - 73,1) |
| Spezifität | 1593 / | 1636 | 97,4 | (96,5 - 98,1) |
| Positiv prädiktiver Wert | 207 / | 735 | 82,8 | (77,5 - 87,3) |
| Negativ prädiktiver Wert | 504 / | 1206 | 94,2 | (93,0 - 95,3) |
| Test accuracy | 1225 / | 1941 | 92,7 | (91,5 - 93,9) |
| Dyslipidämie¹ (ICD-10 Kode E78) n=1361 | | | | |
| Sensitivität | 297 / | 1361 | 21,8 | (19,7 - 24,1) |
| Spezifität | 461 / | 576 | 72,2 | (68,4 - 75,8) |
| Positiv prädiktiver Wert | 297 / | 457 | 65,0 | (60,4 - 69,4) |
| Negativ prädiktiver Wert | 461 / | 1480 | 28,1 | (25,8 - 30,5) |
| Test accuracy | 713 / | 1937 | 36,8 | (34,7 - 39,0) |
| Adipositas² (ICD-10 Kode E65 – E68) n=1437 | | | | |
| Sensitivität | 134 / | 1437 | 9,3 | (7,9 - 11,0) |
| Spezifität | 500 / | 501 | 99,8 | (98,9 - 100,0) |
| Positiv prädiktiver Wert | 134 / | 135 | 99,3 | (95,9 - 100,0) |
| Negativ prädiktiver Wert | 500 / | 1803 | 27,7 | (25,7 - 29,9) |
| Test accuracy | 634 / | 1941 | 32,7 | (30,6 - 34,8) |
| Rauchen (ICD-10 Kode F17) n=412 | | | | |
| Sensitivität | 26 / | 412 | 6,31 | (4,2 - 9,1) |
| Spezifität | 1526 / | 1529 | 99,8 | (99,4 - 100,0) |
| Positiv prädiktiver Wert | 26 / | 29 | 89,7 | (72,6 - 97,8) |
| Negativ prädiktiver Wert | 1526 / | 1912 | 79,8 | (77,9 - 81,6) |
| Test accuracy | 1552 / | 1941 | 80,0 | (78,1 - 81,7) |

¹ n=4 missing; ² n=3 missing

Tabelle A6 Charakteristika Probanden mit Diabetes mellitus vs. Probanden ohne Diabetes mellitus

| | Probanden mit Diabetes (n=305) | | | Probanden ohne Diabetes (n=1636) | | |
|---|--------------------------------|-------------------------------------|-------------|----------------------------------|-------------------------------------|-------------|
| | n | Mittelwert (\pm SD) / Anteil (%) | 95% - KI | n | Mittelwert (\pm SD) / Anteil (%) | 95%-KI |
| Alter (Jahren) | | 65,5 (11,0) | 64,3 - 66,7 | | 56,3 (13,2) | 55,6 - 56,9 |
| Geschlecht männlich (%) | 167 | 54,8 | 49,2 - 60,3 | 722 | 44,1 | 41,7 - 46,5 |
| Serumglucose ¹ | | 8,3 (3,4) | 7,9 - 8,6 | | 5,4 (0,8) | 5,4 - 5,4 |
| HbA1c ¹ | | 6,8 (1,4) | 6,6 - 6,9 | | 5,3 (0,5) | 5,3 - 5,3 |
| Hypertonie (%) | 280 | 91,8 | 88,7 - 94,9 | 1143 | 69,9 | 67,6 - 72,1 |
| Anamnestischer Myokardinfarkt oder Schlaganfall (%) | 39 | 12,8 | 9,0 - 16,5 | 75 | 4,6 | 3,6 - 5,6 |
| Anamnestischer Myokardinfarkt (%) | 28 | 9,2 | 5,9 - 12,4 | 47 | 2,9 | 2,0 - 3,7 |
| Anamnestischer Schlaganfall (%) | 18 | 5,9 | 3,3 - 8,6 | 32 | 2,0 | 1,3 - 2,6 |
| Kardiovaskuläres Gesamtrisiko ² | | | | | | |
| Niedriges oder moderates Risiko | 83 | 27,2 | 22,2 - 32,2 | 838 | 51,2 | 48,8 - 53,6 |
| Hohes Risiko | 29 | 9,5 | 6,2 - 12,8 | 132 | 8,1 | 6,8 - 9,4 |
| Zigarettenrauchen ³ | 50 | 16,4 | 12,2 - 20,6 | 362 | 22,1 | 20,1 - 24,1 |
| Hyperlipidämie Behandlungsindikation ⁴ | | | | | | |
| Keine Lebensstiländerung, keine Medikation | 34 | 11,2 | 7,6 - 14,7 | 486 | 29,7 | 27,5 - 31,9 |
| Lebensstiländerung, Erwägung medikamentöse Therapie | 64 | 21,0 | 16,4 - 25,6 | 399 | 24,4 | 22,3 - 26,5 |
| Lebensstiländerung, unverzügliche medikamentöse Therapie | 29 | 9,5 | 6,2 - 12,8 | 111 | 6,8 | 5,6 - 8,0 |
| BMI ⁵ | | | | | | |
| Normalgewicht oder Untergewicht (BMI < 25 kg/m ²) | 30 | 9,8 | 6,5 - 13,2 | 471 | 28,8 | 26,6 - 31,0 |
| Übergewicht (BMI 25-29 kg/m ²) | 106 | 34,8 | 29,4 - 40,1 | 687 | 42,0 | 39,6 - 44,4 |

| | | | | | | |
|---|-----|------|-------------|-----|------|-------------|
| Adipositas (BMI \geq 30 kg/m ²) | 169 | 55,4 | 49,8 - 61,0 | 475 | 29,0 | 26,8 - 31,2 |
|---|-----|------|-------------|-----|------|-------------|

¹ Probanden ohne Diabetes: n=4 missing (4/1636, 48,4%) ² Probanden mit Diabetes: n=193 missing (193/305, 63,3%) Probanden außerhalb der Altersgrenzen zur Berechnung des SCORE, fehlender Werte zur SCORE Berechnung oder stattgehabtem Myokardinfarkt oder Schlaganfall, Probanden ohne Diabetes: n=666 missing (666/1636, 40,7%) Probanden außerhalb der Altersgrenzen zur Berechnung des SCORE, fehlender Werte zur SCORE Berechnung oder stattgehabtem Myokardinfarkt oder Schlaganfall; ³ Probanden mit Diabetes: n=1 missing (1/305, 0,3%), Probanden ohne Diabetes: n=4 missing (4/1636, 0,2%); ⁴ Probanden mit Diabetes: n=178 missing (178/305, 58,4%) aufgrund von Probanden außerhalb der Altersgrenzen zur Berechnung des SCORE oder fehlender LDL-Werte, Probanden ohne Diabetes: n= 640 missing (640/1636, 39,1%) aufgrund von Probanden außerhalb der Altersgrenzen zur Berechnung des SCORE oder fehlender LDL-Werte; ⁵ Probanden ohne Diabetes: n=3 missing (3/1636, 0,2%);

Tabelle A7 Schweregradeinteilung bei Probanden der SHIP-Trend-Studie mit Diabetes n=550

| | Anzahl | Anteil % | 95% - KI |
|--|--------|----------|-------------|
| HbA1c Zielbereich (n=461)¹ | | | |
| ≤ 7,5% | 375 | 81,3 | 77,8 - 84,9 |
| > 7,5% | 86 | 18,7 | 15,2 - 22,5 |
| Behandelte Diabetiker mit HbA1c (Diät, Medik. Oder Insulin) (n=386) | | | |
| ≤ 7,5% | 303 | 78,5 | 74,1 - 82,5 |
| > 7,5% | 83 | 21,5 | 17,5 - 25,9 |
| Behandelte Diabetiker mit HbA1c (Medikamente oder Insulin) (n=360) | | | |
| ≤ 7,5% | 278 | 77,2 | 72,5 - 81,5 |
| > 7,5% | 82 | 22,8 | 18,6 - 27,5 |
| Kardiovaskuläres Gesamtrisiko bei allen Diabetikern (n=280)^{1,2} | | | |
| Niedriges oder moderates Risiko | 136 | 48,6 | 42,6 - 54,6 |
| Hohes Risiko | 144 | 51,4 | 45,4 - 57,4 |
| Kardiovaskuläre Komplikation bei allen Diabetikern (n=550) ³ | 75 | 13,6 | 10,9 - 16,8 |

¹ Prozentangaben beziehen sich auf Probanden mit vorhandenem Messwert und bekanntem Diabetes;

² Kardiovaskuläres Gesamtrisiko nach modifiziertem SCORE Algorithmus; ³ Diabetiker mit stattgehabtem Myokardinfarkt oder Schlaganfall (Lebenszeitprävalenz)

Tabelle A8 Übereinstimmung zwischen klinischer Diagnose Diabetes mellitus aus SHIP Studie mit der ICD10-GM-Kodierung E10.- bis E14.- aus den Abrechnungsdaten (n=1941)

| Klinische Diagnose SHIP ¹ | Diagnose Abrechnungsdaten | | | | | | | |
|--------------------------------------|------------------------------------|--------------|--|--------------|-------------------------------------|--------------|---|--------------|
| | Akutdiagnose Diabetes ² | | Akutdiagnose Diabetes (M2Q) ³ | | Dauerdiagnose Diabetes ⁴ | | Akut (M2Q) - oder Dauerdiagnose Diabetes ⁵ | |
| | Ja | Nein | Ja | Nein | Ja | Nein | Ja | Nein |
| | Anteil (%) | Anteil (%) | Anteil (%) | Anteil (%) | Anteil (%) | Anteil (%) | Anteil (%) | Anteil (%) |
| Diabetes (N=305) | 186 (61,0%) | 119 (39,0%) | 207 (67,9%) | 98 (32,1%) | 240 (78,7%) | 65 (21,3%) | 245 (80,3%) | 60 (19,7%) |
| Keine Diabetes (N=1636) | 47 (2,9%) | 1589 (97,1%) | 43 (2,6%) | 1593 (97,4%) | 43 (2,6%) | 1560 (95,4%) | 43 (2,6%) | 1560 (95,4%) |
| Kappa-Koeffizient | 0,64 (95% KI 0,59 – 0,69) | | 0,70 (95% KI 0,66 – 0,75) | | 0,73 (95% KI 0,69 – 0,77) | | 0,74 (95% KI 0,70 – 0,78) | |

¹Lebenszeitprävalenz für Diabetes mellitus basierend auf dem gemessenen Serumglukosewert, den anamnestischen Angaben zum Vorliegen eines arzt diagnostizierten Diabetes mellitus und der Verordnung eines Antidiabetikums sowie dem Vorliegen einer antidiabetischen Medikation entsprechend des Medikamentenreviews; ²Mindestens eine Akutdiagnose im Zeitraum 4 Quartale vor SHIP-Untersuchung; ³ Mindestens 2 Diagnosen im Zeitraum 4 Quartale vor SHIP-Untersuchung nach M2Q-Kriterium; ⁴ Mindestens eine Dauerdiagnose im Zeitraum 5 Jahre vor SHIP-Untersuchung; ⁵ Mindestens 2 Diagnosen im Zeitraum 4 Quartale vor SHIP-Untersuchung nach M2Q-Kriterium oder mindestens eine Dauerdiagnose im Zeitraum 5 Jahre vor SHIP-Untersuchung.

Tabelle A9 Charakteristika Probanden mit Berechnung des SCORE vs. Probanden ohne Berechnung des SCORE

| | Probanden mit SCORE Berechnung (n=1082) | | | Probanden ohne SCORE Berechnung (n=859) | | |
|---|--|-------------------------------------|-------------|--|-------------------------------------|-------------|
| | n | Mittelwert (\pm SD) / Anteil (%) | 95% - KI | n | Mittelwert (\pm SD) / Anteil (%) | 95%-KI |
| Alter (Jahren) | | 53,1 | 52,7 - 53,6 | | 63,5 | 62,4 - 64,6 |
| Geschlecht männlich (%) | 473 | 43,7 | 40,7 - 46,7 | 416 | 48,4 | 45,0 - 51,8 |
| Hypertonie (%) | 434 | 67,8 | 65,0 - 70,6 | 689 | 80,2 | 77,4 - 82,9 |
| Diabetes (%) | 112 | 10,4 | 8,6 - 12,3 | 193 | 22,5 | 19,7 - 25,4 |
| Anamnestischer Myokardinfarkt oder Schlaganfall (%) | | | | 114 | 13,3 | 11,1 - 15,7 |
| Anamnestischer Myokardinfarkt (%) | | | | 75 | 8,7 | 6,9 - 10,8 |
| Anamnestischer Schlaganfall (%) | | | | 50 | 5,8 | 4,4 - 7,6 |
| Zigarettenrauchen (%) | 298 | 27,5 | 24,9 - 30,3 | 114 | 13,3 | 11,1 - 15,7 |
| Gesamtcholesterol (mmol/l) | 1082 | 5,7 | 5,6 - 5,7 | 854 | 5,3 | 5,2 - 5,3 |
| LDL (mmol/l) | 1081 | 3,5 | 3,4 - 3,6 | 855 | 3,2 | 3,1 - 3,3 |

¹ Probanden mit Behandlungsindikation: n=27 missing (27/603, 4,5%) aufgrund von Probanden außerhalb der Altersgrenzen zur Berechnung des SCORE, fehlender Werte zur SCORE Berechnung oder stattgehabtem Myokardinfarkt oder Schlaganfall, Probanden ohne Behandlungsindikation: n=15 missing (15/520, 2,9%) aufgrund von Probanden außerhalb der Altersgrenzen zur Berechnung des SCORE, fehlender Werte zur SCORE Berechnung oder stattgehabtem Myokardinfarkt oder Schlaganfall; ² Probanden ohne Behandlungsindikation: n=1 missing (1/520, 0,2%);

Tabelle A10 Schweregradeinteilung des kardiovaskulären Gesamtrisikos bei Probanden der SHIP-Trend-Studie n=2226¹

| | Anzahl | Anteil % | 95% - KI |
|---|--------|----------|-------------|
| Kardiovaskuläres 10-Jahres Mortalitätsrisiko (vier Risikokategorien) (n=2226) ² | | | |
| ≤ 1% | 1301 | 58,5 | 56,4 - 60,5 |
| 2% - 4% | 666 | 29,9 | 28,0 - 31,9 |
| 5% - 9% | 206 | 9,3 | 8,1 - 10,5 |
| ≥ 10% | 53 | 2,4 | 1,8 - 3,1 |
| Kardiovaskuläres 10-Jahres Mortalitätsrisiko (dichotom) (n=2226) ² | | | |
| < 5% | 1967 | 88,4 | 87,0 - 89,7 |
| ≥ 5% | 259 | 11,6 | 10,3 - 13,0 |

¹ Kardiovaskuläres 10-Jahres Mortalitätsrisiko nach dem SCORE-Germany; ² Prozentangaben beziehen sich auf Probanden mit vorhandenem Messwert

Tabelle A11 logistischen Regressionsmodells für die Prädiktion von arterieller Hypertonie auf Basis der Abrechnungsdaten

| | β -Koeffizient | Standardfehler | P > | 95%-CI | |
|--|----------------------|----------------|-------|--------|-------|
| Konstante | -0,76 | 0,01 | 0,023 | -1,41 | -0,11 |
| Alter | 0,05 | 0,01 | 0,000 | 0,04 | 0,06 |
| Arterielle Hypertonie, n.n.b. (I10.I90) | 2,96 | 0,24 | 0,000 | 2,49 | 3,44 |
| Geschlecht | -0,92 | 0,13 | 0,000 | -1,17 | -0,67 |
| Summe Glucosemessungen im Vorjahr (3. Quartal) | 1,17 | 0,40 | 0,003 | 0,39 | 1,94 |

10. Publikationsverzeichnis

1. Reber K, Chenot JF, Schmidt CO, Baumeister SE, Angelow A. Validierung kassenärztlicher Abrechnungsdaten auf Basis von Primärdaten für Diagnose arterielle Hypertonie und Diabetes mellitus (Vortrag). AGENS (Arbeitsgruppe Erhebung und Nutzung von Sekundärdaten) Methodenworkshop 2015; 2015 Feb 19; Freiburg. <https://www.ph-freiburg.de/institut-fuer-alltagskultur-bewegung-und-gesundheit/fachrichtungen/gesundheitspaedagogik/tagungen/2015-8agens-methodenworkshop.html>
2. Angelow A, Reber K, Baumeister SE, Schmidt CO, Chenot JF. Wie gut werden kardiovaskuläre Risikofaktoren in der ambulanten Versorgung kodiert? Abstract für den 49. Kongress für Allgemeinmedizin und Familienmedizin (DEGAM) vom 17.-19.09.2015 (Poster)
3. Reber K, Angelow A, Baumeister SE, Schmidt CO, Chenot JF. Externe Diagnosevalidierung von Routinedaten am Beispiel ausgewählter kardiovaskulärer Risikofaktoren. Abstract für den 14. Deutsche Kongress für Versorgungsforschung (DKVF) vom 07.-09.10.2015 (Vortrag)