versorgungsatlas.de

Kurzbericht

Regionale Variation im Zugang zur sowie der Qualität der akuten Schlaganfallversorgung 2014–2020: Ergebnisse des Health System Performance Assessment Piloten für Deutschland

Philipp Hengel • Ulrike Nimptsch • Miriam Blümel • Katharina Achstetter • Reinhard Busse

Fachgebiet Management im Gesundheitswesen, Technische Universität Berlin

DOI: 10.20364/VA-26.08

Bei diesem Bericht handelt es sich um eine der Arbeiten, welche mit dem Zi-Wissenschaftspreis „Regionalisierte Versorgungsforschung“ 2026 ausgezeichnet wurde.

Abstract

Hintergrund

Sowohl Health System Performance Assessments (HSPA) als auch Analysen ungewollter regionaler Variation in der Gesundheitsversorgung zielen darauf ab, Stärken und Schwächen von Gesundheitssystemen zu identifizieren, um die Versorgung zu verbessern. Die Übertragung des konzeptionellen HSPA-Ansatzes von miteinander verknüpften Gesundheitssystemzielen (z. B. Zugang, Qualität) auf die regionale Ebene könnte dazu beitragen, Versorgungsunterschiede besser zu verstehen, Ungleichheiten zu verringern und die Versorgung weiterzuentwickeln.

Methodik

Es wurden vier Indikatoren verwendet, die in einer Pilotstudie für ein deutsches HSPA identifiziert und analysiert wurden, um Unterschiede beim Zugang zur sowie bei der Qualität der akuten Schlaganfallversorgung zwischen den Bundesländern sowie zwischen städtischen und ländlichen Regionen im Zeitraum von 2014 bis 2020 zu untersuchen. Die Dichte an Stroke Units (SU), der Anteil der Bevölkerung, der eine SU innerhalb von 30 Minuten mit dem Pkw erreichen kann, der Anteil stationärer Schlaganfallfälle, die in einem Krankenhaus mit SU behandelt wurden, sowie die Krankenhaussterblichkeit wurden auf Grundlage der Strukturierten Qualitätsberichte der Krankenhäuser und der DRG-Statistik berechnet. Die Krankenhaussterblichkeit wurde nach Alter, Geschlecht, Schlaganfalltyp und Komorbiditäten adjustiert.

Ergebnisse

Es wurden rund 500 SU identifiziert, was 2,0 SU je 1.000 stationären Schlaganfallfällen entspricht. Rund 95 % der Bevölkerung in Deutschland konnten ein Krankenhaus mit SU innerhalb von 30 Minuten erreichen (ländlich: 91 %; städtisch: 99 %; >88 % in allen Bundesländern bis auf eines). Der Anteil

Korrespondierender Autor: Philipp Hengel
Fachgebiet Management im Gesundheitswesen, Technische Universität Berlin
Str. des 17. Juni 135 – 10623 Berlin – Tel. (030) 314 284 20 – E-Mail: philipp.hengel@tu-berlin.de.

der stationären Schlaganfallfälle, die in einem Krankenhaus mit SU behandelt wurden, stieg auf 93 %, wobei sich die Unterschiede sowohl zwischen ländlichen (92 %) und städtischen (95 %) Regionen als auch zwischen den Bundesländern (74–98 %) verringerten. Die Krankenhaussterblichkeit stagnierte bei etwa 8,5 % und stieg im Jahr 2020 auf 9,0 % (ländlich: 8,7 %; städtisch: 9,2 %; Bundesländer: 7,0–9,7 %, mit einem Ausreißer von 13,3 %).

Schlussfolgerung
Die Ergebnisse zeigen insbesondere unterschiedliche Muster beim Zugang zur und bei der Qualität der akuten Schlaganfallversorgung zwischen den Bundesländern. Dies weist auf unterschiedliche Verbesserungspotenziale hin, die künftig durch gezielte Maßnahmen adressiert werden könnten.

Schlagwörter

Health System Performance Assessment; Krankenhaussterblichkeit; Schlaganfall; Stroke; Stroke Unit; ungewollte regionale Variation

Zitierweise

Hengel P, Nimptsch U, Blümel M, Achstetter K, Busse R. Regionale Variation im Zugang zur sowie der Qualität der akuten Schlaganfallversorgung 2014–2020: Ergebnisse des Health System Performance Assessment Piloten für Deutschland. Zentralinstitut für die kassenärztliche Versorgung in Deutschland (Zi). Versorgungsatlas-Bericht Nr. 26/08. Berlin 2026. URL: https://doi.org/10.20364/VA-26.08

Originalpublikation

P. Hengel, U. Nimptsch, M. Blümel, K. Achstetter, R. Busse. Regional variation in access to and quality of acute stroke care: results of Germany's Health System Performance Assessment pilot, 2014–2020, Res Health Serv Reg 3 (2024) 9. https://doi.org/10.1007/s43999-024-00045-x.

Abstract (English)

Short report

Regional variation in access to and quality of acute stroke care 2014–2020: Results of Germany's Health System Performance Assessment pilot

Background

Health System Performance Assessments (HSPA) and analyses of unwarranted regional variation in health care both aim at identifying strengths and weaknesses of health systems to improve care. Applying HSPA's conceptual approach of interrelated health system dimensions (e.g., access, quality) to regional levels might help to better understand variation in care to reduce inequity and improve performance.

Methods

We use four indicators identified and analysed in a pilot study for a German HSPA to assess variation in access to and quality of acute stroke care between Germany's 16 federal states and urban vs. rural regions from 2014 to 2020. Stroke unit (SU) density, share of the population reaching a SU within 30 min by car, share of inpatient stroke cases treated in a hospital with a SU, and inpatient mortality were computed based on hospital quality reports and discharge data covering all acute care hospitals. Inpatient mortality was adjusted for age, sex, stroke type, and comorbidities.

Results

About 500 SU were identified, i.e., 2.0 per 1,000 inpatient stroke cases. Almost 95% of the population could reach a SU hospital within 30 min (rural: 90%; urban: 99%; >88% in all states but one). The share of inpatient stroke cases treated in a SU hospital increased to 93% with a decreasing span between rural (92%) and urban (95%) regions and between states (74%–98%). Inpatient mortality stagnated around 8.5% and increased to 9.0% in 2020 (rural: 8.7%; urban: 9.2%; states: 7.0%–9.7%, one outlier of 13.3%).

Conclusion

The results especially revealed varying performance patterns in access to and quality of acute stroke care between the federal states, indicating different areas for improvement which might be addressed by more targeted policy measures in the future.

Keywords

Health System Performance Assessment; inpatient mortality; Stroke; Stroke Unit; unwarranted regional variation

Citation

Hengel P, Nimptsch U, Blümel M, Achstetter K, Busse R. Regional variation in access to and quality of acute stroke care 2014–2020: Results of Germany's Health System Performance Assessment pilot. Central Research Institute of Ambulatory Health Care in Germany (Zi). Versorgungsatlas-Report Nr. 26/08. Berlin 2026. URL: https://doi.org/10.20364/VA-26.08

Kernaussagen

- Die Anzahl der Stroke Units in Deutschland stagniert seit einigen Jahren, ihre geografische Erreichbarkeit ist insgesamt jedoch gut.
- Die Behandlungsrate von stationären Schlaganfällen in Stroke Unit-Krankenhäusern verbesserte sich zuletzt weiter, wobei ländlichere Regionen zunehmend aufschlossen, während in einigen, insbesondere großstädtischen Regionen eine Potenzialausschöpfung von nahezu 100 % erreicht ist.
- Demgegenüber stagniert die Krankenhaussterblichkeit seit einigen Jahren, mit einem leichten Anstieg im Jahr 2020.
- Die regionale Variation zwischen den Bundesländern und städtischen vs. ländlichen Regionen scheint überwiegend gering und verbesserte sich teilweise weiter.
- Die gemeinsame Betrachtung sich ergänzender Zugangs- und Qualitätsindikatoren zeigt insbesondere verschiedene Versorgungsmuster in den Regionen auf, die Ansatzpunkte für spezifische Verbesserungspotenziale bieten.

Hintergrund

Health System Performance Assessment (HSPA) meint ein systematisches, kontinuierliches Monitoring und Evaluieren der Leistungsfähigkeit von Gesundheitssystemen, um die Versorgung in einem Land evidenzbasiert zu verbessern (1). Dabei werden verschiedene, zusammenspielende Ziele von Gesundheitssystemen unterschieden, zum Beispiel der Zugang zur Versorgung und die Versorgungsqualität, aber auch die Effizienz oder Patient*innenzentrierung. Eine Analyseebene kann dabei auch die regionale Variation im Versorgungsgeschehen sein, um Ungleichheiten und Verbesserungspotenziale herauszuarbeiten, insbesondere für regionale Einheiten, auf denen auch die Steuerung der jeweiligen Versorgung stattfindet, zum Beispiel die Bundesländer. Hier besteht eine starke Überschneidung zur Analyse ungewollter regionaler Variation, wie sie etwa in Versorgungsatlanten stattfindet, also regionale Unterschiede in der Versorgung, die nicht durch Differenzen zwischen den Bevölkerungen, sondern durch die Güte der Versorgung begründet sind (2 – 4). Dabei könnte die Analyse ungewollter regionaler Variation in Kombination mit der HSPA-Perspektive der zusammenspielenden Gesundheitssystemziele vertiefende Einblicke in die Mechanismen regionaler Unterschiede liefern.

Die akute Schlaganfallversorgung findet in Deutschland durch den Rettungsdienst und eine anschließende stationäre Versorgung statt, idealerweise in spezialisierten Schlaganfalleinheiten (Stroke Units) (5,6). Rettungsdienst und Krankenhausversorgung werden auf regionaler bzw. Bundeslandebene gesteuert. In bisherigen Arbeiten zeigte sich, dass beispielsweise das alters- und geschlechtsadjustierte Sterblichkeitsrisiko nach einem Schlaganfall in früheren Jahren in den ostdeutschen Bundesländern höher war als in den westdeutschen und sich eine Stroke Unit-Versorgung positiv auf die Krankenhausmortalität auswirkte (7,8). In ähnlicher Weise wurde regionale Variation in der Schlaganfallversorgung auch in anderen Hocheinkommensländern beobachtet, beispielsweise eine tendenziell höhere risikoadjustierte Sterblichkeit in ländlicheren Regionen (9 – 11). Gleichzeitig zeigen Studien, dass sich Regionen mit einer besseren Ressourcenverfügbarkeit, etwa einer höheren Dichte an Fachärzt*innen oder Krankenhausbetten, nicht notwendigerweise durch eine niedrigere Schlaganfallsterblichkeit auszeichnen (12). Die Betrachtung verschiedener, ineinandergreifender Indikatoren des Zugangs und der Prozess- sowie Ergebnisqualität könnte dazu beitragen, die Versorgungsmechanismen auf regionaler Ebene besser zu verstehen und Implikationen für eine regional differenzierte Weitentwicklung der Versorgung anzustoßen.

Die vorliegenden Analysen untersuchen ungewollte regionale Variation im Zugang zur und der Qualität der akuten Schlaganfallversorgung in Deutschland, um Hinweise auf Verbesserungspotenziale entlang der Versorgungskette zu erhalten. Es sollen folgende Forschungsfragen beantwortet werden:

1. Wie groß ist die ungewollte regionale Variation im Zugang und der Qualität der akuten Schlaganfallversorgung auf Bundeslandebene und in städtischen vs. ländlichen Regionen?

2. Wie entwickelte sich die regionale Variation über die Zeit?

3. Wie unterscheiden sich die Ergebnisse in den Bundesländern zwischen den Zugangs- und Qualitätsindikatoren?

4. Welche Implikationen für eine Verbesserung der Versorgung können aus den Ergebnissen abgeleitet werden?

Methodik

Datengrundlage

Die Arbeit basiert auf einem Projekt für das Bundesgesundheitsministerium, in welchem ein erstes HSPA für Deutschland pilotiert wurde, bei dem über 100 Indikatoren über mehrere Jahre und im Vergleich mit Nachbarländern und nach Bevölkerungssubgruppen ausgewertet wurden (13). Für die nachfolgende Analyse wurden vier Indikatoren der Schlaganfallversorgung betrachtet: 1. die Stroke Unit-Dichte zur Erfassung der Verfügbarkeit von qualitativ hochwertiger akuter Schlaganfallversorgung, 2. der Anteil der Bevölkerung, der eine Stroke Unit innerhalb von 30 Minuten mit dem Pkw erreichen kann, als Indikator der geografischen Erreichbarkeit, 3. der Anteil der stationären Schlaganfallpatient*innen, der in einem Krankenhaus mit Stroke Unit behandelt wurde, als Indikator der Prozessqualität und 4. die stationäre Sterblichkeit für die Ergebnisqualität.

Datenquellen

Es wurden die Strukturierten Qualitätsberichte der Krankenhäuser mit Angaben zu u. a. Adressen der Krankenhäuser und Diagnose- und Prozedurenhäufigkeiten (14) sowie die DRG-Statistik des Statistischen Bundesamtes mit Daten zu u. a. Diagnosen, Prozeduren und demografischen Merkmalen von allen DRG-Krankenhausfällen in Deutschland (15) verwendet.

Operationalisierung der Indikatoren

Für die Indikatoren wurden stationäre Fälle ab 20 Jahren mit den Hauptdiagnosen Subarachnoidalblutung (I60), Intrazerebrale Blutung (I61), Hirninfarkt (I63) oder Schlaganfall, nicht als Blutung oder Infarkt bezeichnet (I64) nach ICD-10-GM eingeschlossen. Von anderen Krankenhäusern zuverlegte Fälle wurden ausgeschlossen (s. u.).

Die Stroke Unit-Dichte wurde definiert als Anzahl der Stroke Units pro 1.000 vollstationäre Schlaganfall-Fälle. Auf diese Weise soll die Verfügbarkeit der Stroke Unit-Versorgung gemessen an den regionalen Bedarfen festgestellt werden. Stroke Units wurden identifiziert über Krankenhäuser mit mindestens zehn Komplexbehandlungen pro Jahr gemäß Strukturierter Qualitätsberichte (Neurologische Komplexbehandlung des akuten Schlaganfalls und Andere neurologische Komplexbehandlung des akuten Schlaganfalls, OPS-Kodes 8-981 und 8-98b) (5,16).

Die Erreichbarkeit der nächsten Stroke Unit mit dem Pkw wurde vom Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) auf Basis der Krankenhausstandorte der Strukturierten Qualitätsberichte berechnet und bereitgestellt (17,18).

Zur Berechnung des Anteils der in einem Krankenhaus mit Stroke Unit behandelten Schlaganfälle wurden in der DRG-Statistik ebenfalls Krankenhäuser mit mindestens zehn Komplexbehandlungen je Jahr als Stroke Unit-Krankenhäuser gewertet. Zuverlegungen aus anderen Krankenhäusern wurden ausgeschlossen, da nur bei direkter Aufnahme in ein Stroke Unit-Krankenhaus von einem adäquaten Versorgungspfad mit der Möglichkeit einer zeitnahen spezialisierten Versorgung ausgegangen wurde.

Schlaganfallsterblichkeit im Krankenhaus wurde als Anteil der Fälle mit Entlassdiagnose Tod an allen Schlaganfällen definiert. Hierzu wurden neben rohen auch adjustierte Raten mithilfe einer logistischen Regression berechnet (abhängige Variable: Verstorben [0/1]), wobei die Krankenhausstandorte als Cluster einflossen und als Kovariaten Alter (in Jahren), Geschlecht (weiblich/männlich), Schlaganfallsubtyp (I60/I61/I63/I64) und 14 separate (Gruppen von) Nebendiagnosen (Herzinsuffizienz; Koronare Herzkrankheit; Bluthochdruck; Herzklappenerkrankungen; Atherosklerose; COPD/Asthma; Lebererkrankungen; schwere Nierenerkrankungen/chronisches Nierenversagen; Diabetes mellitus; Adipositas; Kachexie/Unterernährung; Gerinnungsstörungen; bösartige Neubildungen; Covid-19:

je vorhanden/nicht vorhanden) (5,19,20). Die Regressionsmodelle wurden sowohl für jedes Jahr einzeln auch für alle Jahre zusammen mit dem Kalenderjahr als weiterer Regressionsvariable berechnet.

Analysen

Alle Indikatoren wurden für die Bundesländer und städtische versus ländliche Regionen für die Jahre 2014–2020 berechnet, außer die Stroke Unit-Erreichbarkeit, die nur mit den Daten für 2020 berechnet wurde. Städtische und ländliche Regionen wurden anhand der 96 Raumordnungsregionen des BBSR unterschieden, wobei Regionen der Kategorie zunehmende Verstädterung als ländlich gewertet wurden.

Die Ergebnisse werden als absolute Werte sowie relative Abweichung von den Werten für Deutschland insgesamt dargestellt. Um die Stabilität der regionalen Variation der Bundesländer über die Zeit zu quantifizieren, wurde der Kendallsche Konkordanzkoeffizient W je Indikator berechnet, also die Korrelation der Ränge der Bundesländer untereinander über die Zeit (21). Für die adjustierten Mortalitätsraten werden 95 %-Konfidenzintervalle (KI) berichtet.

Die Analysen der DRG-Statistik wurden mit SAS, Version 9.3, via kontrollierter Datenfernverarbeitung vorgenommen (22) und die Abbildungen mit R, Version 5.4.1 erstellt (23,24).

Ergebnisse

Stroke Unit Dichte

Die Anzahl der Krankenhäuser mit Stroke Unit wuchs von 477 in 2014 auf 506 in 2017, mit einem anschließenden Rückgang auf 500 in 2019 und 485 in 2020. Die Dichte pro 1.000 stationärer Fälle stieg zwischen 2014 und 2020 von 1,92 auf 2,03 (**Abbildung 1a**). Zwischen den Bundesländern gab es starke Unterschiede in der Dichte mit einer Abweichung vom Wert für Deutschland insgesamt bis zu -67/+37 % in 2014 zu -29/+71 % in 2020 (s. **Abbildung 2a** für die relativen Abweichungen über die Zeit und **Abbildung 3a** für Deutschlandkarten). Bremen bildete hier einen Ausreißer, da die Anzahl der stationären Schlaganfälle gemäß übermittelter Hauptdiagnose in 2020 gegenüber den Vorjahren von ca. 3.400 auf 1.921 zurückging, was sich bei gleichbleibend drei Stroke Units auf einen Anstieg in der Stroke Unit-Dichte (künstlich) auswirkte. In städtischen Regionen war die Dichte niedriger als in ländlichen, wobei sich die Lücke über die betrachteten Jahre vergrößerte (2014: -8,2 vs. +7,0 %; 2020: -11,4 vs. +9,7 %). Kendalls W beträgt 0,88 ($p<0,01$), was für geringe Änderungen in der Rangreihenfolge der Bundesländer über die Jahre spricht.

Anteil der Bevölkerung, der eine Stroke Unit in 30min mit dem Pkw erreicht

In 2020 konnten 94,7 % der Bevölkerung in Deutschland zeitnah eine Stroke Unit per Pkw erreichen (**Abbildung 1b**). In den drei Stadtstaaten traf dies auf 100 % der Bevölkerung zu, der deutlich niedrigste Wert zeigte sich für Mecklenburg-Vorpommern mit 68 %, während alle anderen Bundesländer über 88 % lagen. In ländlichen Regionen war der Anteil geringer als in städtischen (90,5 zu 99,3 %). Die relativen Unterschiede zu Deutschland insgesamt sind mit -6,8 bis +5,6 % in den Bundesländern und -4,4 % in ländlichen vs. +4,9 % in städtischen Regionen deutlich geringer als im ersten Indikator (**Abbildung 3b**).

Schlaganfälle, die in Krankenhäusern mit Stroke Unit behandelt wurden

Die Anzahl der stationären Schlaganfälle stieg von ca. 248.500 in 2014 auf 257.400 in 2016, gefolgt von einem Rückgang auf 252.800 in 2019 und 238.400 in 2020. Der Anteil der in Krankenhäusern mit Stroke Unit behandelten Fälle stieg kontinuierlich von 86,9 % in 2014 auf 93,9 % in 2019 und ging 2020 leicht auf 92,9 % zurück (**Abbildung 1c**). In den Bundesländern lag Sachsen mit anfänglich unter 75 % am niedrigsten und das Saarland, Schleswig-Holstein und Berlin mit je durchweg über 95 % am höchsten. Auch hier bildete Bremen einen Ausreißer, da der Anteil 2020 gegenüber den Vorjahren von ca. 88 auf 74 % gefallen war. In städtischen Regionen lagen die Werte höher (90–95 %) als in ländlichen (84–92 %), aber letztere stiegen stärker an, sodass sich die relative Differenz zu Deutschland insgesamt von -3,2/+3,7 % in 2014 auf -1,6/+1,8 % verringerte (**Abbildung 2b**, und **3c**). In den Bundesländern betrug die Spanne 2014 -18,5/+11,9 %, erreichte 2019 ein Minimum bei -11,6/+5,4 % und vergrößerte sich 2020 wieder auf -20,1/+6,2 %. Kendalls W beträgt 0,92 ($p<0,01$).

Krankenhaussterblichkeit

Von den jährlich ca. 250.000 stationären Schlaganfällen in Deutschland verstarben je etwa 21.000 bis 22.000 im Krankenhaus, was 2014–2019 einer stagnierenden rohen Mortalitätsrate zwischen 8,4 und 8,7 % entsprach,

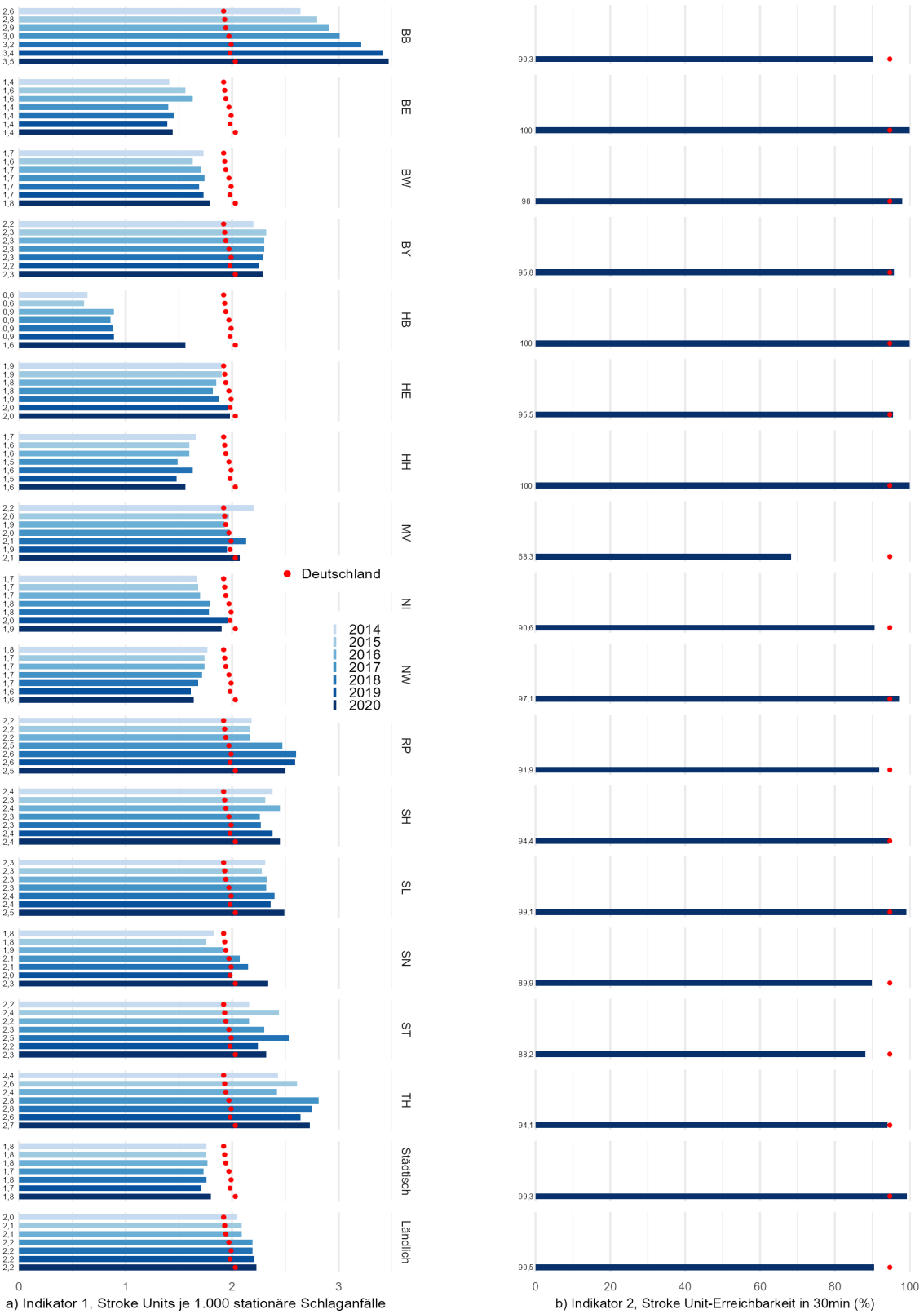

Abbildung 1a)–b): Absolute Werte der zwei Zugangsindikatoren für Deutschland insgesamt (rote Punkte), nach Bundesland und nach städtischen vs. ländlichen Regionen (je gruppierte blaue Balken), 2014–2020

BB – Brandenburg, BE – Berlin, BW – Baden-Württemberg, BY – Bayern, HB – Bremen, HE – Hessen, HH – Hamburg, MV – Mecklenburg–Vorpommern, NI – Niedersachsen, NW – Nordrhein-Westfalen, RP – Rheinland-Pfalz, SH – Schleswig-Holstein, SL – Saarland, SN – Sachsen, ST – Sachsen-Anhalt, TH – Thüringen.

Abbildung 1c)–d): Absolute Werte der zwei Qualitätsindikatoren für Deutschland insgesamt (rote Punkte), nach Bundesland und nach städtischen vs. ländlichen Regionen (je gruppierte blaue Balken), 2014–2020

BB – Brandenburg, BE – Berlin, BW – Baden-Württemberg, BY – Bayern, HB – Bremen, HE – Hessen, HH – Hamburg, MV – Mecklenburg–Vorpommern, NI – Niedersachsen, NW – Nordrhein-Westfalen, RP – Rheinland-Pfalz, SH – Schleswig-Holstein, SL – Saarland, SN – Sachsen, ST – Sachsen-Anhalt, TH – Thüringen.

mit einem Anstieg auf 9,0 % in 2020. Für die adjustierten Mortalitätsraten zeigt das Regressionsmodell über alle Jahre unter Berücksichtigung der Patient*innencharakteristika einen signifikanten Anstieg gegenüber 2014 nur für 2020 (OR: 1,10 [KI: 1,04–1,15]). In den Bundesländern zeigten sich gegenüber dem Bundesschnitt besonders niedrige Werte in Bayern, während insbesondere Bremen, aber beispielsweise auch Sachsen in den meisten Jahren deutlich darüber lagen (**Abbildung 1d**). Bremen stellte hier in den Jahren 2019 und 2020 erneut einen Ausreißer dar, da die adjustierte Mortalitätsrate von rund 9,7 % in den Vorjahren auf 11,5 % (2019) und 13,3 % (2020) anstieg. In städtischen Regionen lag die adjustierte Mortalitätsrate statistisch signifikant ca. 0,2–0,3 %-Punkte höher bzw. in ländlichen Regionen niedriger als der Bundesdurchschnitt, was einer relativen Abweichung vom Bundesschnitt zwischen -1,9 / +2,2 % (2017) und -3,2/+3,6 % (2019) entspricht (**Abbildung 2c**). In den Bundesländern stieg die regionale Variation von -7,9/+14,0 % in 2014 auf -16,0/+14,6 % in 2016 und sank 2020 (unter Auslassung Bremens) auf -8,4/+8,3 % (**Abbildung 2c** und **3d**). Kendalls W ist 0,70 (p<0,01).

Indikatorenergebnisse in den Bundesländern

Die weitgehende Stabilität der Indikatorenergebnisse über die Zeit zwischen den Bundesländern, wie bereits durch hohe Werte für Kendalls W verdeutlicht, zeigt sich auch in den Deutschlandkarten in **Abbildung 3**. Die größte Variation trat in der Stroke Unit-Dichte auf (ca. ±70 % über alle Jahre). Bei der Stroke Unit-Erreichbarkeit mit Pkw fiel die Variation bis auf Mecklenburg-Vorpommern deutlich geringer aus (-27,9 %, ansonsten ca. ±6 %). Bei den kleinräumigen Fahrzeiten fanden sich vereinzelte Regionen, insbesondere an Landes- und Bundesgrenzen, in denen die Fahrzeit über eine Stunde beträgt (dunkelrote Bereiche **Abbildung 3b** links). Der Anteil von in Stroke Unit-Krankenhäusern behandelten stationären Schlaganfällen variierte zwischen den Bundesländern von -20 bis +12 %. Hier zeigen sich ähnliche Muster in den Ergebnissen zwischen den Bundesländern wie bei der Erreichbarkeit. Manche weisen jedoch auch gegenläufige Tendenzen auf, etwa Brandenburg oder Bremen. Die Krankenhaussterblichkeit variierte (unter Auslassung Bremens 2019 und 2020) von -16 bis +21 %. Hier scheinen die Ergebnisse in den Bundesländern gemäß visuellem Abgleich jeweils weniger mit denen der beiden vorigen Indikatoren übereinzustimmen.

Diskussion

Die Studie hatte zum Ziel ungewollte regionale Variation hinsichtlich des Zugangs und der Qualität der akuten Schlaganfallversorgung in

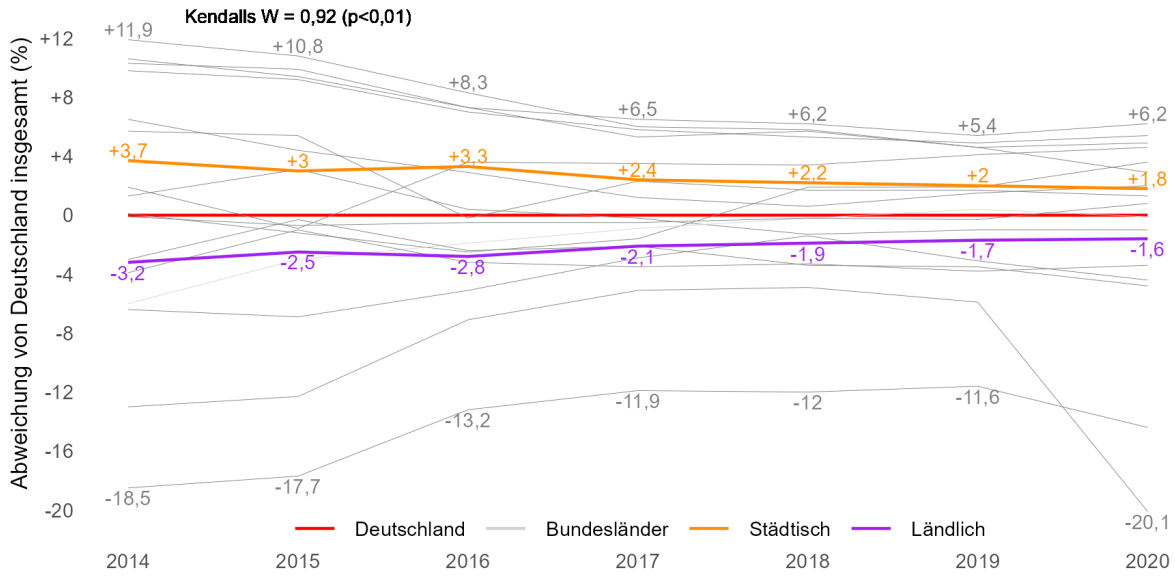

Abbildung 2a: Indikator 1, Stroke Units je 1.000 stationäre Schlaganfälle

Relative Abweichung der Werte der Bundesländer (graue Linien) und der städtischen (orange) und ländlichen (lila) Regionen von denen für Deutschland insgesamt (rot)

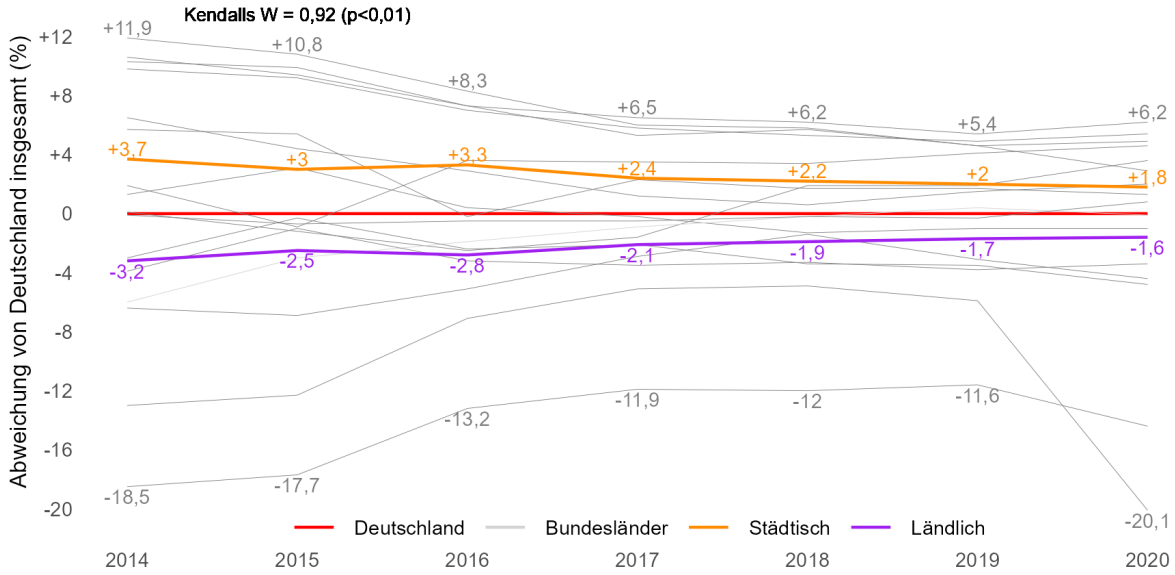

Abbildung 2b: Indikator 3, in Krankenhäusern mit Stroke Unit behandelte stationäre Schlaganfälle

Relative Abweichung der Werte der Bundesländer (graue Linien) und der städtischen (orange) und ländlichen (lila) Regionen von denen für Deutschland insgesamt (rot)

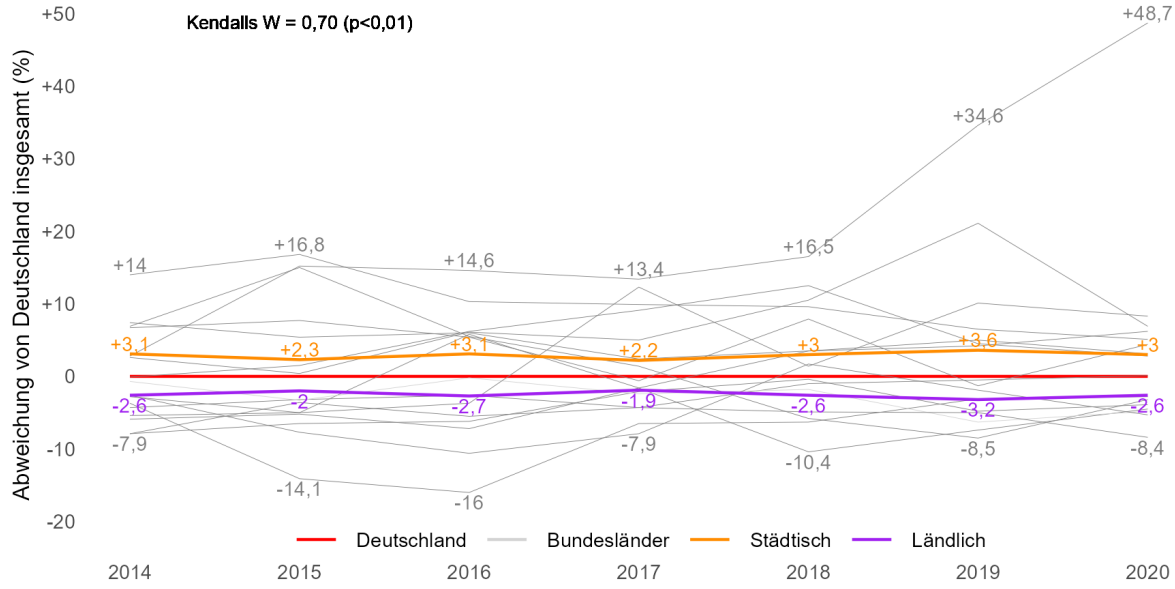

Abbildung 2c: Indikator 4, Krankenhaussterblichkeit (risikoadjustiert)

Relative Abweichung der Werte der Bundesländer (graue Linien) und der städtischen (orange) und ländlichen (lila) Regionen von denen für Deutschland insgesamt (rot)

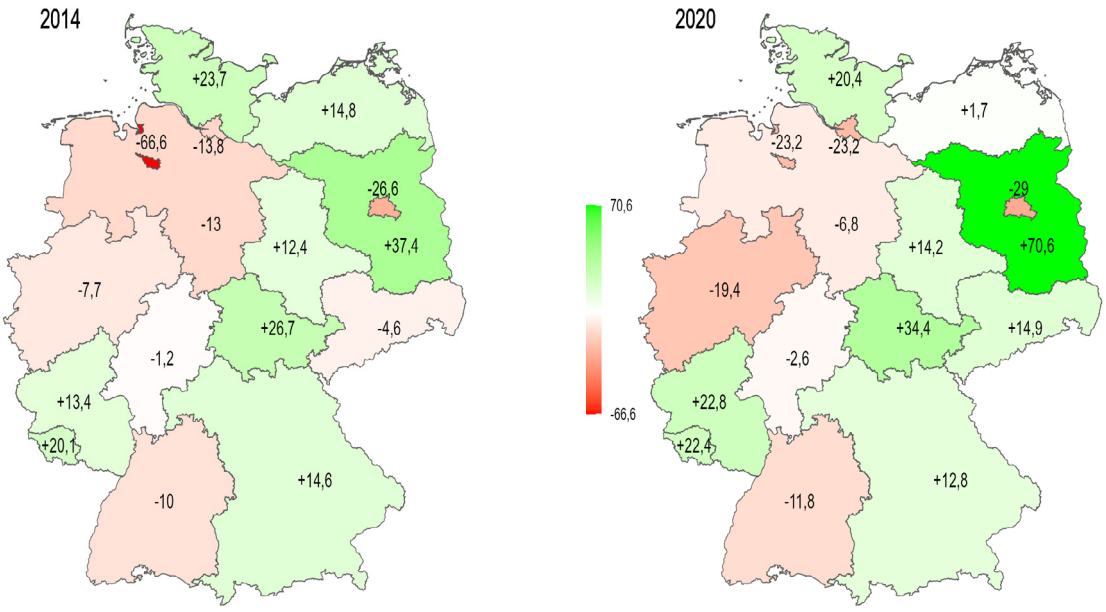

Abbildung 3a: Indikator 1, Stroke Units je 1.000 stationäre Schlaganfälle

Relative Abweichung der Bundeslandwerte von Deutschland insgesamt in %, 2014 und 2020

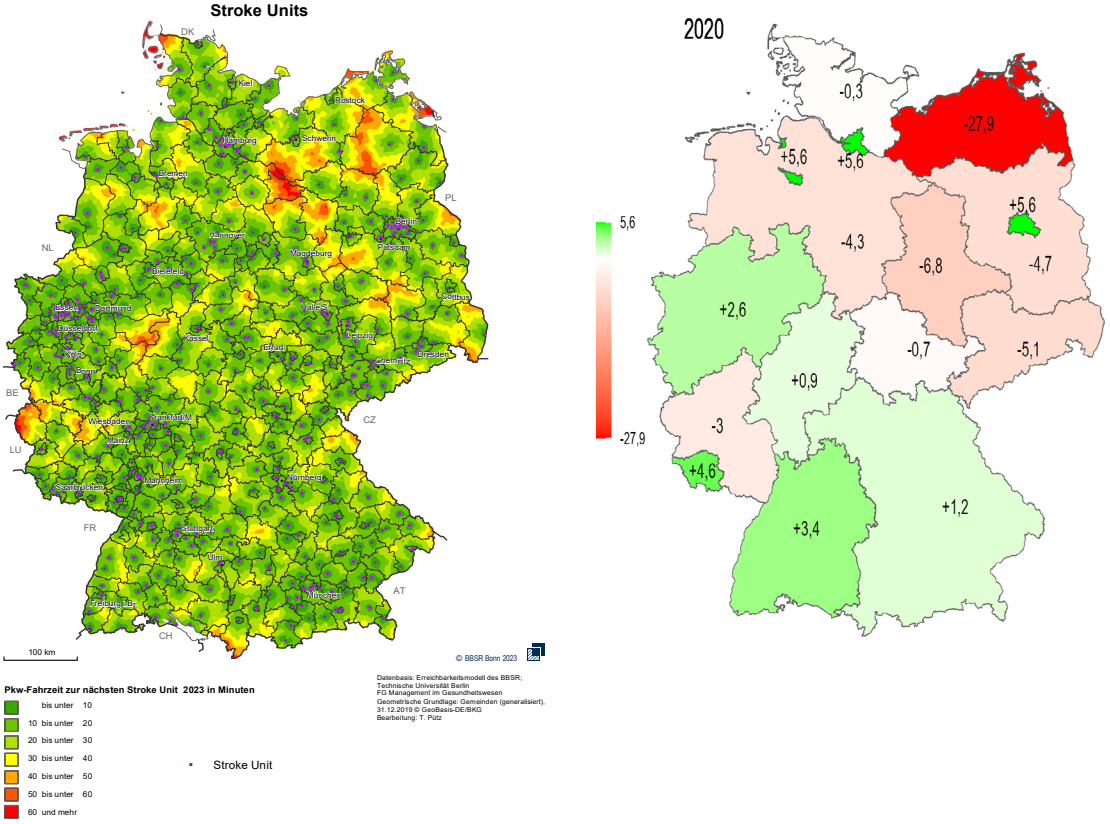

Abbildung 3b: Indikator 2, Stroke Unit-Erreichbarkeit in 30min mit dem Pkw

Fahrzeiten kleinräumig (links) und relative Abweichung der Bundeslandwerte von Deutschland insgesamt in % (rechts), je 2020

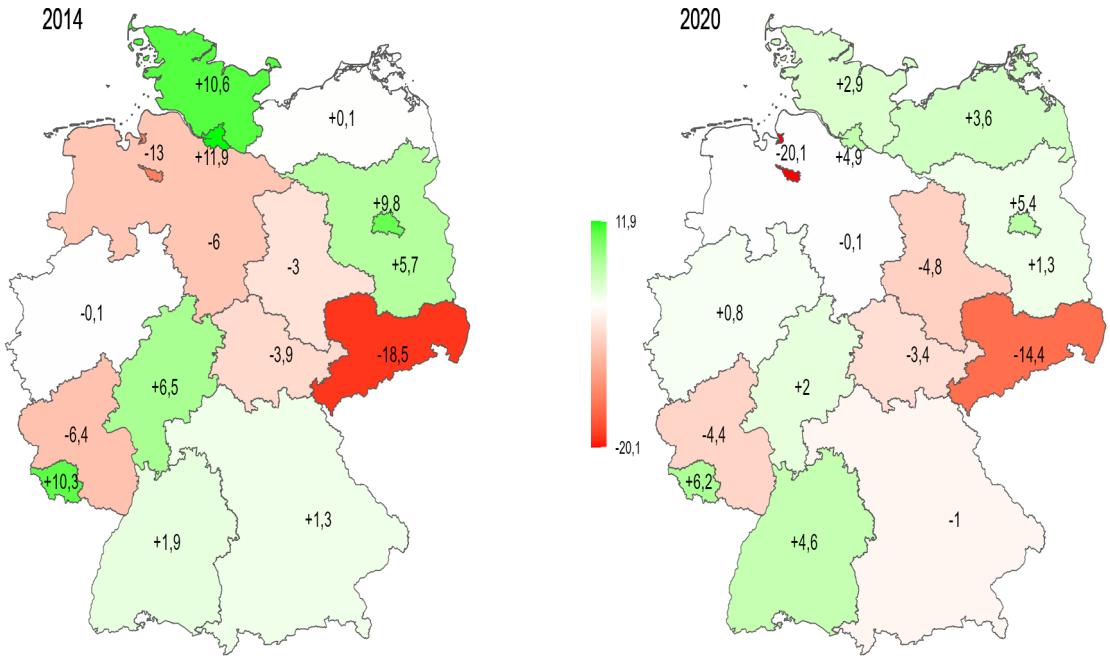

Abbildung 3c: Indikator 3, in Krankenhäusern mit Stroke Unit behandelte Schlaganfälle

Relative Abweichung der Bundeslandwerte von Deutschland insgesamt in %, 2014 und 2020

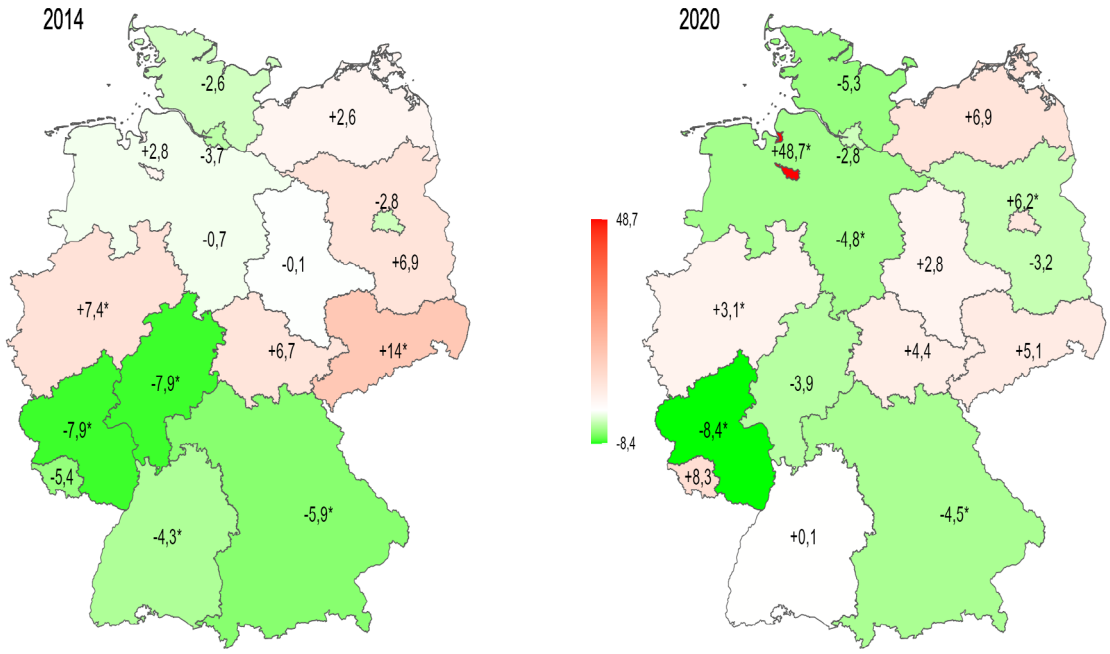

Abbildung 3d: Indikator 4, Krankenhaussterblichkeit (adjustiert, * p<0,05)

Relative Abweichung der Bundeslandwerte von Deutschland insgesamt in %, 2014 und 2020

Deutschland zu untersuchen, wofür vier Indikatoren zwischen 2014 und 2020 betrachtet wurden. Insgesamt zeigte sich eine hohe Stabilität der Ergebnisse zwischen den Bundesländern über die Zeit, was auf systematische Unterschiede im Gegensatz zu reinen Zufallseffekten schließen lässt. Im Folgenden wird zunächst auf die Ergebnisse der einzelnen Indikatoren eingegangen und dabei jeweils Forschungsfragen 1 und 2 nach der Höhe der ungewollten regionalen Variation insgesamt und über die Zeit beantwortet. Anschließend wird auf indikatorenübergreifende Muster in den Bundesländern zur Beantwortung von Forschungsfrage 3 eingegangen und zuletzt im Kapitel zu Implikationen für die Versorgungssteuerung und weitere Forschung auf Forschungsfrage 4.

Zugang

Die Anzahl der Stroke Units in Deutschland stieg von 2014 bis 2016 zunächst an und stagnierte von 2017 bis 2020 um 500. Zuvor war sie seit Einführung der Vergütung der OPS-kodierten neurologischen Komplexbehandlung im Jahr 2006 kontinuierlich gestiegen (16). Werden nur die zertifizierten Stroke Units berücksichtigt, wie in anderen Studien, z. B. (25), so reduziert sich deren Anzahl auf etwa 350, ebenfalls stagnierend in den letzten Jahren (26). Die Anforderungen für eine (freiwillige) Zertifizierung sind höher als die der Abrechnung einer neurologischen Komplexbehandlung, dennoch schreibt letztere ebenfalls bestimmte strukturelle und prozessuale Mindestvoraussetzungen an Personalausstattung, Monitoring, Diagnostik oder Therapie vor, sodass von einer qualitativ hochwertigen Versorgung ausgegangen werden kann. Werden die hier genutzten zehn OPS-Kodes pro Jahr als pragmatische Schwelle zur Identifizierung eines Krankenhauses mit Stroke Unit auf 50 angehoben, so sinkt die Anzahl der Stroke Units auf zuletzt um 460 (ohne relevanten Rückgang 2020, im Gegensatz zur 10er-Definition). Im Bundes-Klinik-Atlas werden Stand August 2026 486 Suchergebnisse in der Kategorie „Behandlung auf einer Schlaganfalleinheit“ angegeben (27).

Die große regionale Variation der Stroke Unit-Dichte je 1.000 stationären Schlaganfällen kann mutmaßlich durch unterschiedlich große Bettenverfügbarkeiten erklärt werden, insbesondere durch größere Einheiten in Großstädten und kleinere in ländlicheren Gebieten. Diese Limitation kann aufgrund mangelnder Datenverfügbarkeit nicht aufgehoben werden. Gegebenenfalls können die Landeskrankenhauspläne hier weitere Hinweise liefern, wobei – wie bei den Selbstangaben der Krankenhäuser – beachtet werden muss, welche Anforderungen bzw. Ausstattungsmerkmale sich tatsächlich hinter den Bezeichnungen verbergen. Für die zertifizierten Stroke Units findet sich im Verzeichnis der Deutschen Schlaganfall-Gesellschaft die Zahl der jeweiligen Monitoring-Betten (26). Bei deren alleiniger Nutzung würde neben einer Untererfassung des Versorgungsgeschehens womöglich gleichzeitig eine regionale Verzerrung auftreten (z. B. häufigere Zertifizierung größerer Kliniken). Insofern ist die Abbildung der Stroke Unit-Kapazitäten in Deutschland aktuell nur eingeschränkt möglich.

Bei der geografischen Erreichbarkeit von Stroke Units zeigte sich mit einer Pkw-Fahrzeit von 30 Minuten oder weniger für 95 % der Bevölkerung in Deutschland eine sehr gute Abdeckung. Die Variation zwischen städtischen und ländlichen Regionen (99 zu 91 %) und zwischen den Bundesländern (alle über 88 % mit Ausnahme Mecklenburg-Vorpommerns: 68 %) kann ebenfalls als eher gering eingeschätzt werden. Lange Fahrten von in Ausnahmefällen bis zu einer Stunde und mehr können theoretisch zudem durch die Luftrettung kompensiert werden. Zudem ist zu beachten, dass die Berechnungen des BBSR auf durchschnittlichen Geschwindigkeiten der jeweiligen Straßentypen beruhen und insofern die Fahrzeiten von Einsatzfahrzeugen auch geringer ausfallen können.

Qualität

Während keine Studien zum Zugang zur Schlaganfallversorgung gefunden werden konnten, wie er hier konzeptualisiert wurde, existieren viele Analysen zur Prozess- und Ergebnisqualität, etwa zur Stroke Unit-Versorgung, Thrombolyse oder Mortalität. So fand ein systematisches Review zu Stadt-Land-Unterschieden in der akuten stationären Schlaganfallversorgung aus 28 Studien und sieben (meist Hocheinkommens-) Ländern Evidenz für niedrigere Prozessqualität in ländlichen Regionen, die auf Unterschiede zwischen den Krankenhäusern zurückzugehen scheinen (z. B. Bettengröße, Personalausstattung) (9). Diese ungewollte regionale Variation zeigte sich zu einem geringen Grad auch in der vorliegenden Studie, insofern der Anteil der in Stroke Unit-Krankenhäusern behandelten stationären Schlaganfälle in städtischen Regionen größer war als in ländlichen (2019/20: 95 zu 92 %). Die Differenz verringerte sich jedoch zuletzt durch

einen stärkeren Anstieg in ländlichen Regionen. Auch in allen Bundesländern stieg der Anteil im betrachteten Zeitraum, sodass sich die regionale Variation deutlich verringerte. Mehrere Bundesländer scheinen hierbei eine Obergrenze von um die 98 % erreicht zu haben. In Kombination mit den Ergebnissen zur Stroke Unit-Dichte deutet dies darauf hin, dass sich die Stroke Unit-Versorgung in Deutschland seit Einführung der Vergütung der neurologischen Komplexbehandlung von 2006 bis 2019 stetig verbessert hat, wobei sich die anfänglich langsamere Entwicklung in ländlicheren Regionen zunehmend dem (groß)städtischen Niveau angenähert hat und hinsichtlich des Aufbaus von Stroke Unit-Verfügbarkeiten bereits um 2017 eine Sättigung eingetreten zu sein scheint, während deren Inanspruchnahme im Rahmen einer adäquaten Patient*innenallokation nun zeitverzögert ebenfalls in ersten Bundesländern vollumfassend erreicht zu sein scheint.

Bezüglich der Krankenhaussterblichkeit scheint sich der in einer früheren bundesweiten Studie aus DRG-Daten (16) berichtete Rückgang zwischen 2005 und 2010 von 11,9 % auf 9,5 % zunächst fortgesetzt zu haben, da in der vorliegenden Untersuchung im Jahr 2014 eine Mortalität von 8,6 % gemessen wurde. In den Folgejahren bis 2019 stagnierte der Wert allerdings um 8,5 % und stieg 2020 auf 9,0 % an. In ländlicheren Regionen zeigte sich eine geringfügig, aber statistisch signifikant niedrigere risikoadjustierte Sterblichkeit gegenüber städtischen Regionen (basierend auf den Krankenhausstandorten). Dies steht im Gegensatz zu einem systematischen Review, welches von Studien ohne Unterschied oder mit höherer risikoadjustierter Sterblichkeit in ländlicheren Regionen berichtet (9). Eine mögliche Erklärung hierfür könnte sein, dass die geografische Erreichbarkeit in ländlichen Regionen schlechter ist, wodurch ein höherer Anteil an Schlaganfallpatient*innen bereits vor Erreichen des Krankenhauses verstirbt, sodass die Fallschwere in diesen Krankenhäusern geringer ist (Survivorship Bias). Eine Einschränkung der vorliegenden Analysen ist, dass nicht alle Faktoren, die für eine Risikoadjustierung der Sterblichkeit relevant wären, in den Routinedaten der DRG-Statistik abgebildet sind. Dazu gehören neben der Schwere des Schlaganfalls auch weitere (körperliche) Faktoren, die nicht als Nebendiagnose kodiert werden. Prozentual gesehen ist die Variation der städtischen vs. ländlichen Regionen ähnlich gering wie beim Anteil der in Krankenhäusern mit Stroke Unit behandelten Fällen. Das gleiche ist für die letztbetrachteten Jahre auf Bundeslandebene der Fall (wenn die Entwicklungen in Bremen außenvor gelassen werden), da die Variation zwischen den Bundesländern bei der Krankenhaussterblichkeit weitestgehend gleichblieb, während sie bei der Stroke Unit-Behandlung deutlich zurückging. In einer früheren Studie zur bundesweiten Schlaganfallsterblichkeit der Jahre 1998 bis 2015 nach der Todesursachsenstatistik zeigte sich eine höhere alters- und geschlechtsstandardisierte Mortalitätsrate in den neuen Bundesländern, die am Ende des Betrachtungszeitraums jedoch vernachlässigbar war (8). In der vorliegenden Studie zu Krankenhausfällen und unter zusätzlicher Berücksichtigung von Komorbiditäten waren die Mortalitätsraten in der Mehrzahl der neuen Bundesländer überdurchschnittlich hoch, während dies nur auf vereinzelte alte Bundesländer zutraf. Insofern scheinen die Unterschiede zu einem gewissen Maß (weiter) zu existieren und dabei überwiegend nicht auf die Krankheitslast zurückzugehen. Relevante regionale Variation in der Schlaganfallsterblichkeit zeigt sich auch in anderen Ländern (10,11, 28 – 30). In einer Studie konnte diese größtenteils auf die Krankenhausausstattung zurückgeführt werden (11), was für eine ungewollte bzw. prinzipiell vermeidbare Variation spricht. Insgesamt sind direkte Vergleiche mit anderen Ländern jedoch herausfordernd aufgrund von Unterschieden in den methodischen Herangehensweisen (wie Datenverfügbarkeit oder Mechanismen der Risikoadjustierung) und in der Größe der analysierten regionalen Einheiten.

Indikatorenübergreifende Betrachtungen

Neben den zeitlichen Entwicklungen insgesamt und der regionalen Variation innerhalb der Indikatoren zeigen die Ergebnisse auch indikatorenübergreifende Muster zwischen den Bundesländern. Während die zwei Indikatoren des Zugangs komplementär zueinander sind (d. h. es braucht sowohl eine ausreichende quantitative Verfügbarkeit als auch die geografische Erreichbarkeit), sind beide eine Voraussetzung für eine hohe Behandlungsquote in Stroke Units, die sich (zumindest auf Fallebene) wiederum positiv auf die Sterblichkeit auswirkt. Das zeigt sich teilweise auch in den Ergebnissen, etwa indem tendenziell jene Bundesländer überdurchschnittlich gut in der Stroke Unit-Behandlungsquote abschneiden,

die auch eine bessere geografische Erreichbarkeit aufweisen. Ein interessantes Länderbeispiel ist Mecklenburg-Vorpommern. Hier ist die Pkw-Erreichbarkeit der nächstgelegenen Stroke Unit deutlich geringer als in den restlichen Bundesländern, während die Stroke Unit-Dichte durchschnittlich bis überdurchschnittlich ist. Einer der beiden Ansätze allein würde den Zugang nur eingeschränkt abbilden. Bei der Behandlungsquote in Stroke Unit-Krankenhäusern schneidet Mecklenburg-Vorpommern über die Jahre wiederum durchschnittlich ab, während die Sterblichkeit eher über dem Bundesdurchschnitt liegt. Ein Beispiel für Ergebnisse entgegen der prinzipiellen Erwartung ist Rheinland-Pfalz, das die niedrigste Krankenhaussterblichkeit 2014 und 2020 aufweist, jedoch bei der Behandlung in Stroke Unit-Häusern unterdurchschnittlich abschneidet. Solche Ergebnisse können teilweise auf die methodischen Limitationen der Indikatoren zurückzuführen sein, sie können jedoch auch Hinweise auf spezifische Verbesserungspotenziale in der Versorgung geben, wie im nächsten Abschnitt aufgezeigt. Bei den deutschlandweiten Ergebnissen stellt sich zudem die Frage, warum die andauernden Fortschritte in der Stroke Unit-Versorgung nicht zu einer weiteren Senkung der Krankenhaussterblichkeit führen. Hierbei ist wichtig zu erwähnen, dass die Analysen nicht darauf abzielen die Zusammenhänge zwischen den Indikatoren statistisch zu untersuchen. Nicht alle Einflussfaktoren etwa auf die Sterblichkeit sind durch die Indikatoren abgedeckt. Dennoch sollen die Ergebnisse regionale Muster aufzeigen, die ein besseres Verständnis des Versorgungsgeschehens ermöglichen.

Einen Sonderfall stellen dabei die Ergebnisse für Bremen 2019/20 dar. Der Rückgang der stationären Schlaganfälle um über 40 % von 2019 auf 2020 scheint nur schwer alleinig durch die Coronapandemie erklärbar zu sein. Ähnlich der gesunkene Anteil der in Krankenhäusern mit Stroke Unit-Behandelten von rund 88 auf 74 % sowie der Anstieg der adjustierten Mortalitätsrate von rund 9,7 % in den Vorjahren auf 11,5 % 2019 und 13,3 % 2020. Hier kann ohne weiterführende Untersuchungen nur gemutmaßt werden, ob Fehler in den Daten vorliegen oder die Ergebnisse der Versorgungsrealität entsprechen – und falls ja, was dazu geführt haben könnte. Nach Abschluss des Projektes wurden die Analysen der DRG-Statistik mit zwischenzeitlich neu erschienenen Datenjahren erneut für Bremen durchgeführt, wobei sich eine Normalisierung der Werte zeigte.

Implikationen für die Versorgungssteuerung und weitere Forschung

Die Ergebnisse werfen einige Ansatzpunkte auf, die im Rahmen einer Verbesserung der Versorgungsstrukturen weiterverfolgt werden könnten. So zeigen sich etwa bei der kleinräumigen Stroke Unit-Erreichbarkeit mit dem Pkw vereinzelte regionale Lücken in der Abdeckung, beispielsweise im und um den Landkreis Lüchow-Dannenberg, an den Landesgrenzen zwischen Niedersachsen, Mecklenburg-Vorpommern und Sachsen-Anhalt. Dies bedeutet nicht automatisch, dass hier eine Unterversorgung vorliegt. Die Ergebnisse können jedoch Anlass für eine weitergehende Betrachtung sein, auch abhängig von der Detailtiefe der bisherigen Krankenhausplanung der Bundesländer. Erfahrungen aus anderen Ländern zeigen, dass die regionale Planung der akuten Schlaganfallversorgung unter Berücksichtigung der geografischen Erreichbarkeit den Zugang zu qualitativ hochwertiger Versorgung verbessern kann (31). Des Weiteren weisen manche Bundesländer trotz guter quantitativer Verfügbarkeit und geografischer Erreichbarkeit eine vergleichsweise niedrige Behandlungsquote in Stroke Unit-Häusern auf, etwa Thüringen. Hier könnten ebenfalls in vertiefenden Analysen mögliche Gründe für die Ergebnisse untersucht werden. Als Folge könnten beispielsweise Strukturen im Rettungsdienst angepasst werden. In anderen Ländern wirkte sich die Implementierung regionaler klinischer Versorgungspfade positiv auf ausgewählte Ergebnismaße aus (32). In ähnlicher Weise könnte es aufschlussreich sein, zu untersuchen warum in manchen Bundesländern die Schlaganfallsterblichkeit trotz einer hohen Stroke Unit-Behandlungsquote schlechter als im Bundesschnitt ausfällt, wie es etwa in Nordrhein-Westfalen der Fall zu sein scheint – und welche Rolle hier möglicherweise kürzere Transportzeiten spielen.

Weitere Forschung könnte zudem mehr Indikatoren berücksichtigen, um weitergehenden Aufschluss über das regionale Versorgungsgeschehen zu erlangen. Für die Schlaganfallversorgung wären beispielsweise weitere Prozessindikatoren denkbar, auch über die stationäre

Versorgung hinaus, prinzipiell aber auch Indikatoren zur Patient*innenzentrierung oder Effizienz. Zudem können durch die verknüpfende Betrachtung verschiedener Indikatoren über verschiedene Gesundheitssystemziele hinweg Zielkonflikte besser abgestimmt werden. Beispielhaft kann hier die Spezialisierung und Zentralisierung genannt werden, die auch in der Schlaganfallversorgung ein Treiber regionaler Variation ist (33 – 35). In diesem Fall muss eine höhere Versorgungsqualität auf der einen Seite mit einem guten Zugang auch in ländlichen Regionen auf der anderen Seite abgewogen werden. Bisher gibt es allgemein nur wenig Forschung dazu (z. B. (12)), wie Indikatoren der regionalen Variation, etwa zwischen Zugang und Qualität, miteinander zusammenhängen, um unterschiedliche regionale Muster im Leistungsgeschehen besser zu verstehen. Auch besteht eine Evidenzlücke darin, wie ungewollte regionale Variation nicht nur erkannt, sondern auch erfolgreich adressiert werden kann (2,4,36).

In der vorliegenden Studie wurden zudem primär die Bundesländer als regionale Einheiten betrachtet, da hier die Krankenhausplanung stattfindet. Diese sind jedoch nur eingeschränkt auch funktionale Versorgungsregionen. In nachfolgenden Studien könnten daher bundeslandübergreifende Versorgungseffekte stärker berücksichtigt werden.

Schlussfolgerungen

Die vorliegenden Analysen zu regionaler Variation in vier Indikatoren des Zugangs und der Qualität der akuten Schlaganfallversorgung in Deutschland zeigen in den letzten Jahren eine Stagnation der Stroke Unit-Anzahl nach zuvor langjährigem Anstieg. Die regionale Vergleichbarkeit der Kapazitäten ist durch eine fehlende Datenverfügbarkeit zur Bettenanzahl in nicht zertifizierten Stroke Units limitiert. Die Erreichbarkeit der nächstgelegenen Stroke Unit innerhalb von 30 Minuten mit dem Pkw als zweiter Indikator des Zugangs ist deutschlandweit sehr hoch mit allgemein eher geringen Stadt-Land-Unterschieden und zwischen den Bundesländern. Der Anteil von in Stroke Unit-Krankenhäusern behandelten stationären Schlaganfällen als Prozessindikator ist insgesamt ebenfalls sehr hoch und verbesserte sich in den letzten Jahren weiter. Hier sank die regionale Variation, indem sich ländlichere Gegenden dem großstädtischen Niveau annäherten, während in einigen Bundesländern bereits eine praktisch vollständige Potenzialausschöpfung erreicht ist. Die Krankenhaussterblichkeit als Indikator der Ergebnisqualität stagnierte in den letzten Jahren weitestgehend, sowohl deutschlandweit als auch hinsichtlich der regionalen Variation, welche zwischen den Bundesländern ebenfalls eher gemäßigt auftritt.

Trotz der insgesamt guten Ergebnisse konnten Hinweise auf vereinzelte mögliche Lücken bei der Stroke Unit-Erreichbarkeit identifiziert werden, die bei Bedarf durch die Krankenhausplanung der Bundesländer geschlossen werden könnten. Andersherum zeigte sich in manchen Bundesländern, dass ein vorhandener guter Stroke Unit-Zugang nicht mit einer entsprechend hohen Nutzung oder einer in Folge niedrigen Krankenhaussterblichkeit einherging, was Ausgangspunkt für weitergehende Untersuchungen sein sollte.

Insgesamt zeigt die Studie auf, dass durch die gemeinsame Betrachtung sich ergänzender Indikatoren über Gesundheitssystemziele wie Zugang oder Qualität hinweg regionale Muster im Versorgungsgeschehen identifiziert werden können, inklusive jeweiliger Stärken und möglicher Ansätze für Verbesserungspotenziale. Ein regelmäßiges Monitoring, wie es beispielsweise im Kontext eines Health System Performance Assessments stattfinden könnte, würde daher kontinuierlich Ansatzpunkte für eine Weiterentwicklung der Versorgung bieten, insbesondere wenn es auf den regionalen administrativen Einheiten stattfindet, bei denen auch die Steuerung der jeweiligen Versorgung liegt, wie etwa den Bundesländern.

Abkürzungsverzeichnis

BBSR	Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung
DRG	Diagnosis Related Group
HSPA	Health System Performance Assessment
ICD-10-GM	Internationale statistische Klassifikation der Krankheiten und verwandter Gesunheitsprobleme, 10. Revision, German Modification
KI	Konfidenzintervall
OPS	Operationen- und Prozedurenschlüssel
SU	Stroke Unit

Danksagung

Die Autor*innen danken Leonie Meyer für ihren Beitrag in der Datenverarbeitung und -visualisierung sowie dem Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung, insbesondere Thomas Pütz, für die Berechnung und Datenbereitstellung der Pkw-Erreichbarkeit zur nächsten Stroke Unit.

Literaturverzeichnis

1. World Health Organization: Everybody's business: strengthening health systems to improve health outcomes: WHO's framework for action. Geneva: World Health Organization 2007.

2. Levesque J-F, Sutherland K: From data to practice change – exploring new territory for atlases of clinical variation. Res Health Serv Reg 2022; 1: 1–10.

3. Sutherland K, Levesque J-F: Unwarranted clinical variation in health care: Definitions and proposal of an analytic framework. Journal of Evaluation in Clinical Practice 2020; 26: 687–96.

4. Harrison R, Manias E, Mears S, Heslop D, Hinchcliff R, Hay L: Addressing unwarranted clinical variation: A rapid review of current evidence. Journal of Evaluation in Clinical Practice 2019; 25: 53–65.

5. Nimptsch U, Mansky T: Stroke unit care and trends of in-hospital mortality for stroke in Germany 2005-2010. International Journal of Stroke 2014; 9: 260–5.

6. Langhorne P, Ramachandra S, Stroke Unit Trialists' Collaboration: Organised inpatient (stroke unit) care for stroke: network meta-analysis. The Cochrane database of systematic reviews 2020; 4: CD000197–CD000197.

7. Geraedts M, Ebbeler D, Timmesfeld N, u. a.: Quality Assurance Measures and Mortality After Stroke. Deutsches Arzteblatt international 2021; 118: 857–63.

8. Rücker V, Wiedmann S, O'Flaherty M, Busch MA, Heuschmann PU: Decline in Regional Trends in Mortality of Stroke Subtypes in Germany From 1998 to 2015. Stroke 2018; 49: 2577–83.

9. Dwyer M, Rehman S, Ottavi T, u. a.: Urban-rural differences in the care and outcomes of acute stroke patients: Systematic review. Journal of the Neurological Sciences 2019; 397: 63–74.

10. Rudd AG, Irwin P, Rutledge Z, Lowe D, Wade DT, Pearson M: Regional variations in stroke care in England, Wales and Northern Ireland: results from the National Sentinel Audit of Stroke. Royal College of Physicians Intercollegiate Stroke Working Party. Clinical rehabilitation 2001; 15: 562–72.

11. Park EH, Gil YJ, Kim C, Kim BJ, Hwang S: Presence of Thrombectomy-capable Stroke Centers Within Hospital Service Areas Explains Regional Variation in the Case Fatality Rate of Acute Ischemic Stroke in Korea. Journal of preventive medicine and public health = Yebang Uihakhoe chi 2021; 54: 385–94.

12. O'Brien EC, Wu J, Zhao X, u. a.: Healthcare Resource Availability, Quality of Care, and Acute Ischemic Stroke Outcomes. Journal of the American Heart Association 2017; 6.

13. Busse R, Achstetter K, Blümel M, Haltaufderheide M, Hengel P: Pilotierung einer systematischen Messung der Leistungsfähigkeit und Effizienz des deutschen Gesundheitssystems (Health System Performance Assessment – HSPA). Zweiter Bericht – überarbeitete Fassung (Stand Januar 2024). Berlin: Technische Universität Berlin, Fachgebiet Management im Gesundheitswesen (MiG) 2024. https://www.bundesgesundheitsministerium.de/service/publikationen/details/hspa.html (zugegriffen 15. Oktober 2026)

14. Gemeinsamer Bundesausschuss: Datenportal zu den Qualitätsberichten der Krankenhäuser. 2026. https://qb-datenportal.g-ba.de/ (zugegriffen 15. Oktober 2026)

15. Forschungsdatenzentren der Statistischen Ämter des Bundes und der Länder: Metadatenreport. Teil I: Allgemeine und methodische Informationen zur DRG-Statistik (EVAS-Nummer: 23141). Version 2. Wiesbaden 2019.

16. Nimptsch U, Mansky T: Trends in acute inpatient stroke care in Germany--an observational study using administrative hospital data from 2005-2010. Deutsches Arzteblatt international 109. Aufl. 2012; 109: 885–92.

17. BBSR: Methodische Weiterentwicklungen der Erreichbarkeitsanalysen des BBSR. Federal Institute for Research on Building, Urban Affairs and Spatial Development (Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR)) 2019. https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/veroeffentlichungen/bbsr-online/2019/bbsr-online-09-2019-dl.pdf?__blob=publicationFile&v=1 (zugegriffen 15. Oktober 2026)

18. Schönfelder S, Pütz T, Schwarze B, Spiekermann K: Recommendations for a methodological enhancement of the national German accessibility model. Proceedings of 8th Transport Research Arena TRA 2020, April 27-30, 2020, Helsinki, Finland 2020.

19. Nimptsch U, Mansky T: Hospital volume and mortality for 25 types of inpatient treatment in German hospitals: observational study using complete national data from 2009 to 2014. BMJ Open 2017; 7: e016184.

20. Schwarzkopf D, Nimptsch U, Graf R, Schmitt J, Zacher J, Kuhlen R: [Opportunities and limitations of risk adjustment of quality indicators based on inpatient administrative health data – a workshop report]. Zeitschrift für Evidenz, Fortbildung und Qualität im Gesundheitswesen 2021; 163: 1–12.

21. Kendall MG, Smith BB: The problem of m Rankings. The Annals of Mathematical Statistics 1939; 10: 275–87.

22. SAS Institute Inc.: SAS. Cary, NC, USA: SAS Institute Inc. 2026.

23. R Core Team: R: A Language and Environment for Statistical Computing. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing 2026.

24. Wickham H: ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis. New York: Springer-Verlag 2016.

25. Aguiar de Sousa D, Martial R, Abilleira S, u. a.: Access to and delivery of acute ischaemic stroke treatments: A survey of national scientific societies and stroke experts in 44 European countries. European stroke journal 2019; 4: 13–28.

26. Deutsche Schlaganfall-Gesellschaft: Liste der zertifizierten Stroke Units in Deutschland. 2026. https://www.dsg-info.de/stroke-units-neurovaskulaere-netzwerke/ (zugegriffen 15. Oktober 2026)

27. Gemeinsamer Bundesausschuss: Bundes-Klinik-Atlas. Behandlung auf einer Schlaganfalleinheit. 2026. https://bundes-klinik-atlas.de/krankenhaussuche/?tx_solr%5Bsearchlabel%5D=Behandlung%20auf%20einer%20Schlaganfalleinheit&tx_solr%5Bsimplesearch%5D=1&tx_solr%5Btreatmentcode%5D=KASA0&searchtype=tile-search (zugegriffen 15. Oktober 2026)

28. Public Health England: The NHS Atlas of Variation in Healthcare. Atlas 3.0. 2016. https://fingertips.phe.org.uk/documents/Atlas_2015%20Compendium.pdf (zugegriffen 15. Oktober 2026).

29. Diegoli H, Makdisse M, Magalhaes P, Safanelli J, Gray M: Atlas of Variation in Healthcare Brazil. Makdisse M, Gray M (Hrsg.): 1. Aufl. 2022.

30. Bureau of Health Information: Mortality following hospitalisation for seven clinical conditions. July 2015 – June 2018. BHI (Hrsg.) 2019.

31. Bray JE, Denisenko S, Campbell BCV, u. a.: Strategic framework improves access to stroke reperfusion across the state of Victoria Australia. Internal medicine journal 2017; 47: 923–8.

32. Fujino Y, Kubo T, Muramatsu K, u. a.: Impact of regional clinical pathways on the length of stay in hospital among stroke patients in Japan. Medical care 2014; 52: 634–40.

33. Nilanont Y, Nidhinandana S, Suwanwela NC, u. a.: Quality of acute ischemic stroke care in Thailand: a prospective multicenter countrywide cohort study. Journal of stroke and cerebrovascular diseases : the official journal of National Stroke Association 2014; 23: 213–9.

34. Nylén MC, Persson HC, Abzhandadze T, Sunnerhagen KS: A register-based study comparing planned rehabilitation following acute stroke in 2011 and 2017. Sci Rep 2021; 11: 23001.

35. Morris S, Ramsay AIG, Boaden RJ, u. a.: Impact and sustainability of centralising acute stroke services in English metropolitan areas: retrospective analysis of hospital episode statistics and stroke national audit data. BMJ 2019; 364: l1.

36. Menon M, Cunningham C, Kerr D: Addressing unwarranted variations in colorectal cancer outcomes: a conceptual approach. Nat Rev Clin Oncol 2016; 13: 706–12.