



Räumliche Analyse der regionalen Krankenhausinzidenz und Krankenhaussterblichkeit von infrarenalen Aortenaneurysmen in Deutschland – Sekundärdatenanalyse der DRG-Statistik von 2005 bis 2014

Andreas Kuehnl^{1*} • Michael Salvermoser^{1*} • Alexander Erk¹ • Matthias Trenner¹ • Volker Schmid² • Hans-Henning Eckstein¹

¹ Klinik und Poliklinik für Vaskuläre und Endovaskuläre Chirurgie, Klinikum rechts der Isar, Technische Universität München, München, Deutschland

² Institut für Statistik, Ludwig-Maximilians-Universität München, München, Deutschland

* Gleichrangiger Beitrag

DOI: 10.20364/VA-19.04

Bei diesem Bericht handelt es sich um eine der beiden Arbeiten, die mit dem Zi-Wissenschaftspreis regionalisierte Versorgungsforschung 2018 ausgezeichnet wurden.

Abstract

Hintergrund

Ziel dieser Studie war es, die räumliche Verteilung und regionale Variation der Krankenhausinzidenz und Krankenhaussterblichkeit von Patienten mit abdominalem Aortenaneurysma (AAA) zu analysieren.

Methodik

Die Mikrodaten der DRG-Statistik des Statistischen Bundesamtes von 2011 bis 2014 wurden ausgewertet. Eingeschlossen wurden Patienten, die wegen eines rupturierten abdominalen Aortenaneurysmas stationär aufgenommen (rAAA, I71.3, operativ oder konservativ behandelt) oder aufgrund eines nicht rupturierten AAA (nrAAA, I71.4) operativ behandelt wurden (offen chirurgisch oder endovaskulär). Zur direkten Standardisierung der Krankenhausinzidenz wurde die Europastandardbevölkerung 2013 verwendet. Die Krankenhaussterblichkeit wurde alters-, geschlechts- und risikostandardisiert berechnet. Die regionale Variation wurde durch die Systematic Component of Variation (SCV) quantifiziert und statistisch analysiert. Zur Analyse der räumlichen Autokorrelation und des räumlichen Verteilungsmusters wurden das globale Moran's I und Getis-Ord G_i^* berechnet.

Ergebnisse

Insgesamt wurden 50.702 Fälle eingeschlossen. Die rohe Krankenhausinzidenz aller AAA betrug 15,7 pro 100.000 Einwohner (nrAAA 13,1; alle rAAA 2,7; behandelte rAAA 1,6). Die standardisierte Krankenhausinzidenz aller AAA schwankte zwischen 6,3 und 30,3 pro 100.000 Einwohner. Die SCV-Proportion war 96 % bei nrAAA und 55 % bei behandelten rAAA. Die Krankenhausinzidenz aller AAA

Korrespondierender Autor: PD Dr. med. Andreas Kuehnl, MPH, MBA
Klinik und Poliklinik für Vaskuläre und Endovaskuläre Chirurgie
Klinikum rechts der Isar der Technischen Universität München
Ismaninger Str. 22 – 81675 München – Tel. 089 4140 5002 – E-Mail: a.kuehnl@tum.de



zeigte ein geclustertes Verteilungsmuster mit signifikant überdurchschnittlichen Werten im Norden und Westen sowie unterdurchschnittlichen Werten im Süden und Osten Deutschlands. Die standardisierte Krankenhaussterblichkeit von nrAAA schwankte zwischen 1,7 % und 4,3 %; die von rAAA zwischen 28 % und 52 %. Die regionale Variation der Krankenhaussterblichkeit zeigte ein zufälliges Verteilungsmuster.

Schlussfolgerung

Die Krankenhausinzidenz von AAA zeigt ein geclustertes Verteilungsmuster mit hohen Werten im Norden und Westen sowie niedrigen Werten im Süden und Osten. Es fanden sich keine Hinweise, dass die standardisierte Krankenhausmortalität von AAA mit dem Wohnort des Patienten assoziiert ist.

Schlagwörter

Abdominales Aortenaneurysma, Krankenhausinzidenz, Krankenhaussterblichkeit, Räumliche Analyse, Regionale Varianz

Zitierweise

Kuehnl A, Salvermoser M, Erk A, Trenner M, Schmid V, Eckstein HH. Räumliche Analyse der regionalen Krankenhausinzidenz und Krankenhaussterblichkeit von infrarenalen Aortenaneurysmen in Deutschland – Sekundärdatenanalyse der DRG-Statistik von 2005 bis 2014. Zentralinstitut für die kassenärztliche Versorgung in Deutschland (Zi). Versorgungsatlas-Bericht Nr. 19/04. Berlin 2019. DOI: 10.20364/VA-19.04. URL: <https://www.versorgungsatlas.de/themen/alle-analysen-nach-datum-sortiert/?tab=6&uid=101>.

Originalpublikation

Kuehnl A, Salvermoser M, Erk A, Trenner M, Schmid V, Eckstein HH. Spatial analysis of hospital incidence and in hospital mortality of abdominal aortic aneurysms in Germany: secondary data analysis of nationwide hospital episode (DRG) data. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2018; 55(6): 852–9. DOI: 10.1016/j.ejvs.2018.02.024.

Abstract (English)

Spatial Analysis of Hospital Incidence and in Hospital Mortality of Abdominal Aortic Aneurysms in Germany: Secondary Data Analysis of Nationwide Hospital Episode (DRG) Data

Objective

This study aimed to analyze the spatial distribution and regional variation of the hospital incidence and in hospital mortality of abdominal aortic aneurysms (AAA) in Germany.

Methods

German DRG statistics (2011–2014) were analysed. Patients with ruptured AAA (rAAA, I71.3, treated or not) and patients with non-ruptured AAA (nrAAA, I71.4, treated by open or endovascular aneurysm repair) were included. Age-, sex-, and risk-standardisation was done using standard statistical procedures. Regional variation was quantified using systematic component of variation. To analyse spatial auto-correlation and spatial pattern, global Moran's I and Getis-Ord G_i^* were calculated.

Results

A total of 50,702 cases were included. Raw hospital incidence of AAA was 15.7 per 100,000 inhabitants (nrAAA 13.1; all rAAA 2.7; treated rAAA 1.6). The standardised hospital incidence of AAA ranged from 6.3 to 30.3 per 100,000. Systematic component of variation proportion was 96% in nrAAA and 55% in treated rAAA. Incidence rates of all AAA were significantly clustered with above average values in the northwestern parts of Germany and below average values in the south and eastern regions. Standardised mortality of nrAAA ranged from 1.7% to 4.3%, with that of treated rAAA ranging from 28% to 52%. Regional variation and spatial distribution of standardised mortality was not different from random.

Conclusions

There was significant regional variation and clustering of the hospital incidence of AAA in Germany, with higher rates in the northwest and lower rates in the southeast. There was no significant variation in standardised (age/sex/risk) mortality between counties.

Hintergrund

Abdominale Aortenaneurysmen (AAA) sind Erweiterungen der infrarenalen Aorta auf einen Durchmesser von mindestens 3 cm, was dem 1,5-fachen des ursprünglichen Gefäßdurchmessers entspricht [1–4]. Ca. 3 % (1–7 %) der Bevölkerung über 50 Jahre sind von einem AAA betroffen [1, 2]. Als Risikofaktoren gelten unter anderem familiäre Prädisposition, Nikotinabusus und arterielle Hypertonie; Frauen und Patienten mit Diabetes mellitus sind dagegen seltener betroffen [3, 5]. AAA bleiben bis zur Ruptur häufig asymptomatisch, weisen dann jedoch eine Krankenhaus-Letalität von ca. 40 % auf. Die Gesamtlethalität des rupturierten AAA (rAAA) ist aufgrund präklinisch verstorbener Patienten (ca. 60–80 %) vermutlich deutlich höher [1, 3]. Dagegen beträgt die Krankenhaussterblichkeit des nicht rupturierten AAA (nrAAA) 3,6 % bei offen chirurgischer Behandlung (OAR, Open Aortic Repair) und 1,3 % bei endovaskulärer Aneurysmaausschaltung (EVAR, Endovascular Aortic Repair) [6]. In Bezug auf die regionale Krankenhausinzidenz, Behandlungsmethode und Outcomes (unter anderem perioperative Mortalität) zeigten Studien aus anderen Ländern signifikante Unterschiede sowohl zwischen [4, 7–9, 17] als auch innerhalb der Länder [4, 10–17].

Im Verlauf der letzten Jahre verbesserten sich die Behandlungsergebnisse von nrAAA, maßgeblich aufgrund der deutlich häufigeren Anwendung der endovaskulären Therapie (EVAR) [9]. Nichtsdestotrotz ist diese Verbesserung mit zunehmend schlechteren Behandlungsergebnissen bei Patienten verbunden, die eine offen chirurgische Versorgung erhielten [9], vermutlich bedingt durch eine Konzentration von technisch schwer zu versorgenden Aneurysmen in dieser Patientenkohorte. Die hohen technischen Anforderungen bei diesen Patienten können vermutlich am besten in Zentren mit großer Erfahrung und Routine bzw. hohen Fallzahlen erfüllt werden [9, 18].

Für Deutschland wurde die Krankenhausinzidenz sowie Krankenhaussterblichkeit auf national aggregiertem Level im Verlauf von 2005 bis 2014 bereits publiziert [4]. Über die regionale Verteilung und Variation (z. B. Nord-Süd-Gefälle, Stadt-Land-Gefälle) innerhalb von Deutschland ist allerdings noch nichts bekannt. Ziel dieser Studie ist es daher, unter Verwendung der bundesweiten DRG-Daten, die auf den Wohnort der Patienten bezogene räumliche Verteilung und regionale Variation der Krankenhausinzidenz und Krankenhaussterblichkeit von Patienten mit abdominalem Aortenaneurysma zu analysieren.

Methodik

Mittels kontrollierter Datenfernverarbeitung (KDFV) wurde die DRG-Statistik des Statistischen Bundesamtes (StBA) von 2011 bis 2014 ausgewertet. Die grundlegenden Methoden der KDFV wurden bereits anderweitig im Detail beschrieben [4, 19]. Eine ausführliche Darstellung der Methodik findet sich in der Originalpublikation [17]. Bei dieser Studie handelt es sich um eine Sekundärdatenanalyse, die auf fallbezogenen Struktur- und Leistungsdaten der Krankenhäuser gemäß § 21 Krankenhausentgeltgesetz (KHEntG) basiert. Die Studie wurde von der Ethikkommission der Technischen Universität München genehmigt und erfolgte gemäß aktuellen Richtlinien [20, 21].

Falldefinition und Selektion

Die Ein- und Ausschlusskriterien orientierten sich an der Studie von Landenhed und früheren Publikationen unserer Arbeitsgruppe [4, 17, 22]. Es wurden alle DRG-Fälle der Berichtsjahre 2011 bis 2014 eingeschlossen, für die ein nrAAA (I71.4) oder rAAA (I71.3) als Haupt- oder Nebendiagnose (HD, ND) codiert war. Ausgeschlossen wurden alle DRG-Fälle, die ohne eine operative Therapie (OAR oder EVAR) in ein anderes Krankenhaus weiterverlegt wurden. Als operative Therapie wurden die OPS-Codes 5-384.5* und 5-384.7* für OAR sowie 5-38a.1* für EVAR verwendet. Alle Analysen beziehen sich auf jeweils einen Krankenhausfall (Analyseeinheit). Das Patientenflussdiagramm findet sich in der Originalpublikation [17]. Folgende Grundannahmen wurden ferner getroffen:

- Die Diagnose rAAA wurde immer als Therapieindikation angesehen.
- Als spezifische „Behandlung“ im eigentlichen Sinn wurde die offen chirurgische (OAR, OPS-Code 5-384.5/7) oder endovaskuläre (EVAR, 5-38a.1) Aneurysma-Ausschaltung definiert. Unspezifisch codierte Eingriffe (unter anderem 5-384.x/y, 5-38a.x/y) wurden definitionsgemäß nicht als „Behandlung“ angesehen.
- Der überwiegende Anteil der Patienten erleidet nur einmalig eine Aneurysmaruptur. Doppelzählungen wurden damit als vernachlässigbar angesehen.
- Der überwiegende Anteil der Patienten mit nrAAA erhalten nur einmalig eine Aneurysmaausschaltung (entweder OAR oder EVAR), sodass Doppelzählungen als vernachlässigbar angesehen wurden.

- Patienten, die mit der Diagnose nrAAA stationär aufgenommen, jedoch keiner oben genannten Behandlung zugeführt wurden, erhielten höchstwahrscheinlich diagnostische oder anderweitige Leistungen (z. B. CT-Angiographie, Endoleak-Behandlung) oder wurden aufgrund einer anderen Hauptdiagnose aufgenommen (nrAAA nur Nebendiagnose). Diese Fälle wurden daher ausgeschlossen.
- Zur Vermeidung von Doppelzählungen wurden Patienten, die ohne vorherige operative Behandlung in ein anderes Krankenhaus verlegt, wurden ausgeschlossen.
- Die Fälle wurden wie folgt eingeteilt:
 - Gruppe A: AAA (alle) – Alle rAAA und operativ behandelten nrAAA
 - Gruppe B: rAAA (alle) – Alle rAAA
 - Gruppe C: nrAAA (T) – Operativ behandelte nrAAA
 - Gruppe D: rAAA (T) – Operativ behandelte rAAA

Studienvariablen und räumliche Bezüge

Die primären Zielgrößen und Outcomes dieser Studie waren die Krankenhausinzidenz (alters- und geschlechtsstandardisiert) sowie die Krankenhaussterblichkeit (alters-, geschlechts- und risikoadjustiert). Zur Risikoadjustierung wurde der Elixhauser Comorbidity Score verwendet [23, 24]. Beide Berechnungen bezogen sich auf den Wohnort des Patienten. Alle Angaben zur Inzidenz beziehen sich auf 100.000 Einwohner. Da die Inzidenz auf Ebene der Landkreise und kreisfreien Städte niedrig war, wurde ein indirektes Standardisierungsverfahren angewandt. Um Zensierungen aufgrund niedriger Werte (1 bis 3) aus Datenschutzgründen zu vermeiden, wurden die Berichtsjahre 2011 bis 2014 aggregiert und für jede Subgruppe an Patienten die jeweils höchste räumliche Auflösung verwendet, die nicht zu einer Zensierung führte. Dieses Verfahren wurde angewandt, um Ausgewogenheit zwischen Aktualität der Daten, hoher räumlicher Auflösung und hoher statistischer Schätzgenauigkeit zu erreichen. Räumlicher Bezug waren die deutschen NUTS-3-Regionen, Raumordnungsregionen und NUTS-2-Regionen.

Statistische Analysen

Für metrische Variablen wurde einheitlich der Median sowie das 25 %- und 75 %-Quantil berechnet. Das 95 %-Konfidenzintervall für die nach Rang geordneten Forest-plots wurde nach der Methode von Sahai und Khursid berechnet [25]. Die regionale Variation wurde durch Berechnung der Systematic Component of Variation (SCV) sowie deren Anteil an der Gesamtvariation (SCV-Proportion) quantifiziert [26–28]. Für räumliche statistische Auswertungen wurde das globale Moran's I berechnet sowie für Hot- und Coldspot-Analysen das Getis-Ord G_i^* . Die Datenaufbereitung und Analyse erfolgte mit dem Statistikprogramm SAS, Version 9.2 für Microsoft Windows (Copyright © 2015 SAS Institute Inc., Cary, NC, USA). Die grafische Aufbereitung der Daten erfolgte mit Microsoft Excel, ArcGIS (Version 10.1, Environmental Systems Research Institute, Redlands, USA) sowie mithilfe des Statistikprogramms R (Version 3.2.1; The R Foundation, www.r-project.org).

Ergebnisse

Charakteristika der Patientenkohorte und periprozedurale Komplikationen

Zwischen 2011 und 2014 wurden insgesamt 50.702 Fälle in diese Studie eingeschlossen. 86 % der Patienten waren männlich ($n=43.583$) und das mediane Alter betrug 73 Jahre (Q1–3: 67–79). Die meisten Patienten hatten ein nicht rupturiertes AAA (83 %). Von den verbleibenden 8.573 Patienten mit rupturiertem AAA wurden 59 % ($n=5.032$) entweder offen chirurgisch oder endovaskulär behandelt. Der Anteil endovaskulär Behandelte betrug insgesamt 62 % ($n=31.420$). Die häufigsten Nebendiagnosen waren ein arterieller Hypertonus (72 %), eine chronisch ischämische Herzkrankheit (32 %) und eine periphere arterielle Verschlusskrankheit (32 %). Eine akute Extremitätenischämie trat bei 4,8 %, eine Majoramputation der unteren Extremität in 0,3 %, ein akuter Darminfarkt in 2,1 %, ein akuter Myokardinfarkt in 1,9 % und ein akuter Niereninfarkt in 0,7 % der Fälle auf. Weitere Details zeigt **Tabelle 1**.

Krankenhausinzidenz

Die rohe Krankenhausinzidenz aller AAA betrug 15,7 pro 100.000 Einwohner (13,1 für nrAAA, 2,7 für rAAA). Die Inzidenz der operativ behandelten rAAA war 1,6 pro 100.000 Einwohner. Bezogen auf die deutschen NUTS-3-Regionen schwankte die Krankenhausinzidenz von AAA

Tabelle 1: Charakteristika der Patientenkohorte sowie periprozedurale Komplikationen. Gepoolte Daten von 2011 bis 2014

	Gesamt	nrAAA (operiert)	rAAA (nicht operiert)	rAAA (operiert)
Fälle (n, Zeilen-%)	50.702 (100)	42.129 (83)	3.541 (7)	5,032 (10)
Männeranteil (n, %)	43.583 (86)	36.793 (87)	2.563 (72)	4.227 (84)
Endovaskulär behandelte Fälle (n, %)	31.420 (62)	29.911 (71)	– –	1.509 (30)
Alter (median, Q1–Q3)	73 (67–79)	73 (67–78)	79 (71–85)	75 (68–82)
Elixhauser Score (median, Q1–Q3)	5 (0–10)	5 (0–10)	5 (0–12)	8 (5–15)
Case-Mix Index (median, Q1–Q3)	5,12 (4,52–5,29)	5,12 (4,83–5,29)	1,37 (0,74–2,26)	6,29 (4,83–10,09)
Verweildauer (median, Q1–Q3)	9 (7–15)	9 (7–14)	2 (1–11)	13 (5–25)
Nebendiagnosen* (n, %)				
Chronisch ischämische Herzkrankheit	16.194 (32)	14.236 (34)	745 (21)	1.213 (24)
Zerebrovaskuläre Erkrankung	3.376 (6,7)	2.804 (6,7)	214 (6,0)	358 (7,1)
Arterieller Hypertonus	36.399 (72)	31.873 (76)	1.599 (45)	2.927 (58)
Chronische Lungenerkrankung	8.743 (17)	7.575 (18)	396 (11)	772 (15)
Diabetes mellitus	9.149 (18)	7.857 (19)	445 (13)	847 (17)
Krebserkrankung	1.572 (3,1)	1.251 (3,0)	154 (4,3)	167 (3,3)
Adipositas	4.780 (9,4)	4.241 (10)	144 (4,1)	395 (7,8)
Kodierte Komplikationen* (n, %)				
Akuter Myokardinfarkt	– –	645 (1,5)	85 (2,4)	225 (4,5)
Akute Extremitätenischämie	– –	1.871 (4,4)	89 (2,5)	457 (9,1)
Amputation der unteren Extremität (major)	– –	89 (0,2)	7 (0,2)	54 (1,1)
Akute Mesenterialischämie	– –	516 (1,2)	88 (2,5)	460 (9,1)
Darmresektion	– –	600 (1,4)	79 (2,2)	419 (8,3)
Akuter Niereninfarkt	– –	298 (0,7)	18 (0,5)	59 (1,2)
Mortalität im Krankenhaus (n, %)	– –	1.271 (3,0)	2.464 (70)	1.940 (39)

AAA = abdominelles Aortenaneurysma, nrAAA = nicht rupturiertes AAA, rAAA = rupturiertes AAA, Q1/Q3 = Quartil 1 und 3

Wenn nicht anders angegeben beziehen sich die Prozentangaben auf die Spalte.

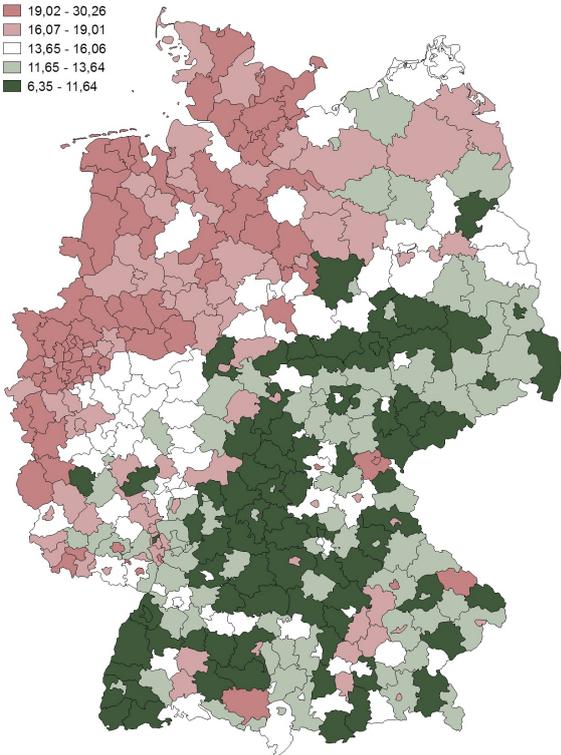
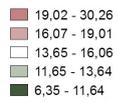
* Die Kodierung findet sich im Supplement der Originalpublikation [17].

zwischen 6,3 und 30,3 pro 100.000 Einwohner. Die SCV-Proportion war 96 % für nrAAA und 70 % für rAAA.

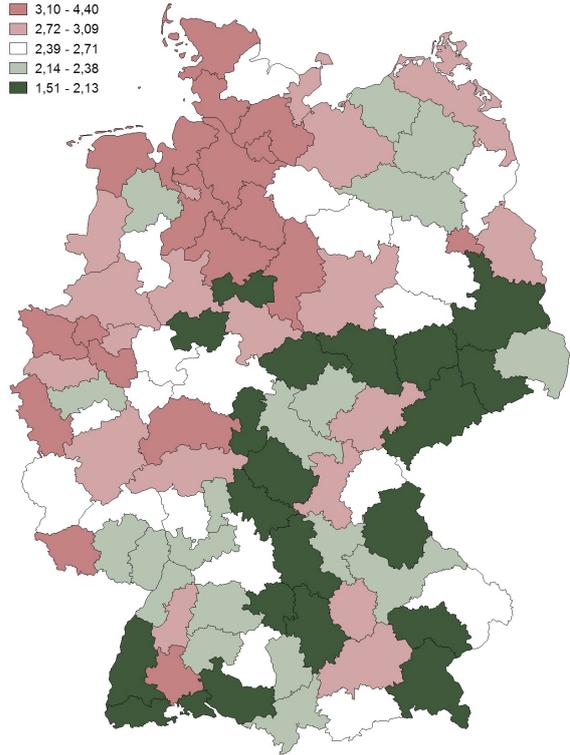
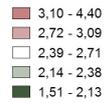
Wie **Abbildung 1** zeigt, war die Krankenhausinzidenz im nördlichen und westlichen Deutschland überdurchschnittlich hoch, während sie im Süden und Osten unterdurchschnittliche Werte aufwies. Diese Verteilung war bei nrAAA besonders ausgeprägt, weniger bei rAAA. Die Analyse der globalen räumlichen Autokorrelation zeigte für alle Gruppen ein signifikant

geclustertes Muster (Global Moran's I, jeweils $p < 0,001$). Oben genannte Regionen mit signifikant hoher und niedriger Inzidenz (Hotspots und Coldspots) wurden mittels Getis-Ord G_i^* -Analysen bestätigt. Die detaillierten Ergebnisse und Kartendarstellungen finden sich in der Originalpublikation [17]. Die mediane Luftlinienentfernung zwischen Patientenwohnort und Ort der Behandlung betrug 11,1 km (5,2–36,5) für nrAAA und 10,0 km (4,1–58,1) für operativ behandelte rAAA. Die Kartendarstellung der Fahrtwege sowie der jährlichen Fallzahl der behandelnden

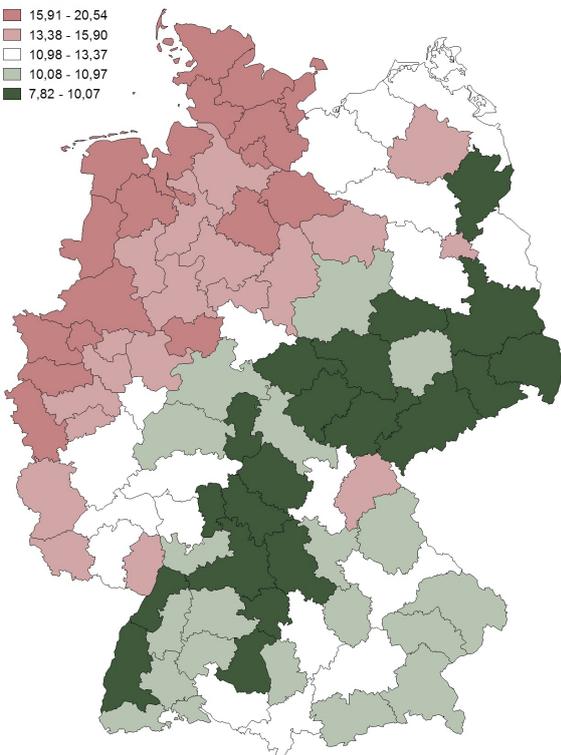
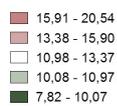
A: AAA (alle)



B: rAAA (alle)



C: nrAAA (operativ behandelt)



D: rAAA (operativ behandelt)

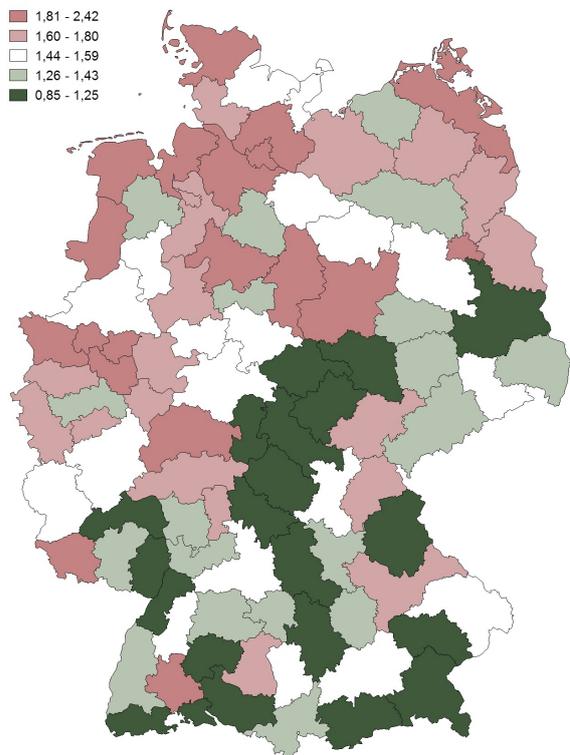
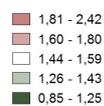


Abbildung 1: Alters- und geschlechtsstandardisierte Krankenhausinzidenz pro 100.000 Einwohner für AAA (alle) (A), rAAA (alle) (B), nrAAA (operativ behandelt) (C), rAAA (operativ behandelt) (D). Räumliche Auflösung NUTS-3 = Nomenclature des Unités Territoriales Statistiques Level 3 (A) und ROR = Raumordnungsregion (B–D) AAA = abdominelles Aortenaneurysma, nrAAA = nicht rupturiertes AAA, rAAA = rupturiertes AAA

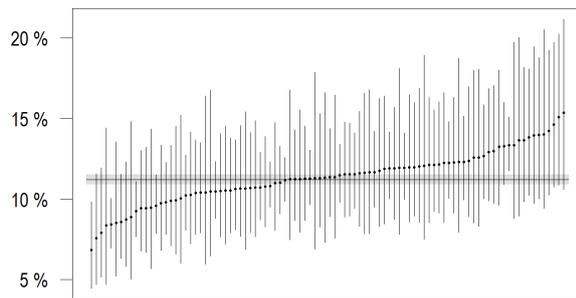
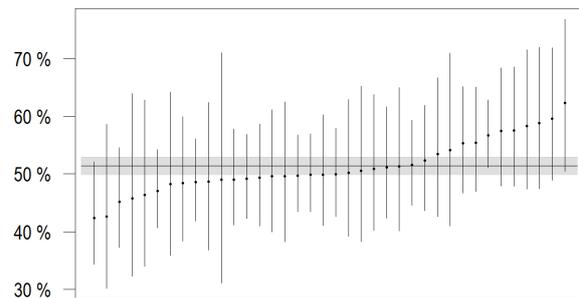
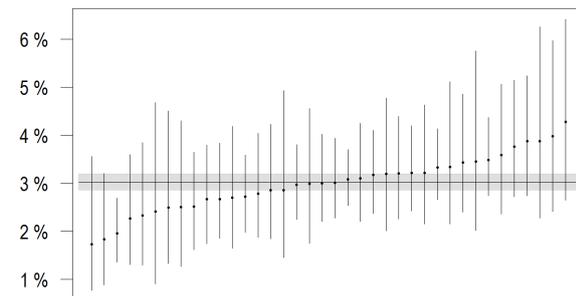
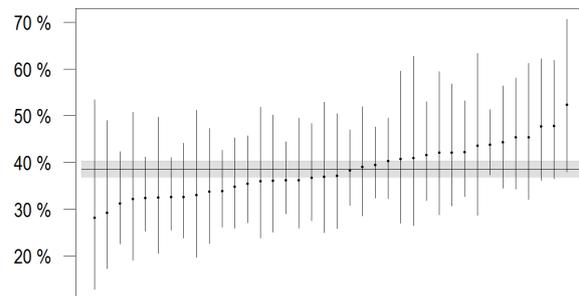
A: AAA (alle)**B: rAAA (alle)****C: nrAAA (operativ behandelt)****D: rAAA (operativ behandelt)**

Abbildung 2: Rang-geordneter Forest-plot der alters-, geschlechts- und risikostandardisierten Krankenhaussterblichkeit für AAA (alle) (A), rAAA (alle) (B), nrAAA (operativ behandelt) (C), rAAA (operativ behandelt) (D). Die Balken zeigen das 95 %-Konfidenzintervall. Räumliche Auflösung ROR = Raumordnungsregion (A), NUTS-2 = Nomenclature des Unités Territoriales Statistiques Level 2 (B–D).

AAA = abdominelles Aortenaneurysma, nrAAA = nicht rupturiertes AAA, rAAA = rupturiertes AAA.

Krankenhäuser nach Patientenwohnort findet sich ebenfalls im Anhang der Originalpublikation [17]. Die Karten und die zugrunde liegenden Inzidenzraten stehen im interaktiven Teil des Versorgungsatlas unter www.versorgungsatlas.de zur Verfügung.

Krankenhaussterblichkeit

Die rohe Krankenhaussterblichkeit betrug bei Patienten mit nrAAA 3,0 % und 39 % bei operativ behandelten rAAA. Die alters-, geschlechts- und risiko-adjustierte Krankenhaussterblichkeit von nrAAA schwankte zwischen 1,7 % und 4,3 % und die von rAAA zwischen 28 % und 52 %, jeweils bezogen auf die deutschen NUTS-2-Regionen (**Abbildung 2**). Die Gesamtmortalität aller AAA zeigte keine statistisch signifikante Korrelation mit den Inzidenzraten ($p > 0,05$). Die regionale Streuung (SCV) und das räumliche Verteilungsmuster (Global Moran's I, Getis-Ord G_i^*) der alters-, geschlechts- und risikostandardisierten Krankenhaussterblichkeit zeigten eine zufällige Verteilung ($p > 0,05$).

Diskussion

Diese Studie zeigt eine signifikante regionale Variation der standardisierten Krankenhausinzidenz von AAA in Deutschland. Überdurchschnittlich hohe Werte traten im Norden und Westen, unterdurchschnittliche Werte eher im Süden und Osten auf. Dies zeigte sich besonders bei nrAAA. Die Krankenhaussterblichkeit zeigte keine signifikante Assoziation mit dem Patientenwohnort.

Krankenhausinzidenz

Die Krankenhausinzidenz aller AAA war ca. 16 pro 100.000 Einwohner, was innerhalb der Spannweite der für andere Länder berichteten Werte liegt [8, 11, 29, 30]. Der zeitliche Verlauf zwischen 2005 und 2014 sowie die Diskussion der auf bundesweitem Niveau aggregierten Daten wurden durch unsere Arbeitsgruppe bereits publiziert [4]. Für die Analyse der regionalen Variation hat sich die SCV (Systematic Component of Variation) gegenüber anderen Maßzahlen, wie z. B. der Standardabweichung, dem Variationskoeffizienten und dem Extremalkoeffizienten,

als überlegen dargestellt, da die SCV die nicht zufallsbedingte Variation zwischen den Regionen von der Zufallsvariation innerhalb der Regionen differenziert und quantifiziert [26–28]. Ein Wert von 5 wird dabei als Indikator für eine „hohe“ Variation, ein Wert von 10 dagegen als „sehr hohe“ Variation angesehen [26–28].

Obwohl die regionale Variation der AAA Inzidenz und Therapie bereits in mehreren früheren Studien analysiert wurde [10, 11, 13, 15], fanden sich Angaben zur SCV lediglich in einer einzelnen Publikation. In letztgenannter Studie aus den USA wurde für die Gesamtzahl von AAA-Therapien bei Medicare-Versicherten ein SCV-Wert von 3,6 in 1996/1997 und ein Wert von 5,5 in 2002/2003 berechnet [31]. Diese Daten sind vergleichbar mit denen der aktuellen Studie (SCV 5,6), wobei die Variation bei nrAAA mit 5,4 höher war als die der rAAA (SCV 2,4). Die niedrigere Variation bei rAAA im Vergleich zu nrAAA mag damit erklärbar sein, dass im Falle einer AAA-Ruptur (lebensbedrohlicher Notfall) die Freiheit der Krankenhauswahl deutlich eingeschränkt ist. Im Hinblick auf die räumliche Verteilung der Krankenhausinzidenz zeigten sich signifikant überdurchschnittliche Werte in den nördlichen und westlichen Regionen Deutschlands, während im östlichen und südlichen Teil eher niedrigere Werte beobachtet wurden. Abgesehen von einigen Landkreisen, war dieses Muster vor allem bei nrAAA zu sehen. Das regional geclusterte Verteilungsmuster der alters- und geschlechtsstandardisierten Krankenhausinzidenz ist neben der „wahren“ Inzidenz wahrscheinlich zudem durch die grundlegende Verteilung von Risikofaktoren sowie weiterer Faktoren wie Angebot, Nachfrage und Inanspruchnahme bedingt [3, 5, 26, 32]. Aus Perspektive der Krankenhäuser könnten unter anderem unterschiedliche Grenzwerte und Paradigmen im Sinne von Schulmeinungen für die Indikationsstellung die Unterschiede in der regionalen Inzidenz erklären [9]. Diese Erklärungsansätze mögen für eher kleine Regionen mit sich überschneidenden Überweisungspfaden zutreffen, jedoch zeigt die aktuelle Studie, dass sich das beschriebene Muster über mehrere angrenzende Regionen hinweg kongruent darstellt. Aus nationaler Sicht findet sich im Hinblick auf Überweisungspfade und lokale Indikationspolitik jedoch keine nachvollziehbare Erklärung, warum im Nordwesten das AAA eine höhere Inzidenz aufweist als im Südosten.

Krankenhaussterblichkeit

Die rohe Krankenhaussterblichkeit für nrAAA betrug 3,0 % und 39 % für operativ behandelte rAAA. Diese Zahlen sind mit Studienergebnissen aus anderen Ländern vergleichbar und wurden in einer früheren Publikation unserer Arbeitsgruppe bereits im Detail diskutiert [4]. Aufgrund der Datengrundlage beziehen sich die in dieser Studie berichteten Mortalitätsraten nur auf die Zeit des stationären Aufenthalts (median 9 Tage, Interquartilsrange 7–15), und unterschätzen damit tendenziell die wahren 30-Tages-Outcomeraten. Da sich die Krankenhaussterblichkeit und 30-Tages-Mortalität aber nicht grundsätzlich in relevantem Ausmaß unterscheiden müssen [15], wird der durch die kürzere Beobachtungszeit bedingte Bias als gering eingeschätzt. Die standardisierte Mortalität in dieser Studie schwankte zwischen 1,7 % und 4,3 % für nrAAA und zwischen 28 % und 52 % für rAAA. Diese Werte sind gut vergleichbar mit denen der einzigen Studie, welche die regionale Variation der Mortalität nach AAA Behandlung berichtete [15]. In letztgenannter Analyse der Vascular Quality Initiative Datenbank schwankte die Krankenhaussterblichkeit zwischen 0 % und 7 % für nrAAA, zwischen 14 % und 63 % für offen chirurgisch (OAR) behandelte rAAA, und zwischen 3 % und 32 % für endovaskulär versorgte rAAA [15]. Da der unterschiedliche Therapieeffekt von OAR und EVAR sowie der Zusammenhang zwischen jährlicher Fallzahl und Mortalität nicht Gegenstand der vorliegenden Studie war, wurde auf eine statistische Analyse und weitere Diskussion verzichtet. Eine detaillierte Analyse der regionalen Verteilung der Methodenwahl wird demnächst von unserer Arbeitsgruppe publiziert werden. Die regionale Verteilung der jährlichen Fallzahlen des behandelnden Krankenhauses bezogen auf den Wohnort des Patienten ist im Anhang zur Originalpublikation dargestellt [17]. Der Volume-Outcome-Effekt wurde in einer eigenen Publikation differenziert analysiert [18].

Im Gegensatz zur statistisch signifikanten Variation der Krankenhausinzidenz fand sich in der vorliegenden Studie kein Hinweis darauf, dass die Krankenhaussterblichkeit signifikant abhängig vom Wohnort des Patienten ist. Ebenso zeigte sich kein signifikanter Zusammenhang zwischen der regionalen Krankenhaussterblichkeit und Krankenhausinzidenz. Es muss jedoch bedacht werden, dass kleine Unterschiede der Krankenhaussterblichkeit gegebenenfalls unentdeckt blieben [33].

Limitationen

Die Limitationen von Sekundärdatenanalysen im Allgemeinen und unseren Analysen im Speziellen wurden bereits an anderer Stelle im Detail diskutiert [4, 19, 34]. Die wesentlichen sind:

- Es handelt sich um administrative und nicht um klinische Daten. Nichtsdestotrotz wurden die Krankenhausinzidenz und Krankenhaussterblichkeit als valide, „harte“ Outcomes angesehen.
- Bei den Daten handelt es sich um Abrechnungsdaten und es muss bedacht werden, dass die hier angegebenen Krankenhausinzidenzen nur Schätzungen der zugrundeliegenden „wahren“ Inzidenz des AAA in der Bevölkerung sind.
- Der primäre Erhebungsgrund der Daten war die Abrechnung stationärer Leistungen. Daher könnten Änderungen der Codierpolitik, absichtliches Upcoding oder einfache Codierfehler die Ergebnisse verzerrt haben. Es wird jedoch angenommen, dass durch Kontrollen der vergütungsrelevanten, wesentlichen Diagnosen und Prozeduren, die der Medizinischen Dienst der Krankenhausversicherung (MDK) durchführt, eine Verzerrung minimiert wurde.
- Da nicht codiert ist, wann Nebendiagnosen aufgetreten oder Prozeduren durchgeführt wurden, kann bei einigen Diagnosen nicht zwischen Vorerkrankung und Komplikation der Behandlung differenziert werden (z. B. Niereninsuffizienz oder Gerinnungsstörung).
- Die fehlende Codierung von Prozeduren oder Nebendiagnosen, die nicht vergütungsrelevant sind, könnte zu falsch niedrigen Schätzungen führen.
- Die Risikoadjustierung beinhaltete das Alter, das Geschlecht sowie den Elixhauser Comorbidity Score. Obwohl letzterer ein validiertes Instrument zur Vorhersage der Krankenhaussterblichkeit ist [23, 24], sind einige aneurysmaspezifische Risikofaktoren, wie z. B. Aneurysmadurchmesser, Morphologie, Kalzifikation und technischer Schwierigkeitsgrad, grundsätzlich nicht in den DRG-Daten erfasst.

- Ein Follow-up war nur bis zum Zeitpunkt der Entlassung aus dem Krankenhaus möglich. Todesfälle, die nach Entlassung oder Verlegung in ein anderes Krankenhaus auftraten, konnten daher nicht erfasst werden.
- Da Patient-reported Outcomes oder Lebensqualitätsindikatoren nicht in den DRG-Daten verschlüsselt sind, konnten hierzu keine Analysen durchgeführt werden.

Trotz der Limitationen sind die Stärken der Studie eine unselektierte, bundesweite, gesetzlich verpflichtende Datenerhebung, die Konzentration auf „harte“ Outcomes wie Krankenhausinzidenz und Krankenhaussterblichkeit, welche die Versorgung unter Alltagsbedingungen widerspiegelt.

Literaturverzeichnis

1. LeFevre ML. Screening for abdominal aortic aneurysm: U.S. Preventive Services Task Force recommendation statement. *Ann Intern Med* 2014; 161(4): 281–90.
2. Diehm C, Diehm N. Das Bauchaortenaneurysma: Die Bombe tickt im Bauch. Brühl: Deutsche Gefäßliga e. V. GefäßReport 2010; Ausgabe Sommer 2010: 4–15. URL: http://www.deutsche-gefaessliga.de/images/greport/GR_2010_02.pdf [letzter Zugriff: 14.03.2019]
3. Debus ES, Gross-Fengels W, Kölbl R. Infrarenale Aorta. In: Debus ES, Gross-Fengels W (Hg.). Operative und interventionelle Gefäßmedizin. Berlin Heidelberg: Springer 2012.
4. Kuehnl A, Erk A, Trenner M, Salvermoser M, Schmid V, Eckstein H-H. Incidence, treatment and mortality of patients with abdominal aortic aneurysms—an analysis of hospital discharge data from 2005–2014. *Dtsch Arztebl Int* 2017; 114: 391–8.
5. Golledge J, Muller J, Daugherty A, Norman P. Abdominal aortic aneurysm: pathogenesis and implications for management. *Arterioscler Thromb Vasc Biol* 2006; 26(12): 2605–13.
6. Trenner M, Haller B, Sollner H, Storck M, Umscheid T, Niedermeier H, et al. Twelve years of the quality assurance registry abdominal aortic aneurysm of the German Vascular Society (DGG). Part 3: Predictors of the perioperative outcome with focus on annual caseload. *Gefäßchirurgie* 2013; 19(6): 573–85.
7. Mani K, Lees T, Beiles B, Jensen LP, Venermo M, Simo G, et al. Treatment of abdominal aortic aneurysm in nine countries 2005–2009: a vascunet report. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2011; 42(5): 598–607.
8. Sampson UK, Norman PE, Fowkes FG, Aboyans V, Song Y, Harrell FE, Jr., et al. Estimation of global and regional incidence and prevalence of abdominal aortic aneurysms 1990 to 2010. *Glob Heart* 2014; 9(1): 159–70.
9. Budtz-Lilly J, Venermo M, Debus S, Behrendt CA, Altreuther M, Beiles B, et al. Editor's Choice – Assessment of international outcomes of intact abdominal aortic aneurysm repair over 9 years. *Eur J Vasc Endovasc Surg*. 2017; 54(1): 13–20.
10. Bjorck M. Regional variation in the incidence of abdominal aortic aneurysm in Sweden (Br J Surg 2012; 99(5): 647–53). *Br J Surg* 2012; 99(5): 654.
11. Hultgren R, Forsberg J, Alfredsson L, Swedenborg J, Leander K. Regional variation in the incidence of abdominal aortic aneurysm in Sweden. *Br J Surg* 2012; 99(5): 647–53.
12. Mani K, Venermo M, Beiles B, Menyhei G, Altreuther M, Loftus I, et al. Regional differences in case mix and peri-operative outcome after elective abdominal aortic aneurysm repair in the Vascunet database. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2015; 49(6): 646–52.
13. Swedenborg J, Bergqvist D, Norgren L, Troeng T, Svardsudd K. [Significant regional differences in the frequency of vascular surgery]. *Lakartidningen* 1998; 95(34): 3555–9.
14. Zettervall SL, Buck DB, Soden PA, Cronenwett JL, Goodney PP, Eslami MH, et al. Regional variation exists in patient selection and treatment of abdominal aortic aneurysms. *J Vasc Surg* 2016; 64(4): 921–7 e1.
15. Zettervall SL, Soden PA, Buck DB, Cronenwett JL, Goodney PP, Eslami MH, et al. Significant regional variation exists in morbidity and mortality after repair of abdominal aortic aneurysm. *J Vasc Surg* 2017; 65(5): 1305–12.
16. Roth GA, Dwyer-Lindgren L, Bertozzi-Villa A, Stubbs RW, Morozoff C, Naghavi M, et al. Trends and patterns of geographic variation in cardiovascular mortality among US counties, 1980–2014. *JAMA* 2017; 317(19): 1976–92.
17. Kuehnl A, Salvermoser M, Erk A, Trenner M, Schmid V, Eckstein HH. Spatial analysis of hospital incidence and in hospital mortality of abdominal aortic aneurysms in Germany: secondary data analysis of nationwide hospital episode (DRG) data. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2018; 55(6): 852–9.
18. Trenner M, Kuehnl A, Salvermoser M, Reutersberg B, Geisbuesch S, Schmid V, et al. Editor's Choice – High annual hospital volume is associated with decreased in

- hospital mortality and complication rates following treatment of abdominal aortic aneurysms: secondary data analysis of the nationwide German DRG statistics from 2005 to 2013. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2018; 55(2): 185–94.
19. Nimptsch U, Krautz C, Weber GF, Mansky T, Grutzmann R. Nationwide in-hospital mortality following pancreatic surgery in Germany is higher than anticipated. *Ann Surg* 2016; 264(6): 1082–90.
 20. Swart E, Gothe H, Geyer S, Jaunzeme J, Maier B, Grobe TG, et al. Good practice of secondary data analysis (GPS): guidelines and recommendations. *Gesundheitswesen* 2015; 77(2): 120–6.
 21. Swart E, Bitzer EM, Gothe H, Harling M, Hoffmann F, Horenkamp-Sonntag D, et al. A consensus German reporting standard for secondary data analyses, version 2 (STROSA-STandardisierte BerichtsROutine für SekundärdatenAnalysen). *Gesundheitswesen* 2016; 78(S 01): e145–e60.
 22. Landenhed M, Engstrom G, Gottsater A, Caulfield MP, Hedblad B, Newton-Cheh C, et al. Risk profiles for aortic dissection and ruptured or surgically treated aneurysms: a prospective cohort study. *J Am Heart Assoc* 2015; 4(1): e001513.
 23. Sharabiani MT, Aylin P, Bottle A. Systematic review of comorbidity indices for administrative data. *Med Care* 2012; 50(12): 1109–18.
 24. van Walraven C, Austin PC, Jennings A, Quan H, Forster AJ. A modification of the Elixhauser comorbidity measures into a point system for hospital death using administrative data. *Med Care* 2009; 47(6): 626–33.
 25. Sahai H, Khurshid A. Confidence intervals for the mean of a Poisson distribution: a review. *Biom J* 1993; 35(7): 857–67.
 26. Appleby J, Raleigh V, Frosini F, Bevan G, Gao H, Lyscom T. Variations in health care. The good, the bad and the inexplicable. London: The King's Fund 2011.
 27. Birkmeyer JD, Reames BN, McCulloch P, Carr AJ, Campbell WB, Wennberg JE. Understanding of regional variation in the use of surgery. *Lancet* 2013; 382(9898): 1121–9.
 28. McPherson K, Wennberg JE, Hovind OB, Clifford P. Small-area variations in the use of common surgical procedures: an international comparison of New England, England, and Norway. *N Engl J Med* 1982; 307(21): 1310–4.
 29. Anjum A, Powell JT. Is the incidence of abdominal aortic aneurysm declining in the 21st century? Mortality and hospital admissions for England & Wales and Scotland. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2012; 43(2): 161–6.
 30. Bloomer LD, Bown MJ, Tomaszewski M. Sexual dimorphism of abdominal aortic aneurysms: a striking example of “male disadvantage” in cardiovascular disease. *Atherosclerosis* 2012; 225(1): 22–8.
 31. Center for the Evaluative Clinical Sciences. Trends and regional variations in abdominal aortic aneurysm repair 2006. URL: http://archive.dartmouthatlas.org/downloads/reports/AAA_report_2006.pdf [letzter Zugriff: 14.03.2019].
 32. Beck AW, Sedrakyan A, Mao J, Venermo M, Faizer R, Debus S, et al. Variations in Abdominal Aortic Aneurysm Care: A Report From the International Consortium of Vascular Registries. *Circulation* 2016; 134(24): 1948–58.
 33. Altman DG, Bland JM. Absence of evidence is not evidence of absence. *BMJ* 1995; 311(7003): 485s.
 34. Trenner M, Eckstein HH, Kallmayer M, Reutersberg B, Kuehnl A. Sekundärdatenanalyse von verpflichtend erhobenen Routinedaten: Stärken, Schwächen und Anwendungsbeispiele. *Gefasschirurgie* 2019; in press.