

Gesundheitswesen

▮ Anwendungsgebiete und Limitierungen der amtlichen Statistik für die regionale Versorgungsforschung

Ein Diskussionsbeitrag der AOK Nordost am Beispiel der koronaren Herzkrankheit

von Boris Kauh, Werner Maier, Jürgen Schweikart, Jonas Pieper, Andrea Keste und Marita Moskwyn

Regionale Analysen chronischer Erkrankungen in Abrechnungsdaten von Krankenkassen können einen entscheidenden Beitrag dazu leisten, zukünftige Versorgungsstrukturen bedarfsgerecht zu planen. Hierbei sind neben den Abrechnungsdaten selbst auch die Daten der amtlichen Statistik von zentraler Bedeutung: Erst die Analyse des Zusammenhangs zwischen Erkrankungslast und der demografischen und sozio-ökonomischen Zusammensetzung des Wohnortes erlaubt Rückschlüsse darüber, wie sich die Erkrankungslast in Zukunft entwickeln wird. Derzeit können die Daten der amtlichen Statistik allerdings aufgrund der maximalen räumlichen Gliederungstiefe bis zur Gemeindeebene nicht ihr volles Potenzial entfalten. Dieser Beitrag verfolgt mehrere Ziele: (i) Am Beispiel der koronaren Herzkrankheit unter den Versicherten der AOK Nordost in den Ländern Berlin, Brandenburg und Mecklenburg-Vorpommern soll die Verwendung von Daten der amtlichen Statistik beispielhaft vorgestellt werden, (ii) die daraus entstehenden Implikationen für die zukünftige Bedarfsplanung sollen erläutert werden und (iii) die derzeitigen Limitierungen von Daten der amtlichen Statistik sollen diskutiert und Anforderungen an diese Daten aus Sicht der Versorgungsforschung vorgestellt werden.

Einführung

Geografische Informationssysteme (GIS) nehmen für die Planung medizinischer Ressourcen und Analysen chronischer Erkrankungen einen immer wichtiger werdenden Stellenwert ein [1–6]. Vor dem Hintergrund des regional sehr unterschiedlich verlaufenden demografischen Wandels [7] und der damit einhergehenden Veränderung der Erkrankungslast stellt sich vor allem in den Flächenländern Brandenburg und Mecklenburg-Vorpommern die Frage, wie eine bedarfsorientierte hausärztliche Versorgung auch in Zukunft umgesetzt werden kann. Die derzeitige Planungsrichtlinie als Verhältnis von 1671 Einwohnern pro Hausarzt auf Ebene der Mittelbereiche [8] wird wahrscheinlich den tatsächlichen Bedarf an hausärztlicher Versorgung – zumindest in Nordostdeutschland – in Zukunft nicht mehr adäquat abbilden können [1, 9]. Zum einen ist in Nordostdeutschland bereits jetzt das Durchschnittsalter höher als im Bundesdurchschnitt [10, 11] und zum anderen auch der Anteil an sozial benachteiligten Personen [12]. Dies schlägt sich aufgrund des Zusammenhangs zwischen Alter, sozialer Lage und Gesundheit natürlich auch in der Prävalenz chronischer Erkrankungen nieder, die in den neuen Bundesländern wesentlich höher ist [13–15]. Dem gegenüber steht eine Abnahme der Leistungserbringer in den ländlichen Regionen dieser Flächenländer. Als Ergebnis lassen sich ausgesprochene Disparitäten feststellen, die sich auch in Zukunft weiter ausweiten werden: Jüngere, gesündere Personen ziehen vermehrt in die Städte, in denen ausreichend Ärzte verfügbar sind, während in den ländlichen Räumen

vor allem ältere, kranke Personen bei rückläufigen Arztzahlen verbleiben [16]. Es wird sich also in Zukunft noch stärker als heute die Frage stellen, wie man Gebiete für die vorrangige Bereitstellung medizinischer Ressourcen identifizieren und in der Planung berücksichtigen kann. Bereits seit längerer Zeit besteht die Nachfrage nach epidemiologischen Daten, die eine Aussage zu regionalen Unterschieden in der Erkrankungslast erlauben [17]. Regionale Analysen epidemiologischer Daten zur Erkrankungslast sind allerdings in Deutschland nach wie vor selten und in der Regel – wenn überhaupt – nur auf Ebene der Landkreise und kreisfreien Städte verfügbar [18–20]. Nur in wenigen Fällen liegen epidemiologische Daten auf Stadtteil- [21] oder Gemeindeebene vor [22]. Um aber den derzeitigen und zukünftigen Versorgungsbedarf in den Flächenländern sinnvoll abschätzen zu können, müssen solche Daten regional so detailliert wie möglich vorliegen und in Beziehung zur demografischen und sozio-ökonomischen Struktur des Wohnortes gesetzt werden. Erst die Analyse des Zusammenhangs zwischen Erkrankungslast und der demografischen/sozio-ökonomischen Zusammensetzung des Wohnortes erlaubt Rückschlüsse über die zukünftig zu erwartende Erkrankungslast.

Das 2015 von der AOK Nordost initiierte und von der Beuth Hochschule für Technik Berlin unterstützte Projekt zur regionalspezifischen Untersuchung der Erkrankungslast ist mit dem Ziel gestartet, die wichtigsten Volkskrankheiten unter den Versicherten der AOK Nordost regional zu untersuchen, planungsrelevante, bevölkerungsbezogene Risikofak-

toren zu ermitteln und damit Rückschlüsse auf den zukünftig zu erwartenden Versorgungsbedarf bereitzustellen.

Für dieses Projekt spielen dabei die Daten des Amtes für Statistik Berlin-Brandenburg und des Statistischen Amtes Mecklenburg-Vorpommern eine zentrale Rolle: Die meisten chronischen Erkrankungen folgen bestimmten sozio-ökonomischen und demografischen Bevölkerungscharakteristika wie Alter [1, 3, 15], Arbeitslosigkeit [1, 3], Einkommen [1, 3, 15], Bildungsstand [23] oder Partnerschaftsstatus [24]. Diese Daten sind auf Individualebene aber oftmals nicht verfügbar. Allerdings liegen solche Daten für Deutschland teilweise bis auf Ebene der Gemeinden und Stadtteile vor. Durch die Verschneidung anonymisierter Abrechnungsdaten mit den Daten der amtlichen Statistik lässt sich der Zusammenhang zwischen sozio-ökonomischem Status und Erkrankungsprävalenz quantifizieren [25]. Für Maßnahmen der Prävention sind solche detaillierten Daten von großem Interesse, um die ortsspezifische Risikogruppe identifizieren zu können und Maßnahmen zielgerichtet auf diese Gruppe zuschneiden zu können [26]. Für die Zwecke der Bedarfsplanung sind allerdings einzelne sozio-ökonomische Variablen wie Einkommen oder Arbeitslosigkeit weniger von Bedeutung als eine übergeordnete Betrachtung der sozialen Lage einer Region. Sogenannte Deprivationsindizes werden im internationalen Kontext bereits seit längerem verwendet, um sozial benachteiligte Regionen zu identifizieren und die Bereitstellung medizinischer Versorgungsstrukturen bedarfsorientierter zu steuern [27–29].

Für Deutschland hat sich hierzu der „German Index of Multiple Deprivation“ (GIMD) als sinnvolles Messinstrument der sozialen Benachteiligung einer Region erwiesen [13, 14]. Der Index setzt sich aus Daten der amtlichen Statistik zusammen und beinhaltet die Deprivations-Domänen Einkommen, Beschäftigung, Bildung, kommunale Einnahmen, Sozialkapital, Umwelt und Sicherheit [30].

In der internationalen und vermehrt auch in der deutschen wissenschaftlichen Literatur gilt der Zusammenhang zwischen regionaler Deprivation und schlechterem Gesundheitsstatus seit längerem als gesichert [2, 15, 30]. Wer in einer sozial benachteiligten Region wohnt, hat ein höheres Risiko zu erkranken – unabhängig vom sozio-ökonomischen Status auf Individualebene [31–33]. Für Deutschland wurde dieser Effekt ebenfalls in mehreren Studien nachgewiesen [13, 14]. Daher stellt sich auch für die AOK Nordost die Frage, welchen Einfluss regionale Deprivation auf die Erkrankungslast hat und welche Schlüsse für die hausärztliche Bedarfsplanung daraus zu ziehen sind. Solche Analysen hängen damit auch vom Informationsgehalt der Daten der amtlichen Statistik ab. Diese Daten können aber momentan aufgrund der eingeschränkten regionalen Gliederungstiefe nicht ihr volles Potenzial entfalten.

Datengrundlage

Für diese Untersuchung wurde die koronare Herzkrankheit (KHK) ausgewählt, da sie in ihrer regionalen Verteilung und Beziehung zu bevölkerungsbasierten Risikofaktoren sehr stark den bereits publizierten Ergebnissen zu Typ 2 Diabetes [1, 34] und Hypertonie (Bluthochdruck) [9] ähnelt und sich die Ergebnisse somit gut vergleichen lassen. Zur regionalen Analyse der KHK wurden die Abrechnungsdaten der AOK Nordost für das Jahr 2012 den Gemeinden zugeordnet. Das Einzugsgebiet der AOK Nordost besteht aus den Bundesländern Berlin, Brandenburg und Mecklenburg-Vorpommern. Da Großstädte wie Berlin nur als eine Gemeinde zählen, wurden die Abrechnungsdaten für Berlin, Potsdam, Brandenburg an der Havel, Schwerin, Frankfurt (Oder) und Cottbus den Postleitzahlen und in Rostock den Stadtteilen zugeordnet [9]. Von den etwa 1,79 Mill. Versicherten der AOK Nordost des Jahres 2012 weisen etwa 293 000 Versicherte (16,4 %) die gesicherten ICD-10 Codes I20–I24¹ für die koronare Herzkrankheit auf [35].

Als erklärende Faktoren wurden verschiedene Variablen aus dem Versichertenbestand und der amtlichen Statistik betrachtet. Aus dem Versichertenbestand wurden die Anteile der Versicherten im Alter von 45 Jahren bis 64 Jahren und 65 Jahren und älter als demografische Variablen verwendet. Zur Analyse des Zusammenhangs zwischen Erkrankungsrisiko und sozialer Lage wurde der German Index of Multiple Deprivation für 2010 (GIMD 2010) verwendet. Lange Anreisezeiten zum Arbeitsplatz führen unter Berufspendelnden oftmals zu einem schlechteren Gesundheitszustand [36–38]. In einer vorherigen Studie der AOK Nordost wurde ein signifikanter Zusammenhang zwischen dem Anteil an Auspendelnden und der Prävalenz der Hypertonie vor allem im Berliner Speckgürtel festgestellt [9]. Daher wurde in der vorliegenden Studie ebenfalls untersucht, ob sich auch für KHK ein signifikanter Zusammenhang zwischen dem Anteil an Auspendelnden und der Prävalenz der KHK aufzeigt. Alle Daten waren auf Ebene der Gemeinden verfügbar, mussten aber aufgrund der verschiedenen Gemeindegrößen und der daraus resultierenden statistischen Unzuverlässigkeit auf die Ebene der Gemeindeverbände (in Brandenburg und Mecklenburg-Vorpommern auch Ämter genannt) aggregiert werden [9] (Abbildung a).

Methoden

Darstellung der alters- und geschlechtsstandardisierten Prävalenz

Da KHK mit höherem Alter der Bevölkerung zunimmt, würde die nichtstandardisierte Prävalenz im Wesentlichen nur dem Verlauf des Durchschnittsalters der AOK Nordost-Versicherten folgen. Um aber Aussagen darüber treffen zu können, ob eine Gemeinde unabhängig von der unterschiedlichen demografischen Zusammensetzung tatsächlich eine höhere Erkrankungslast aufweist, muss der Einfluss der unterschiedlichen Alters- und Geschlechtsverteilung herausgerechnet werden [39]. Durch die Al-

¹ Nähere Informationen zur Internationalen statistischen Klassifikation der Krankheiten und verwandter Gesundheitsprobleme (ICD, englisch: International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems) finden Sie u. a. in der Zeitschrift für amtliche Statistik Berlin Brandenburg, Ausgabe

ters- und Geschlechtsstandardisierung wird die Prävalenz in einer Gemeinde so gewichtet, als wäre die Alters- und Geschlechtsverteilung in allen Gemeinden und Ortsteilen Nordostdeutschlands gleich. Dadurch lassen sich die Gemeinden hinsichtlich ihrer Erkrankungsprävalenz miteinander vergleichen.

Da die Anzahl an Versicherten pro Gemeinde und Ortsteil zusätzlich enormen Schwankungen unterworfen ist, wäre eine einfache Darstellung der adjustierten Rate sehr unzuverlässig und wenig erkenntnisreich. Daher wurde zur Darstellung der Alters- und geschlechtsstandardisierten Prävalenzraten ein sogenanntes Glättungsverfahren nach Besag-York-Mollié (BYM) verwendet. Das BYM-Modell gleicht die Schwankungen in der Versicherten-dichte aus, indem die Prävalenz in einer Gemeinde immer zum Durchschnitt der benachbarten Gemeinden gewichtet wird. Dadurch werden extreme Schwankungen, die nur auf kleinen Fallzahlen beruhen, herausgerechnet [40]. Die Prävalenzraten werden durch dieses Verfahren mit Informationen aus benachbarten Gemeinden stabilisiert. Dieses Verfahren wird vor allem für die kleinräumige Darstellung chronischer Erkrankungen wie Krebs [22] und Herz-Kreislauf-Erkrankungen verwendet [41].

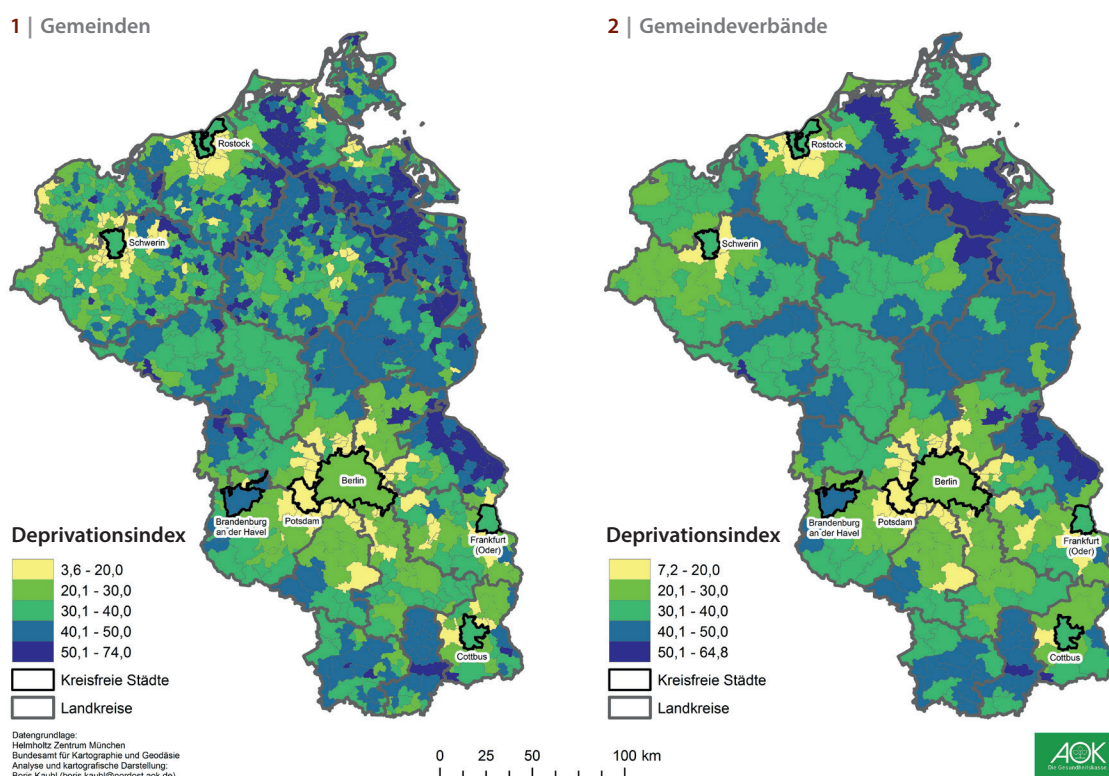
Analyse der demografischen und sozio-ökonomischen Einflussfaktoren

Um die Stärke des Zusammenhangs zwischen einer Zielvariablen (z. B. KHK) und einer oder mehreren erklärenden Variablen (z. B. Anteil an Personen über 65 Jahre) zu ermitteln, werden Regressionsmodelle

verwendet. Ein Regressionsmodell zeigt auf, um wie viel sich die Erkrankungslast erhöht, wenn z. B. der Anteil an Personen über 65 Jahre um 1 % zunimmt.

In den meisten regionalen Untersuchungen in Deutschland zu möglichen Risikofaktoren bestimmter Erkrankungen und Indikationen werden globale Regressionsmodelle verwendet. Globale Regressionsmodelle ermitteln nur einen Regressionskoeffizienten pro Variable für das gesamte jeweilige Untersuchungsgebiet [12, 20, 42]. Damit wird allerdings unterstellt, dass der Zusammenhang zwischen Erkrankung und möglichen Einflussfaktoren überall gleich stark ist. Diese Annahme ist aber für große Gebiete wie ganze Länder sehr unrealistisch [43] und trifft bereits auf kleinere Untersuchungsgebiete wie Berlin [34] oder Nordostdeutschland [1, 9] nicht mehr zu. Nicht jede Person über 65 Jahre weist dasselbe Erkrankungsrisiko auf. Das Erkrankungsrisiko hängt unter anderem von kulturellen, sozialen und kontextuellen Faktoren auf individueller und aggregierter Ebene ab und ist damit per Definition starken regionalen Schwankungen unterworfen [4]. Für die meisten Erkrankungen darf diese Erkenntnis als gesichert angenommen werden [3, 15, 34, 44]. In diesem Zusammenhang erhalten geografisch gewichtete Regressionsmodelle (GWR) einen immer wichtiger werdenden Stellenwert. GWR messen für jede administrative Einheit den Zusammenhang zwischen Erkrankungsrisiko und möglicher erklärender Variable und können somit auch regionale Schwankungen des Zusammenhangs zwischen Erkrankungsrisiko und möglichen Einflussfaktoren er-

a | Aggregation des German Index of Multiple Deprivation für das Jahr 2010 von der ursprünglichen Gemeinde- auf die Gemeindeverbandsebene in Berlin, Brandenburg und Mecklenburg-Vorpommern Je höher die Werte des Index sind, desto sozial benachteiligter ist die Region



fassen [43]. Das methodische Vorgehen für die Untersuchung der KHK in dieser Arbeit ist identisch mit einer vorangegangenen Untersuchung zu Hypertonie unter den AOK Nordost-Versicherten, in der die Methodik detailliert beschrieben wird [9].

Ergebnisse

Regionale Verteilung der koronaren Herzkrankheit

Die alters- und geschlechtsstandardisierte Prävalenz der koronaren Herzkrankheit lag im Jahr 2012 unter den AOK Nordost-Versicherten bei 10,4 %. Die höchsten Prävalenzen befanden sich vor allem im Berliner Speckgürtel und einigen Gemeinden in den Landkreisen Prignitz, Uckermark und Elbe-Elster (Abbildung b). Auffallend ist auch, dass in Berlin die Prävalenzen im Ostteil der Stadt deutlich höher waren als im Westteil.

Regionalspezifische demografische und sozio-ökonomische Einflussfaktoren der koronaren Herzkrankheit

Im Gegensatz zu einem vorangegangenen, globalen Modell erfüllt das lokale GWR-Modell die Bedingung, dass die Residuals nicht geclustert vorliegen dürfen (Moran's $I = 0,034$, $p > 0,05$). Das lokale GWR-Modell hat – wie erwartet – eine wesentlich bessere Modellgüte als das globale OLS-Modell. Die hier untersuchten Einflussfaktoren erklären 51 % der regionalen Variation der KHK.

Insgesamt betrachtet weist der Zusammenhang zwischen KHK und den untersuchten demografischen und sozio-ökonomischen Variablen erhebliche regionale Schwankungen auf. Keine der untersuchten Variablen ist im gesamten Untersuchungsgebiet signifikant mit KHK assoziiert (Abbildung c).

Der Anteil an Versicherten zwischen 45 Jahren und 64 Jahren ist nur im Landkreis Mecklenburgische Seenplatte signifikant positiv mit KHK assoziiert. Ein Prozent mehr Versicherte in dieser Altersgruppe erhöht die KHK-Prävalenz um mehr als 2,2 %. In einigen Gemeindeverbänden in Brandenburg ist der Anteil in dieser Altersgruppe signifikant negativ assoziiert. Mit einem Prozent mehr Versicherten in dieser Altersgruppe sinkt die Prävalenz um mehr als 1,5 %.

Der Anteil an Versicherten über 65 Jahre ist im Wesentlichen nur positiv assoziiert, wenn auch mit erheblichen regionalen Schwankungen. Mit einem Prozent mehr Versicherte in dieser Altersgruppe steigt die Prävalenz vor allem im Landkreis Mecklenburgische Seenplatte um mehr als 3,7 %. Sehr deutlich wird die Ähnlichkeit der Koeffizienten dieser Altersgruppe mit regionaler Deprivation: In den Regionen mit höherer sozialer Benachteiligung ist auch der Zusammenhang zwischen dieser Altersgruppe und KHK am stärksten.

Regionale Deprivation hat nur in einem Teil des Untersuchungsgebietes einen direkten und signifikanten Einfluss auf die Prävalenz der KHK. Dies betrifft vor allem die am stärksten sozial benachteiligten Regionen im Norden Brandenburgs und Mecklenburg-Vorpommerns. Ein Punkt mehr auf der

Deprivationsskala erhöht die Prävalenz der KHK um mehr als 0,9 %.

Der Anteil an Berufspendelnden ist vor allem im Berliner Speckgürtel und im Norden Brandenburgs signifikant mit KHK assoziiert. In diesen Gebieten erhöht ein Prozent mehr Berufspendelnde die Prävalenz der KHK um mehr als 0,4 %.

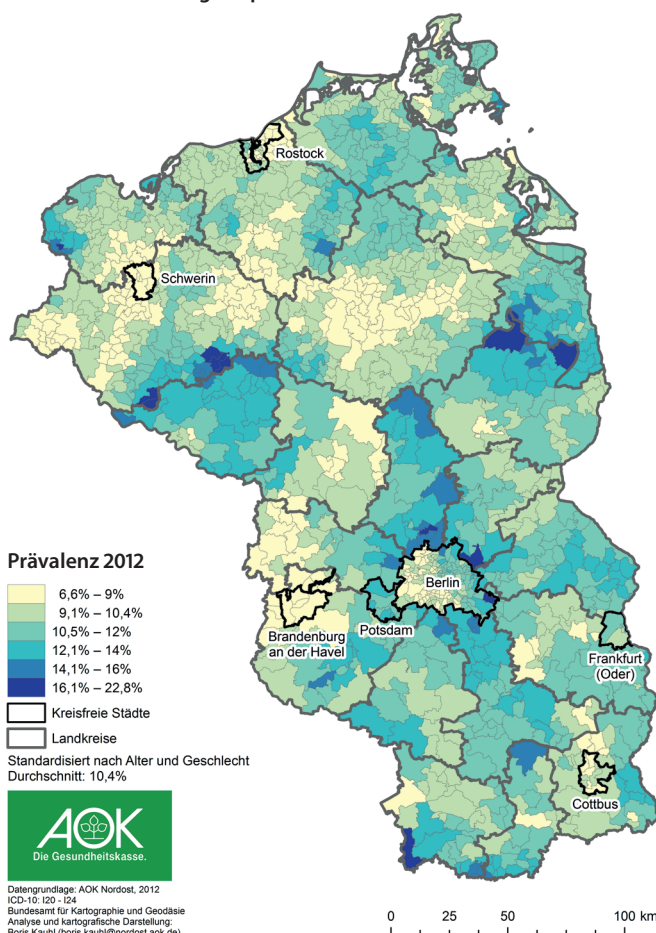
Diskussion

Ergebnisse im Kontext bisheriger Untersuchungen

Die regionale Verteilung der KHK ist denen des Typ 2 Diabetes Mellitus und der Hypertonie sehr ähnlich. Auch die Einflussfaktoren unterscheiden sich nur gering hinsichtlich ihres regionspezifischen Zusammenhangs. Damit folgen die drei wichtigsten Volkskrankheiten unter den AOK Nordost-Versicherten im Wesentlichen den gleichen regionalen Merkmalen [1, 9, 34].

Der Zusammenhang zwischen den demografischen Variablen und KHK folgt im Großteil des Untersuchungsgebietes einer ähnlichen Verteilung wie regionale Deprivation: je sozial benachteiligter die Region ist, desto stärker ist der Zusammenhang zwischen den älteren Versicherten und KHK, auch wenn regionale Deprivation selbst nicht notwendigerwei-

b | Prävalenz der koronaren Herzkrankheit unter den AOK Nordost-Versicherten 2012 auf Ebene der Gemeinden und Stadtteile in Berlin, Brandenburg und Mecklenburg-Vorpommern



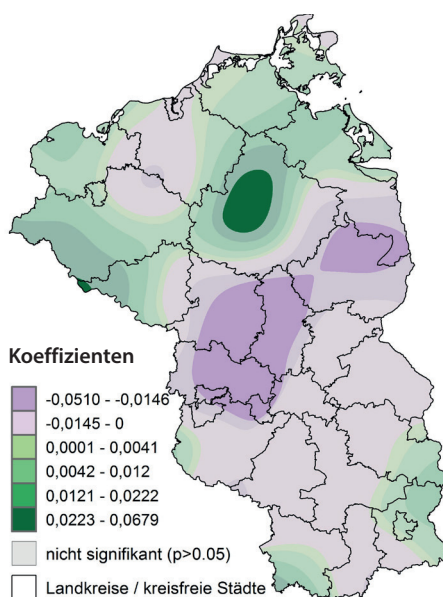
se signifikant in diesen Gebieten mit KHK assoziiert ist. Dies deckt sich sowohl mit Untersuchungen aus den USA [15] als auch mit vorherigen Untersuchungen der AOK Nordost zu Hypertonie [9]. Insgesamt deutet die Ähnlichkeit der demografischen Variablen mit dem Index regionaler Deprivation auf einen wichtigen Umstand hin: Wer in einer sozial benachteiligten Region wohnt, hat ein höheres Risiko an KHK zu erkranken, selbst wenn die Person auf individueller Ebene nicht notwendigerweise von Deprivation – z. B. in Form eines niedrigen Einkommens oder Arbeitslosigkeit – betroffen sein muss. Diese

Schlussfolgerung deckt sich mit den bisherigen wissenschaftlichen Erkenntnissen zum Einfluss regionaler Deprivation auf den Gesundheitszustand [13, 45–47].

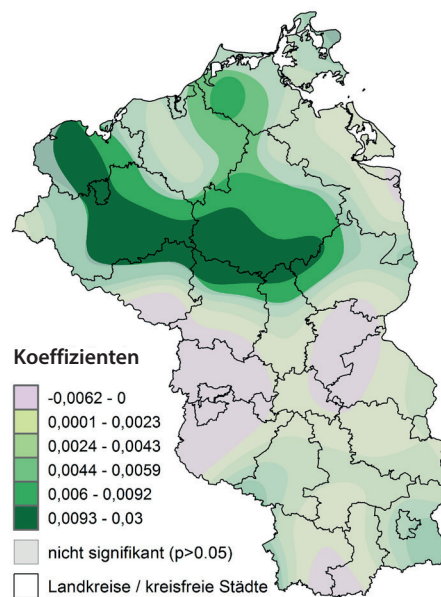
Allerdings muss auch darauf hingewiesen werden, dass die Koeffizienten für Versicherte über 65 Jahre zwar dem Index regionaler Deprivation stark ähneln, sich aber nicht völlig decken. Vor allem in den stark sozial benachteiligten Gebieten im Landkreis Vorpommern-Greifswald waren weder die demografischen Variablen noch regionale Deprivation signifikant. Dies liegt daran, dass der Anteil an

c | GWR-Regressionskoeffizienten der koronaren Herzkrankheit 2012 in Berlin, Brandenburg und Mecklenburg-Vorpommern

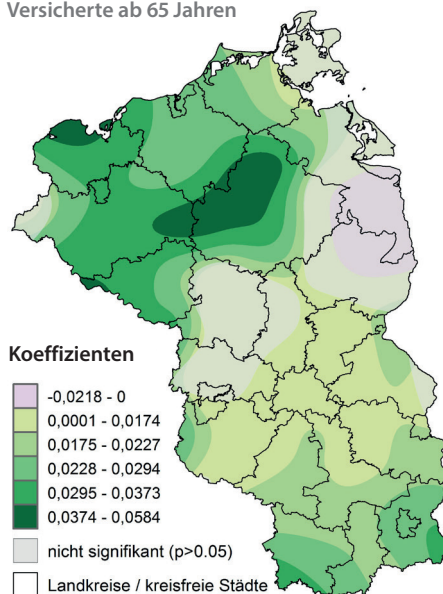
1 | Versicherte zwischen 45 und 64 Jahren



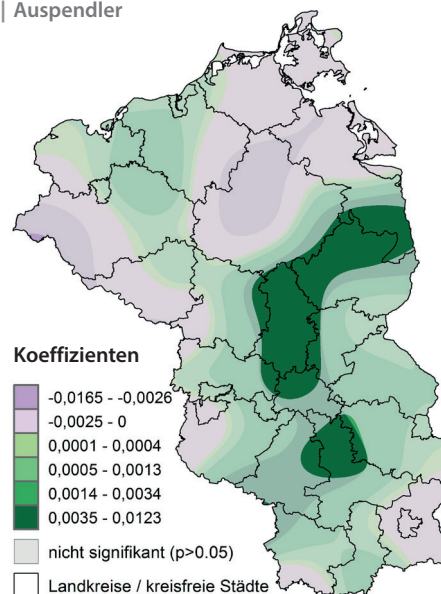
3 | Regionale Deprivation



2 | Versicherte ab 65 Jahren



4 | Auspendler



Datengrundlage:
AOK Nordost, 2012
Bundesamt für Kartographie und Geodäsie
Analyse und kartografische Darstellung:
Boris Kahl (boris.kahl@nordost.aok.de)



0 25 50 100 km

Versicherten an der Bevölkerung in diesen Gebieten hoch ist, das Durchschnittsalter der Versicherten in diesen Gebieten aber niedriger ist als das der Gesamtbevölkerung.

Auch der Zusammenhang zum Anteil an Auspendelnden deckt sich mit einer vorherigen Untersuchung zu Hypertonie und Typ 2 Diabetes Mellitus unter den AOK Nordost-Versicherten [9, 34]. Somit legt auch diese Untersuchung nahe, dass beruflich bedingtes Pendeln vor allem im Berliner Speckgürtel einen lebensstilbezogenen Risikofaktor für chronische Erkrankungen darstellt [36–38].

Implikationen für die Bedarfsplanung

Welche Rückschlüsse lassen sich aus diesem Ergebnis für die Bedarfsplanung ziehen, durch welche die Zulassung von Vertragsärzten gesteuert wird? Chronische Erkrankungen sind unter den AOK Nordost-Versicherten regional sehr ungleich verteilt – ein Umstand, der im derzeitigen Bedarfsplanungsansatz, der eine statische Verhältniszahl von 1 671 Einwohnern pro Hausarzt vorsieht, nicht berücksichtigt wird. Die Ergebnisse der Untersuchungen der AOK Nordost zeigen sehr deutlich auf, dass regionale Deprivation einen entscheidenden Einfluss auf die Prävalenzen der wichtigsten Volkskrankheiten (Typ 2 Diabetes Mellitus, Hypertonie und koronare Herzkrankheit) aufweist [34]. Es muss insbesondere in diesem Zusammenhang auf einen wichtigen Sachverhalt hingewiesen werden: Zwar hat Deprivation für bisher untersuchte Erkrankungen im Bestand der AOK Nordost-Versicherten nur in einem Teil des Untersuchungsgebietes einen direkten und signifikanten Einfluss, der indirekte Einfluss regionaler Deprivation wird allerdings anhand der ähnlichen regionalen Verteilung der Koeffizienten für die demografischen Variablen deutlich. Diese Tatsache legt folgenden Schluss nahe: Wer in einer sozial benachteiligten Region altert, hat ein größeres Risiko zu erkranken, unabhängig vom sozio-ökonomischen Status auf Individualebene [48, 49]. Bei weiter ansteigendem Durchschnittsalter der Bevölkerung in den Flächenländern wird daher mit einer Zunahme chronischer Erkrankungen vor allem in den sozial benachteiligten Regionen zu rechnen sein.

Unter Berücksichtigung der hier vorgestellten Ergebnisse und der kleinräumigen Bevölkerungsprognose, die für Brandenburg bis auf die Ebene der Gemeindeverbände verfügbar ist [7], ließe sich die Erkrankungslast der Bevölkerung regional relativ detailliert prognostizieren. Hierzu müssten allerdings die Daten aller Kostenträger zur Verfügung stehen, um ein möglichst repräsentatives Bild der Gesamtbevölkerung zu ermöglichen. Derzeit wird ein entsprechender Ansatz zur Prognose der Erkrankungslast nach dem jetzigen Kenntnisstand allerdings nur auf Basis der AOK Nordost-Versicherten entwickelt.

Es sei aber an dieser Stelle daraufhin gewiesen, dass die hier vorgestellten Ergebnisse nur für die Versicherten der AOK Nordost repräsentativ sind, aber nicht für die Gesamtbevölkerung gelten können. Zu groß sind die Unterschiede hinsichtlich der demografischen und sozio-ökonomischen Struktur der jeweiligen Kassenmitglieder [50]. Dennoch gel-

ten diese Ergebnisse immerhin für 25 % der Bevölkerung Nordostdeutschlands.

Limitierungen der Daten der amtlichen Statistik

Die hier vorgestellte Untersuchung verdeutlicht das Potenzial detaillierter Regionalanalysen auf Basis epidemiologischer Daten von Krankenkassen und sozio-demografischer Daten der amtlichen Statistik zur Ermittlung des derzeitigen und zukünftigen Versorgungsbedarfs. Allerdings bestehen derzeit noch wichtige Limitierungen, die die Nutzung des vollen Potenzials von Daten der amtlichen Statistik erschweren:

- (i): Große Städte wie Berlin, Schwerin oder Potsdam zählen als eine einzige Gemeinde. Folglich sind wichtige Variablen wie regionale Deprivation, Haushaltszusammensetzung oder Auspendelnden nicht flächendeckend auf Ebene der Stadtteile frei verfügbar. Solche Daten wären aber notwendig, um Versorgungsbedarfe und Risikogruppen auch innerhalb der Städte identifizieren zu können. Zwar stehen bevölkerungsbezogene, sozio-ökonomische Daten für die 447 lebensweltlich orientierten Räume Berlins zur Verfügung, diese unterscheiden sich aber in ihrer Struktur teilweise von den Daten auf Gemeindeebene und lassen sich daher nur bedingt mit den Gemeindedaten zusammenführen. Für die anderen größeren Städte stehen solche Daten allerdings nicht frei zur Verfügung. Für die Versorgungsforschung wäre aber eine einheitliche, frei zugängliche Datenquelle notwendig, die sowohl auf Stadtteilebene als auch für kleinräumige administrative Einheiten in ländlichen Räumen verfügbar ist.
- (ii): Die Gemeindestruktur an sich ist für räumlich-epidemiologische Analysen nicht geeignet. Gerade im Berliner Speckgürtel befinden sich viele kleine Gemeinden mit nur wenigen Tausend Einwohnern direkt neben der Bundeshauptstadt Berlin, die nur als eine Gemeinde mit rund 3,5 Mio. Einwohnern zählt. Aus epidemiologischer Sicht vergrößert dieser Umstand die Gefahr des ökologischen Fehlschlusses: Je größer eine administrative Einheit und je größer die Variation innerhalb dieser Einheit ist, desto größer wird die Gefahr des ökologischen Fehlschlusses. Im Umkehrschluss ist die Gefahr des ökologischen Fehlschlusses kleiner in Gebieten mit homogener sozio-demografischer Bevölkerungsstruktur [51]. Das bedeutet, dass Analysen auf aggregierter Ebene in Umgebung großer Städte unzuverlässiger sind als Analysen auf Ebene ländlicher Gemeinden.
- (iii): Die Gemeindegrößen unterscheiden sich erheblich in der Anzahl an Einwohnern zwischen Brandenburg und Mecklenburg-Vorpommern. Grundsätzlich wären für die AOK Nordost Analysen auf Ebene der Gemeinden und Stadtteile aufgrund der verringerten Gefahr des ökologischen Fehlschlusses von hoher Bedeutung. Allerdings sind die Fallzahlen bei demografischen und sozio-ökonomischen Daten in den Gemeinden Mecklenburg-Vorpommerns sehr klein, sodass Regressionsanalysen auf Gemeindeebene sehr unzuverlässig werden. Daher kamen für die durchge-

fürten Untersuchungen lediglich die Verbandsgemeinden als administrative Ebene infrage, da sie in ihrer Größe und Bevölkerungszahl etwas homogener als die Gemeinden sind. Für diese Untersuchung wurde dieselbe Regressionsanalyse, die hier auf Gemeindeverbandsebene vorgestellt wurde, auch auf Ebene der Gemeinden durchgeführt. Die Ergebnisse unterscheiden sich aber sehr stark von den Ergebnissen auf Verbandsgemeindeebene und sind in ihrem Ergebnis weniger plausibel. Das Problem ist auch als das sogenannte „Modifiable Areal Unit Problem – MAUP“ bekannt [52].

- (iv): Unterschiedliche Datenquellen – beispielsweise Daten der INKAR-Datenbank des BBSR, Daten der Regionalstatistik und Daten des Zensus 2011 – lassen sich nur mit sehr viel manueller Nachbearbeitung zusammenführen. Oftmals unterscheiden sich die amtlichen Gemeindeschlüssel (AGS) im Aufbau. Als Beispiel seien hier die Gemeindeschlüssel für die Gemeinde Suckow in Mecklenburg-Vorpommern für das Jahr 2011 genannt: In der Zensusdatenbank wird diese Gemeinde mit folgendem AGS aufgeführt: 130605023076. Demgegenüber steht der AGS der Regionalstatistik für dasselbe Jahr: 13076132. Hier sind Daten aus beispielsweise den Niederlanden benutzerfreundlicher aufgebaut und lassen sich durch die Verwendung einer einheitlichen, vierstelligen Postleitzahl ohne händische Nachbearbeitung zusammenführen [53].

Welche Anforderungen bestehen aus Sicht der Versorgungsforschung an die Daten der amtlichen Statistik?

Grundsätzlich dürfen hier folgende Anforderungen genannt werden:

- (i): Homogene demografische und sozio-ökonomische Struktur innerhalb einer statistischen Planungseinheit: Zwar gilt der Einfluss des Kontexts auf die Gesundheit einer Person – bspw. in Form sozialer Benachteiligung des Wohnortes – als gesichert [31–33], allerdings wird der Nachweis über diesen Zusammenhang mit zunehmender Größe der jeweils untersuchten Einheit unschärfer, da innerhalb dieser Einheit bereits große Unterschiede bestehen können. Hier ist der German Index of Multiple Deprivation am Beispiel Berlins zu nennen: Er sieht für ganz Berlin nur einen einzigen Wert vor. Allerdings ist die Sozialstruktur innerhalb Berlins sehr heterogen, wie der Sozialstrukturatlas für die 447 Planungsräume aufzeigt [54]. Dies vergrößert nicht nur die Gefahr des ökologischen Fehlschlusses, sondern lässt auch den Nachweis über mögliche Zusammenhänge auf Gemeindeebene sehr unscharf werden. Um dieses Problem zu minimieren, muss die Variation innerhalb einer statistischen Planungseinheit so gering wie möglich sein [51].
- (ii): Vergleichbare Bevölkerungszahlen: Um verlässliche demografische und sozio-ökonomische Bevölkerungscharakteristika verwenden zu können, müsste die enthaltene Bevölkerung groß genug sein, damit wichtige demografische und sozio-ökonomische Variablen stabil genug sind, um sich sinnvoll regional analysieren zu lassen. Gerade ökologische Regressionsmodelle, wie sie in der Versorgungsforschung und in der hier vorliegenden Studie verwendet werden [1, 3, 15], sind statistisch verlässlicher, wenn die demografischen und sozio-ökonomischen Bevölkerungscharakteristika in ihrer Variabilität eher homogen über die statistischen Planungseinheiten hinweg verteilt sind. Hier wird davon ausgegangen, dass Einheiten mit gleichen oder ähnlichen Bevölkerungszahlen dieses Kriterium erfüllen und somit sinnvolle Einheiten für aggregierte Analysen darstellen [55]. In Großbritannien sind die kleinsten statistischen Planungseinheiten, für welche die meisten demografischen und sozio-ökonomischen Variablen zur Verfügung stehen, die Lower Super Output Areas (LSOA). Diese beinhalten mindestens 1 000 und im Durchschnitt 1 500 Personen [56]. In den USA stehen die meisten Bevölkerungsdaten auf Ebene der Census tracts zur Verfügung. Diese umfassen zwischen 1 200 und 8 000 Personen, mit einer optimalen Größe von 4 000 Personen [57]. Die Niederlande stellen alle relevanten Bevölkerungsdaten auf Ebene der Nachbarschaften und Postleitzahlen zur Verfügung. Die Postleitzahlen beinhalten im Durchschnitt etwa 4 000 Einwohner [3]. Zwar existiert keine Zahl zur „optimalen“ Einwohnerzahl einer statistischen Planungseinheit für regionale Analysen – dies hängt zu sehr von den jeweiligen Datenschutzaspekten der entsprechenden Länder ab –, allerdings scheint der generelle Konsens sich auf etwa 1 500 bis 4 000 Einwohner pro Einheit einzupendeln. Die hier vorgestellten statistischen Einheiten der genannten Länder erfüllen neben einigermaßen homogenen Bevölkerungszahlen ein weitere wichtige Kriterien:
- (iii): Differenzierung der statistischen Planungseinheiten sowohl zwischen ländlichen und urbanen Regionen, als auch innerhalb urbaner Räume: Für Analysen zu demografischen und sozio-ökonomischen Einflussfaktoren der Erkrankungslast spielen nicht nur Unterschiede zwischen ländlichen und urbanen Regionen eine Rolle, sondern auch innerstädtische Unterschiede [15, 53].
- (iv): Bereitstellung der Bevölkerungsdaten in GIS-fähigen und häufig verwendeten Geodatenformaten: Da die meisten Regionalanalysen in der Versorgungsforschung ohnehin in einem GIS durchgeführt werden [21, 58], wäre die benutzerfreundliche Bereitstellung dieser Daten, beispielsweise als ESRI-Shapefiles oder in vom Open Geospatial Consortium (OGC) standardisierten Geodatenformaten, wünschenswert. Hier dürfen die Niederlande als Vorreiter genannt werden: Die jedes Jahr aktualisierten Bevölkerungsdaten werden in Form der „Wijk- en buurtkaart“ auf Ebene der Nachbarschaften „Buurten“ als Shapefile zur Verfügung gestellt [59]. Über die jeweilige Postleitzahl oder den Gemeindeschlüssel lassen sich die Daten dadurch auf die jeweils benötigte administrative Ebene sehr einfach in einem GIS aggregieren [3, 53].

Schlussfolgerung

Die Ergebnisse dieser Studie deuten darauf hin, dass Versicherte, die in einer sozial benachteiligten Region wohnen, einem höheren Erkrankungsrisiko ausgesetzt sind, auch wenn sie auf individueller Ebene nicht notwendigerweise von einem niedrigen sozio-ökonomischen Status betroffen sind. Mit zunehmendem Durchschnittsalter der Bevölkerung wird daher vor allem in den sozial benachteiligten Regionen mit einer Zunahme der Erkrankungslast zu rechnen sein. Diesem Umstand sollte in der zukünftigen Bedarfsplanung in Brandenburg und Meck-

lenburg-Vorpommern Rechnung getragen werden. Damit verdeutlicht die vorliegende Untersuchung auch den Wert der Daten der amtlichen Statistik für die Versorgungsforschung. Allerdings lässt sich das volle Potenzial der Daten der amtlichen Statistik mit der derzeitigen Gliederung nach Gemeinden nicht nutzen. Aus Sicht der Versorgungsforschung wäre eine bundesweite statistische Planungseinheit notwendig, die aus homogenen Einwohnerzahlen von etwa 1500 bis 4000 Einwohnern besteht und damit auch Analysen auf Ebene von Stadtteilen ermöglicht.

Boris Kauh, Diplom-Geograph, war von 2013 bis 2014 wissenschaftlicher Mitarbeiter am Department of International Health der Universität Maastricht und arbeitet seit 2015 als Fachberater für die AOK Nordost in der Unternehmenseinheit *Ärztliche Versorgung*. Zu seinen Aufgaben gehören Regionalanalysen von chronischen Erkrankungen und Versorgungsstrukturen mit geographischen Informationssystemen.

Dr. Werner Maier ist seit 2008 wissenschaftlicher Mitarbeiter am Helmholtz Zentrum München. Zu seinen Forschungsschwerpunkten gehört die Erstellung von Deprivationsindizes. **Prof. Dr. Jürgen Schweikart** ist Professor für Thematische Kartografie an der Beuth Hochschule für Technik Berlin. Einer seiner Arbeitsschwerpunkte ist die regionale Versorgungsforschung mit einem regionalen Fokus auf Berlin und Brandenburg. Er begleitet

das Kooperationsprojekt zwischen der AOK Nordost und der Beuth Hochschule für Technik Berlin aus wissenschaftlicher Sicht.

Jonas Pieper ist seit 2004 Mitarbeiter an der Beuth Hochschule für Technik Berlin. Sein Arbeitsschwerpunkt liegt in der Anwendung und Entwicklung von Geoanalysemethoden in verschiedenen Themenbereichen, insbesondere in der medizinischen Geografie.

Andrea Keste ist seit 2014 Teamleiterin in der Unternehmenseinheit *Ärztliche Versorgung* der AOK Nordost und betreut das Kooperationsprojekt zwischen der AOK Nordost und der Beuth Hochschule für Technik Berlin.

Marita Moskwyn ist Leiterin der Unternehmenseinheit *Ärztliche Versorgung* der AOK Nordost und Haupt-Initiatorin des Kooperationsprojektes zwischen der AOK Nordost und der Beuth Hochschule für Technik Berlin.

Quellen

- [1] Kauh, B.; Schweikart, J.; Krafft, T.; Keste, A.; Moskwyn, M. (2016): Do the risk factors for type 2 diabetes mellitus vary by location? A spatial analysis of health insurance claims in Northeastern Germany using kernel density estimation and geographically weighted regression. *International Journal of Health Geographics*. 15(1), S. 38.
- [2] Hofmeister, C.; Maier, W.; Mielck, A.; Stahl, L.; Breckenkamp, J.; Razum, O. (2016): Regionale Deprivation in Deutschland: Bundesweite Analyse des Zusammenhangs mit Mortalität unter Verwendung des German Index of Multiple Deprivation (GIMD). *Das Gesundheitswesen*. 78(01), S. 42–48.
- [3] Dijkstra, A.; Janssen, F.; De Bakker, M.; Bos, J.; Lub, R.; van Wissen, L.; et al. (2013): Using spatial analysis to predict health care use at the local level: a case study of type 2 diabetes medication use and its association with demographic change and socioeconomic status. *PLoS One*; 8(8):e72730.
- [4] Cromley, E. K.; McLafferty, S. L. (2011): *GIS and public health*: Guilford Press.
- [5] Croft, J. B.; Lu, H.; Zhang, X.; Holt, J. B. (2016): Geographic accessibility of pulmonologists for adults with COPD: United States. *CHEST Journal*. 150(3), S. 544–553.
- [6] Schweikart, J. (2004): *Geoinformationssysteme im Gesundheitswesen: Grundlagen und Anwendungen*: Wichmann.
- [7] Landesamt für Bauen und Verkehr (2015): *Bevölkerungsvorausschätzung 2014 bis 2030. Ämter und amtsfreie Gemeinden des Landes Brandenburg*. URL: http://www.lbv.brandenburg.de/dateien/stadt_wohnen/rb_Aemterschaetzung_2014_bis_2030.pdf, Stand: 20.07.2017.
- [8] Kassenärztliche Bundesvereinigung (2013): *Die neue Bedarfsplanung. Grundlagen, Instrumente und regionale Möglichkeiten*. URL: http://www.kbv.de/media/sp/Instrumente_Bedarfsplanung_Broschuere.pdf, Stand: 07.06.2017.
- [9] Kauh, B.; Maier, W.; Schweikart, J.; Keste, A.; Moskwyn, M. (2017): Exploring the small-scale spatial distribution of hypertension and its association to area deprivation based on health insurance claims in Northeastern Germany. *BMC Public Health* (In revision).
- [10] Kibele, E. U. (2012): *Regional mortality differences in Germany*: Springer Science & Business Media.
- [11] Göppfard, D. (2011): *Regionalmerkmale im Risikosturaturausgleich. Ein Beitrag zum funktionalen Wettbewerb und zu bedarfsgerechter Versorgung*. BARMER GEK Gesundheitswesen aktuell, S. 16–127.
- [12] Hofmeister, C.; Maier, W.; Mielck, A.; Stahl, L.; Breckenkamp, J.; Razum, O. (2016): Regionale Deprivation in Deutschland: Bundesweite Analyse des Zusammenhangs mit Mortalität unter Verwendung des German Index of Multiple Deprivation (GIMD). *Das Gesundheitswesen*. 78(01), S. 42–48.
- [13] Maier, W.; Holle, R.; Hunger, M.; Peters, A.; Meisinger, C.; Greiser, K.; et al. (2013): The impact of regional deprivation and individual socio-economic status on the prevalence of Type 2 diabetes in Germany. A pooled analysis of five population-based studies. *Diabetic Medicine*. 30(3):e78–e86.
- [14] Maier, W.; Scheidt-Nave, C.; Holle, R.; Kroll, L. E.; Lampert, T.; Du, Y.; et al. (2014): Area level deprivation is an independent determinant of prevalent type 2 diabetes and obesity at the national level in Germany. Results from the National Telephone Health Interview Surveys 'German Health Update' GEDA 2009 and 2010. *PLoS one*. 9(2):e89661.

- [15] Ford, M. M.; Highfield, L. D. (2016): Exploring the spatial association between social deprivation and cardiovascular disease mortality at the neighborhood level. *PLoS one*. 11(1):e0146085.
- [16] Swart, E.; von Stillfried, D. G.; Koch-Gromus, U. (2014): *Kleinräumige Versorgungsforschung*. Springer.
- [17] Baumgardt, B. (2013): Die Sicherstellung der gesundheitlichen Versorgung in einem Flächenland – Erfahrungen aus Brandenburg. *G&S Gesundheits- und Sozialpolitik*. 66(6), S. 20–26.
- [18] Boehme, M. W.; Buechele, G.; Frankenhauser-Mannuss, J.; Mueller, J.; Lump, D.; Boehm, B. O.; et al. (2015): Prevalence, incidence and concomitant co-morbidities of type 2 diabetes mellitus in South Western Germany – a retrospective cohort and case control study in claims data of a large statutory health insurance. *BMC Public Health*. 15(1), S. 855.
- [19] Kroll, L. E.; Lampert, T. (2012): Regionalisierung von Gesundheitsindikatoren. *Bundesgesundheitsblatt-Gesundheitsforschung-Gesundheitsschutz*. 55(1), S. 129–140.
- [20] Schäfer, T.; Pritzkeleit, R.; Jeszenszky, C.; Malzahn, J.; Maier, W.; Günther, K.; et al. (2013): Trends and geographical variation of primary hip and knee joint replacement in Germany. *Osteoarthritis and Cartilage*. 21(2), S. 279–288.
- [21] Erhart, M.; Herring, R.; Schulz, M.; Stillfried, D. (2013): *Morbiditätsatlas Hamburg. Gutachten zum kleinräumigen Versorgungsbedarf in Hamburg – erstellt durch das Zentralinstitut für die kassenärztliche Versorgung in Deutschland, im Auftrag der Behörde für Gesundheit und Verbraucherschutz Hamburg*, S. 7.
- [22] Pritzkeleit, R.; Eiseemann, N.; Richter, A.; Holzmann, M.; Gerdemann, U.; Maier, W.; et al. (2016): *Krebsatlas Schleswig-Holstein: Räumliche Verteilung von Inzidenz, Mortalität und Überleben in den Jahren 2001 bis 2010*: Infinite Science Publishing.
- [23] Maty, S. C.; Everson-Rose, S. A.; Haan, M. N.; Raghunathan, T. E.; Kaplan, G. A. (2005): Education, income, occupation and the 34-year incidence (1965–99) of type 2 diabetes in the Alameda County Study. *International journal of epidemiology*. 34(6), S. 1274–1281.
- [24] Patten, S. B.; Wang, J. L.; Williams, J. V.; Currie, S.; Beck, C. A.; Maxwell, C. J.; et al. (2006): Descriptive epidemiology of major depression in Canada. *The Canadian Journal of Psychiatry*. 51(2), S. 84–90.
- [25] Kroll, L. E.; Schumann, M.; Hoebel, J.; Lampert, T. (2017): Regionale Unterschiede in der Gesundheit – Entwicklung eines sozioökonomischen Deprivationsindex für Deutschland. 2017.
- [26] Black, N. C. (2014): An ecological approach to understanding adult obesity prevalence in the United States: a county-level analysis using geographically weighted regression. *Applied Spatial Analysis and Policy*. 7(3), S. 283–299.
- [27] Butler, D. C.; Petterson, S.; Phillips, R. L.; Bazemore, A. W. (2013): Measures of social deprivation that predict health care access and need within a rational area of primary care service delivery. *Health services research*. 48(2pt1), S. 539–559.
- [28] Orueta, J. F.; García-Álvarez, A.; García-Goñi, M.; Paolucci, F.; Nuño-Solinís, R. (2014): Prevalence and costs of multimorbidity by deprivation levels in the Basque Country: a population based study using health administrative databases. *PLoS One*. 9(2):e89787.
- [29] Pampalon, R.; Hamel, D.; Gamache, P.; Raymond, G. (2009): A deprivation index for health planning in Canada. *Chronic Dis Can*. 29(4), S. 178–191.
- [30] Maier, W.; Fairburn, J.; Mielck, A. (2012): Regional deprivation and mortality in Bavaria. Development of a community-based index of multiple deprivation. *Gesundheitswesen (Bundesverband der Ärzte des Öffentlichen Gesundheitsdienstes (Germany))*. 74(7), S. 416–425.
- [31] Lang, I. A.; Llewellyn, D. J.; Langa, K. M.; Wallace, R. B.; Huppert, F. A.; Melzer, D. (2008): Neighborhood deprivation, individual socioeconomic status, and cognitive function in older people: analyses from the English Longitudinal Study of Ageing. *Journal of the American Geriatrics Society*. 56(2), S. 191–198.
- [32] Lang, I. A.; Hubbard, R. E.; Andrew, M. K.; Llewellyn, D. J.; Melzer, D.; Rockwood, K. (2009): Neighborhood deprivation, individual socioeconomic status and frailty in older adults. *Journal of the American Geriatrics Society*. 57(10), S. 1776–1780.
- [33] Yen, I. H.; Michael, Y. L.; Perdue L. (2009): Neighborhood environment in studies of health of older adults: a systematic review. *American journal of preventive medicine*. 37(5), S. 455–463.
- [34] Kahl, B.; Schweikart, J.; Maier, W.; Keste, A.; Moskwyn, M. (2017): The spatial distribution of chronic diseases and associated risk factors in health insurance claims of the AOK Nordost. *International Medical Geography Symposium 2017*; Angers, Frankreich.
- [35] Hubrich, I. (2015): Teufel Alkohol – Entwicklung der Behandlungsfälle zwischen 2000 und 2013. *Zeitschrift für amtliche Statistik Berlin Brandenburg* 3/2015, S. 58–61.
- [36] Schaefer, A. (2005): Commuting takes its toll. *Scientific American Mind*. 16(3).
- [37] Hansson, E.; Mattisson, K.; Björk, J.; Östergren, P.-O.; Jakobsson, K. (2011): Relationship between commuting and health outcomes in a cross-sectional population survey in southern Sweden. *BMC public health*. 11(1), S. 834.
- [38] Häfner, S.; Kächele, H.; Zipfel, S. (2007): Immer auf Achse – Der gesundheitliche Preis der Mobilität in einer 24-h-Gesellschaft. *PPmP-Psychotherapie Psychosomatik-Medizinische Psychologie*. 57(08), S. 307–308.

- [39] Ahmad, O. B.; Boschi-Pinto, C.; Lopez, A. D.; Murray, C. J.; Lozano, R.; Inoue, M. (2001): Age standardization of rates: a new WHO standard. Geneva: World Health Organization. 31, S. 1–14.
- [40] Besag, J.; York, J.; Mollié, A. (1991): Bayesian image restoration with two applications in spatial statistics. *Annals of the institute of statistical mathematics*. 43(1), S. 1–20.
- [41] Asaria, P.; Fortunato, L.; Fecht, D.; Tzoulaki, I.; Abellan, J. J.; Hambly, P.; et al. (2012): Trends and inequalities in cardiovascular disease mortality across 7 932 English electoral wards, 1982–2006: Bayesian spatial analysis. *International journal of Epidemiology*. 41(6), S. 1737–1749.
- [42] Kopetsch, T.; Maier, W. (2016): Analyse des Zusammenhangs zwischen regionaler Deprivation und Inanspruchnahme – Ein Diskussionsbeitrag zur Ermittlung des Arztbedarfes in Deutschland. *Das Gesundheitswesen*.
- [43] Fotheringham, A. S.; Brunsdon, C.; Charlton, M. (2003): Geographically weighted regression: the analysis of spatially varying relationships: John Wiley & Sons.
- [44] Gebreab, S. Y.; Roux, A. V. D. (2012): Exploring racial disparities in CHD mortality between blacks and whites across the United States: a geographically weighted regression approach. *Health & place*. 18(5), S. 1006–1014.
- [45] Grintsova, O.; Maier, W.; Mielck, A. (2014): Inequalities in health care among patients with type 2 diabetes by individual socio-economic status (SES) and regional deprivation: a systematic literature review. *International journal for equity in health*. 13(1), S. 1.
- [46] Olives, C.; Myerson, R.; Mokdad, A. H.; Murray, C. J.; Lim, S. S. (2013): Prevalence, awareness, treatment and control of hypertension in United States counties, 2001–2009. *PLoS One*. 8(4):e60308.
- [47] Skapinakis, P.; Lewis, G.; Araya, R.; Jones, K.; Williams, G. (2005): Mental health inequalities in Wales, UK: multi-level investigation of the effect of area deprivation. *The British Journal of Psychiatry*. 186(5), S. 417–422.
- [48] Gilleard, C.; Hyde, M.; Higgs, P. (2007): The impact of age, place, aging in place and attachment to place on the well-being of the over 50s in England. *Research on Aging*. 29(6), S. 590–605.
- [49] Breeze, E.; Jones, D.; Wilkinson, P.; Bulpitt, C.; Grundy, C.; Latif, A.; et al. (2005): Area deprivation, social class and quality of life among people aged 75 years and over in Britain. *International Journal of Epidemiology*. 34(2), S. 276–283.
- [50] Schnee, M. (2008): Sozioökonomische Strukturen und Morbidität in den gesetzlichen Krankenkassen. *Gesundheitsmonitor*, S. 88–104.
- [51] Wakefield, J. (2008): Ecologic studies revisited. *Annu Rev Public Health*. 29, S. 75–90.
- [52] Openshaw, S. (1984): The modifiable areal unit problem. *Geo Abstracts University of East Anglia*.
- [53] Kauh, B.; Heil, J.; Hoebe, C. J.; Schweikart, J.; Krafft, T.; Dukers-Muijers, N. H. (2015): The spatial distribution of hepatitis C virus infections and associated determinants – An application of a geographically weighted poisson regression for evidence-based screening interventions in hotspots. *PLoS one*. 10(9):e0135656.
- [54] Senatsverwaltung für Gesundheit und Soziales (2013): Handlungsorientierter Sozialstrukturatlas Berlin 2013. Berlin.
- [55] Arsenaault, J.; Michel, P.; Berke, O.; Ravel, A.; Gosselin, P. (2013): How to choose geographical units in ecological studies: proposal and application to campylobacteriosis. *Spatial and spatio-temporal epidemiology*. 7, S. 11–24.
- [56] Tomlinson, C. J.; Chapman, L.; Thornes, J. E.; Baker, C. J. (2011): Including the urban heat island in spatial heat health risk assessment strategies: a case study for Birmingham, UK. *International journal of health geographics*. 10(1), S. 42.
- [57] U.S. Census Bureau: Geographic Terms and Concepts – Census Tracts. URL: https://www.census.gov/geo/reference/gtc/gtc_ct.html, Stand: 25.07.2017.
- [58] Maier, W.; Fairburn, J.; Mielck, A. (2012): Regionale Deprivation und Mortalität in Bayern. *Entwicklung eines „Index Multipler Deprivation“ auf Gemeindeebene*. *Das Gesundheitswesen*. 74(7), S. 416–425.
- [59] CBS. Wijk- en buurtkaart 2016. URL: <https://www.cbs.nl/nl-nl/dossier/nederland-regionaal/geografische%20data/wijk-en-buurtkaart-2016>, Stand: 25.07.2017.