

Originalarbeit

Öffentlich zugängliche Defibrillatoren und sozioökonomische Faktoren auf kleinräumiger Ebene in Berlin

Eine Querschnittsanalyse

Dokyeong Lee, Jan-Karl Stiepak, Christopher Pommerenke, Stefan Poloczek, Ulrike Grittner, Christof Prugger

Institut für Public Health, Charité – Universitätsmedizin Berlin, corporate member of Freie Universität Berlin and Humboldt-Universität zu Berlin: Dokyeong Lee, MSc, PD Dr. med. Christof Prugger

Berliner Feuerwehr, Berlin: Jan-Karl Stiepak, Christopher Pommerenke, Dr. med. Stefan Poloczek

Ärztliche Leitung Rettungsdienst, Berlin: Jan-Karl Stiepak, Dr. med. Stefan Poloczek

Institut für Biometrie und Klinische Epidemiologie, Charité – Universitätsmedizin Berlin, corporate member of Freie Universität Berlin and Humboldt-Universität zu Berlin: PD Dr. phil. Ulrike Grittner

Berlin Institute of Health, Charité – Universitätsmedizin Berlin: PD Dr. phil. Ulrike Grittner

Zusammenfassung

Hintergrund: Der Einsatz eines öffentlich zugänglichen automatisierten externen Defibrillators (PAD, „public access defibrillator“) erhöht die Überlebenswahrscheinlichkeit nach einem außerklinischen Herz-Kreislauf-Stillstand (OHCA, „out-of-hospital cardiac arrest“). Es fehlen jedoch Strategien für eine bedarfsgerechte und chancengleiche Bereitstellung von PAD im urbanen Raum. Deshalb ist anzunehmen, dass die Verfügbarkeit von PAD auf räumlicher Ebene je nach Lebensverhältnissen erheblich variiert.

Methode: Die vorliegende Querschnittsstudie basiert auf Registerdaten von PAD (2022, n = 776) und OHCA (2018–2020, n = 4 051) sowie Daten zu sozioökonomischen Faktoren auf räumlicher Ebene in Berlin (zwölf Bezirke und 137 Bezirksregionen). Assoziationen sozioökonomischer Faktoren mit der PAD-Anzahl pro 10 000 Einwohner und der PAD-Abdeckungsrate früherer OHCA-Ereignisorte wurden untersucht.

Ergebnisse: Die mediane PAD-Anzahl pro 10 000 Einwohner reichte von 0,46 bis 2,67 auf Bezirksebene, und nur fünf Bezirke erreichten eine mediane PAD-Abdeckungsrate früherer OHCA-Ereignisorte über null Prozent, nach Aggregation der Analysen auf Ebene der Bezirksregionen. Bezirksregionen mit einem günstigeren ökonomischen Status und einer größeren Ungleichheit in der Einkommensverteilung wiesen eine höhere PAD-Dichte auf. Soziale Benachteiligung von Bezirksregionen stand nicht in einem Zusammenhang mit der PAD-Dichte.

Schlussfolgerung: Es bestehen große Defizite im Hinblick auf eine bedarfsgerechte und chancengleiche Bereitstellung von PAD auf kleinräumiger Ebene in Berlin. Die hier präsentierten Ergebnisse liefern wichtige Hinweise für die Planung zukünftiger PAD-Programme zur Verbesserung der Verteilungseffizienz und -gerechtigkeit von PAD im urbanen Raum.

Zitierweise

Lee D, Stiepak JK, Pommerenke C, Poloczek S, Grittner U, Prugger C: Public access defibrillators and socioeconomic factors on the small-scale spatial level in Berlin—a cross-sectional analysis. Dtsch Arztebl Int 2022; 119: 393–9. DOI: 10.3238/arztebl.m2022.0180

Der außerklinische plötzliche Herz-Kreislauf-Stillstand (OHCA, „out-of-hospital cardiac arrest“) stellt ein gravierendes Public Health-Problem dar: Im Jahr 2020 traten in Deutschland etwa 60 000 Fälle von OHCA auf, bei denen Rettungsdienste Reanimationsversuche unternahmen (1). Zur Steigerung der Überlebenswahrscheinlichkeit und Vermeidung neurologischer Folgeschäden sowie weiterer Langzeitfolgen ist eine kardiopulmonale Wiederbelebung mit dem frühzeitigen Einsatz eines automatisierten externen Defibrillators dringend erforderlich.

Eine systematische Übersichtsarbeit von 41 Studien zeigt, dass bis zum Zeitpunkt der Krankenhausentlassung 40 % der OHCA-Patientinnen und -Patienten

überlebt hatten, wenn vor Eintreffen des Rettungsdienstes defibrilliert worden war. Bei Defibrillation durch Laien-Ersthelfende mit vor Ort installierten Geräten war der Anteil überlebender Patienten wesentlich höher als bei Defibrillation durch professionelle Ersthelfende mit mobilen Geräten (53 % gegenüber 29 %) (2). Eine multizentrische Studie in den USA und Kanada hat darüber hinaus gezeigt, dass OHCA-Patienten mit schockbaren Rhythmen häufiger ein günstiges funktionelles Ergebnis bei der Krankenhausentlassung aufwiesen, wenn die Defibrillation durch Laien-Ersthelfende anstatt durch den Rettungsdienst erfolgt war (57 % gegenüber 33 %) (3). Der Grund dafür ist, dass Laien schneller vor Ort sein können. Strategien für den

TABELLE 1

Beschreibung der Studiendaten nach Bezirken

Bezirk (Zahl der Bezirksregionen)	Einwohner pro km ²	Zahl der OHCA-Fälle	Zahl der PAD	Zahl der PAD pro 10 000 Einwohner ^{*1}	PAD-Abdeckungsrate der OHCA-Risikogitter (%) ^{**2}	Deprivationsindex	Lohn- und Einkommensteuer pro Kopf (Euro)	Gini-Koeffizient
Mitte (10)	10 153,76	424	172	1,40 (1,09–9,57)	5,77 (2,72–16,20)	2,59	1 672	0,33
Friedrichshain-Kreuzberg (8)	15 216,53	225	51	1,39 (0,87–2,48)	7,19 (3,00–11,20)	2,13	1 381	0,31
Pankow (16)	9 736,85	354	33	0,46 (0,30–0,89)	0,00 (0,00–7,08)	-1,37	739	0,25
Charlottenburg-Wilmersdorf (16)	10 203,78	389	103	1,93 (0,90–3,52)	4,11 (0,00–7,32)	0,02	2 921	0,35
Spandau (9)	3 440,92	325	43	1,59 (1,01–2,98)	0,00 (0,00–5,88)	1,25	398	0,27
Steglitz-Zehlendorf (8)	5 628,34	354	82	2,67 (1,67–4,03)	3,74 (2,19–5,92)	-1,74	1 502	0,30
Tempelhof-Schöneberg (7)	8 925,18	376	65	1,52 (1,44–2,17)	3,28 (0,85–4,38)	0,76	929	0,30
Neukölln (10)	11 762,31	371	38	1,21 (0,99–1,33)	0,00 (0,00–2,08)	2,91	541	0,27
Treptow-Köpenick (20)	2 879,68	314	57	1,41 (0,00–2,79)	0,00 (0,00–0,00)	-2,00	428	0,26
Marzahn-Hellersdorf (9)	6 280,10	272	41	0,97 (0,52–1,66)	0,00 (0,00–1,96)	-1,35	242	0,25
Lichtenberg (13)	7 204,55	313	51	1,56 (0,69–2,77)	0,00 (0,00–6,25)	-0,07	284	0,23
Reinickendorf (11)	5 296,81	334	40	1,07 (0,58–2,17)	0,00 (0,00–1,79)	0,00	2 150	0,29
Berlin (137)	7 768,93	4 051	776	1,36 (0,75–2,65)	0,00 (0,00–5,26)	0,00	1 099	0,30

*1 Zahl der PAD pro 10 000 Einwohner: Anzahl der positionierten PAD pro 10 000 Einwohner in einer Bezirksregion; Angabe von Median (Interquartilsabstand)

**2 PAD-Abdeckungsrate der OHCA-Risikogitter: Anteil (%) der Risikogitter mit mindestens einem PAD innerhalb eines 100-m-Radius. Angabe von Median (Interquartilsabstand)
OHCA, „out-of-hospital cardiac-arrest“; PAD, „public access defibrillator“

Einsatz von Laien-Erst Helfenden, die am Ereignisort einen automatisierten externen Defibrillator verwenden, sind deshalb zur Verbesserung der OHCA-Prognose empfohlen (4).

Studien aus dem Ausland haben gezeigt, dass sozioökonomische Merkmale des Ereignisorts mit der Zügigkeit und Vollständigkeit der Reanimationskette assoziiert sind. In Gegenden mit einem höheren sozioökonomischen Status wurden OHCA häufiger reanimiert (5–8) und schneller ins Krankenhaus transportiert (9). In Philadelphia und Seoul hatten Stadtteile mit einem höheren mittleren Haushaltseinkommen sowie einem größeren Bevölkerungsanteil mit höherem Bildungsabschluss mehr öffentlich zugängliche automatisierte externe Defibrillatoren (PAD, „public access defibrillator“) pro Einwohner und es gab häufiger PAD an Ereignisorten früherer OHCA (10, 11). Voraussetzungen für den Zusammenhang sozioökonomischer Faktoren mit Elementen der Reanimationskette können sich jedoch zwischen Regionen und Kulturkreisen unterscheiden.

In Deutschland wurde die Bereitstellung von PAD bislang kaum wissenschaftlich untersucht. Verfügbare empirische Daten sind fragmentarisch (12). PAD werden meist nicht bedarfsorientiert im öffentlichen und privaten Raum installiert. Strategien für einen bedarfsgerechten und chancengleichen Zugang zu PAD fehlen

weitgehend. Konzepte zur PAD-Bereitstellung, falls vorhanden, dürften sich regional unterscheiden. Dementsprechend kann die Verfügbarkeit von PAD auf räumlicher Ebene je nach Lebensverhältnissen erheblich variieren. Anzunehmen ist insbesondere, dass frühere OHCA-Ereignisorte unzureichend berücksichtigt und sozioökonomisch schlechter gestellte Gegenden benachteiligt sind. Ziel dieser Studie ist zu untersuchen, ob und inwieweit die Bereitstellung von PAD mit dem sozioökonomischen Status (SES) und der Einkommensverteilung (EV) städtischer Kleinräume in Berlin assoziiert ist.

Methoden

Bei der vorliegenden Studie handelt es sich um eine Querschnittsstudie auf kleinräumiger Ebene in Berlin. Die unterste Analyseebene sind die Bezirksregionen (n = 137), die zwölf Berliner Bezirken zugeordnet sind. Aufgrund der geringen Einwohnerzahl (n = 89) und datenschutzrechtlicher Überlegungen wurde die Bezirksregion Forst Grunewald nicht berücksichtigt.

Datengrundlage

Geodaten von PAD wurden zwei Datenquellen entnommen: „DefiNetz“ und „Berlin Schock“. Meldungen der Aufstellung von PAD an diese Register erfolgen auf freiwilliger Basis. Beim Zugriff am 10.02.2022 auf

„DefiNetz“ wurden 661 PAD und beim Zugriff am 07.02.2022 auf „Berlin Schock“ 322 PAD identifiziert. Nach Abzug von Doppelangaben (n = 201) sowie nach Ausschluss von PAD an Flughäfen (n = 4) und mit unvollständigen Geodaten (n = 2) wurden 776 PAD in die Auswertungen einbezogen.

Geodaten von OHCA wurden durch das Leitstellen-Datenbanksystem IGNIS i3web der Berliner Feuerwehr bereitgestellt. Im Zeitraum 01.06.2018–10.02.2020 wurden 4 060 vom Rettungsdienst bestätigte OHCA-Ereignisse in den Berliner Bezirksregionen registriert. Nach Ausschluss von OHCA mit unbekannter Adresse (n = 9) konnten 4 051 OHCA in die Studie einbezogen werden.

Die Daten der Expositionen von Interesse, das heißt SES und EV auf kleinräumiger Ebene, stammen aus zwei regionalen Berichten (Monitoring Soziale Stadtentwicklung Berlin 2017 [13], Regionaler Sozialbericht Berlin und Brandenburg 2017 [14]) und einer Antwort der Berliner Senatsverwaltung für Finanzen auf eine Anfrage aus dem Jahr 2017 (15). Sozialdaten aus 2017 gewährleisteten eine zeitliche Folge der Expositionen und Studienendpunkte.

Geospatiale Zuordnung der Daten

Ein räumliches Gitter von 100 x 100 m wurde verwendet, um die Fläche Berlins zunächst in kleinräumige Netzfelder aufzuteilen (Longitude 0,00154 und Latitude 0,0009, gemäß World Geodetic System 1984 und mittels der Software QGIS Version 3.4 QGIS Development Team, Zürich, Schweiz). Dies ergab für die Fläche Berlins eine Gitternetzkarte bestehend aus 86 484 Gitterfeldern. Geografische Daten früherer OHCA-Ereignisse der Berliner Feuerwehr und aufgestellter PAD von „DefiNetz“ und „Berlin Schock“ wurden mit dieser Gitternetzkarte verknüpft.

Definition der Risikogitter

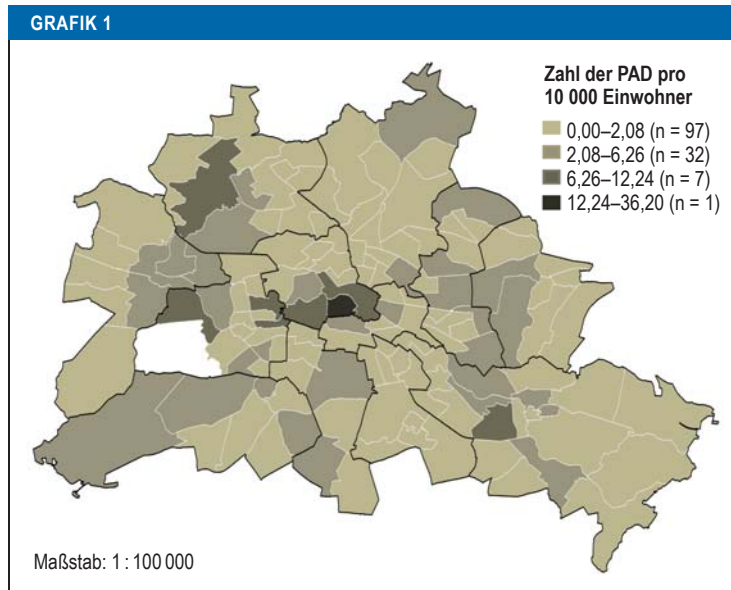
Ein Gitterfeld ist als OHCA-Risikogitter definiert, wenn mindestens ein OHCA im Zeitraum Juni 2018 bis Februar 2020 in diesem Gitterfeld auftrat. Wenn mindestens ein PAD innerhalb eines 100-m-Radius von einem OHCA-Risikogitter im Februar 2022 installiert war, ist dieses Gitterfeld als abgedeckt definiert.

Primärer und sekundärer Studienendpunkt

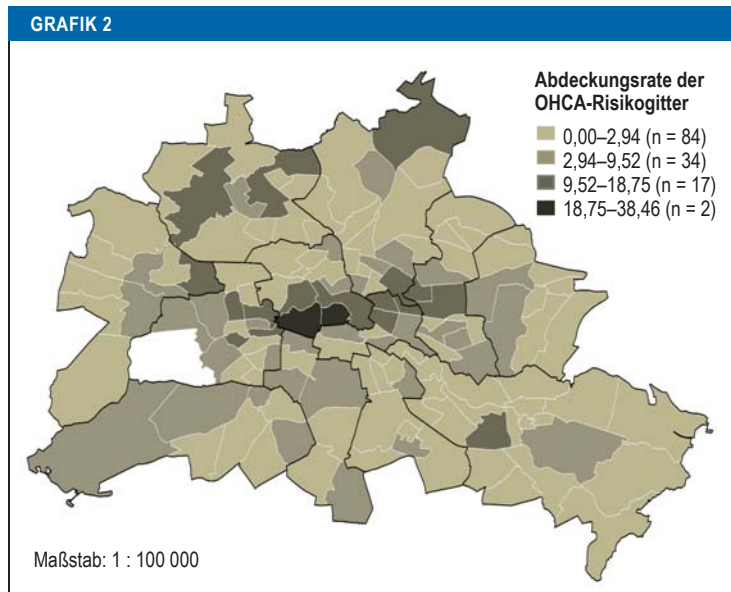
Der primäre Studienendpunkt war die Anzahl der aufgestellten PAD pro 10 000 Einwohner auf Ebene der Bezirksregionen. Die Einwohnerzahlen entsprechen dem Stand vom 31.12.2018 (16). Der sekundäre Studienendpunkt war die Abdeckungsrate der OHCA-Risikogitter in den Bezirksregionen, definiert als der Anteil (%) der abgedeckten OHCA-Risikogitter an allen Risikogittern.

Sozioökonomische Faktoren der Bezirksregionen

Der soziale Status wurde mit einem mehrdimensionalen Deprivationsindex basierend auf Angaben zu Arbeitslosigkeit, Nicht-EU-Ausländeranteil und Wohnsituation (Personen pro Wohnraum) auf Ebene der



Bezirksregionen nach natürlichen Unterbrechungen (Jenks-Methode) der Zahl der PAD pro 10 000 Einwohner. Schwarze Linien zeigen die Grenzen der zwölf Bezirke, weiße Linien die Grenzen der 137 Bezirksregionen. Die Bezirksregion in Weiß ist Forst Grunewald (aufgrund geringer Einwohnerzahl und Datenschutz nicht berücksichtigt). PAD, „public access defibrillator“



Bezirksregionen nach natürlichen Unterbrechungen (Jenks-Methode) der Abdeckungsrate der OHCA-Risikogitter. Schwarze Linien zeigen die Grenzen der zwölf Bezirke, weiße Linien die Grenzen der 137 Bezirksregionen. Die Bezirksregion in Weiß ist Forst Grunewald (aufgrund geringer Einwohnerzahl und Datenschutz nicht berücksichtigt). OHCA, „out-of-hospital cardiac arrest“

Bezirksregionen erfasst (13). Der ökonomische Status wurde anhand der mittleren Lohn- und Einkommensteuer pro Kopf (15) und die EV durch den Gini-Koeffizienten (14) auf Bezirksebene bestimmt und den eingeschlossenen Bezirksregionen zugeordnet. Der Gini-Koeffizient ist ein Maß für Einkommensungleich-

TABELLE 2

Anzahl der PAD pro 10 000 Einwohner und Abdeckungsrate der OHCA-Risikogitter nach Quartilen sozioökonomischer Faktoren der Bezirksregionen*

	Anzahl der PAD pro 10 000 Einwohner	Abdeckungsrate der OHCA-Risikogitter
Berlin	1,36 (0,75–2,65)	0,00 (0,00–5,26)
Deprivationsindex		
– Quartil 1 (benachteiligt)	1,32 (0,84–2,12)	2,45 (0,00–5,10)
– Quartil 2	1,50 (0,87–3,06)	0,00 (0,00–5,60)
– Quartil 3	1,43(0,68–2,96)	3,57 (0,00–8,17)
– Quartil 4 (privilegiert)	1,08 (0,38–2,49)	0,00 (0,00–3,26)
Lohn- und Einkommensteuer pro Kopf		
– Quartil 1 (niedrig)	1,44 (0,56–2,71)	0,00 (0,00–2,77)
– Quartil 2	0,87 (0,37–1,28)	0,00 (0,00–4,30)
– Quartil 3	1,60 (1,29–3,59)	4,00 (2,27–9,38)
– Quartil 4 (hoch)	1,57 (0,83–3,06)	0,00 (0,00–5,56)
Gini-Koeffizienten		
– Quartil 1 (gleich)	0,80 (0,37–2,97)	0,00 (0,00–6,16)
– Quartil 2	1,30 (0,85–2,11)	0,00 (0,00–0,00)
– Quartil 3	1,64 (1,15–2,91)	2,15 (0,00–4,82)
– Quartil 4 (ungleich)	1,56 (0,94–3,65)	4,76 (2,36–11,20)

* Angabe von Median (Interquartilsabstand)
OHCA, „out-of-hospital cardiac arrest“; PAD, „public access defibrillator“

heit mit Werten von 0 (absolut gleich) bis 1 (maximal ungleich). Alle drei sozioökonomischen Variablen wurden verteilungsbasiert in Quartile eingeteilt. Eine ausführliche Beschreibung der Variablendefinitionen findet sich im *eKasten*.

Studienhypothese

Als Studienhypothese war a priori spezifiziert: Je höher das sozioökonomische Niveau, gemessen mit dem Deprivationsindex, und je niedriger die Einkommensungleichheit, gemessen mit dem Gini-Koeffizienten, desto mehr PAD pro 10 000 Einwohner stehen zur Verfügung und desto höher ist die Abdeckungsrate der OHCA-Risikogitter (Exposé für die Anmeldung zur Masterarbeit vom 11.03.2020 an der Berlin School of Public Health, Charité). Die Lohn- und Einkommensteuer wurde nachträglich als sozioökonomischer Faktor in die Analyse aufgenommen.

Statistische Auswertung

In der deskriptiven Analyse wurden Merkmale der Bezirke beschrieben und die PAD-Anzahl pro 10 000 Einwohner sowie die Abdeckungsrate der OHCA-Risikogitter nach natürlichen Unterbrechungen (Jenks-Methode) und nach Quartilen des SES und der EV dargestellt. Bei einer Unterteilung nach Jenks wird die Varianz innerhalb von Kategorien minimiert und die Varianz zwischen Kategorien maximiert (17). Die Variablen sind als Median und Interquartilsabstand ange-

geben. Verallgemeinerte lineare Regressionsmodelle mit Poisson-Link-Funktion (für PAD-Anzahl pro 10 000 Einwohner) und negativ-binomialer Link-Funktion (für Abdeckungsrate der OHCA-Risikogitter) wurden auf Basis der Datenverteilung entwickelt, um den Zusammenhang zwischen diesen Zielvariablen und den erklärenden Variablen (SES, EV) auf Ebene der Bezirksregionen zu untersuchen. In diese Modelle ist eine Proxy-Variable für belebte Bezirksregionen einbezogen, definiert anhand der Lokalisation von ICE-Bahnhöfen und Einkaufszentren, um eine unterschiedliche Frequentierung der Bezirksregionen zu berücksichtigen. In einer Sensitivitätsanalyse der Modelle für PAD-Anzahl pro 10 000 Einwohner wurde zusätzlich für die Einwohnerdichte der Bezirksregionen adjustiert. In den Regressionsmodellen wurden adjustierte Rate Ratios (RR) mit 95%-Konfidenzintervallen für Quartile des SES und der EV geschätzt. Die statistische Analyse erfolgte mit der Software R Version 3.6.3. (R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria).

Ergebnisse

Tabelle 1 zeigt Studiendaten nach Bezirken. Die mediane Anzahl der PAD pro 10 000 Einwohner lag zwischen 0,46 und 2,67 in den Bezirken, nach Aggregation der Analysen auf Ebene der Bezirksregionen. In lediglich fünf Bezirken betrug die mediane Abdeckungsrate der OHCA-Risikogitter, bezogen auf die Bezirksregionen, mehr als null Prozent. *Grafiken 1 und 2* zeigen die Bezirksregionen nach natürlichen Unterbrechungen (Jenks-Methode) der PAD-Dichte und Abdeckungsrate. Insgesamt wurden 3 465 Gitter in den 137 Bezirksregionen als OHCA-Risikogitter klassifiziert, und nur 141 dieser Risikogitter in 64 Bezirksregionen waren durch PAD abgedeckt.

Assoziationen mit sozioökonomischen Faktoren

Tabelle 2 zeigt die Anzahl der PAD pro 10 000 Einwohner und die Abdeckungsrate der OHCA-Risikogitter nach Quartilen sozioökonomischer Faktoren der Bezirksregionen.

Mit dem Gini-Koeffizienten der Bezirksregionen steigt die PAD-Dichte von 0,80 pro 10 000 Einwohner in Quartil 1 auf 1,56 pro 10 000 Einwohner in Quartil 4. Bezüglich der Lohn- und Einkommensteuer und des Deprivationsindex zeigt sich kein positiver oder negativer Zusammenhang zur PAD-Dichte.

Geringe Unterschiede in den Abdeckungsraten der OHCA-Risikogitter zeigen sich bei Betrachtung nach Quartilen des Deprivationsindex, des Steuerbetrags pro Kopf und des Gini-Koeffizienten.

Tabelle 3 zeigt die Ergebnisse der Regressionsanalysen sozioökonomischer Faktoren mit dem primären und sekundären Studienendpunkt. Assoziationen zwischen der Lohn- und Einkommensteuer pro Kopf und der PAD-Anzahl pro 10 000 Einwohner sind uneinheitlich; die PAD-Dichte ist in Quartil 3 und 4 erhöht, in Quartil 2 erniedrigt. Eine Zunahme des Gini-Koeffizienten ist hingegen mit einer steigenden PAD-Dichte entlang der Quartile assoziiert. Kein Zusammen-

hang findet sich zwischen Deprivationsindex und PAD-Dichte auf Ebene der Bezirksregionen. Bei zusätzlicher Adjustierung für Einwohnerdichte zeigen sich nur geringfügige Änderungen der Punktschätzer (*eTabelle*).

Für den sekundären Endpunkt, die Abdeckungsrate der OHCA-Risikogitter, weist der Steuerbetrag pro Kopf einen positiven Zusammenhang auf. Kein einheitlicher Trend zeigt sich entlang der Quartile des Gini-Koeffizienten und des Deprivationsindex, wobei ein hoher Gini-Koeffizient mit einer höheren Abdeckungsrate und ein privilegierter Deprivationsindex mit einer niedrigeren Abdeckungsrate assoziiert ist.

Diskussion

Die vorliegende Studie untersucht erstmals Assoziationen zwischen der Bereitstellung von PAD und sozioökonomischen Merkmalen auf räumlicher Ebene in Deutschland. Anhand von Daten aus Berlin zeigt die Studie, dass Bezirksregionen mit einem Lohn- und Einkommensteuerbetrag oberhalb des Medians (Quartile 3 und 4), aber auch einer starken Ungleichverteilung des Einkommens eine höhere PAD-Dichte aufweisen. Der soziale Status, gemessen anhand von Arbeitslosigkeit, Ausländeranteil und Wohnsituation der Bezirksregionen, ist hingegen nicht mit der PAD-Dichte assoziiert. Die Studie zeigt zudem eine sehr geringe Abdeckungsrate früherer OHCA-Ereignisorte (Zeitraum Juni 2018 bis Februar 2020) durch PAD; die beobachteten Assoziationen mit sozioökonomischen Faktoren sind deshalb vorsichtig zu interpretieren.

Bereitstellung von PAD

Unsere Daten weisen darauf hin, dass die Aufstellung von PAD in Berlin im Verhältnis zur Einwohnerzahl im Vergleich zu anderen Großstädten sehr gering ist; berlinweit stehen lediglich 776 PAD für rund 3,6 Millionen Einwohner (2,16 PAD pro 10 000 Einwohner) zur Verfügung. In Städten beziehungsweise Regionen mit PAD-Programmen, wie Kopenhagen (30,5 PAD pro 10 000 Einwohner) (18) und Nordholland (6,61 PAD pro 10 000 Einwohner) (19), ist die PAD-Dichte wesentlich höher.

Zudem folgt die Aufstellung der PAD in Berlin nicht den Standorten mit einem ausgewiesenen OHCA-Risiko anhand früherer Ereignisorte. Eine nähere Betrachtung unserer Daten zeigt, dass sich die Mehrzahl der PAD (634 PAD, 81,7% aller PAD) nicht innerhalb eines 100-m-Radius von früheren OHCA-Ereignisorten (Zeitraum Juni 2018 bis Februar 2020) befindet. Zudem verfügten 51 Gitter (6,6% aller Gitter mit PAD) über mehr als einen PAD und 96 Risikogitter (2,8% aller Risikogitter) über keinen PAD, obwohl dort zuvor mehr als drei OHCA aufgetreten waren. Durch eine Umverteilung der vorhandenen 776 PAD in Risikogitter, also dorthin, wo frühere OHCA-Ereignisse zu verzeichnen sind, könnte die Abdeckungsrate der OHCA-Risikogitter von 3,86% auf 22% erhöht werden und somit eine wesentlich bessere Verteilungseffizienz erzielt werden.

Grund für diese Defizite dürfte die gegenwärtige Aufstellungsstrategie von PAD sein; denn PAD-Auf-

TABELLE 3
Rate Ratios und 95%-Konfidenzintervalle für Assoziationen sozioökonomischer Faktoren mit den Studienendpunkten auf Ebene der Bezirksregionen

	Anzahl der PAD pro 10 000 Einwohner		Abdeckungsrate der OHCA-Risikogitter	
	RR [95%-KI]	p-Wert	RR [95%-KI]	p-Wert
Deprivationsindex				
– Quartil 1 (benachteiligt)	Referenz		Referenz	
– Quartil 2	1,29 [0,85; 1,97]	0,229	0,99 [0,63; 1,54]	0,953
– Quartil 3	1,43 [0,93; 2,19]	0,099	1,56 [1,02; 2,40]	0,040
– Quartil 4 (privilegiert)	1,09 [0,70; 1,70]	0,798	0,53 [0,28; 0,94]	0,037
Lohn- und Einkommensteuer pro Kopf				
– Quartil 1 (niedrig)	Referenz		Referenz	
– Quartil 2	0,56 [0,36; 0,88]	0,012	1,22 [0,64; 2,27]	0,537
– Quartil 3	1,18 [0,79; 1,77]	0,414	1,66 [1,03; 2,73]	0,041
– Quartil 4 (hoch)	1,32 [0,88; 2,00]	0,182	1,66 [0,96; 2,88]	0,066
Gini-Koeffizient				
– Quartil 1 (gleich)	Referenz		Referenz	
– Quartil 2	1,32 [0,86; 2,01]	0,201	0,39 [0,20; 0,74]	0,005
– Quartil 3	1,50 [0,97; 2,36]	0,072	0,78 [0,47; 1,32]	0,356
– Quartil 4 (ungleich)	1,93 [1,25; 3,01]	0,002	1,49 [0,93; 2,43]	0,103

OHCA, „out-of-hospital cardiac arrest“; PAD, „public access defibrillator“; RR, Rate Ratio; 95%-KI, 95%-Konfidenzintervall

stellungsorte werden auf rein private Initiative eingerichtet. Eine Bedarfsplanung sowie Vorgaben für private oder öffentliche Einrichtungen, wann PAD zu etablieren sind, fehlen. Eine vorgeschlagene Umverteilung ist deswegen derzeit rein theoretischer Natur.

Leitlinien zur PAD-Bereitstellung

PAD sollten innerhalb von 100 m eines OHCA-Ereignisorts aufgestellt sein, um von einer ersthelfenden Person in 1–2 Minuten zu Fuß erreicht werden zu können (20). Die 2015 Leitlinien des European Resuscitation Council (ERC) empfehlen, PAD an Orten zu positionieren, an denen mindestens ein OHCA in den vergangenen fünf Jahren auftrat (21). Der Fünfjahreszeitraum sollte als Schwellenwert für die Priorisierung von Aufstellorten bei begrenzten Ressourcen verstanden werden. Unser Analyseansatz zu PAD-Aufstellorten ist von dieser Empfehlung abgeleitet. Durch einen Zeitraum von zwei Jahren zwischen OHCA-Registrierung (Juni 2018 bis Februar 2020) und PAD-Erfassung (Februar 2022) haben wir eine Latenzzeit für die Aufstellung von PAD eingeräumt. Aufgrund dieser Latenzzeit und verfügbarer OHCA-Daten über 20 Monate ist unser Studienzeitraum kürzer als fünf Jahre.

Die aktuellen ERC-Leitlinien aus dem Jahr 2021 empfehlen eine PAD-Dichte von zwei PAD pro km² (22). Inwieweit diese Empfehlungen in der Praxis umgesetzt werden, sollte Gegenstand zukünftiger Studien sein. Eine PAD-Installation pro km² dürfte hinsichtlich

der Erreichbarkeit Vorteile bieten gegenüber einer Etablierung pro Einwohner, und ein gleichberechtigter PAD-Zugang pro km² dürfte zumindest ebenso relevant sein.

Sozioökonomische Faktoren und Bereitstellung von Defibrillatoren

Das Ergebnis zum Lohn- und Einkommensteuerbetrag deckt sich weitgehend mit Erkenntnissen früherer Studien, die einen Zusammenhang zwischen Wirtschaftskraft und PAD-Zugänglichkeit auf räumlicher Ebene untersuchten (10, 11). Ein höherer Steuerbetrag beziehungsweise eine stärkere Wirtschaftskraft begünstigt die kostenintensive Anschaffung und regelmäßige Instandhaltung von PAD (23, 24).

Das Ergebnis unserer Studie zum Deprivationsindex unterscheidet sich von früheren Studienergebnissen aus dem Ausland: Studien in Neuseeland und Schottland ergaben eine geringe PAD-Dichte in Gegenden mit einem höheren Deprivationslevel (25, 26). Die dort verwendeten Deprivationsindizes kombinieren jedoch soziale und wirtschaftliche Indikatoren, während unser Deprivationsindex nur auf sozialen Indikatoren basiert.

Frühere Studien zeigten, dass höhere Einkommensungleichheit auf räumlicher Ebene mit einer erhöhten Mortalität (27) und ungünstigen Prognose kardiovaskulärer Erkrankungen (28, 29) assoziiert ist. Wo große soziale Ungleichheit besteht, leiden somit nicht nur die individuell Benachteiligten, sondern alle – also auch die Begünstigten. Daher formulierten wir die Ausgangshypothese, dass ein hoher Gini-Koeffizient die Bereitstellung von PAD auf kleinräumiger Ebene beeinträchtigt. Unsere Ergebnisse zeigen jedoch einen positiven Zusammenhang zwischen Einkommensungleichheit und der Bereitstellung von PAD. Eine nähere Betrachtung der räumlichen Verteilung zeigt, dass sich ein geringer Gini-Koeffizient in Bezirken mit einem niedrigen Steuerniveau findet; somit dürfte eine Segregation nach Einkommen in den Bezirken diesen gegenläufigen Zusammenhang erklären.

Stärken und Limitationen

Unsere Studie liefert erste Erkenntnisse aus Deutschland zur Bereitstellung von PAD nach sozioökonomischen Merkmalen auf kleinräumiger Ebene. Die Ergebnisse bieten eine Datengrundlage für Initiativen zur Verbesserung des Zugangs zu PAD im urbanen Raum. Das entwickelte geospatiale Modell bietet die Möglichkeit, weitere Aspekte der Reanimationskette, wie den Einsatz von Ersthelfenden-Apps, zu untersuchen.

Neben den genannten Stärken weist die Studie folgende Limitationen auf:

- Aufgrund der freiwilligen Meldung an die PAD-Register könnte die Vollständigkeit der Geodaten eingeschränkt sein.
- Im Gegensatz zu früheren Studien basiert unser Deprivationsindex nur auf sozialen Indikatoren.
- Bevölkerungsbewegung ist als mögliche Störgröße nur durch eine Proxy-Variablen in der Analyse berücksichtigt.

- Wir überblicken einen Zeitraum < 5 Jahren bei der Analyse zur Abdeckung früherer OHCA-Ereignisorte. Somit wird die Anzahl der Risikogitter im Sinne der ERC-Leitlinien von 2015 unterschätzt.
- Die Übertragbarkeit der Studienergebnisse auf andere Regionen in Deutschland kann eingeschränkt sein.

Lösungsansätze und Resümee

Eine strategische Positionierung und Nachverdichtung von PAD könnte beispielsweise durch die Ausstattung von Knotenpunkten im Personennahverkehr (Bus- und Straßenbahnhaltestellen) und nachbarschaftsnahen Orten (Plätze, Parks, Wohnanlagen) mit Geolokalisation in Ersthelfenden-Alarmierungssystemen angestrebt werden. Ein solcher Ansatz sollte die Aufstellung von PAD auf städtische Kleinräume mit niedriger PAD-Dichte sowie gehäuftem Auftreten von OHCA-Ereignissen und unter Berücksichtigung sozioökonomischer Faktoren ausrichten. Angesichts früherer Erfahrungen, dass Verordnungen für Feuerlöscher und Sprinkleranlagen gleichberechtigte Brandschutzmaßnahmen garantieren (30), dürfte eine gesetzliche Verpflichtung zur Aufstellung von PAD und die dazugehörige Bedarfsplanung auch einen chancengleichen Zugang zu PAD begünstigen. Eine evidenzbasierte Strategie unter Berücksichtigung unserer Ergebnisse ist erforderlich, um das Ziel einer höheren Verteilungseffizienz und Chancengleichheit bei der Bereitstellung von PAD auf kleinräumiger Ebene zu verfolgen.

Danksagung

Die Autoren danken „DefiNetz“ und „Berlin Schock“ für die Bereitstellung der Geodaten von öffentlich zugänglichen automatisierten externen Defibrillatoren.

Interessenkonflikt

Die Autorinnen und Autoren erklären, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Manuskriptdaten

eingereicht: 05.11.2021, revidierte Fassung angenommen: 30.03.2022

Literatur

1. Fischer M, Wnent J, Gräsner JT, et al.: Jahresbericht des Deutschen Reanimationsregisters. Außerklinische Reanimation 2020. Anästh Intensivmed 2021; 62: V68–73.
2. Bækgaard JS, Viereck S, Möller TP, Ersbøll AK, Lippert F, Folke F: The effects of public access defibrillation on survival after out-of-hospital cardiac arrest—a systematic review of observational studies. Circulation 2017; 136: 954–65.
3. Pollack RA, Brown SP, Rea T, et al.: Impact of bystander automated external defibrillator use on survival and functional outcomes in shockable observed public cardiac arrest. Circulation 2018; 137: 2104–13.
4. Nolan JP, Maconochie I, Soar J, et al.: Executive summary: 2020 international consensus on cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care science with treatment recommendation. Circulation 2020; 142: 2–27.
5. Sasson C, Kerins CC, Smith DM, et al.: Examining the contextual effects of neighborhood on out-of-hospital cardiac arrest and the provision of bystander cardiopulmonary resuscitation. Resuscitation 2011; 82: 674–9.
6. Rivera NT, Kumar SL, Bhandari RK, Kumar SD: Disparities in survival with bystander CPR following cardiopulmonary arrest based on neighbourhood characteristics. Emerg Med Int 2016; 2016: 6983750.
7. Nassel AF, Root ED, Haukoos JS, et al.: Multiple cluster analysis for the identification of high-risk census tracts for out-of-hospital cardiac arrest (OHCA) in Denver, Colorado. Resuscitation 2014; 85: 1667–73.

8. Root ED, Gonzales L, Persse DE, et al.: A tale of two cities: the role of neighborhood socioeconomic status in spatial clustering of bystander CPR in Austin and Houston. *Resuscitation* 2013; 84: 752–9.
9. Hsia RY, Huang D, Mann NC, et al.: A US national study of the association between income and ambulance response time in cardiac arrest. *JAMA Netw Open* 2018; 1: e185202.
10. Griffis HM, Band RA, Ruther M, et al.: Employment and residential characteristics in relation to automated external defibrillator location. *Am Heart J* 2016; 172: 185–91.
11. Lee SY, Do YK, Shin SD, et al.: Community socioeconomic status and public access defibrillators: a multilevel analysis. *Resuscitation* 2017; 120: 1–7.
12. Trappe HJ: Plötzlicher Herztod und automatisierte externe Defibrillatoren – Wo stehen wir 2012. *Herz* 2012; 37: 416–23.
13. Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Wohnen Berlin (ed.): Monitoring Soziale Stadtentwicklung 2017. Berlin. www.stadtentwicklung.berlin.de/planen/basisdaten_stadtentwicklung/monitoring/download/2017/Monitoring_Soziale_Stadtentwicklung_2017-Bericht.pdf (last accessed on 7 April 2022).
14. Amt für Statistik Berlin-Brandenburg (ed.): Regionaler Sozialbericht Berlin und Brandenburg 2017. Potsdam 2017. digital.zib.de/viewer/metadata/15601789_2017/1/LOG_0003/ (last accessed on 7 April 2022).
15. Perdoni S: Überraschende Zahlen: So viel Steuern zahlen die Berliner. *Berliner Zeitung* (21.08.2018). www.berliner-zeitung.de/berlin/ueberraschende-zahlen-so-viel-steuern-zahlen-die-berliner-31139632 (last accessed on 16 October 2019).
16. Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Wohnen Berlin (ed.): Monitoring Soziale Stadtentwicklung 2019. Berlin 2019. www.stadtentwicklung.berlin.de/planen/basisdaten_stadtentwicklung/monitoring/download/2019/MSS_Fortschreibung2019_Langfassung.pdf (last accessed on 7 April 2022).
17. Jenks GF, Caspall FC: Error on choroplethic maps: definition, measurement, reduction. *Ann Assoc Am Geogr* 1971; 61: 217–44.
18. Karlsson L, Hansen CM, Wissenberg M, et al.: Automated external defibrillator accessibility is crucial for bystander defibrillation and survival: a registry-based study. *Resuscitation* 2019; 136: 30–7.
19. Berdowski J, Blom MT, Bardai A, Tan HL, Tijssen JG, Koster RW: Impact of onsite or dispatched automated external defibrillator use on survival after out-of-hospital cardiac arrest. *Circulation* 2011; 124: 2225–32.
20. Chan TCY, Li H, Lebovic G, et al.: Identifying locations for public access defibrillators using mathematical optimization. *Circulation* 2013; 127: 1801–9.
21. Perkins GD, Handley AJ, Koster RW, et al.: European resuscitation council guidelines for resuscitation 2015 section 2 adult basic life support and automated external defibrillation. *Resuscitation* 2015; 95: 81–99.
22. Semero F, Greif R, Böttiger BW, et al.: European Resuscitation Council Guidelines 2021: systems saving lives. *Resuscitation* 2021; 161: 80–97.
23. Kuisma M, Castren M, Nurminen K: Public access defibrillation in Helsinki—costs and potential benefits from a community-based pilot study. *Resuscitation* 2003; 56: 149–52.
24. Neumann PJ, Cohen JT, Weinstein MC: Updating cost-effectiveness—the curious resilience of the \$ 50,000-per-QALY threshold. *N Engl J Med* 2014; 371: 796–7.
25. Dicker B, Garrett N, Wong S, et al.: Relationship between socioeconomic factors, distribution of public access defibrillators and incidence of out-of-hospital cardiac arrest. *Resuscitation* 2019; 138: 53–8.
26. Leung KHB, Brooks SC, Clegg GR, Chan TCY: Socioeconomically equitable public defibrillator placement using mathematical optimization. *Resuscitation* 2021; 166: 14–20.
27. Kennedy BP, Kawachi I, Prothrow-Stith D: Income distribution and mortality: cross sectional ecological study of the Robin Hood index in the United States. *BMJ* 1996; 312: 1004–7.
28. Lindenauer PK, Lagu T, Rothberg MB, et al.: Income inequality and 30 day outcomes after acute myocardial infarction, heart failure, and pneumonia: retrospective cohort study. *BMJ* 2013; 346: f521.
29. Dewan P, Rørth R, Jhund PS, et al.: Income inequality and outcomes in heart failure: a global between-country analysis. *JACC Heart Fail* 2019; 7: 336–46.
30. Mell HK, Sayre MR: Public access defibrillators and fire extinguishers: are comparisons reasonable? *Prog Cardiovasc Dis* 2008; 51: 204–12.

Anschrift für die Verfasser

Dokyeong Lee, MSc
 Institut für Public Health, Charité – Universitätsmedizin Berlin
 Charitéplatz 1, 10117 Berlin
lee.dokyeong23@gmail.com

Zitierweise

Lee D, Stiepak JK, Pommerenke C, Poloczek S, Grittner U, Prugger C: Public access defibrillators and socioeconomic factors on the small-scale spatial level in Berlin—a cross-sectional analysis. *Dtsch Arztebl Int* 2022; 119: 393–9. DOI: 10.3238/arztebl.m2022.0180

► Die englische Version des Artikels ist online abrufbar unter: www.aerzteblatt-international.de

Zusatzmaterial
 eTabelle, eKasten:
www.aerzteblatt.de/m2022.0180 oder über QR-Code



KLINISCHER SCHNAPPSCHUSS

Caput medusae nach Langstreckenreise

Ein 33-jähriger Mann stellte sich mit schmerzhaften und geschwollenen Beinen in unserer Angiologie vor. Die Verdachtsdiagnose lautete: Beinvenenthrombose nach einer 20-stündigen Heimfahrt aus Südeuropa. Anamnestisch waren ähnliche Symptome nach selbiger Reise vor 11 Jahren aufgetreten. In der Duplexuntersuchung zeigten sich eine frische Thrombose mit älteren Anteilen im rechten Bein und eine frische Becken- und Beinvenenthrombose links. Klinisch imponierte der in der *Abbildung* dargestellte Befund. Hierbei handelt es sich um einen ausgeprägten venösen Kollateralkreislauf (schwarze Pfeile). Die Umgehungskreisläufe verlaufen ventral und dorsal und zeigen einen hohen venösen Fluss im Farbduplex. Die Vena Cava inferior ist aplastisch und thrombosiert. Die Computertomografie visualisiert das gesamte Ausmaß der Umgehungskreisläufe. Es handelt sich um einen chronischen Verschluss, der bisher gut über die mächtigen Kollateralen kompensiert worden war. Die Thrombophiliediagnostik ergab eine verminderte Protein-S-Aktivität (Aktivität < 10 %, Norm: 72–133 %), sodass der Patient mit einem Vitamin K-Antagonist behandelt wurde.



Yannik Steinbrecher, Dr. med. Thuy Yen Vy Tran, PD Dr. med. habil. Joerg Herold, Klinik für Gefäßmedizin – Angiologie, Klinikum Darmstadt, joerg.herold@mail.klinikum-darmstadt.de

Interessenkonflikt: Die Autoren erklären, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Zitierweise: Steinbrecher Y, Tran TYV, Herold J: Caput medusae after a long-distance journey. *Dtsch Arztebl Int* 2022; 119: 399. DOI: 10.3238/arztebl.m2022.0116

► **Vergrößerte Abbildung und englische Übersetzung unter:** www.aerzteblatt.de

Zusatzmaterial zu:

Öffentlich zugängliche Defibrillatoren und sozioökonomische Faktoren auf kleinräumiger Ebene in Berlin

Eine Querschnittsanalyse

Dokyeong Lee, Jan-Karl Stiepak, Christopher Pommerenke, Stefan Poloczek, Ulrike Grittner, Christof Prugger

Dtsch Arztebl Int 2022; 119: 393–9. DOI: 10.3238/arztebl.m2022.0180

eKASTEN

Definition der Expositionsvariablen

● Deprivationsindex

Ausgehend vom Townsend-Index werden drei Indikatoren – Arbeitslosigkeit, Nicht-EU-Ausländeranteil und Wohnsituation (Personen per Wohnraum) – für den Index herangezogen. Die Indikatoren werden in folgenden Formeln auf Ebene der Bezirksregion (BZR) berechnet.

$$\text{Arbeitslosigkeit (\%)} = \left(\frac{\text{Gesamtzahl der Arbeitslosen nach SGB II und III in einer BZR}}{\text{Gesamtzahl der 15- bis unter 65-Jährigen in einer BZR}} \right) \times 100$$

$$\text{Ausländeranteil (\%)} = \left(\frac{\text{Gesamtzahl der Nicht-EU-Ausländer in einer BZR}}{\text{Gesamtzahl der Einwohner in einer BZR}} \right) \times 100$$

$$\text{Wohnsituation (\%)} = \left(\frac{\text{Gesamtzahl der Einwohner in einer BZR}}{\text{Gesamtzahl der Wohnräume in einer BZR}} \right) \times 100$$

Die berechneten Werte aller Indikatoren werden in Standard-Z-Werte umgesetzt. Anschließend werden alle Z-Werte addiert. Die Summe der Z-Werte auf Ebene der BZR ergibt den Sozialstatus. Ein Wert unter Null bedeutet „privilegiert“, ein Wert über Null bedeutet „benachteiligt“.

● Lohn- und Einkommensteuer pro Kopf

Zur Betrachtung des ökonomischen Status wird auf die Lohn- und Einkommensteuer (LESt) pro Kopf des Bezirks zurückgegriffen. Die Lohn- und Einkommensteuer pro Kopf wird folgendermaßen berechnet:

$$\text{LESt pro Kopf (Euro)} = \frac{\text{Summe des LESt-Aufkommens in einem Bezirk}}{\text{Gesamtzahl der Einwohner in einem Bezirk}}$$

● Gini-Koeffizient

Der Gini-Koeffizient ist anhand des Mikrozensus angegeben und folgt der OECD-Richtlinie.

eTABELLE

**Rate Ratios und 95%-Konfidenzintervalle für
Assoziationen sozioökonomischer Faktoren mit den
Studienendpunkten auf Ebene der Bezirksregionen
(Sensitivitätsanalyse)**

	Anzahl der PAD pro 10 000 Einwohner	
	RR [95%-KI]	p-Wert
Deprivationsindex		
– Quartil 1 (benachteiligt)	Referenz	
– Quartil 2	1,29 [0,84; 1,97]	0,237
– Quartil 3	1,45 [0,94; 2,24]	0,091
– Quartil 4 (privilegiert)	1,11 [0,71; 1,74]	0,645
Lohn- und Einkommensteuer pro Kopf		
– Quartil 1 (niedrig)	Referenz	
– Quartil 2	0,55 [0,35; 0,86]	0,009
– Quartil 3	1,18 [0,77; 1,81]	0,456
– Quartil 4 (hoch)	1,33 [0,88; 2,03]	0,169
Gini-Koeffizient		
– Quartil 1 (gleich)	Referenz	
– Quartil 2	1,32 [0,86; 2,01]	0,201
– Quartil 3	1,52 [0,98; 2,39]	0,064
– Quartil 4 (ungleich)	2,01 [1,28; 3,18]	0,002

PAD, „public access defibrillator“; RR, Rate Ratio;
95%-KI, 95%-Konfidenzintervall