

Aus dem Institut für Versorgungsforschung und Klinische Epidemiologie  
Geschäftsführender Direktor: Prof. Dr. med. Max Geraedts, M.San.  
des Fachbereichs Medizin der Philipps-Universität Marburg

**Einfluss von Struktur- und Prozessmerkmalen stationärer Einrichtungen  
auf die Qualität der Versorgung am Beispiel des akuten Schlaganfalls**

Inaugural-Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades der Medizinwissenschaften  
dem Fachbereich Medizin der Philipps-Universität Marburg

vorgelegt von

Dijana Ebbeler (Naumoska) aus Hameln

Marburg, 2024

Angenommen vom Fachbereich Medizin der Philipps-Universität Marburg am:

Dienstag, den 14.05.2024

Gedruckt mit Genehmigung des Fachbereichs Medizin

Dekanin: Prof. Dr. Denise Hilfiker-Kleiner

Referent: Prof. Dr. med. Max Geraedts, M.San

1. Korreferent/in: PD Dr. David Pedrosa

Widmung:

Für meine Eltern.

# INHALTSVERZEICHNIS

1	Abkürzungen .....	1
2	Einleitung.....	2
2.1	Aufbau der Arbeit und Vorgehensweise .....	2
2.2	Thematische Einführung .....	2
3	Zielsetzung.....	7
4	Material und Methodik .....	8
4.1	Material .....	8
4.2	Methodik .....	11
5	Empirische Untersuchungen.....	14
5.1	Publikationen zu den Teilstudien .....	14
5.2	Beitrag an weiteren Originalarbeiten und publizierten Abstracts .....	16
5.2.1	Kongressbeitrag/Abstract: .....	16
5.2.2	Zeitschriftenartikel: .....	16
6	Diskussion .....	17
7	Zusammenfassung .....	25
8	Summary.....	27
9	Literatur .....	28
10	Anhänge .....	33
10.1	Anhang A: Teilstudie 1 .....	33
10.2	Anhang B: Teilstudie 2 .....	41
10.3	Anhang C: Teilstudie 3 .....	49
10.4	Curriculum vitae.....	56
10.5	Verzeichnis der akademischen Lehrer:innen .....	57
10.6	Danksagung.....	58
10.7	Ehrenwörtliche Erklärung .....	59

## 1 Abkürzungen

ADSR	Arbeitsgemeinschaft Deutschsprachiger Schlaganfall-Register
AOK	Allgemeine Ortskrankenkasse
BMG	Bundesministerium für Gesundheit
CMI	Case Mix Index
DSG	Deutsche Schlaganfall-Gesellschaft
eQS	externe Qualitätssicherung
G-BA	Gemeinsamer Bundesausschuss
IgFo-ID	Identifikationsnummer von Krankenhäusern (IVE-intern)
IK	Institutionskennzeichen
IQTIG	Institut für Qualitätssicherung und Transparenz im Gesundheitswesen
IVE	Institut für Versorgungsforschung und Klinische Epidemiologie
KHSG	Krankenhausstrukturgesetz
LAGQH	Landesarbeitsgemeinschaft Qualitätssicherung Hessen
NIHSS	National Institutes of Health Stroke Scale
PLZ	Postleitzahl
PN	Schlaganfallprojekte bzw. Schlaganfall-Netzwerke
QB	Qualitätsberichte
qfM	Qualitätsfördernde Maßnahmen
QI	Qualitätsindikatoren
QUASCH	Qualitätsgesicherte Schlaganfallversorgung
SDSH	Stiftung Deutsche Schlaganfall-Hilfe
SGB V	fünftes Sozialgesetzbuch
SU	Stroke Unit
WiDo	Wissenschaftliches Institut der AOK

## **2 Einleitung**

### **2.1 Aufbau der Arbeit und Vorgehensweise**

Die vorliegende kumulative Dissertationsschrift beruht größtenteils auf Analysen, die im Rahmen des vom Innovationsfonds des Gemeinsamen Bundesausschuss geförderten Projekts „Ergebnisse QUAalitätsgesicherter SCHlaganfallversorgung: Hessen im Vergleich zum übrigen Bundesgebiet“ (QUASCH; Förderkennzeichen 01VSF18041) stattfanden. Die Dissertation beginnt mit der Einführung in das übergeordnete Thema „Qualität der stationären Versorgung“ sowie Ausführungen zum aktuellen Forschungsstand (Kapitel 2). Im Weiteren werden die zentralen Forschungsfragen erörtert und die Zielsetzung der drei in die Arbeit eingeflossenen Teilstudien aufgeführt (Kapitel 3). Anschließend erfolgt im Methodenteil die Vorstellung der Datenquellen, des Studiendesigns und der Analyseverfahren der Teilstudien (Kapitel 4). Das Kernelement der vorliegenden Arbeit bilden die drei wissenschaftlichen Beiträge mit den dazugehörigen Originalarbeiten (Kapitel 5; Anhänge A-C). Die Ergebnisse der Teilstudien werden in Kapitel 5 zusammengefasst und anschließend diskutiert (Kapitel 6).

### **2.2 Thematische Einführung**

Grundlegende Voraussetzung für ein funktions- und leistungsfähiges Gesundheitssystem sind die Sicherung, Förderung und Verbesserung der Qualität der Gesundheitsversorgung, wobei die Krankenhausversorgung heute eine prominente Rolle spielt. Deshalb zielen verschiedene Reformbemühungen darauf, neben einer räumlich gut erreichbaren Versorgung eine Versorgung mit spezialisierten und standardisierten Behandlungsmöglichkeiten zu schaffen [1–5].

Die Bemühungen um Qualität im Gesundheitswesen zum Wohlergehen des:der Patient:in sind nicht neu. Bereits ca. 1.700 Jahre v. Chr. bezogen sich Paragrafen auf die Qualität der Behandlung von Patient:innen mit der Festlegung einer Art Bonus für die behandelnden Ärzt:innen [6–8]. Dieser Qualitätsgedanke wird weltweit in zahlreichen Ländern durch Gesetze und Reformen stets weiterentwickelt. Ein wichtiger Meilenstein für das deutsche Gesundheitssystem war die Einführung der Verpflichtung der Krankenhäuser zur Teilnahme an einer in einzelnen Bundesländern etablierten „externen Qualitätssicherung“ (eQS) durch das Gesundheitsreformgesetz im Jahr 1989.

Seither sind zugelassene Krankenhäuser sowie Präventions- und Rehabilitationseinrichtungen entsprechend dem fünften Sozialgesetzbuch (§ 108 SGB V) dazu verpflichtet, sich an einrichtungsvergleichenden Qualitätssicherungsmaßnahmen der Bundesländer zu beteiligen. Dabei soll anhand der Rückkopplung bestimmter Kenngrößen die Ergebnisqualität (§ 135a SGB V) verbessert werden. Insgesamt sollen die Vergleiche sowohl die Behandlung als auch die Versorgungsabläufe und die Behandlungsergebnisse abbilden.

Zur weiteren Konkretisierung der Qualitätssicherung wurden vom Gemeinsamen Bundesausschuss (G-BA) verschiedene Richtlinien erlassen: z. B. (1) Fortbildungsnachweise von Fachärzt:innen (§ 136 SGB V); (2) Mindestmengen für planbare Leistungen (§ 136b Abs. 1 Satz 1 Nr. 2 SGB V); (3) Inhalt, Umfang und Datenformat der zu veröffentlichenden Qualitätsberichte (§ 136b Abs. 1 Satz 1 Nr. 3 SGB V) und (4) Leistungen/Leistungsbereiche, zu denen Qualitätsverträge eingesetzt werden sollten (§ 136b Abs. 1 Satz 1 Nr. 4 SGB V) [9].

Die eQS wurde mit Einführung der Fallpauschalen und Sonderentgelte für bestimmte Prozeduren ab 1996 bundesweit verpflichtend. Für viele der zunächst auf freiwilliger Basis von der Ärzt:innenschaft eingeführten eQS-Maßnahmen, die auch nicht im Fallpauschalensystem enthaltene Leistungsbereiche umfassten, wurde ab 2001 ebenfalls eine verpflichtende eQS für alle Krankenhäuser eingeführt.

Vor Einführung der Qualitätsberichte, die zunächst bis 2012 im Zweijahresrhythmus und seit 2013 jährlich veröffentlicht werden, erfolgte im Rahmen der eQS eine nicht öffentliche Qualitätsrückkopplung an die Krankenhäuser. Dabei wurden Qualitätsindikatoren (QI) erhoben und deren Ergebnisse im Vergleich zum Bundesdurchschnitt an die Krankenhäuser selbst übermittelt. Mit Einführung der Qualitätsberichte werden die Ergebnisse der QI nun öffentlich pro Krankenhaus berichtet.

Sowohl die eQS als auch die Qualitätsberichte fußen theoretisch auf der sozialkognitiven Lerntheorie [10]: Diese beschreibt Lernvorgänge, die auf der Basis von Beobachtung des Verhaltens von Vorbildern beruhen. Demzufolge soll das Bewusstsein für die eigenen Leistungen im Vergleich zu anderen Konkurrenten geschärft werden, gleichzeitig auch für die potenziellen Konsequenzen der Transparenz der Ergebnisse. Die Transparenz bedingt, dass Patient:innen Vergleichsmöglichkeiten haben, ebenso die Zuweiser und Kostenträger. Andererseits soll der Vergleich zur Motivation dienen, um von den jeweils besseren Leistungserbringern zu lernen [11].

Im SGB V waren zwischenzeitlich auch Zu- und Abschläge für besonderes positive/negative Ergebnisse bei der eQS vorgesehen [12]. Diese Vorgabe wurde jedoch inzwischen wieder zurückgenommen. Weiterhin können aber QI dazu genutzt werden, um auf der Basis der Ergebnisse Entscheidungen zur Schließung von Fachabteilungen zu erwägen (so genannte planungsrelevante Qualitätsindikatoren).

Qualitätsindikatoren zur Bewertung von Struktur- und Prozessmerkmalen sowie weitere prozessbezogene Kriterien werden laufend durch eQS-Maßnahmen und -Prüfungen erhoben. Die QI verändern sich zum Teil mit der Zeit, jeweils gemessen an veränderten Methoden, Behandlungskonzepten und aktuellen Evidenzen. Die Struktur- und Prozessqualitätsmerkmale bleiben hierbei durch die jeweiligen Indikationsgebiete hinweg recht gleich, da es sich um grundlegende, qualitätsbeeinflussende Anforderungen bzw. Eigenschaften der Einrichtungen handelt. Strukturqualitätsmerkmale spiegeln so strukturelle Gegebenheiten im engeren Sinne wider und beinhalten unter anderem allgemeine Merkmale wie die räumliche Ausstattung, die medizinisch-technische Ausstattung, therapeutische Behandlungen, Schulungen, Patient:innenbetreuung und die personelle Ausstattung der Einrichtung. Dem gegenüber stehen die Prozessmerkmale, welche sich primär auf Regelungen bezüglich des behandlingstechnischen und organisatorischen Ablaufes beziehen, welche letztlich die Grundlage bestimmender Prozesse bilden. Hierzu zählen neben der eigentlichen Behandlung auch konzeptionelle Grundlagen, interne Kommunikation, Personalentwicklungsmaßnahmen sowie Patient:innenorientierung und die interne Organisation.

Aktuell wird auf Bundes- bzw. Länderebene die Aufrechterhaltung einer funktionstüchtigen Krankenhauslandschaft diskutiert. Neben dem überholten Fallpauschalensystem wird die Qualität der Versorgung und deren Offenlegung in den Mittelpunkt der Diskussionen gestellt [13]. Einerseits sind steigende Insolvenzgefährdungen von Krankenhäusern zu verzeichnen, was folglich zur Schließung von Krankenhausabteilungen oder ganzer Krankenhäuser führte. Auch besteht das Problem an relativem Mangel an Gesundheitspersonal, trotz der im internationalen Vergleich in Deutschland festzustellenden überdurchschnittlichen Raten an Ärzt:innen und Pflegekräften pro Einwohner:in. Andererseits wird vermehrt über die Zentralisierung der Krankenhausversorgung diskutiert, mit der eine bessere Versorgungsqualität und Aufrechterhaltung der flächendeckenden Versorgung möglich sei [14–16]. In der Theorie ist eine flächendeckende Versorgung mit vielen Krankenhausstandorten vor allem in ländlichen Gebieten eher realisierbar, allerdings würden die verfügbaren Ressourcen nicht ausreichen, um den Qualitätsanforderungen gerecht zu werden. Gerade in großflächigen Bundesländern besteht das Problem der



zeitnahen Erreichbarkeit von Krankenhäusern, weshalb verschiedene Reformen wie zum Beispiel die Einführung eines Sicherstellungszuschlags diese Problematik beheben sollten.

Die Umsetzung einer gut funktionierenden medizinischen Behandlung bedarf strenger Kriterien, die einerseits bereits mit dem Gesetz zur Reform der strukturierten Krankenhausversorgung (Krankenhausstrukturgesetz – KHSG) vom 1. Januar 2016 und andererseits, wie bereits erwähnt, mit der externen vergleichenden Qualitätssicherung, die seit 1998 im SGB V verankert ist, intendiert wird. Letztlich soll die stationäre Versorgung in Krankenhäusern stattfinden, die eine hohe Versorgungsqualität aufweisen. Unklar ist aber bislang, welche Strukturmerkmale Krankenhäuser aufweisen müssen (ausgenommen Leistungsmengen), um eine hohe Versorgungsqualität umzusetzen, und welche Krankenhäuser trotz des Strukturwandels der Krankenhauslandschaft erhalten bleiben sollen.

Nimptsch und Mansky [17] haben beispielsweise auch für Deutschland nachweisen können, dass eine gute Versorgung eher zu erreichen ist, wenn eine Mindestmenge an medizinischen Leistungen erbracht wird. Dies spiegelt die Forderungen der Fachgesellschaften wider, die Mindestvorgaben für Strukturen und Prozesse für Zertifizierungszwecke fordern und abfragen [18–20]. Andere Studien weisen darauf hin, dass die intensivmedizinische Behandlung von Patient:innen sowohl für den wirtschaftlichen als auch für den medizinischen Erfolg eines Krankenhauses entscheidend sind [21, 22].

Inwieweit ein Zusammenhang zwischen weiteren Struktur- und Prozessmerkmalen und den Behandlungsergebnissen besteht, wurde bislang unzureichend erforscht. In der vorliegenden kumulativen Dissertation wird deshalb, aufbauend auf den bisherigen Erkenntnissen, der Einfluss von Strukturmerkmalen stationärer Einrichtungen auf die Qualität der Versorgung untersucht.

Im Speziellen fokussieren die Analysen das Beispiel des akuten Schlaganfalls quasi als natürliches Experiment, da im Rahmen der spezialisierten Schlaganfallversorgung unterschiedliche, teilweise regional begrenzte qualitätsfördernde Maßnahmen eingesetzt werden, die in Deutschland jedoch nicht flächendeckend und in unterschiedlichem Maß eingeführt wurden. Dazu gehören z. B. die Zertifizierung von Stroke Units (spezielle Fachabteilung zur Behandlung von Schlaganfällen in einem Krankenhaus), Behandlungsleitlinien, Qualitätsindikatoren zur Bewertung der Schlaganfallversorgung, Schlaganfallprojekte bzw. -Netzwerke, Führung von Schlaganfallregistern und in manchen Bundesländern eine verpflichtende externe Qualitätssicherung

für den akuten Schlaganfall. Bisherige Studien beschäftigten sich vereinzelt mit Weiterentwicklungen der Strukturen zur Versorgung des akuten Schlaganfalls. Dabei wurden anhand von Qualitätsparametern unterschiedliche regionale Versorgungskonzepte gegenübergestellt [23]. Außerdem wurden aktualisierte Zertifizierungskriterien für Stroke Units vorgestellt, die u. a. Mindestanforderungen an Fallzahlen oder Personal- und Geräteausstattung stellen [24]. Die Ergebnisse von Qualitätsindikatoren zeigten für das Jahr 2012, dass die stationäre Akutversorgung von Schlaganfallpatient:innen zwar sehr gut war, allerdings keine Standardisierung der Versorgung in Deutschland vorlag [25]. Dazu wurden in der Literatur aufschlussreiche, jedoch nur auf bestimmte Regionen begrenzte (Projekt-)Ergebnisse publiziert [26–28].

Zusammenfassend kann somit festgehalten werden, dass bislang keine bundesweiten Erkenntnisse zum Ausmaß von Struktur- und Prozessmerkmalen auf das Behandlungsergebnis unter Einbeziehung möglichst aller Schlaganfall-behandelnden Krankenhäuser mit und ohne Spezialisierung vorliegen. Vor diesem Hintergrund wird in der vorliegenden kumulativen Dissertation zunächst die Assoziation von Strukturvariablen mit der Versorgungsqualität der Krankenhäuser in Deutschland im Allgemeinen (Teilstudie 1), dann speziell die strukturelle Veränderung der Schlaganfallversorgung in Deutschland (Teilstudie 2) sowie die Assoziation von Struktur- und Prozess-orientierten Maßnahmen und der Langzeitmortalität beim akuten Schlaganfall (Teilstudie 3) untersucht.

### 3 Zielsetzung

In der vorliegenden kumulativen Dissertationsschrift werden drei Studien beschrieben und diskutiert. Die Studien sind im Anhang als Teilstudien 1–3 angefügt.

Ziel der Teilstudie 1 war, die Assoziation verschiedener Strukturmerkmale von Krankenhäusern mit der Versorgungsqualität im Allgemeinen zu untersuchen. Die Teilstudie 1 liefert die Grundvoraussetzungen für die Teilstudien 2 und 3, die sich speziell der Schlaganfallversorgung widmen. Teilstudie 1 beantwortet folgende Fragestellungen:

- Bei welchen Kategorien (erfüllte Indikationskriterien, nosokomiale Infektionen, Mortalität, Komplikationen, leitlinienkonforme Abläufe, Erreichen der Behandlungsziele) und Leistungsbereiche (Innere Medizin und Pflege, Gefäßchirurgie, Gynäkologie und Perinatalmedizin, Herzchirurgie) erreichen die Krankenhäuser Deutschlands eine durchschnittliche, gute oder sehr gute Qualität?
- Welche Strukturmerkmale (Größe, Region, Art der Trägerschaft, Lehrstatus, Case Mix Index (CMI)) sind mit besserer oder schlechter Qualität assoziiert?

Die Zielsetzung der Teilstudie 2 war die Untersuchung eingeführter Maßnahmen zur Qualitätsförderung im Rahmen der Schlaganfallversorgung. Vorab wurden folgende Fragestellungen formuliert:

- Welche Maßnahmen zur Qualitätsförderung wurden im Laufe der Jahre regional begrenzt oder flächendeckend etabliert?
- Sind regionale Unterschiede hinsichtlich der umgesetzten Maßnahmen vorhanden?

Die Zielsetzung der Teilstudie 3 war die Untersuchung der Verbesserung der Qualität der Schlaganfallversorgung. Untersucht wurde die Kombination der Effekte neurologischer Komplexbehandlung, Stroke-Unit-Behandlung und Behandlung in Regionen mit/ohne externe Qualitätssicherung. Teilstudie 3 beantwortet folgende Fragestellung:

- Welchen Einfluss haben die einzelnen Komponenten bzw. die Kombination aus den verschiedenen Komponenten zur Qualitätsförderung auf das Outcome von Patient:innen mit akutem Schlaganfall?

## 4 Material und Methodik

### 4.1 Material

Alle drei Teilstudien basieren auf Sekundärdaten, die für wissenschaftliche Analysen zur Verfügung gestellt wurden oder öffentlich zugänglich waren. Teilstudien 2 und 3 fanden im Rahmen des genannten Innovationsfonds-Projekts „QUASCH“ statt.

Die Analysen basieren auf nachfolgenden Datengrundlagen, wobei Schlaganfall-bezogene Daten für Teilstudie 2 und 3 verwendet wurden:

**Qualitätsdatenbank:** Das Institut für Versorgungsforschung und Klinische Epidemiologie (IVE) der Philipps-Universität Marburg führt eine Datenbank (IVE-Datenbank), in der alle seither durch den Gemeinsamen Bundesausschuss zur Verfügung gestellten strukturierten Qualitätsberichte (QB) deutscher Krankenhäuser longitudinal verknüpft enthalten sind. In dieser Datenbank sind Standort-bezogene Informationen zu jedem Krankenhaus enthalten und werden mit einer Identifikationsnummer geführt (IgFo-ID), um die Nachvollziehbarkeit von Standorten zu wahren, wie z.B. nach Fusionen.

**Qualitätsberichte:** Die vom Gemeinsamen Bundesausschuss zur Verfügung gestellten strukturierten QB sind öffentlich zugänglich. Es wurden die QB von 2006 bis 2017 verwendet. Für die Teilstudien wurden primär folgende Daten aus den QB extrahiert: Institutionskennzeichen (IK), Krankenhausname, Straße, Ort, Postleitzahl, Standortnummer, Bettenzahl, Trägerschaft. Für Teilstudie 2 und 3 wurden zusätzlich mit dem Schlaganfall assoziierte ICD-10 (I60; I61; I63; I64; G45, ausgenommen G45.4;) und OPS (8-98b, 8-981 = „Komplexbehandlung Schlaganfall“) aus den Qualitätsberichten entnommen.

Darüber hinaus wurden je nach Teilstudie weitere Daten herangezogen:

#### **Teilstudie 1:**

Die Analysen wurden auf der Basis von der Qualitätsdatenbank und den Qualitätsberichten für das Jahr 2015 durchgeführt. Als weitere Variable wurde der Lehrstatus (Angabe über die Möglichkeit für Medizinstudierende zur Absolvierung des „Praktischen Jahres“) und Daten der eQS als Ausprägung von QI zu Struktur-, Prozess- und Ergebnisqualität aus den Qualitätsberichten entnommen. Zusätzlich wurde der Case Mix Index (CMI) zu den entsprechenden Krankenhäusern ergänzt. Der CMI wurde dem Krankenhaus-Directory 2015 [29] entnommen und wurde als metrische Prädiktorvariable in die Analysen einbezogen. Der CMI konnte nicht allen in die Analysen einbezogenen Krankenhäusern zugeordnet werden (1436 von 1642 Krankenhäusern).

### **Teilstudie 2 und 3:**

*Geografische Daten:* Zur Operationalisierung des Durchdringungsgrads pro Landkreis wurden geografische Daten vom Bundesamt für Kartografie und Geodäsie herangezogen (Postleitzahl, Landkreis, Bundesland). Die Datenverknüpfung erfolgte anhand der Postleitzahl (PLZ) der Krankenhausstandorte und über das Programm QGIS.

*Versichertendaten:* Das Wissenschaftlichen Institut der AOK (WiDO) stellte dem IVE für das QUASCH-Projekt eine für Deutschland repräsentative Stichprobe von Schlaganfallpatient:innen mit Erstinsult im Zeitraum 2007–2017 zur Verfügung. Eingeschlossen wurden akutstationär als Notfall aufgenommene erwachsene Schlaganfallpatient:innen der 11 im Bundesgebiet aktiven AOKen (Allgemeine Ortskrankenkassen) mit den Entlassungsdiagnosen ICD-10 I60, I61, I63, I64, G45 (ausgenommen G45.4), die entweder in Hessen, dem Bundesgebiet mit der längsten Schlaganfall-eQS-Erfahrung (externe Qualitätssicherung zum akuten Schlaganfall) oder im übrigen Bundesgebiet behandelt wurden. Für die Teilstudie 3 wurde der Datensatz auf Patient:innen mit einem Hirninfarkt (ICD-10 I63) beschränkt, deren erste akute Schlaganfallbehandlung im Zeitraum 2007–2017 stattgefunden hatte [30]. Verwendet wurden Datensätze, die von den Krankenhäusern (auf Basis von § 301 SGB V) an die AOKen geliefert und vom WiDO für Analysezwecke verknüpft werden. Der Stichprobenumfang dieser Studie wurde aus vertraglichen Gründen auf maximal 500.000 Patient:innendatensätze begrenzt. Für die Analysen wurden folgende Variablen verwendet: Alter, Geschlecht, Wohnort (PLZ), Entlassungsdiagnosen (ICD) und durchgeführte Prozeduren (OPS) beim Schlaganfall-Erstereignis und weiteren Krankenhausaufenthalten, Aufnahmegrund Notfall und Entlassungsgrund Versterben, Pflegestufe im Beobachtungszeitraum, und behandelnde Krankenhäuser (Institutionskennzeichen) bei Krankenhausaufenthalten im Beobachtungszeitraum. Die Daten zum Wohnort der Patient:innen (PLZ) und dem Behandlungsort (IK und PLZ des Krankenhauses) wurden zur Verknüpfung mit den Qualitätsberichtsdaten und geografischen Daten genutzt, um u. a. Unterschiede zwischen Wohn- und Behandlungsort zu analysieren. Die Abrechnungsdaten der Krankenhäuser werden durch den medizinischen Dienst hinsichtlich ihrer Validität geprüft. Datenschutzrichtlinien wurden eingehalten.

*Sekundärdaten der Landesarbeitsgemeinschaft Qualitätssicherung Hessen (LAGQH):* Die Datenerhebung erfolgte durch die LAGQH (früher GQH – Geschäftsstelle Qualitätssicherung Hessen). Der Datensatz fußt auf der für alle Krankenhäuser verpflichtend durchzuführenden Dokumentation für die externe Qualitätssicherung des akuten Schlaganfalls in Hessen. Die ver-

wendeten Erhebungsinstrumente sind auf der Internetseite der LAGQH einsehbar. Die zur Verfügung gestellten Daten (anonymisierte Dokumentation) enthielten Informationen zum Schweregrad des Schlaganfalls (Rankin-Scale, Barthel-Index), die für die Analysen zum Einfluss auf die Sterblichkeit nach einem Schlaganfall genutzt wurden (Teilstudie 3). Jedem Fall (Patient:in) wurde eine LAGQH-Registrierungsnummer zugewiesen.

*Externe Qualitätssicherung:* Durchführung einer postalischen Befragung aller Gremien der Bundesländer für externe stationäre Qualitätssicherung (eQS) im ersten Quartal 2019, um die Aktivitäten im Bereich der eQS zum akuten Schlaganfall abzufragen. Bei fehlenden oder unklaren Informationen wurde um ein telefonisches Interview gebeten. Die Rückmeldequote lag bei 100 %. Das Merkmal „eQS“ wurde dem jeweiligen Krankenhaus anhand der Postleitzahl zugeordnet.

*Projekt- bzw. Netzwerkaktivitäten:* Durch die Befragung ergaben sich Hinweise auf existierende Schlaganfallprojekte bzw. Schlaganfall-Netzwerke (PN). Teilnehmende Krankenhäuser verfügen zum Teil auch über eine telemedizinische Vernetzung mit zertifizierten Stroke Units (SU). Diesen Informationen wurde auf der Basis von Internet- und Literaturrecherchen nachgegangen und für betreffende Krankenhäuser im Datensatz ergänzt. Das Merkmal „PN“ wurde dem jeweiligen Krankenhaus anhand der Postleitzahl zugeordnet.

*Stroke-Unit-Zertifikate:* Die Deutsche Schlaganfall-Gesellschaft (DSG) stellte Daten zu Zertifikatsanträgen und -vergaben für SU zur Verfügung. Die Zuweisung des IK und der Standortinformation erfolgte anhand der Adressangaben mittels der IVE-Datenbank. Das Merkmal „SU-DSG (Stroke Unit gemäß DSG-Zertifizierung)“ wurde dem jeweiligen Krankenhaus anhand des IK und der PLZ zugeordnet.

*Stroke Unit gemäß Qualitätsbericht (SU-QB):* Krankenhäusern wurde das Merkmal „SU-QB“ zugeordnet, sofern die Kodierung von a) 250 Schlaganfall-bezogenen ICD ; b) 125 entsprechenden OPS und gleichzeitig der Vermerk „Stroke Unit“ (VS03 oder VN24) im QB vorlag. Der Begriff „Stroke Unit“ obliegt keinem urheberrechtlichen Schutz; die Vorgehensweise ist auf Informationen aus der Literatur und Diskussion mit Experten der Arbeitsgruppe QUASCH gestützt [24, 31].

*Schlaganfallregister:* Die Arbeitsgemeinschaft Deutschsprachiger Schlaganfall-Register (ADSR) stellte Daten über beteiligte Krankenhäuser pro Postleitzahlgebiet zur Verfügung. Diese Postleitzahlinformation wurde mit den Qualitätsberichtsdaten verknüpft und dem jeweiligen Krankenhaus zugeordnet.

## 4.2 Methodik

*Teilstudie 1:* Bei dieser Studie handelt es sich um eine Querschnittsstudie, die auf der Basis der unter 4.1 beschriebenen Sekundärdaten erstellt wurde. Dabei wurde die Versorgungsqualität in Krankenhäusern aus dem Berichtsjahr 2015 untersucht. Für die Analysen wurden Qualitätsindikatorensets gebildet und Leistungsbereichen und Qualitätskategorien/-dimensionen zugeordnet. Für alle Leistungsbereiche und Kategorien wurden Qualitätsindices in Anlehnung an die Vorgaben zur Indexkonstruktion des Instituts für Qualitätssicherung und Transparenz im Gesundheitswesen (IQTIG) [32] berechnet, woraufhin die Zuordnung der Qualitätskategorien „sehr gut“, „gut“ und „durchschnittlich“ erfolgte. Statistische Berechnungen zur Messung der potenziellen Einflüsse erfolgten mithilfe des Mann-Whitney-U-Tests bzw. Kruskal-Wallis-Tests sowie multiplen linearen Regressionsanalysen zur Testung des Zusammenhangs zwischen der jeweiligen Kriteriumsvariable und den Prädiktoren. Für multiples Testen erfolgte die Adjustierung des Signifikanzniveaus mithilfe der Bonferroni-Holm-Methode. Die statistischen Analysen wurden mit dem Programm IBM SPSS 25 vorgenommen.

Eigenanteil: Anteilige Verschriftlichung der Einleitung, Ergebnisse, Methode, Diskussion und Limitation; Berechnung der multiplen linearen Regressionsanalysen und Unterstützung bei Berechnung der Indices.

*Teilstudie 2:* In dieser retrospektiven Beobachtungsstudie wurden strukturbezogene Analysen zur Schlaganfallversorgung in Deutschland ausgewertet. Dazu wurden die Daten aus den Qualitätsberichten mit den AOK-Versichertendaten mithilfe der IVE-Datenbank anhand des Krankenhausinstitutionskennzeichens und der Adressdaten des behandelnden Krankenhauses miteinander verknüpft. Es erfolgte eine univariate Analyse durch Abbildung der Häufigkeiten und Durchdringungsgrade entsprechend der gebildeten Kategorien zu den jeweiligen qualitätsfördernden Maßnahmen (qfM). Da ADSR und eQS durchdrungene Regionen aufgrund limitierter Verknüpfungsmöglichkeiten mit einer Durchdringung von 100% in den jeweiligen Gebieten ausgewiesen wurden, erfolgte eine differenzierte Darstellung (Kategorisierung) im Vergleich zur Behandlung in einem Krankenhaus mit Stroke Unit (gemäß Qualitätsbericht und gemäß Deutsche Schlaganfall Gesellschaft) und in einem Krankenhaus mit Projekt- bzw. Netzwerkaktivitäten. Dabei wurden ADSR und eQS zu einer Kategorie zusammengefasst und entsprechend die anderen zuvor genannten qfM zu einer weiteren Kategorie zusammengefasst.

Der Durchdringungsgrad wurde in zwei Stufen operationalisiert:

- a) Für Krankenhäuser (Qualitätsberichte) durch Berechnung des Anteils kodierter Schlaganfall-assoziiierter ICD unter qfM auf Landkreis-Ebene.
- b) Für AOK-Patient:innen durch Berechnung des Anteils behandelter Patient:innen unter qfM auf Landkreis-Ebene.

Außerdem erfolgte eine bivariate Analyse anhand des Konkordanzkoeffizienten nach Kendall zur Untersuchung des Trends verschiedener qfM im Jahresverlauf.

Eigenanteil: Erarbeitung der Publikation unter Mitarbeit der Koautor:innen; Verknüpfung der Datensätze; Datenanalyse.

*Teilstudie 3:* Die Grundlage der Analysen der retrospektiven Kohortenstudie sind die Versicherten-Daten der AOK zwischen 2007 bis 2017, die für den Beobachtungszeitraum entsprechenden Qualitätsberichte, sowie die ergänzenden Datensätze (Stroke Unit Angaben, Projekt-Netzwerkaktivitäten, LAGQH-Daten, eQS-Befragung). Die Verknüpfung des AOK-Datensatzes mit dem LAGQH-Datensatz erfolgte anhand der Variablen Geschlecht, Geburtsmonat und -jahr, Krankenhausinstitutionskennzeichen und Aufnahmedatum. Die Qualitätsberichtsdaten wurden anhand der Institutionskennzeichen und der Postleitzahl des behandelnden Krankenhauses mithilfe der IVE-Datenbank zugeordnet. Die ergänzenden Datensätze wurden mithilfe der Adressdaten zugeordnet.

Ziel der Studie war die Berechnung der Gesamtsterblichkeit (Mortalitätsrisiko) von Patient:innen mit Hirninfarkt ohne Behandlung gemäß „neurologischer Komplexbehandlung“ (Schlaganfall-assoziierte OPS) im Vergleich zu

- (a) Patient:innen, die nach der „anderen neurologischen Komplexbehandlung (OPS-8-98b)“ behandelt wurden;
- (b) Patient:innen, die nach der „neurologischen Komplexbehandlung (OPS 8-981)“ behandelt wurden.

Zusätzlich zur OPS-Behandlung wurden folgende zwei Bedingungen berücksichtigt:

- (a) Behandlung unter eQS-Bedingungen im Vergleich zu Behandlungen ohne eQS;
- (b) Behandlung in Krankenhäusern mit oder ohne Stroke Unit.

Es wurden die Überlebenszeiten für alle Patient:innen mit Hirninfarkt (in Tagen) nach dem Erstereignis im Beobachtungszeitraum und der Anteil der verstorbenen Patient:innen ein Jahr nach dem Erstereignis nach OPS-Art und Behandlungsort (Stroke Unit, eQS, Patient:innen mit



LAGQH-Registrierung) berechnet. Die Analysen zu den Unterschieden hinsichtlich des Gesamtsterberisikos, differenziert nach OPS-Typ wurden mittels Cox-Regressionsanalysen und Kaplan-Meier-Methode einschließlich Log-Rank-Test untersucht. Die Entwicklung der Behandlungsarten im Jahresverlauf wurde bivariat mithilfe des Konkordanzkoeffizienten nach Kendall untersucht. Die Analysen wurden mit dem Programm IBM SPSS Version 28 durchgeführt.

Eigenanteil: Erarbeitung der Publikation unter Mitarbeit der Koautor:innen; Verknüpfung aller Daten außer der AOK- und LAGQH-Daten; Datenanalyse.

## 5 Empirische Untersuchungen

### 5.1 Publikationen zu den Teilstudien

#### Teilstudie 1

Eine Untersuchung der Assoziation verschiedener Strukturmerkmale von Krankenhäusern mit der vorherrschenden Versorgungsqualität ergab, dass signifikante Assoziationen zwischen diesen bei ca. 90% aller geprüften und erhobenen Indices vorlagen. Positive Assoziationen mit der Versorgungsqualität lagen bei Lehrkrankenhäusern, bei Krankenhäusern mit geringem CMI, weniger als 100 Betten und unter privater Trägerschaft vor. Als Grund für dieses kontraintuitive Ergebnis wird in der Arbeit eine mangelhafte Risikoadjustierung der in der eQS verwendeten Qualitätsindikatoren diskutiert.

Artikel in Zeitschrift mit Impact Factor (IF 2022 = 1,1):

Vorbeck L\*, **Naumoska D\***, Geraedts M. Assoziation von Strukturvariablen mit der Versorgungsqualität der Krankenhäuser in Deutschland. *Gesundheitswesen* 2022; 84(3):242–9. doi: 10.1055/a-1341-1246. (\*Vorbeck/Naumoska: geteilte Erstautorenschaft)

#### Teilstudie 2

Diese Studie überprüfte die Etablierung verschiedener qualitätsfördernder Maßnahmen (qfM), welche in den letzten Jahren in Deutschland regional in unterschiedlichem Maße eingeführt wurden. Die Ziehung einer repräsentativen Stichprobe unter Zuhilfenahme von Schlaganfall-assoziierten ICD-10 aus Qualitätsberichten deutscher Krankenhäuser ergab, dass im Zeitraum von 2006-2017 ein Anstieg qfM-kodierter Schlaganfälle in Krankenhäusern um 14% bis 20% messbar war. 2006 wurden 80% der Schlaganfälle in einem Krankenhaus mit mindestens einer qfM kodiert, wohingegen es 2017 bereits 95% waren.

Artikel in Zeitschrift mit Impact Factor (IF 2022 = 1,1):

**Ebbeler D**, Schneider M, Busse O, Berger K, Dröge P, Günster C et al. Spezialisierung der Schlaganfallversorgung in Deutschland: Strukturveränderungen im Zeitraum von 2006–2017. *Gesundheitswesen* 2023; 85(4):242–9. doi: 10.1055/a-1690-6786.

### *Kongress-Beiträge:*

#### 1. Poster

**Naumoska D**, Schneider M, Busse O, Geraedts M. Spezialisierung der Schlaganfallversorgung in Deutschland in Stroke Units. Poster beim 18. Deutschen Kongress für Versorgungsforschung (DKVF). Berlin, 09.-11.10.2019. Düsseldorf: German Medical Science GMS Publishing House; 2019. Doc19dkvf373; DOI: 10.3205/19dkvf373

#### 2. Poster

**Naumoska D**, Schneider M, Busse O, Geraedts M. Spezialisierung der Schlaganfallversorgung in Deutschland. Poster beim 19. Deutscher Kongress für Versorgungsforschung (DKVF). sine loco [digital], 30.09.-01.10.2020. Düsseldorf: German Medical Science GMS Publishing House; 2020. Doc20dkvf408; DOI: 10.3205/20dkvf408

#### 3. Science Pitch

**Naumoska D**, Schneider M, Busse O, Berger K, Dröge P, Günster C, Kaps M, Misselwitz B, Timmesfeld N, Geraedts M. Versorgungsgeschehen des akuten Schlaganfalls in Deutschland im Zeitraum von 2006-2017. Science Pitch beim 20. Deutscher Kongress für Versorgungsforschung (DKVF). sine loco [digital], 06.-08.10.2021. Düsseldorf: German Medical Science GMS Publishing House; 2021. Doc21dkvf063; doi: 10.3205/21dkvf063

### Teilstudie 3

In Deutschland werden Maßnahmen wie bspw. die Behandlung in den spezialisierten Stroke Units und Behandlungen nach entsprechenden vordefinierten Strukturen und Prozessspezifikationen (Neurological Complex Treatment, NCT = Neurologische Komplexbehandlung: OPS 8-981/8-98b) durchgeführt. Diese erstmalige, kombinierte Analyse aller Maßnahmen ergab, dass Patient:innen, welche eine NCT in Kombination mit der Beachtung von externen Qualitätssicherungsmaßnahmen und der Behandlung in spezialisierten Stroke Units erfuhren, signifikante Behandlungsvorteile genossen. Des Weiteren konnte im Verlauf eine erhöhte Frequenz spezialisierter Therapiemaßnahmen bei Schlaganfällen festgestellt werden.

Artikel in Zeitschrift mit Impact Factor (IF 2022 = 2,5):

**Ebbeler D**, Schneider M, Busse O, Berger K, Dröge P, Günster C et al. Associations between structure- and process-orientated measures and stroke long term mortality - an observational study based on routine data. J Stroke Cerebrovasc Dis 2023; 32(9):107241. doi: 10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2023.107241.

## 5.2 Beteiligung an weiteren Originalarbeiten und publizierten Abstracts

### 5.2.1 Kongressbeitrag/Abstract:

- Schneider M, **Naumoska D**, Kaps M, Misselwitz B, Dröge P, Günster C, Berger K, Geraedts M. Komplikationsrisiken in der Akutbehandlung des Schlaganfalls in Hessen im Zeitraum 2007 bis 2017. Poster beim 18. Deutschen Kongress für Versorgungsforschung (DKVF). Berlin, 09.-11.10.2019. Düsseldorf: German Medical Science GMS Publishing House; 2019. Doc19dkvf371; DOI: 10.3205/19dkvf371

- Schneider M, **Naumoska D**, Kaps M, Misselwitz B, Droege P, Geraedts M. Prognostische Wertigkeit von Komorbiditätsscores bei zerebrovaskulären Erkrankungen. Vortrag beim 19. Deutscher Kongress für Versorgungsforschung (DKVF). sine loco [digital], 30.09.-01.10.2020. Düsseldorf: German Medical Science GMS Publishing House; 2020. Doc20dkvf100; DOI: 10.3205/20dkvf100

- Geraedts M, **Naumoska D**, Berger K, Dröhe P, Günster C, Kaps M, Misselwitz B, Timmesfeld N, Schneider M. Einfluss der externen Qualitätssicherung auf die Sterblichkeit nach Schlaganfall. Vortrag beim 20. Deutscher Kongress für Versorgungsforschung (DKVF). sine loco [digital], 06.-08.10.2021. Düsseldorf: German Medical Science GMS Publishing House; 2021. Doc21dkvf236; doi: 10.3205/21dkvf236

### 5.2.2 Zeitschriftenartikel:

- **Naumoska D**, Mehl C. Entwicklung von Indikatoren zur Bewertung der Qualität der medizinischen Versorgung. *medizin://dokumentation/informatik/informationsmanagement/ (mdi)* 2021; 23(1): 4-8

- Geraedts M, **Ebbeler D**, Timmesfeld N, Kaps M, Berger K, Misselwitz B, Günster C, Dröge P, Schneider M. Quality Assurance Measures and Mortality After Stroke—a Retrospective Cohort Study. *Dtsch Arztebl Int* 2021; 118: 857-63. doi: 10.3238/arztebl.m2021.0339 (IF 2021 = 8,25)

- Geraedts M, **Ebbeler D**, Timmesfeld N, Kaps M, Berger K, Misselwitz B, Günster C, Dröge P, Schneider M. Long-term outcomes of stroke unit care in older stroke patients: A retrospective cohort study. *Age and Ageing*, 2022; 51: 1–7. doi: 10.1093/ageing/afac197 (IF 2022 = 6,7)

- Geraedts M, **Ebbeler D**, Schneider M. Qualitätssichernde Maßnahmen und Sterblichkeit nach Schlaganfall. *GGW - Gesundheit + Gesellschaft Wissenschaft* 2022;22(4):16–24 (kein IF)

## 6 Diskussion

In der Gesundheitsversorgung steht an primärer Stelle die Sicherheit und das Wohlergehen der Patient:innen. Aus diesem Grund ist für die Funktionalität des Gesundheitswesens die Qualitätssicherung ein wichtiger Faktor. Durch die Dokumentation und Analyse von Daten zu Versorgungsprozessen und -ergebnissen ermöglicht externe Qualitätssicherung einen Leistungserbringer-übergreifenden Vergleich auf regionaler und/oder nationaler Ebene. Diese Vergleiche dienen dazu, Verbesserungsprozesse zu initiieren, die den Patient:innen zugutekommen sollen. Solche Systeme sind mithin essenziell, um die Qualität der Gesundheitsversorgung kontinuierlich zu verbessern und eine hohe Versorgungsqualität zu gewährleisten [30].

In der vorliegenden kumulativen Dissertation werden die Hauptergebnisse von drei veröffentlichten Teilstudien zusammengefasst, die sich mit dem Zusammenhang zwischen der Versorgungsqualität und den Struktur- und Prozessmerkmalen der Krankenhäuser im Allgemeinen und denen in der Schlaganfallversorgung im Speziellen befassen. Die Arbeit, die Teil der QUASCH-Studie (Qualitätsgesicherte Schlaganfallversorgung) ist, untersuchte die Qualität der Schlaganfallversorgung in Hessen im Vergleich zum Bundesgebiet. Zwei der drei Teilstudien entstanden aus der QUASCH-Studie.

Teilstudie 1 untersuchte den Zusammenhang zwischen Strukturmerkmalen von Krankenhäusern und der Versorgungsqualität, basierend auf Qualitätsberichtsdaten von 1538 deutschen Krankenhäusern. Dabei wurden Faktoren wie Krankenhausgröße, Region, Trägerschaft und Lehrstatus berücksichtigt. Die Studie verwendete 233 Qualitätsindikatoren aus verschiedenen medizinischen Bereichen zur Bewertung. Es wurde festgestellt, dass signifikante Assoziationen zwischen den Strukturmerkmalen und der Qualität der Versorgung bestehen, wobei kleinere, privat geführte Krankenhäuser überraschenderweise häufig besser abschnitten. Dies ist bemerkenswert, da größere Krankenhäuser bzw. Lehrkrankenhäuser in existierenden Studien oft mit einer höheren Versorgungsqualität in Verbindung gebracht wurden, was im Kontrast zu den Ergebnissen dieser Analysen steht [33].

Die Ergebnisse der ersten Teilstudie deuten auf mögliche Verzerrungen in den aktuellen Qualitätsindikatoren hin, so dass eine Überarbeitung unter Einbeziehung von Strukturindikatoren und patientenbezogenen Eigenschaften vorgeschlagen wird. Konkret wiesen die Studienergebnisse auf eine Reihe von methodischen Herausforderungen in der Qualitätssicherung im Gesundheitswesen hin. Besonders kritisch zu bewerten ist die unzureichende Risikoadjustierung,

die zu verzerrten Ergebnissen führen kann, indem Krankenhäuser mit komplexeren Patient:innenfällen negativ bewertet werden. Einer adäquaten Risikoadjustierung ist eine hohe Bedeutung beizumessen, da sich ein großer Teil der in den Qualitätsberichten abgebildeten Qualitätsindikatoren auf die Ergebnisqualität bezieht, wovon nur ca. ein Viertel risikoadjustiert sind. Einen Hinweis auf fehlende Risikoadjustierung lieferten die Analysen der ersten Teilstudie unter Einbeziehung des Case-Mix-Index, welche zeigten, dass bei Anstieg des Komplexitätsgrades (CMI) die Gesamtqualität sinkt. Dies wird durch Vergleiche mit Studien aus den USA deutlich, die ähnliche Probleme bei der Bewertung von großen Krankenhäusern und Lehrkrankenhäusern feststellten [34, 35]. Auch kritisch zu hinterfragen ist die Auswahl der Art der verwendeten Indikatoren.

Mit Hinblick auf den Aufwand einer adäquaten Risikoadjustierung und dem hohen Grad an Komplexität bei der Interpretation der Ergebnisse der Ergebnisindikatoren ist eine Überlegung zur anteiligen Erhöhung von Strukturindikatoren sinnvoll. Strukturindikatoren sind bewiesenermaßen gut funktionierend anwendbar, weniger aufwändig abzubilden und für „Normalverbraucher“ einfacher zu interpretieren. Solche Indikatoren finden z. B. bei der Vergabe von Zertifikaten Anwendung. Zertifikate und Qualitätssiegel im deutschen Gesundheitswesen dienen dazu, Leistungserbringern die Erfüllung spezifischer struktureller und prozessualer Anforderungen zu bescheinigen [24]. Dies soll neben der eigenen Prüfung des Qualitätsstandards dazu dienen, den Patient:innen eine Orientierung hinsichtlich der zu erwartenden Behandlungsqualität zu ermöglichen. Die Ergebnisse der zweiten Teilstudie am Beispiel der Schlaganfallversorgung zeigten eine klare Tendenz: die Anzahl an qualitätsfördernden Maßnahmen wie z.B. die Zertifizierung von speziellen Schlaganfalleinheiten in Krankenhäusern (nach den Kriterien der Deutschen Schlaganfall Gesellschaft zertifizierte Stroke Units) und die Etablierung von gesetzlich verpflichtenden externen Qualitätssicherungsmaßnahmen hat im Laufe der Jahre (2006-2017) zugenommen. Diese Entwicklung zeigt sich sowohl bei der Anzahl der Schlaganfälle, die unter qfM-Bedingungen behandelt wurden, als auch in der Anzahl der Patient:innen, die in SUs versorgt wurden [1]. Bei der Entwicklung zeigten sich allerdings regionale Unterschiede. Die Studie betonte die Notwendigkeit, regionale Versorgungslücken zu schließen und hob hervor, dass die Kennzeichnung „Stroke Unit“ nicht immer klar definierte Qualitätskriterien erfüllt, da der Begriff „Stroke Unit“ nicht urheberrechtlich geschützt ist. Die Studie unterstreicht überdies, dass, obwohl die Versorgung in spezialisierten Krankenhäusern gestiegen ist, die tatsächliche Aufnahme aller Schlaganfallpatient:innen in eine SU nicht garantiert ist. Die

Ergebnisse weisen darauf hin, dass eine Zentralisierung der Schlaganfallversorgung möglicherweise bessere Patient:innenergebnisse erzielen könnte, was in weiteren Analysen des QUASCH-Projekts untersucht wird.

In der dritten Teilstudie wurden die Effekte neurologischer Komplexbehandlung (NCT), SU-Behandlung und eQS auf die Langzeitmortalität bei Schlaganfallpatient:innen untersucht. Die retrospektive Kohortenstudie basierte auf Daten von 243.415 Patient:innen mit einem ersten Hirninfarkt, beobachtet über einen Zeitraum von bis zu zehn Jahren. Die Ergebnisse zeigten, dass qfM, insbesondere die Behandlung in SUs, mit einem geringeren Mortalitätsrisiko assoziiert waren. Allerdings gab es ein erhöhtes Sterberisiko bei Behandlung in SUs verglichen mit der NCT-Behandlung. Dies könnte auf Unterschiede in der Patient:innenauswahl oder auf spezifische Behandlungsprotokolle zurückzuführen sein.

Diese Teilstudie betonte die Bedeutung qualifizierter Krankenhäuser und der Kombination verschiedener Behandlungskomponenten zur Verbesserung der Schlaganfallversorgung. Es wurde außerdem festgestellt, dass Struktur- und Prozess-bezogene Maßnahmen in den Qualitätsindikatoren der externen Qualitätssicherung, den Anforderungen der NCT und SU-Zertifizierungsanforderungen thematische Überschneidungen aufweisen. Eine Analyse der einzelnen Komponenten der verschiedenen qfM, die den größten Beitrag zur Verbesserung der Versorgung liefern, wurde in der Studie nicht untersucht.

Um eine solide Grundlage für die Qualitätsabbildung zu schaffen, müsste zunächst eine zuverlässige Datenstruktur gegeben sein und ein passendes Instrument verwendet werden, um die Qualität korrekt abbilden bzw. interpretieren zu können, wie auch die Ergebnisse der ersten Teilstudie zeigten. Diese Ergebnisse bestätigen Erkenntnisse von Kraska et al. (2017), die ebenfalls betonten, dass inkonsistente Datengrundlagen und Schwierigkeiten bei der Datenverknüpfung die Beurteilung der Qualität der (Schlaganfall-)Versorgung beeinträchtigen können [36]. Um verlässliche Schlussfolgerungen über die Auswirkungen von Struktur- und Prozessmerkmalen zu ziehen, seien verbesserte Methoden zur Sicherstellung der Vollständigkeit und Validität der Daten erforderlich. Zudem tragen Struktur- und Qualitätsmerkmale eines Krankenhauses signifikant zur Patientenzufriedenheit bei; eine bessere Personalausstattung sowie verbesserte Prozess- und Ergebnisqualität korrelieren mit höherer Patient:innenzufriedenheit [37]. Diese Erkenntnis unterstreicht die Wichtigkeit der Patientenperspektive als Qualitätsmerkmal und -indikator im Krankenhaus, die in Zukunft noch mehr Bedeutung erhalten sollte. Qualitätsberichte besitzen das Potenzial zur Beeinflussung der Versorgungsqualität [38]. Eine optimale

Gestaltung der Qualitätsberichte könnte deren Nutzung als Instrument zur Erfassung, Bewertung und Verbesserung der Krankenhausversorgung effizienter machen. Dieser Ansatz könnte auch dazu beitragen, eine Basis für vergleichende Informationen zu schaffen und so die Versorgungsqualität langfristig zu verbessern.

Auch besonders hervorzuheben ist der Mangel an schnell verfügbarem neurologischem Know-how, insbesondere in ländlichen Gebieten. Dies ist eines der größten Hindernisse in der Schlaganfallversorgung. Ein wichtiger Aspekt dieser Dissertation, der etwa in Teilstudie 2 aufgezeigt wurde, waren die Unterschiede zwischen ländlichen und städtischen Gegenden. Auch eine Studie von Seabury et al. hob hervor, dass signifikante geografische Unterschiede in der Qualität der Schlaganfallversorgung bestehen. Insbesondere zeigte sie, dass nicht-metropolitane Krankenhäuser im Vergleich zu städtischen Krankenhäusern in allen bewerteten Qualitätsmaßnahmen für Schlaganfallversorgung schlechter abschneiden. Es wurde auch hier die Möglichkeit diskutiert, dass Telemedizin und verbesserte prozedurale Bemühungen zur Überbrückung der Qualitätslücke in der Schlaganfallversorgung zwischen städtischen und nicht-städtischen Gebieten beitragen könnten [39], allerdings zeigten sich in der QUASCH-Studie keine entsprechenden Hinweise, was auf die Datengrundlage zurückzuführen sein könnte und zusätzlicher Analysen bedarf. Auch sogenannte Schlaganfallnetzwerke („Stroke care networks“) versuchen die Herausforderung der ländlichen Unterversorgung zu bewältigen, indem sie Krankenhäuser mit spezialisierten Schlaganfallzentren, SUs und Krankenhäuser der unteren Versorgungsstufen miteinander verbinden [40].

Eine wachsende Anzahl von Studien weist speziell im Zusammenhang mit der Schlaganfall-Rehabilitation auch darauf hin, dass die interdisziplinäre Zusammenarbeit Beteiligter für die Verbesserung der Struktur- und Prozessmerkmale in der Schlaganfallversorgung von entscheidender Bedeutung sein kann. Eine Studie von Kushner et al. hebt hervor, dass etwa effektive Teamkonferenzen während der akuten Schlaganfall-Rehabilitation wesentlich sind, um langfristige Kosten zu managen und funktionelle Ergebnisse zu verbessern [41]. Durch eine gut koordinierte Zusammenarbeit verschiedener medizinischer Fachrichtungen, des Pflegepersonals und weiterer Gesundheitsdienstleister können Risikopatient:innen frühzeitig identifiziert und zielgerichtete Interventionen entwickelt werden. Diese umfassen medizinische, physische, kognitive, emotionale und soziale Aspekte der Erholung sowie die Rückkehr in die Gemeinschaft oder das häusliche Umfeld. Die Studie zeigt, dass eine bewusste Strukturierung der Teamkonferenzen und eine starke Führung zu besseren Patient:innenergebnissen führen können, insbesondere bei Schlaganfallpatient:innen mit komplexen klinischen Bedürfnissen.



Ein positives Echo fand die QUASCH-Studie im Innovationsausschuss des G-BA [42, 43], so dass der Ausschuss empfiehlt, einerseits die Ergebnisse informationshalber an den Unterausschuss Qualitätssicherung des G-BA weiterzuleiten. Andererseits sollen die Ergebnisse auch an die Stiftung Deutsche Schlaganfall-Hilfe (SDSH) und die Deutsche Schlaganfall-Gesellschaft (DSG) weitergeleitet werden. Vor allem der Endpunkt „Sterblichkeit in Form des Gesamtrisiko“ zeigte nach Ansicht des Ausschusses einen engen Zusammenhang zwischen der Versorgung von Schlaganfallpatient:innen, der eQS sowie der Behandlung in einer SU. Auch hinsichtlich der sekundären Endpunkte „alle Rezidive und embolische Rezidive“ zeigten sich Korrelationen zwischen eQS und der Behandlung in einer SU im Vergleich mit der Behandlung in Krankenhäusern, bei denen eQS nicht installiert war. DSG und SDSH weisen in ihrer Rückmeldung vom 18.05.2022 [43] zunächst darauf hin, dass in der Vergangenheit bereits große Fortschritte in der Diagnostik wie auch der Therapie des Schlaganfalls erzielt wurden. Als ein weiterer Meilenstein der positiven Entwicklung wird die mechanische Thrombektomie erwähnt, die seit 2015 als evidenzbasierte Maßnahme flächendeckend etabliert wird.

Die hohe Qualität in der Schlaganfallversorgung wird auch durch die Einführung von Qualitätsindikatoren, die Etablierung regionaler Schlaganfallnetzwerke und -register sowie die Zertifizierung von SU gewährleistet. Allerdings haben DSG und SDSH darauf verwiesen, dass bereits 2006 von der ADSR evidenzbasierte Indikatoren zur Messung von Qualitätsmerkmalen der akutstationären Versorgung in deutschen Kliniken publiziert wurden, die seit 2007 einheitlich in den regionalen Registern erhoben werden.

Angemerkt wird weiterhin in der Stellungnahme der DSG und SDSH, dass in der Studie die Schlaganfallschweregrade keine Berücksichtigung fanden. Nach dem National Institutes of Health Stroke Scale-Score (NIHSS) wird ein Schlaganfall als leichter, mäßiger, mittelschwerer bis schwerer und schwerer Schlaganfall kategorisiert [44]. Da das Hauptaugenmerk der Studie jedoch auf dem Akutaufenthalt lag und eine Rehabilitation sich in vielen Fällen anschließt, ist diese Limitation von den Autor:innen der Studie ausdrücklich vermerkt worden.

Daten zur Beurteilung der Funktionalität nach einem Schlaganfall wie beispielsweise die Lebensqualität fehlen generell. Die Bereitstellung solcher Daten wird jedoch als essenziell angesehen. Deshalb empfehlen DSG und SDSH, „Strukturen zur sektorenübergreifenden Qualitätssicherung über die Grenzen der Stroke Units hinweg in Deutschland unter wissenschaftlicher Begleitung weiterzuentwickeln und entsprechende Ansätze zu fördern“ (Innovationsausschuss beim Gemeinsamen Bundesausschuss (2022b), 2022, S. 11).

Verwiesen wird auf das schwedische Modell des Riksstroke Registers, das als vorbildlich für die Nachsorge von Schlaganfallpatient:innen gesehen wird. Die Thrombolyse ist weiterhin eine tragende Säule in der Behandlung des akuten ischämischen Schlaganfalls. Die Erkenntnis, dass ihre rechtzeitige Verabreichung mit einem besseren funktionellen Outcome einhergeht, ist eine logische Schlussfolgerung [45]. Die Zeit von der Ankunft des Patient:innen in der Klinik über die Neurobildgebung (funktionelle Magnetresonanztomographie) bis zum Thrombolyse-Bolus ist eine der wesentlichsten Kennzahlen in der Therapie des akuten Schlaganfalls [46]. Besonders in ländlichen Regionen besteht das Problem, dass in kleineren lokalen Zentren ein Mangel an Schlaganfallspezialist:innen besteht. Diese Situation führt zu einer Einschränkung vor allem in zeitlicher Hinsicht in der Schlaganfalltherapie.

Die Limitationen der drei Studien, die der Dissertation zugrunde liegen, zeigen gemeinsame Herausforderungen in der Datenerfassung und -interpretation im Kontext der Krankenhausversorgung. Ein wesentliches Problem bei Teilstudie 1 war, dass die Anzahl der von einem Krankenhaus berichteten QI nicht in die Qualitätsbewertung einfließt. Dies könnte zu einem Vorteil für Krankenhäuser mit weniger veröffentlichten QI führen. Trotzdem wurde diese Methodik gewählt, da eine adäquate Risikoadjustierung den Einfluss der Anzahl der QI minimieren sollte. Eine weitere Einschränkung ist die unvollständige Dokumentation in den Qualitätsberichten, wodurch nicht alle potenziellen Einflussfaktoren in die Analyse einbezogen werden konnten. Zudem wurden die Ergebnisse der multiplen linearen Regression trotz der Verletzung einer theoretischen Voraussetzung als angemessen betrachtet, da die hohen Fallzahlen in der Studie diese Mängel ausgleichen.

Teilstudie 2 hat Einschränkungen in Bezug auf die Erfassung der Durchdringung mit qfM. Es bestanden Unsicherheiten bei der vollständigen Erfassung und Verknüpfung von Datenquellen, was zu leichten Abweichungen in den Ergebnissen führen kann. Zusätzliche Herausforderungen entstanden durch Datenschutzbeschränkungen und die heterogene Dokumentation der Daten. Die Autor:innen nahmen an, dass in einigen Fällen spezialisierte Behandlungen durchgeführt wurden, auch wenn offizielle Registrierungen fehlen oder Unterbrechungen in der Zertifizierung vorlagen. Diese Faktoren beeinflussten die Interpretation der Ergebnisse und die Vergleichbarkeit verschiedener Maßnahmen im Bundesgebiet.

Bei Teilstudie 3 erlaubt das Studiendesign keine direkte kausale Interpretation der Ergebnisse. Zudem könnten die Ergebnisse aufgrund des Datenschutzes und der aggregierten Datennutzung verzerrt sein. Dies betrifft Variablen wie den sozioökonomischen Status, die eQS und die Be-

handlung in SUs. Drittens beschränkt sich die Studie auf Routinedaten, wodurch relevante Informationen wie funktionelle Kapazität und Behinderung nach einem Hirninfarkt unberücksichtigt bleiben. Außerdem bezieht sich die Studie nur auf Patient:innen, die bei der AOK versichert sind, was einen geringen Selektionsbias vermuten lässt. Schließlich waren nur Bündel von Maßnahmen, nicht einzelne Struktur- und Prozessmaßnahmen, Gegenstand der Untersuchung. Zukünftige Analysen sollten eine bessere Differenzierung der Maßnahmen ermöglichen, um die Wirksamkeit einzelner Maßnahmen zu identifizieren.

Alle im Rahmen der vorliegenden kumulativen Dissertation betrachteten Struktur- und Prozessmerkmale und Maßnahmen lassen sich in gewisser Ausprägung mit einer besseren Versorgungsqualität in Verbindung bringen. Teilstudie 1 legt nahe, dass vor allem kleine, privat getragene Krankenhäuser mit niedrigem CMI und ohne Lehrauftrag eine signifikant bessere Behandlungsqualität aufweisen, was jedoch in direkter Verbindung zu Teilstudie 2 und 3 kritisch zu hinterfragen ist. Eine weiterhin gesteigerte Versorgungsqualität lässt sich messen, insofern Krankenhäuser mindestens eine qfM aufweisen, was bedeutet, dass bestimmte Kriterien, wie z.B. Mindestmengen vorzuweisen sind. Kleine Krankenhäuser können diese häufig nicht erfüllen [17]. Teilstudie 3 untersuchte letztlich die Kombination von NCT, eQS und der Behandlung in SUs. Die Kombination der einzelnen Therapiemaßnahmen und Strukturmerkmale ist mit einem zum Teil signifikant geringeren Mortalitätsrisiko nach akutem Schlaganfall assoziiert.

Eine Konzentrierung der in den einzelnen Teilstudien untersuchten qfM zur Behandlung des Schlaganfalls in spezialisierten Krankenhäusern könnte einen summativen Effekt aufweisen und die Versorgungsqualität bei Schlaganfallpatient:innen signifikant steigern und gleichzeitig zur Senkung des Mortalitätsrisikos beitragen. Da jedoch viele der Struktur- und Prozessmerkmale in Kombination analysiert wurden, sollte zukünftige Forschung den Effekt der isolierten Merkmale erörtern. Des Weiteren muss ein Wandel zur Bewertung der Qualität der Krankenhausversorgung stattfinden, um die korrekte und faire Bewertung von Versorgungs- und Behandlungsqualität abbilden zu können. Auch die flächendeckende Etablierung von qfM und der in Teilstudie 3 untersuchten Kombinationstherapie aus NCT, eQS und der Behandlung in zertifizierten SU muss weiter ausgebaut werden. Da die Datenlage hierzu sehr groß ist, bietet sich eine zentrale, staatlich geförderte und koordinierte Steuerung an.

Basierend auf den rasanten Entwicklungen im Bereich der künstlichen Intelligenz (KI) ist zukünftig davon auszugehen, dass KI und „Big Data“ auch vermehrt für externe Qualitätsüberprüfungen genutzt werden. Die Anwendung von KI-Modellen ermöglicht es, Muster in großen Datensätzen zu identifizieren, die für die Verbesserung der Versorgungsqualität wesentlich

sind. Diese Modelle können wichtige klinische Variablen herausfiltern, um Vorhersagen über den Krankheitsverlauf und mögliche Ergebnisse nach einem Schlaganfall zu treffen. Besonders bei der Analyse von schweren Schlaganfällen könnten solche Modelle zur Identifizierung von Risikofaktoren und zur Optimierung der Behandlungsstrategien beitragen. Zudem könnten KI-Modelle genutzt werden, um die Qualität der Versorgung zu bewerten und vorherzusagen, welche Struktur- und Prozessmerkmale zu besseren Patient:innenergebnissen führen. Dabei könnte die KI helfen, komplexe Zusammenhänge zwischen verschiedenen Merkmalen und Behandlungsergebnissen zu entschlüsseln und somit zur Optimierung der Schlaganfallversorgung beitragen. Eine Studie von Lin et al. zeigt das Potenzial von Big Data-Analysen und KI etwa in der Vorhersage von Schlaganfallergebnissen. Der Einsatz von Methoden des maschinellen Lernens führte zu hohen Genauigkeiten bei der Vorhersage von funktionellen Ergebnissen nach einem Schlaganfall. Durch Hinzufügen von Nachsorge-daten verbesserte sich die Vorhersagefähigkeit sogar noch [47].

Auch die Studie "Risk factor identification and prediction models for prolonged length of stay in hospital after acute ischemic stroke using artificial neural networks" demonstriert das Potenzial von KI, speziell künstlichen neuronalen Netzwerken, zur Identifizierung von Risikofaktoren und zur Vorhersage der Verweildauer im Krankenhaus nach einem akuten ischämischen Schlaganfall. Die Analyse von Patient:innendaten ermöglichte es, wichtige Einflussfaktoren zu identifizieren und ein Modell mit hoher Genauigkeit, Sensitivität und Spezifität zu entwickeln. Solche Modelle könnten in der Schlaganfallversorgung verwendet werden, um Risiken zu antizipieren und individualisierte Behandlungspläne zu erstellen, was zur Verbesserung der Versorgungsqualität und Patient:innenbetreuung beitragen könnte [48].

Zusammengefasst zeigt die vorliegende kumulative Dissertation auf Basis der drei Teilstudien auf, dass erstens weiterhin große methodische Herausforderungen in der einrichtungsvergleichenden Qualitätssicherung bestehen, insbesondere bei der Risikoadjustierung, was zu verzerrten Ergebnissen führen kann. Zweitens wurde eine Zunahme der qfM und eine verbesserte Versorgung in SUs festgestellt, jedoch zeugten sich regionale Unterschiede und Versorgungslücken. Die Ergebnisse zeigen drittens, dass eine Spezialisierung und Zentralisierung der Schlaganfallversorgung möglicherweise zu besseren Patient:innenergebnissen führen könnte. Die Studien legen nahe, dass eine Anpassung der Qualitätsindikatoren und eine Erhöhung des Anteils der Strukturindikatoren erforderlich ist, um eine genauere Bewertung der Versorgungsqualität zu ermöglichen.

## 7 Zusammenfassung

- Ziel:** Die vorliegende kumulative Dissertation untersucht den Einfluss von Strukturen und Prozessen auf die Qualität der stationären Versorgung mit dem Fokus auf die Versorgung bei einem akuten Schlaganfall.
- Material:** Grundlage der Arbeit sind die Qualitätsberichte deutscher Krankenhäuser, Versicherungendaten der AOK Krankenversicherung (zur Verfügung gestellt durch das Wissenschaftliche Institut der AOK – WIdO) und Daten der externen Qualitätssicherung der Landesarbeitsgemeinschaft Qualitätssicherung Hessen. Zusätzlich wurden weitere Daten erhoben bzw. zur Verfügung gestellt (Teilnahme an der Arbeitsgemeinschaft Deutschsprachiger Schlaganfall-Register; Vorhandensein von Stroke Units; Regionen mit verpflichtender externer Qualitätssicherung). Der Beobachtungszeitraum ist 2007 bis 2017.
- Methode:** Die Versorgungsqualität in Krankenhäusern wurde univariat und mit linearen Regressionsanalysen getestet. Analysen zur Entwicklung der Schlaganfallversorgung in Deutschland erfolgten mithilfe von univariaten und bivariaten Berechnungen. Das Mortalitätsrisiko unter Berücksichtigung der Behandlung mit qualitätsfördernden Maßnahmen wurde mithilfe der Kaplan-Meier Methode und Cox-Regressionen untersucht, außerdem wurden univariate und bivariate Modelle angewendet. Die statistische Auswertung wurde mit dem Programm SPSS Version 25 und 28 durchgeführt.
- Ergebnisse:** Die Analysen zeigten das kontraintuitive Ergebnis, dass die Versorgungsqualität besonders in kleinen, privat getragenen Krankenhäusern ohne Lehrauftrag mit vergleichsweise besser Qualität assoziiert ist. Außerdem zeigte sich eine zunehmende Behandlung von Patient:innen mit akutem Schlaganfall in spezialisierten Krankenhäusern. Es konnte gezeigt werden, dass für die Versorgung von Schlaganfallpatient:innen spezialisierte Strukturen und Prozesse mit einem geringeren Mortalitätsrisiko nach akutem Schlaganfall assoziiert sind.
- Diskussion:** Der Ausbau und die Förderung der beschriebenen Maßnahmen ist relevant und zukunftsweisend für eine erhöhte Versorgungsqualität. Viele der angestoßenen Prozesse sind noch im Wandel – diese bieten neben zukünftigen, neuen Therapiemaßnahmen Möglichkeiten, welche aufgrund günstiger und großer Datenlage

mit staatlicher Unterstützung zentral verfolgt werden sollten, um die Versorgungsqualität weiterhin zu steigern. Zukünftige Studien sollten zunächst auch die Effektivität der einzelnen Struktur- und Prozessmerkmale gesondert beurteilen – nicht ausschließlich in Kombination, wie in den vorliegenden Teilstudien.

## 8 Summary

- Aim:** The aim of this dissertation is to show the influence of structures and processes on the quality of inpatient care, with a focus on acute stroke care.
- Material:** The work is based on the quality reports of the German hospitals, the insurance data of the AOK health insurance company (provided by the WIdO, the scientific institute of the AOK) and the external quality assurance data of the Hessian Quality Assurance Office. Further data was collected or provided by respective authorities (participation in the German Registry Working Group; availability of stroke units; regions with mandatory external quality assurance). The observation period is from 2007 to 2017.
- Method:** The quality of care in German hospitals was examined univariate and with linear regression analyses. Structural analyses on the development of stroke care in Germany were tested using univariate and bivariate methods. The mortality risk under consideration of treatment with neurological complex treatments, in stroke units and under the conditions of external quality assurance measures was examined using the Kaplan-Meier method and Cox regression; univariate and bivariate models were also used. The statistical analysis was performed with the SPSS program in versions 25 and 28.
- Results:** The analyses showed the contra intuitive result that the quality of care is associated with better quality, particularly in small, privately run hospitals without a teaching contract. The amount of patients with acute stroke treated in specialized hospitals increased. The analyses showed that certain quality-enhancing structures and processes are associated with a lower mortality risk after stroke.
- Discussion:** The expansion and promotion of the described structures and processes is relevant and forward-looking for an increased quality of care. Many of the initiated processes are still in flux - in addition to future new therapeutic measures, these offer great opportunities that should be pursued centrally with government support due to the favorable and extensive data situation to further increase the quality of stroke care. Future studies should initially also evaluate the effectiveness of the individual structural features separately - not exclusively in combination, as in the present partial studies.

## 9 Literatur

- [1] Ebbeler D, Schneider M, Busse O et al. Spezialisierung der Schlaganfallversorgung in Deutschland: Strukturveränderungen im Zeitraum von 2006–2017. *Gesundheitswesen* 2023; 85: 242–249; DOI: 10.1055/a-1690-6786
- [2] Behnke S. „Time is brain“ : Zeitmanagement in der akuten Schlaganfallversorgung. *Radiologie* 2019; 59: 590–595; DOI: 10.1007/s00117-019-0537-2
- [3] Hacke W, Donnan G, Fieschi C et al. Association of outcome with early stroke treatment: pooled analysis of ATLANTIS, ECASS, and NINDS rt-PA stroke trials. *Lancet* 2004; 363: 768–774; DOI: 10.1016/S0140-6736(04)15692-4
- [4] Schenkel J, Reitmeir P, Reden S von et al. Kostenanalyse telemedizinischer Schlaganfallbehandlung. *Gesundheitswesen* 2013; 75: 405–412; DOI: 10.1055/s-0032-1321779
- [5] Boehme C, Krebs S, Geley T et al. Schlaganfallpfad Tirol. *Notf Rett Med* 2022; 25: 401–411; DOI: 10.1007/s10049-022-01016-w
- [6] Marckmann G, Schildmann J. Qualität und Ethik in der Gesundheitsversorgung. *Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz* 2022; 65: 335–341; DOI: 10.1007/s00103-022-03492-4
- [7] Metwaly AM, Ghoneim MM, Eissa IH et al. Traditional ancient Egyptian medicine: A review. *Saudi J Biol Sci* 2021; 28: 5823–5832; DOI: 10.1016/j.sjbs.2021.06.044
- [8] van der Eijk P. Geschichte der Medizin: Gesundheit – Eigenverantwortung oder Schicksal? (15.01.2024). Im Internet: <https://www.aerzteblatt.de/archiv/112504/Geschichte-der-Medizin-Gesundheit-Eigenverantwortung-oder-Schicksal>; Stand: 15.01.2024
- [9] Geraedts M, Cruppé W de. Effekte der gesetzlichen Qualitätssicherung in der akutstationären Versorgung. *Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz* 2022; 65: 285–292; DOI: 10.1007/s00103-022-03489-z
- [10] Bandura A, Walters RH. *Social learning and personality development*. London: Holt, Rinehart and Winston; 1970
- [11] Berwick DM, James B, Coye MJ. Connections between quality measurement and improvement. *Med Care* 2003; 41: I30-8; DOI: 10.1097/00005650-200301001-00004



- [12] Augurzky B. Krankenhausversorgung nach dem KHSG - noch weitere Herausforderungen? In: Klauber J, Geraedts M, Friedrich J, Wasem J, Hrsg. Schwerpunkt: Zukunft gestalten. Stuttgart: Schattauer; 2017
- [13] Bundesministerium für Gesundheit (BMG). Krankenhausreform (15.01.2024). Im Internet: <https://www.bundesgesundheitsministerium.de/themen/krankenhaus/krankenhausreform>; Stand: 15.01.2024
- [14] Augurzky B, Krolop S, Pilny A, Schmidt CM, Wuckel C. Krankenhaus Rating Report 2016: Mit Rückenwind in die Zukunft? (15.01.2024). Im Internet: [https://www.medhochzwei-verlag.de/Shop/ProduktDetail/KKR\\_2016](https://www.medhochzwei-verlag.de/Shop/ProduktDetail/KKR_2016); Stand: 15.01.2024
- [15] Osterloh F. Krankenhäuser: Streit um mehr Zentralisierung 2024
- [16] Preusker U, Böcken J, Busse R. Höhere Versorgungsqualität durch mehr Konzentration und Spezialisierung. MVF 2019; 12: 62–67; DOI: 10.24945/MVF.05.19.1866-0533.2175
- [17] 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; DOI: 10.1136/bmjopen-2017-016184
- [18] Beckmann MW, Brucker C, Hanf V et al. Quality assured health care in certified breast centers and improvement of the prognosis of breast cancer patients. Onkologie 2011; 34: 362–367; DOI: 10.1159/000329601
- [19] Blum K, Cruppé W de, Ohmann C et al. Mindestmengen bei Knie-TEP-Implantationen. Gesundheitswesen 2008; 70: 209–218; DOI: 10.1055/s-2008-1065360
- [20] Loos S, Albrecht M, Schiffhorst G, Ochmann R, Möllenkamp M. Faktencheck Krankenhausstruktur - Spezialisierung und Zentrenbildung. Im Internet: [https://www.bertelsmann-stiftung.de/fileadmin/files/Projekte/Faktencheck\\_Gesundheit/FC\\_Krankenhausstruktur\\_Studie\\_final.pdf](https://www.bertelsmann-stiftung.de/fileadmin/files/Projekte/Faktencheck_Gesundheit/FC_Krankenhausstruktur_Studie_final.pdf); Stand: 15.01.2024
- [21] Michalsen A, Neitzke G, Dutzmann J et al. Überversorgung in der Intensivmedizin: erkennen, benennen, vermeiden : Positionspapier der Sektion Ethik der DIVI und der Sektion Ethik der DGIIN. Med Klin Intensivmed Notfmed 2021; 116: 281–294; DOI: 10.1007/s00063-021-00794-4

- [22] Vagts DA. Controlling im Krankenhaus - Schwächen aufdecken, Potenziale ausschöpfen. *Anesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther* 2010; 45: 204–208; DOI: 10.1055/s-0030-1249404
- [23] Kitzrow M, Bartig D, Krogias C et al. Qualitätsparameter der akuten Schlaganfallversorgung: Gegenüberstellung unterschiedlicher regionaler Versorgungskonzepte. *Nervenarzt* 2013; 84: 1486–1496; DOI: 10.1007/s00115-013-3930-5
- [24] Nabavi DG, Koennecke H-C, Ossenbrink M et al. Zertifizierungskriterien für Stroke-Units in Deutschland : Update 2018. *Nervenarzt* 2019; 90: 335–342; DOI: 10.1007/s00115-018-0633-y
- [25] Hillmann S, Wiedmann S, Rücker V et al. Stroke unit care in germany: the german stroke registers study group (ADSR). *BMC Neurol* 2017; 17: 49; DOI: 10.1186/s12883-017-0819-0
- [26] Eyding J, Misselwitz B, Weber R et al. Vergleichbarkeit unterschiedlicher Datenquellen zur Schlaganfallversorgung in Deutschland. *Nervenarzt* 2020; 91: 877–890; DOI: 10.1007/s00115-020-00989-8
- [27] Kohler M, Deutschbein J, Peschke D et al. Schlaganfallgeschehen in Deutschland - Zur Vergleichbarkeit von Krankenkassen-, Register- und DRG-Daten. *Fortschr Neurol Psychiatr* 2014; 82: 627–633; DOI: 10.1055/s-0034-1385231
- [28] Misselwitz B, Grau A, Berger K et al. Versorgungsqualität des akuten ischämischen Schlaganfalls in Deutschland 2018. *Nervenarzt* 2020; 91: 484–492; DOI: 10.1007/s00115-020-00908-x
- [29] Wissenschaftliches Institut der Ortskrankenkassen (WIdO). Krankenhaus-Directory 2015: DRG Krankenhäuser im Vergleich. In: Klauber J, Geraedts M, Friedrich J, Wasem J, Hrsg. Schwerpunkt: Zukunft gestalten. Stuttgart: Schattauer; 2017: 357–449
- [30] Geraedts M, Ebbeler D, Timmesfeld N et al. Quality Assurance Measures and Mortality After Stroke. *Dtsch Arztebl Int* 2021; 118: 857–863; DOI: 10.3238/arztebl.m2021.0339
- [31] Pross C, Berger E, Siegel M et al. Stroke units, certification, and outcomes in German hospitals: a longitudinal study of patient-based 30-day mortality for 2006-2014. *BMC Health Serv Res* 2018; 18: 880; DOI: 10.1186/s12913-018-3664-y

- [32] Institut für Qualität und Transparenz im Gesundheitswesen (IQTIG). Methodische Grundlagen (April 2019). Im Internet: [https://iqtig.org/downloads/berichte-2/meg/IQTIG\\_Methodische-Grundlagen-V1.1\\_barrierefrei\\_2019-04-15.pdf](https://iqtig.org/downloads/berichte-2/meg/IQTIG_Methodische-Grundlagen-V1.1_barrierefrei_2019-04-15.pdf); Stand: 20.01.2024
- [33] Ayanian JZ, Weissman JS. Teaching hospitals and quality of care: a review of the literature. *Milbank Q* 2002; 80: 569-93, v; DOI: 10.1111/1468-0009.00023
- [34] Joynt KE, Jha AK. Characteristics of hospitals receiving penalties under the Hospital Readmissions Reduction Program. *JAMA* 2013; 309: 342–343; DOI: 10.1001/jama.2012.94856
- [35] Gilman M, Adams EK, Hockenberry JM et al. Safety-net hospitals more likely than other hospitals to fare poorly under Medicare's value-based purchasing. *Health Aff (Millwood)* 2015; 34: 398–405; DOI: 10.1377/hlthaff.2014.1059
- [36] Kraska RA, Cruppe W de, Geraedts M. Probleme bei der Verwendung von Qualitätsberichtsdaten für die Versorgungsforschung. *Gesundheitswesen* 2017; 79: 542–547; DOI: 10.1055/s-0035-1555953
- [37] Kraska RA, Weigand M, Geraedts M. Associations between hospital characteristics and patient satisfaction in Germany. *Health Expect* 2017; 20: 593–600; DOI: 10.1111/hex.12485
- [38] Kraska RA, Krummenauer F, Geraedts M. Impact of public reporting on the quality of hospital care in Germany: A controlled before-after analysis based on secondary data. *Health Policy* 2016; 120: 770–779; DOI: 10.1016/j.healthpol.2016.04.020
- [39] Seabury S, Bognar K, Xu Y et al. Regional disparities in the quality of stroke care. *Am J Emerg Med* 2017; 35: 1234–1239; DOI: 10.1016/j.ajem.2017.03.046
- [40] Schoenfelder J, Zarrin M, Griesbaum R et al. Stroke care networks and the impact on quality of care. *Health Care Manag Sci* 2022; 25: 24–41; DOI: 10.1007/s10729-021-09582-0
- [41] Kushner DS, Strasser DC. Stroke Inpatient Rehabilitation Team Conferences: Leadership and Structure Improve Patient Outcomes. *J Stroke Cerebrovasc Dis* 2020; 29: 104622; DOI: 10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2019.104622

- [42] Innovationsausschuss beim Gemeinsamen Bundesausschuss (2022a). Beschluss zum abgeschlossenen Projekt QUASCH (01VSF18041). Im Internet: [https://innovationsfonds.g-ba.de/downloads/beschluss-dokumente/146/2022-02-16\\_QUASCH.pdf](https://innovationsfonds.g-ba.de/downloads/beschluss-dokumente/146/2022-02-16_QUASCH.pdf); Stand: 20.01.2024
- [43] Innovationsausschuss beim Gemeinsamen Bundesausschuss (2022b). Dokumentation der Rückmeldungen QUASCH (01VSF18041). Im Internet: [https://innovationsfonds.g-ba.de/downloads/beschluss-dokumente/344/2022-12-15\\_QUASCH\\_Rueckmeldungen.pdf](https://innovationsfonds.g-ba.de/downloads/beschluss-dokumente/344/2022-12-15_QUASCH_Rueckmeldungen.pdf); Stand: 20.01.2024
- [44] Kogan E, Twyman K, Heap J et al. Assessing stroke severity using electronic health record data: a machine learning approach. *BMC Med Inform Decis Mak* 2020; 20: 8; DOI: 10.1186/s12911-019-1010-x
- [45] Meretoja A, Keshtkaran M, Saver JL et al. Stroke thrombolysis: save a minute, save a day. *Stroke* 2014; 45: 1053–1058; DOI: 10.1161/STROKEAHA.113.002910
- [46] Bray BD, Campbell J, Cloud GC et al. Bigger, faster? Associations between hospital thrombolysis volume and speed of thrombolysis administration in acute ischemic stroke. *Stroke* 2013; 44: 3129–3135; DOI: 10.1161/STROKEAHA.113.001981
- [47] Lin C-H, Hsu K-C, Johnson KR et al. Evaluation of machine learning methods to stroke outcome prediction using a nationwide disease registry. *Comput Methods Programs Biomed* 2020; 190: 105381; DOI: 10.1016/j.cmpb.2020.105381
- [48] Yang C-C, Bamodu OA, Chan L et al. Risk factor identification and prediction models for prolonged length of stay in hospital after acute ischemic stroke using artificial neural networks. *Front Neurol* 2023; 14: 1085178; DOI: 10.3389/fneur.2023.1085178

### Assoziation von Strukturvariablen mit der Versorgungsqualität der Krankenhäuser in Deutschland

### Association of Structural Variables with Quality of Care in German Hospitals

#### Autoren

Lisa Vorbeck\*, Dijana Naumoska\*, Max Geraedts\*

#### Institut

Institut für Versorgungsforschung und Klinische Epidemiologie, Philipps-Universität Marburg, Fachbereich Medizin, Marburg, Deutschland

#### Schlüsselwörter

Krankenhaus-Strukturmerkmale, Versorgungsqualität, Qualitätsindikatoren, Qualitätssicherung, Risikoadjustierung

#### Key words

hospital characteristics, quality of care, quality indicators, quality assurance, risk adjustment

online publiziert 11.03.2021

#### Bibliografie

Gesundheitswesen 2022; 84: 242–249

DOI 10.1055/a-1341-1246

ISSN 0941-3790


© 2021. Thieme. All rights reserved.

Georg Thieme Verlag KG, Rüdigerstraße 14, 70469 Stuttgart, Germany

#### Korrespondenzadresse

Prof. Dr. Max Geraedts, M. San.

Institut für Versorgungsforschung und Klinische Epidemiologie  
Philipps-Universität Marburg, Fachbereich Medizin  
Karl-von-Frisch-Str. 4, 35043 Marburg  
Deutschland  
geraedts@uni-marburg.de

 Zusätzliches Material finden Sie unter <https://doi.org/10.1055/a-1341-1246>.

#### ZUSAMMENFASSUNG

**Hintergrund** Die deutsche Krankenhauslandschaft befindet sich finanzierungsbedingt in einem unkoordinierten Strukturwandel. Gleichzeitig wird versucht, mithilfe von qualitätsorientierten Steuerungsmaßnahmen die Behandlungsqualität sicherzustellen und zu verbessern. Unklar ist, ob insgesamt die

richtigen Strukturen erhalten bleiben, also diejenigen, die bislang Garant positiver Ergebnisse sind.

**Ziel** Untersuchung der Assoziation verschiedener Strukturmerkmale von Krankenhäusern mit der Versorgungsqualität.

**Methode** In einer Sekundärdatenanalyse wurde auf Basis von Krankenhaus-Qualitätsberichten die Assoziation zwischen der Versorgungsqualität und den Strukturmerkmalen Krankenhausgröße, Art der Trägerschaft, Region, Lehrstatus und Case-Mix-Index (CMI) verglichen. Dazu wurden anhand ausgewählter Qualitätsindikatoren der externen Qualitätssicherung (eQS) für jedes Krankenhaus Qualitätsindices berechnet und zunächst univariat mittels Mann-Whitney-U-Test bzw. Kruskal-Wallis-Test sowie anschließend mittels multipler linearer Regressionsanalyse die Assoziationen unter Berücksichtigung der Interaktionseffekte der unabhängigen Variablen untersucht.

**Ergebnisse** Bei ca. 90 % der geprüften Indices lagen signifikante Assoziationen zwischen den Strukturmerkmalen und der Versorgungsqualität vor. Positive Assoziationen mit der Versorgungsqualität lagen bei den Strukturmerkmalen Krankenhausgröße von weniger als 100 Betten, private Trägerschaft, kein Lehrkrankenhaus und geringer CMI vor. Negative Tendenzen lagen v. a. bei den Strukturvariablen Krankenhausgröße von mehr als 500 Betten, öffentliche Trägerschaft, Lehrkrankenhaus und bei höherem CMI vor.

**Schlussfolgerung** Den Ergebnissen dieser Studie zufolge scheinen kleine Krankenhäuser die beste Versorgungsqualität zu erbringen. Dieses kontraintuitive Ergebnis deutet darauf hin, dass die bei der Indexberechnung einbezogenen Qualitätsindikatoren der eQS eventuell unzureichend risikoadjustiert bzw. wissenschaftlich evaluiert sind, sodass von deren Verwendung als Instrumente zur Qualitätssteuerung abzuraten ist.

#### ABSTRACT

**Background** The Hospital sector in Germany is undergoing uncoordinated structural changes for financial reasons. At the same time, quality-oriented control measures are used to ensure and improve the quality of treatment. It is unclear whether the right structures, namely those that guarantee positive results, will be maintained.

**Objective** Investigation of the association between different structural hospital characteristics with quality of care.

\*geteilte Autorenschaft.

**Methods** In a secondary data analysis, the association of quality of care and the structural characteristics of hospital size, type of ownership, region, teaching status and case mix index (CMI) were compared based on hospital quality reports. Quality indices were calculated for each hospital using selected quality indicators of external quality assurance (eQA). First, the associations were examined univariately using the Mann-Whitney U test or Kruskal-Wallis test and then using multiple linear regression analysis, taking into account the interaction effects of the independent variables.

**Findings** About 90 % of the indices examined showed significant associations between structural hospital characteristics

and the quality of care. Positive associations with the quality of care were found in the structural characteristics of hospital size of less than 100 beds, private ownership, no teaching hospital and a low CMI. Negative associations were observed in the structural variables hospital size more than 500 beds, public ownership, teaching-status and higher CMI.

**Conclusion** According to the results of this study, small hospitals seem to provide the best quality of care. This counterintuitive result suggests that the examined eQA quality indicators used in the index calculation may not be sufficiently risk-adjusted or scientifically evaluated, and their use as quality management tools is not recommended.

## Hintergrund

Die Aufrechterhaltung einer funktionstüchtigen Krankenhauslandschaft in Deutschland wird aktuell vielfach diskutiert. Zum einen wird über zunehmende Zahlen von Krankenhäusern berichtet, die von einer Insolvenz bedroht sind. Zum anderen wird erörtert, dass eine bessere Versorgungsqualität mit weniger Krankenhäusern bei Aufrechterhaltung der Flächendeckung möglich sein könnte [1–3]. Zwar hat sich seit den 1990er Jahren die Anzahl der Krankenhäuser reduziert, dennoch hat Deutschland im Vergleich zu anderen europäischen Ländern die höchste Krankenhausbettendichte und einen relativen Mangel an Gesundheitspersonal, trotz überdurchschnittlich hohen Raten an ärztlichem sowie pflegerischem Personal pro Einwohner [4–6]. Zumindest theoretisch können viele Krankenhausstandorte eine flächendeckende Versorgung im ländlichen Raum eher gewährleisten, jedoch verfügen diese meist nicht über adäquate Ressourcen, was zu Qualitätsdefiziten führen kann [7].

Der Gesetzgeber kann in die Strukturgestaltung der Krankenhauslandschaft aufgrund der Länderhoheit nur mittelbar eingreifen, indem bspw. Mindestkriterien für den Strukturerehalt definiert werden. Hierunter sind bspw. die seit 2004 gültigen Mindestmengen oder die seit 2019 gültigen Personaluntergrenzen zu nennen. Eine weitere bedeutende Reform mit gleicher Stoßrichtung stellt das Gesetz zur Reform der Strukturen der Krankenhausversorgung (Krankenhausstrukturgesetz – KHSG) vom 1. Januar 2016 dar, das eine qualitätsorientierte Umgestaltung der Krankenhauslandschaft intendiert. Das Gesetz baut auf den seit 1989 im SGB V verankerten vergleichenden externen Qualitätsprüfungen auf, deren Ergebnisse seit 2006 in den gesetzlichen strukturierten Qualitätsberichten der Krankenhäuser zu publizieren sind. Unter anderem sollen einzelne der Qualitätsprüfungsergebnisse als sogenannte planungsrelevante Qualitätsindikatoren verwendet werden, wobei negative Ergebnisse die Bundesländer zur Schließung von Fachabteilungen veranlassen sollen. Darüber hinaus sind Zu- und Abschläge für besonders positive/negative Ergebnisse geplant [7–10].

Letztlich soll die stationäre Versorgung nur noch in Kliniken stattfinden, die eine hohe Versorgungsqualität aufweisen. Erwartet wird, dass es zu einer Zentralisierung von Krankenhausleistungen kommen wird, die zum einen eine bessere Ressourcenverteilung und zum anderen einen positiven Einfluss der Erfahrung des Personals auf die Behandlungsqualität ermöglicht. Nimptsch und Manky (2017) konnten auch für Deutschland belegen, dass eine überdurchschnitt-

lich gute Versorgungsqualität dann wahrscheinlicher ist, wenn eine Mindestmenge an Leistungen erbracht wurde. Auch Fachgesellschaften nutzen Mindestvorgaben für Strukturen und Prozesse um bspw. Arbeitsroutine, apparative Ausstattung und verfügbares Personal für Zertifizierungszwecke abzufragen [11–14].

Dabei fehlt bisher Evidenz dafür, welche Strukturmerkmale von Krankenhäusern – außer den Leistungsmengen – eigentlich eine hohe Qualität der Versorgung garantieren und daher auch trotz Strukturwandel erhalten bleiben sollten. Sind es die akademischen Lehrkrankenhäuser, Maximalversorger oder eher spezialisierte kleinere Krankenhäuser, die eine bessere Qualität liefern?

National sowie international ist die Studienlage zur Assoziation von Strukturmerkmalen der Krankenhäuser und der Versorgungsqualität gemischt. Es gibt Hinweise dafür, dass Lehrkrankenhäuser bessere Versorgungsqualität in vielen Bereichen leisten als nicht lehrende Häuser [15], unklar ist, ob alleine die Größe ohne Beachtung der Leistungsmenge Qualitätseffekte mit sich bringt [16–18]. Auch der Zusammenhang zwischen der Versorgungsqualität und der Art der Trägerschaft wurde vielfach beleuchtet. Herrera et al. bspw. finden in einer umfangreichen Arbeit eine Tendenz zu höheren Sterblichkeitsraten in privaten Krankenhäusern verglichen mit freigemeinnützigen („privaten, nicht Profit-orientierten“) Häusern, aber keine eindeutigen Unterschiede beim Blick auf Prozess-Qualitätsindikatoren [19–23]. Zudem sind regionale Qualitätsunterschiede seit den grundlegenden Arbeiten von Wennberg und Gitelsohn [25] international vielfach beschrieben [18, 22, 24]. In Deutschland durchgeführte Studien belegen ebenfalls zum Teil regionale Versorgungsunterschiede auf der Kreisebene, der Ebene von Bundesländern und Großregionen (Nord-, West-, Süd-, Ostdeutschland) [26–29].

Insgesamt sind die Einflüsse der verschiedenen Strukturmerkmale auf die Versorgungsqualität in Deutschland noch zu wenig erforscht, um daraus gesundheitspolitische Konsequenzen ziehen zu können. Vor diesem Hintergrund untersucht die vorliegende Studie die Assoziation von Strukturvariablen mit der Versorgungsqualität der Krankenhäuser in Deutschland.

## Methoden

Das Studiendesign entspricht einer Querschnittsstudie auf Grundlage von Sekundärdaten. Im Folgenden werden die Datenquellen,

die Operationalisierung der Variablen sowie das analytische Vorgehen erläutert.

## Krankenhäuser

Grundlage der Studie waren die vom Gemeinsamen Bundesausschuss (G-BA) öffentlich zur Verfügung gestellten strukturierten Qualitätsberichte (sQB) von N = 1538 deutschen Krankenhäusern mit insgesamt N = 1834 Standorten aus dem zu Projektbeginn aktuellsten Berichtsjahr 2015. Davon eingeschlossen wurden Einzelberichte und bei Krankenhausverbänden primär die Standortberichte. Ausgeschlossen wurden sQB, deren Zuordnung zum Standort bzw. Verbund nicht gegeben war sowie psychosomatische und psychiatrische Krankenhäuser und Rehabilitationskliniken ohne Akutstation. Insgesamt wurden N = 1642 Krankenhausberichte eingeschlossen. Aus den sQB wurden Strukturinformationen sowie die Daten der externen stationären Qualitätssicherung (eQS) als Ausprägung von Qualitätsindikatoren (QI) zu Struktur-, Prozess- und Ergebnisqualität entnommen.

## Strukturmerkmale

Zur Messung der potenziellen strukturellen Einflussgrößen auf die Versorgungsqualität wurden den sQB folgende Merkmale entnommen: a) Krankenhausgröße (Bettenzahl); b) Region; c) Art der Trägerschaft; d) Lehrstatus (Angabe über die Möglichkeit für Medizinisierende zur Absolvierung des „Praktischen Jahrs“). Fehlende Informationen zu den Strukturmerkmalen wurden mittels Internetrecherche ergänzt. Der Case Mix Index (CMI), entnommen dem Krankenhaus-Directory 2015 [30], konnte 1436 von 1642 Krankenhäusern zugeordnet und als metrische Prädiktorvariable in die Analysen einbezogen werden. Da der CMI nicht für alle Einrichtungen der Studienpopulation bekannt war, wurde er nur in einer zusätzlichen Analyse der Gesamtindices berücksichtigt, nicht jedoch in den Analysen der Qualität in den Leistungsbereichen und den Kategorien. ► **Tab. 1** zeigt die Kategorisierung der Strukturmerkmale und die entsprechende Verteilung der Krankenhäuser.

► **Tab. 1** Verteilung der Strukturvariablen der Krankenhäuser.

Strukturvariable	Anzahl der Krankenhäuser (Gesamt N = 1642)	Prozentualer Anteil
<b>Bettenanzahl</b>		
< 100 Betten	349	21,3%
100–500 Betten	1074	65,4%
> 500 Betten	219	13,3%
<b>Region</b>		
Nordwest: SH, HH, HB, NI, NW	621	37,8%
Süd: HE, RP, BW, SL, BY	713	43,4%
Ost: BE, BB, SN, ST, MV, TH	308	18,8%
<b>Trägerschaft</b>		
privat	414	25,2%
freigemeinnützig	672	40,9%
öffentlich	556	33,9%
<b>Lehrstatus</b>		
kein Lehrkrankenhaus	788	48%
akademisches Lehrkrankenhaus	854	52%

## Qualität der Versorgung

Zur Beurteilung der Versorgungsqualität wurden die im Jahr 2015 veröffentlichungspflichtigen QI (N = 233) der sQB betrachtet. Ausgeschlossen wurden QI, die sich wiederholende bzw. überschneidende Informationen enthielten, nämlich nicht-risikoadjustierte QI bei Vorliegen eines QI auch in risikoadjustierter Form und zusammengesetzte QI („composite measures“), sowie alle QI aus den QS-Verfahren der Transplantationsmedizin, da diese aufgrund geringer Anzahl berichtender Krankenhäuser und geringer Fallzahlen als ungeeignet für die umfassende Qualitätsabhängigkeitsanalyse eingeschätzt wurden. Die QI aus den orthopädischen und unfallchirurgischen QS-Verfahren waren in 2015 wegen Umstrukturierungen leider allesamt nicht veröffentlichungspflichtig und konnten somit nicht verwendet werden. Zur Berechnung der Qualitätsindices wurden schließlich N = 102 QI (**s. e-supplement 1, Online**) aus 15 von insgesamt 25 QS-Verfahren einbezogen [31]. Um die Versorgungsqualität möglichst umfassend und gleichzeitig übersichtlich – sortiert nach Fachabteilungen bzw. Versorgungsaspekten – zu analysieren, wurden QI-Sets gebildet: Jeder QI wurde einem von vier Leistungsbereichen (anhand der Zugehörigkeit zu medizinischen Fachabteilungen) und einer von sechs Qualitätskategorien/-dimensionen zugeordnet:

Leistungsbereiche:

- **Innere Medizin und Pflege:** 52 QI aus den QS-Verfahren „Ambulant erworbene Pneumonie“, „Herzschrittmacherversorgung“, „Implantierbare Defibrillatoren Implantation“, „Aggregatwechsel“, „Revision/Systemwechsel/Explantation“, „Koronarangiographie und PCI“, „Pflege: Dekubitusprophylaxe“
- **Gefäßchirurgie:** 8 QI aus dem QS-Verfahren „Karotis-Revaskularisation“
- **Herzchirurgie:** 13 QI aus den QS-Verfahren „Koronarchirurgie, isoliert“, „Aortenklappenchirurgie, isoliert“ und „Kombinierte Koronar- und Aortenklappenchirurgie“
- **Gynäkologie und Perinatalmedizin:** 29 QI aus den QS-Verfahren „Mammachirurgie“, „gynäkologische Operationen“, „Geburtshilfe“ und „Neonatalogie“

Kategorien:

- **Erfüllte Indikationskriterien:** 11 QI, z. B. „QI 50004: Leitlinienkonforme Indikation“
- **Nosokomiale Infektionen:** 3 QI, z. B. „QI 50061: Verhältnis der beobachteten zur erwarteten Rate (O/E) an der Anzahl nosokomialer Infektionen pro 1000 Behandlungstage (ohne zuverlegte Kinder)“
- **Mortalität:** 17 QI
- **Komplikationen:** 30 QI, z. B. „QI 1103: Chirurgische Komplikationen (Herzschrittmacher-Implantation)“
- **Leitlinienkonforme Abläufe:** 38 QI, z. B. „QI 2028: Vollständige Bestimmung klinischer Stabilitätskriterien bis zur Entlassung“
- **Erreichen der Behandlungsziele:** 3 QI, z. B. „QI 2036: Erfüllung klinischer Stabilitätskriterien bis zur Entlassung“

Für alle Leistungsbereiche und Kategorien wurden jeweils drei Qualitätsindices in Anlehnung an die Vorgaben zur Indexkonstruktion des IQTIG [32] berechnet, anhand derer die Zuordnung zu den Qua-

litätskategorien „sehr gut“, „gut“ und „durchschnittlich“ erfolgte. Die Indices wurden aus dem Verhältnis der QI mit Werten im Zielbereich zu allen gelieferten QI aus den jeweiligen QI-Sets berechnet. Für die Gesamtleistung eines Krankenhauses wurden Indices aus allen QI berechnet. Der Zielbereich für die Indices für „sehr gute Qualität“ war definiert als der Bereich über der 90. Perzentile (bzw. unter der 10. Perzentile für QI, die sich auf zu vermeidende Ereignisse bezogen, weshalb niedrigere Werte bessere Qualität bedeuten), die Schwellen für die Indices für „gute“ und „durchschnittliche“ Qualität lagen bei der 75. (bzw. 25.) und der 50. Perzentile. Insgesamt wurden 33 Qualitätsindices berechnet: 3 x 4 Leistungsbereichs-Indices, 3 x 6 Kategorie-Indices, 3 x 1 Gesamt-Index. Beispielhaft berechnete sich der Index für die verschiedenen Kategorien wie folgt:

$$\frac{\text{Anzahl der QI aus Kategorie X mit Wert} > 50.\text{Perzentile} \text{ (} > 75.\text{Perzentile} / > 90.\text{Perzentile)}}{\text{Anzahl aller von dem KH veröffentlichten QI aus Kategorie X}}$$

Weitere Formeln sind dem **e-supplement 2, Online** zu entnehmen.

Diese Aggregation ermöglicht zu beurteilen, ob ein Krankenhaus in den berücksichtigten Fachabteilungen oder bei den wesentlichen Qualitätskategorien so gut wie der Durchschnitt ist, zu den besten 25% oder sogar zu den besten 10% gehört.

### Statistik

Der Zusammenhang der Strukturvariablen mit den Qualitätsindices wurde univariat mittels Mann-Whitney-U-Test bzw. Kruskal-Wallis-Test getestet; anschließend erfolgten multiple lineare Regressionsanalysen zur Testung des Zusammenhangs zwischen der jeweiligen Kriteriumsvariable und den Prädiktoren. Als Kriteriumsvariable ging jeweils der Qualitätsindex (N = 33) ein, die Prädiktorvariablen Größe, Region, Art der Trägerschaft und Lehrstatus wurden als Dummy-Variablen einbezogen. Da die Ergebnisse Hinweise zeigten, dass die durchschnittliche Fallschwere (CMI) einen Einfluss auf die Messergebnisse der QI hatte, wurde in den Modellen der In-

ces für durchschnittliche, gute und sehr gute Qualität der „Gesamtleistung“ außerdem der CMI als fünfte unabhängige Variable hinzugefügt. Für multiples Testen wurde das Signifikanzniveau mithilfe der Bonferroni-Holm-Methode adjustiert; um die Richtung der Zusammenhänge zwischen den einzelnen Variablen im Einzelnen zu untersuchen, wurden post-hoc-Tests durchgeführt. Alle statistischen Analysen wurden mit dem Programm IBM SPSS 25 (Statistical Package for the Social Sciences, IBM®) vorgenommen.

### Ergebnisse

► **Tab. 2** zeigt jeweils die Mittelwerte und Standardabweichungen aller berechneten Qualitätsindices. Für 46 der 1642 eingeschlossenen Krankenhäuser wurde kein Qualitätsindex berechnet, da die relevanten QI nicht in den sQB vorlagen. Die Mittelwerte der Indices liegen zwischen 0,257 und 0,9. In den Leistungsbereichen liegen die niedrigsten Werte im Index für „sehr gute Qualität“ in der Herzchirurgie (0,257) vor, die höchsten Werte in den Indices der Gefäßchirurgie (0,844). In den Kategorien liegen die niedrigsten Werte im Index für „sehr gute Qualität“ in Erfüllte Indikationskriterien (0,316) vor, die höchsten Werte in den Indices für Nosokomiale Infektionen (0,9). Zur Veranschaulichung: Der Mittelwert des Index für „durchschnittliche Gesamtqualität“ beträgt 0,651 und bedeutet, dass die Krankenhäuser im Durchschnitt bei 65,1% der von ihnen veröffentlichten und in die Studie einbezogenen QI die 50. Perzentile erreichten. Der Mittelwert des Index für „gute Gesamtqualität“ beträgt 0,531 (53,1%) und der des Index für „sehr gute Gesamtqualität“ beträgt 0,489 (48,9%).

Die univariaten Analysen zeigen, dass sich die Mittelwerte der Mehrzahl der Qualitätsindices in Abhängigkeit von der Ausprägung der Prädiktoren unterscheiden (**s. e-supplement 3, Online**), jedoch trifft dies bei keinem der untersuchten Prädiktoren für die Qualitätsindices der Herzchirurgie zu.

Die linearen Regressionsanalysen verdeutlichen signifikante Assoziationen aller untersuchten Strukturvariablen mit mehreren Qualitätsindices der verschiedenen Kategorien und Leistungsbe-

► **Tab. 2** Deskriptive Statistiken der Qualitätsindices.

Qualitätsindices	Kranken- häuser	MW "Index für durchschnittli- che Qualität"	SD "Index für durchschnitt- liche Qualität"	MW "Index für gute Qualität"	SD "Index für gute Qualität"	MW "Index für sehr gute Qualität"	SD "Index für sehr gute Qualität"
<b>Kategorien</b>							
Erfüllte Indikationskriterien	1093	0,556	0,294	0,396	0,295	0,316	0,281
Nosokomiale Infektionen	925	0,900	0,257	0,900	0,257	0,900	0,257
Mortalität	1311	0,701	0,306	0,571	0,313	0,500	0,299
Komplikationen	1590	0,741	0,251	0,648	0,262	0,602	0,254
Leitlinienkonforme Abläufe	1397	0,558	0,204	0,410	0,218	0,374	0,220
Erreichen der Behandlungsziele	1312	0,525	0,413	0,399	0,424	0,354	0,431
<b>Leistungsbereiche</b>							
Innere Medizin und Pflege	1574	0,645	0,207	0,518	0,232	0,474	0,234
Gefäßchirurgie	567	0,844	0,221	0,844	0,221	0,844	0,221
Gynäkologie und Perinatalmedizin	964	0,650	0,213	0,542	0,244	0,509	0,252
Herzchirurgie	100	0,561	0,269	0,359	0,301	0,257	0,317
<b>Gesamtindices</b>							
Gesamtqualität	1596	0,651	0,188	0,531	0,210	0,489	0,213



► Tab. 3 Assoziationen der Versorgungsqualität mit Strukturmerkmalen der Krankenhäuser - Ergebnisse der multiplen linearen Regressionsanalyse.

Qualitätsindex, R <sup>2</sup>	Konstante			Größe (Ref.: mittel)			Region (Ref.: Süd)			Trägerschaft (Ref.: öffentlich)			Lehrstatus			Chemik-Index																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
	Grenzen 95,0% -			klein vs. Ref.			Ost vs. Ref.			privat vs. Ref.			akademisches Lehrkrankenhaus			Grenzen 95,0% -																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
	B	KI	B	B	KI	B	B	KI	B	B	KI	B	KI	B	B	KI	B	KI																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
<b>Leistungsbereiche</b>																			Innere Medizin und Pflege 50; R <sup>2</sup> =0,85	0,633	0,612	0,655	0,135*	0,109	0,161	-0,119*	-0,148	-0,09	-0,038	-0,062	-0,013	0,046*	0,02	0,071	0,013	0,056	-0,03	-0,05	-0,009	Innere Medizin und Pflege 75; R <sup>2</sup> =0,281	0,507	0,484	0,53	0,208*	0,181	0,236	-0,142*	-0,173	-0,111	-0,027	-0,052	-0,001	0,046*	0,019	0,073	0,032	0,009	0,052*	-0,074	-0,031	Innere Medizin und Pflege 90; R <sup>2</sup> =0,314	0,45	0,428	0,472	0,244*	0,217	0,271	-0,125*	-0,155	-0,095	0,045*	0,018	0,072	0,045*	0,018	0,072	0,036	0,013	0,059	-0,078	-0,035	Gefäßchirurgie 50; R <sup>2</sup> =0,061	0,884	0,862	0,906				-0,117*	-0,154	-0,08												Gefäßchirurgie 75; R <sup>2</sup> =0,061	0,884	0,862	0,906				-0,117*	-0,154	-0,08												Gefäßchirurgie 90; R <sup>2</sup> =0,061	0,884	0,862	0,906				-0,117*	-0,154	-0,08												Cytologie und Feintatmedizin 50; R <sup>2</sup> =0,053	0,637	0,615	0,659	0,089*	0,037	0,14	-0,085*	-0,118	-0,051	0,054*	0,021	0,086			0,031	0,003	0,058				Cytologie und Feintatmedizin 75; R <sup>2</sup> =0,092	0,551	0,532	0,569	0,134*	0,076	0,192	-0,147*	-0,184	-0,11	0,058	0,021	0,095									Cytologie und Feintatmedizin 90; R <sup>2</sup> =0,097	0,543	0,515	0,571	0,119*	0,057	0,18	-0,146*	-0,186	-0,106	0,056	0,018	0,094						-0,038	-0,072	0,00	<b>Kategorien</b>																					Erfrühe Indikationskriterien 50; R <sup>2</sup> =0,017	0,492	0,457	0,526				0,085*	0,038	0,132	0,085*	0,038	0,132						0,037	0,001	0,074	Erfrühe Indikationskriterien 75; R <sup>2</sup> =0,017	0,492	0,457	0,526				0,085*	0,038	0,132	0,085*	0,038	0,132						0,037	0,001	0,074	Erfrühe Indikationskriterien 90; R <sup>2</sup> =0,014	0,298	0,28	0,317				0,085*	0,044	0,125	0,085*	0,044	0,125						0,037	0,001	0,074	Nosokomiale Infektionen 50; R <sup>2</sup> =0,152	0,972	0,946	0,998				-0,231*	-0,271	-0,191									-0,035	-0,069	-0,001	Nosokomiale Infektionen 75; R <sup>2</sup> =0,152	0,972	0,946	0,998				-0,231*	-0,271	-0,191									-0,035	-0,069	-0,001	Nosokomiale Infektionen 90; R <sup>2</sup> =0,152	0,972	0,946	0,998				-0,231*	-0,271	-0,191									-0,035	-0,069	-0,001	Mortalität 50; R <sup>2</sup> =0,074	0,797	0,769	0,825				-0,085*	-0,118	-0,052									-0,035	-0,069	-0,001	Mortalität 75; R <sup>2</sup> =0,047	0,635	0,603	0,666				-0,085*	-0,118	-0,052									-0,035	-0,069	-0,001	Mortalität 90; R <sup>2</sup> =0,025	0,528	0,503	0,553				-0,085*	-0,118	-0,052									-0,035	-0,069	-0,001	Komplikationen 50; R <sup>2</sup> =0,066	0,771	0,75	0,791	0,092*	0,06	0,123	-0,099*	-0,135	-0,064	0,047	0,007	0,088			-0,042	-0,075	-0,009	-0,047	-0,084	-0,011	Komplikationen 75; R <sup>2</sup> =0,082	0,686	0,66	0,711	0,12*	0,087	0,154	-0,097*	-0,108	-0,032	-0,07*	-0,104	-0,037						-0,033	-0,06	-0,005	Komplikationen 90; R <sup>2</sup> =0,093	0,623	0,599	0,648	0,149*	0,117	0,182	-0,039	-0,075	-0,002	-0,036	-0,069	-0,002						-0,033	-0,06	-0,005	Leitlinienkonforme Abfälle 50; R <sup>2</sup> =0,059	0,54	0,523	0,558	0,077*	0,046	0,108	-0,091*	-0,121	-0,061	0,017	-0,005	0,04			0,034	0,011	0,056	-0,037	-0,061	-0,014	Leitlinienkonforme Abfälle 75; R <sup>2</sup> =0,139	0,418	0,396	0,439	0,135*	0,102	0,167	-0,126*	-0,158	-0,095						0,034	0,012	0,056	-0,037	-0,061	-0,014	Leitlinienkonforme Abfälle 90; R <sup>2</sup> =0,196	0,306	0,284	0,326	0,144*	0,114	0,179	-0,126*	-0,158	-0,094						0,034	0,012	0,056	-0,037	-0,061	-0,014	Erreichen der Behandlungsziele 50; R <sup>2</sup> =0,044	0,35	0,34	0,36	0,147*	0,117	0,173	-0,126*	-0,158	-0,094						0,034	0,012	0,056	-0,037	-0,061	-0,014	Erreichen der Behandlungsziele 75; R <sup>2</sup> =0,130	0,404	0,359	0,449	0,245*	0,17	0,331	-0,189*	-0,261	-0,137	0,044	-0,032	0,091			0,099*	0,053	0,145	-0,135	-0,056		Erreichen der Behandlungsziele 90; R <sup>2</sup> =0,161	0,373	0,329	0,418	0,269*	0,2	0,339	-0,224*	-0,286	-0,162	0,051	0,005	0,097			0,099*	0,049	0,141	-0,127	-0,174	-0,08	<b>Insgesamt</b>																					Qualität insgesamt 50; R <sup>2</sup> =0,150	0,635	0,615	0,654	0,115*	0,091	0,139	-0,098*	-0,125	-0,071	0,042*	0,018	0,065	0,024	0,004	0,044	0,024	0,044	-0,024	-0,043	-0,005	Qualität insgesamt 75; R <sup>2</sup> =0,240	0,53	0,513	0,546	0,176*	0,151	0,201	-0,124*	-0,152	-0,097	0,03	0,008	0,052						-0,043*	-0,063	-0,023	Qualität insgesamt 90; R <sup>2</sup> =0,266	0,47	0,45	0,491	0,203*	0,178	0,228	-0,107*	-0,135	-0,079	0,04	0,015	0,065	0,021	-0,001	0,042	-0,043*	-0,043*	-0,065	-0,025		Qualität insgesamt 50 mit CMI; R <sup>2</sup> =0,194	0,675	0,653	0,698	0,116*	0,092	0,141	-0,092*	-0,119	-0,063	0,06*	0,035	0,084	0,027	0,007	0,048	0,022	0,042	-0,042	-0,063	-0,043*	Qualität insgesamt 75 mit CMI; R <sup>2</sup> =0,277	0,572	0,552	0,591	0,173*	0,147	0,199	-0,121*	-0,15	-0,093	0,053*	0,03	0,076						-0,041*	-0,062	-0,021	Qualität insgesamt 90 mit CMI; R <sup>2</sup> =0,303	0,509	0,485	0,533	0,201*	0,175	0,226	-0,104*	-0,133	-0,075	0,063*	0,037	0,089	0,021	0	0,043	-0,042*	-0,042*	-0,063	-0,022	-0,041*
Innere Medizin und Pflege 50; R <sup>2</sup> =0,85	0,633	0,612	0,655	0,135*	0,109	0,161	-0,119*	-0,148	-0,09	-0,038	-0,062	-0,013	0,046*	0,02	0,071	0,013	0,056	-0,03	-0,05	-0,009																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
Innere Medizin und Pflege 75; R <sup>2</sup> =0,281	0,507	0,484	0,53	0,208*	0,181	0,236	-0,142*	-0,173	-0,111	-0,027	-0,052	-0,001	0,046*	0,019	0,073	0,032	0,009	0,052*	-0,074	-0,031																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
Innere Medizin und Pflege 90; R <sup>2</sup> =0,314	0,45	0,428	0,472	0,244*	0,217	0,271	-0,125*	-0,155	-0,095	0,045*	0,018	0,072	0,045*	0,018	0,072	0,036	0,013	0,059	-0,078	-0,035																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
Gefäßchirurgie 50; R <sup>2</sup> =0,061	0,884	0,862	0,906				-0,117*	-0,154	-0,08																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
Gefäßchirurgie 75; R <sup>2</sup> =0,061	0,884	0,862	0,906				-0,117*	-0,154	-0,08																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
Gefäßchirurgie 90; R <sup>2</sup> =0,061	0,884	0,862	0,906				-0,117*	-0,154	-0,08																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
Cytologie und Feintatmedizin 50; R <sup>2</sup> =0,053	0,637	0,615	0,659	0,089*	0,037	0,14	-0,085*	-0,118	-0,051	0,054*	0,021	0,086			0,031	0,003	0,058																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
Cytologie und Feintatmedizin 75; R <sup>2</sup> =0,092	0,551	0,532	0,569	0,134*	0,076	0,192	-0,147*	-0,184	-0,11	0,058	0,021	0,095																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
Cytologie und Feintatmedizin 90; R <sup>2</sup> =0,097	0,543	0,515	0,571	0,119*	0,057	0,18	-0,146*	-0,186	-0,106	0,056	0,018	0,094						-0,038	-0,072	0,00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
<b>Kategorien</b>																					Erfrühe Indikationskriterien 50; R <sup>2</sup> =0,017	0,492	0,457	0,526				0,085*	0,038	0,132	0,085*	0,038	0,132						0,037	0,001	0,074	Erfrühe Indikationskriterien 75; R <sup>2</sup> =0,017	0,492	0,457	0,526				0,085*	0,038	0,132	0,085*	0,038	0,132						0,037	0,001	0,074	Erfrühe Indikationskriterien 90; R <sup>2</sup> =0,014	0,298	0,28	0,317				0,085*	0,044	0,125	0,085*	0,044	0,125						0,037	0,001	0,074	Nosokomiale Infektionen 50; R <sup>2</sup> =0,152	0,972	0,946	0,998				-0,231*	-0,271	-0,191									-0,035	-0,069	-0,001	Nosokomiale Infektionen 75; R <sup>2</sup> =0,152	0,972	0,946	0,998				-0,231*	-0,271	-0,191									-0,035	-0,069	-0,001	Nosokomiale Infektionen 90; R <sup>2</sup> =0,152	0,972	0,946	0,998				-0,231*	-0,271	-0,191									-0,035	-0,069	-0,001	Mortalität 50; R <sup>2</sup> =0,074	0,797	0,769	0,825				-0,085*	-0,118	-0,052									-0,035	-0,069	-0,001	Mortalität 75; R <sup>2</sup> =0,047	0,635	0,603	0,666				-0,085*	-0,118	-0,052									-0,035	-0,069	-0,001	Mortalität 90; R <sup>2</sup> =0,025	0,528	0,503	0,553				-0,085*	-0,118	-0,052									-0,035	-0,069	-0,001	Komplikationen 50; R <sup>2</sup> =0,066	0,771	0,75	0,791	0,092*	0,06	0,123	-0,099*	-0,135	-0,064	0,047	0,007	0,088			-0,042	-0,075	-0,009	-0,047	-0,084	-0,011	Komplikationen 75; R <sup>2</sup> =0,082	0,686	0,66	0,711	0,12*	0,087	0,154	-0,097*	-0,108	-0,032	-0,07*	-0,104	-0,037						-0,033	-0,06	-0,005	Komplikationen 90; R <sup>2</sup> =0,093	0,623	0,599	0,648	0,149*	0,117	0,182	-0,039	-0,075	-0,002	-0,036	-0,069	-0,002						-0,033	-0,06	-0,005	Leitlinienkonforme Abfälle 50; R <sup>2</sup> =0,059	0,54	0,523	0,558	0,077*	0,046	0,108	-0,091*	-0,121	-0,061	0,017	-0,005	0,04			0,034	0,011	0,056	-0,037	-0,061	-0,014	Leitlinienkonforme Abfälle 75; R <sup>2</sup> =0,139	0,418	0,396	0,439	0,135*	0,102	0,167	-0,126*	-0,158	-0,095						0,034	0,012	0,056	-0,037	-0,061	-0,014	Leitlinienkonforme Abfälle 90; R <sup>2</sup> =0,196	0,306	0,284	0,326	0,144*	0,114	0,179	-0,126*	-0,158	-0,094						0,034	0,012	0,056	-0,037	-0,061	-0,014	Erreichen der Behandlungsziele 50; R <sup>2</sup> =0,044	0,35	0,34	0,36	0,147*	0,117	0,173	-0,126*	-0,158	-0,094						0,034	0,012	0,056	-0,037	-0,061	-0,014	Erreichen der Behandlungsziele 75; R <sup>2</sup> =0,130	0,404	0,359	0,449	0,245*	0,17	0,331	-0,189*	-0,261	-0,137	0,044	-0,032	0,091			0,099*	0,053	0,145	-0,135	-0,056		Erreichen der Behandlungsziele 90; R <sup>2</sup> =0,161	0,373	0,329	0,418	0,269*	0,2	0,339	-0,224*	-0,286	-0,162	0,051	0,005	0,097			0,099*	0,049	0,141	-0,127	-0,174	-0,08	<b>Insgesamt</b>																					Qualität insgesamt 50; R <sup>2</sup> =0,150	0,635	0,615	0,654	0,115*	0,091	0,139	-0,098*	-0,125	-0,071	0,042*	0,018	0,065	0,024	0,004	0,044	0,024	0,044	-0,024	-0,043	-0,005	Qualität insgesamt 75; R <sup>2</sup> =0,240	0,53	0,513	0,546	0,176*	0,151	0,201	-0,124*	-0,152	-0,097	0,03	0,008	0,052						-0,043*	-0,063	-0,023	Qualität insgesamt 90; R <sup>2</sup> =0,266	0,47	0,45	0,491	0,203*	0,178	0,228	-0,107*	-0,135	-0,079	0,04	0,015	0,065	0,021	-0,001	0,042	-0,043*	-0,043*	-0,065	-0,025		Qualität insgesamt 50 mit CMI; R <sup>2</sup> =0,194	0,675	0,653	0,698	0,116*	0,092	0,141	-0,092*	-0,119	-0,063	0,06*	0,035	0,084	0,027	0,007	0,048	0,022	0,042	-0,042	-0,063	-0,043*	Qualität insgesamt 75 mit CMI; R <sup>2</sup> =0,277	0,572	0,552	0,591	0,173*	0,147	0,199	-0,121*	-0,15	-0,093	0,053*	0,03	0,076						-0,041*	-0,062	-0,021	Qualität insgesamt 90 mit CMI; R <sup>2</sup> =0,303	0,509	0,485	0,533	0,201*	0,175	0,226	-0,104*	-0,133	-0,075	0,063*	0,037	0,089	0,021	0	0,043	-0,042*	-0,042*	-0,063	-0,022	-0,041*																																																																																																																																																																																																																
Erfrühe Indikationskriterien 50; R <sup>2</sup> =0,017	0,492	0,457	0,526				0,085*	0,038	0,132	0,085*	0,038	0,132						0,037	0,001	0,074																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
Erfrühe Indikationskriterien 75; R <sup>2</sup> =0,017	0,492	0,457	0,526				0,085*	0,038	0,132	0,085*	0,038	0,132						0,037	0,001	0,074																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
Erfrühe Indikationskriterien 90; R <sup>2</sup> =0,014	0,298	0,28	0,317				0,085*	0,044	0,125	0,085*	0,044	0,125						0,037	0,001	0,074																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
Nosokomiale Infektionen 50; R <sup>2</sup> =0,152	0,972	0,946	0,998				-0,231*	-0,271	-0,191									-0,035	-0,069	-0,001																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
Nosokomiale Infektionen 75; R <sup>2</sup> =0,152	0,972	0,946	0,998				-0,231*	-0,271	-0,191									-0,035	-0,069	-0,001																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
Nosokomiale Infektionen 90; R <sup>2</sup> =0,152	0,972	0,946	0,998				-0,231*	-0,271	-0,191									-0,035	-0,069	-0,001																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
Mortalität 50; R <sup>2</sup> =0,074	0,797	0,769	0,825				-0,085*	-0,118	-0,052									-0,035	-0,069	-0,001																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
Mortalität 75; R <sup>2</sup> =0,047	0,635	0,603	0,666				-0,085*	-0,118	-0,052									-0,035	-0,069	-0,001																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
Mortalität 90; R <sup>2</sup> =0,025	0,528	0,503	0,553				-0,085*	-0,118	-0,052									-0,035	-0,069	-0,001																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
Komplikationen 50; R <sup>2</sup> =0,066	0,771	0,75	0,791	0,092*	0,06	0,123	-0,099*	-0,135	-0,064	0,047	0,007	0,088			-0,042	-0,075	-0,009	-0,047	-0,084	-0,011																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
Komplikationen 75; R <sup>2</sup> =0,082	0,686	0,66	0,711	0,12*	0,087	0,154	-0,097*	-0,108	-0,032	-0,07*	-0,104	-0,037						-0,033	-0,06	-0,005																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
Komplikationen 90; R <sup>2</sup> =0,093	0,623	0,599	0,648	0,149*	0,117	0,182	-0,039	-0,075	-0,002	-0,036	-0,069	-0,002						-0,033	-0,06	-0,005																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
Leitlinienkonforme Abfälle 50; R <sup>2</sup> =0,059	0,54	0,523	0,558	0,077*	0,046	0,108	-0,091*	-0,121	-0,061	0,017	-0,005	0,04			0,034	0,011	0,056	-0,037	-0,061	-0,014																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
Leitlinienkonforme Abfälle 75; R <sup>2</sup> =0,139	0,418	0,396	0,439	0,135*	0,102	0,167	-0,126*	-0,158	-0,095						0,034	0,012	0,056	-0,037	-0,061	-0,014																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
Leitlinienkonforme Abfälle 90; R <sup>2</sup> =0,196	0,306	0,284	0,326	0,144*	0,114	0,179	-0,126*	-0,158	-0,094						0,034	0,012	0,056	-0,037	-0,061	-0,014																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
Erreichen der Behandlungsziele 50; R <sup>2</sup> =0,044	0,35	0,34	0,36	0,147*	0,117	0,173	-0,126*	-0,158	-0,094						0,034	0,012	0,056	-0,037	-0,061	-0,014																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
Erreichen der Behandlungsziele 75; R <sup>2</sup> =0,130	0,404	0,359	0,449	0,245*	0,17	0,331	-0,189*	-0,261	-0,137	0,044	-0,032	0,091			0,099*	0,053	0,145	-0,135	-0,056																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
Erreichen der Behandlungsziele 90; R <sup>2</sup> =0,161	0,373	0,329	0,418	0,269*	0,2	0,339	-0,224*	-0,286	-0,162	0,051	0,005	0,097			0,099*	0,049	0,141	-0,127	-0,174	-0,08																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
<b>Insgesamt</b>																					Qualität insgesamt 50; R <sup>2</sup> =0,150	0,635	0,615	0,654	0,115*	0,091	0,139	-0,098*	-0,125	-0,071	0,042*	0,018	0,065	0,024	0,004	0,044	0,024	0,044	-0,024	-0,043	-0,005	Qualität insgesamt 75; R <sup>2</sup> =0,240	0,53	0,513	0,546	0,176*	0,151	0,201	-0,124*	-0,152	-0,097	0,03	0,008	0,052						-0,043*	-0,063	-0,023	Qualität insgesamt 90; R <sup>2</sup> =0,266	0,47	0,45	0,491	0,203*	0,178	0,228	-0,107*	-0,135	-0,079	0,04	0,015	0,065	0,021	-0,001	0,042	-0,043*	-0,043*	-0,065	-0,025		Qualität insgesamt 50 mit CMI; R <sup>2</sup> =0,194	0,675	0,653	0,698	0,116*	0,092	0,141	-0,092*	-0,119	-0,063	0,06*	0,035	0,084	0,027	0,007	0,048	0,022	0,042	-0,042	-0,063	-0,043*	Qualität insgesamt 75 mit CMI; R <sup>2</sup> =0,277	0,572	0,552	0,591	0,173*	0,147	0,199	-0,121*	-0,15	-0,093	0,053*	0,03	0,076						-0,041*	-0,062	-0,021	Qualität insgesamt 90 mit CMI; R <sup>2</sup> =0,303	0,509	0,485	0,533	0,201*	0,175	0,226	-0,104*	-0,133	-0,075	0,063*	0,037	0,089	0,021	0	0,043	-0,042*	-0,042*	-0,063	-0,022	-0,041*																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
Qualität insgesamt 50; R <sup>2</sup> =0,150	0,635	0,615	0,654	0,115*	0,091	0,139	-0,098*	-0,125	-0,071	0,042*	0,018	0,065	0,024	0,004	0,044	0,024	0,044	-0,024	-0,043	-0,005																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
Qualität insgesamt 75; R <sup>2</sup> =0,240	0,53	0,513	0,546	0,176*	0,151	0,201	-0,124*	-0,152	-0,097	0,03	0,008	0,052						-0,043*	-0,063	-0,023																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
Qualität insgesamt 90; R <sup>2</sup> =0,266	0,47	0,45	0,491	0,203*	0,178	0,228	-0,107*	-0,135	-0,079	0,04	0,015	0,065	0,021	-0,001	0,042	-0,043*	-0,043*	-0,065	-0,025																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
Qualität insgesamt 50 mit CMI; R <sup>2</sup> =0,194	0,675	0,653	0,698	0,116*	0,092	0,141	-0,092*	-0,119	-0,063	0,06*	0,035	0,084	0,027	0,007	0,048	0,022	0,042	-0,042	-0,063	-0,043*																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
Qualität insgesamt 75 mit CMI; R <sup>2</sup> =0,277	0,572	0,552	0,591	0,173*	0,147	0,199	-0,121*	-0,15	-0,093	0,053*	0,03	0,076						-0,041*	-0,062	-0,021																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
Qualität insgesamt 90 mit CMI; R <sup>2</sup> =0,303	0,509	0,485	0,533	0,201*	0,175	0,226	-0,104*	-0,133	-0,075	0,063*	0,037	0,089	0,021	0	0,043	-0,042*	-0,042*	-0,063	-0,022	-0,041*																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													

Regressionskoeffizienten mit signifikanten Werten mit \* markiert und zur besseren Übersicht grau hinterlegt (Signifikanzniveau nach Bonferroni-Holm-Korrektur p = 0,00125) Ref.: Referenzgruppe; KI: Konfidenzintervall; R<sup>2</sup>: Modellgüte.

reiche (► **Tab. 3**). Nur der Leistungsbereich Herzchirurgie zeigt keinerlei signifikante Assoziationen zu den untersuchten Prädiktorvariablen, wie auch schon die univariaten Analysen zeigten (s. **e-supplement 3, Online**). Insgesamt wurden Variablen ausgeschlossen und folglich nicht in der Ergebnistabelle angezeigt, die nicht den Einschlusskriterien unter Verwendung der Methode „Stepwise Forward“ entsprachen. Die erklärte Varianz der Modelle der multiplen linearen Regressionsanalysen mit vier unabhängigen Variablen liegt zwischen 1,4 und 31,4%. Die Varianzaufklärung ist bei drei Modellen hoch (korr.  $R^2 \geq 0,26$ ), bei 13 Modellen moderat (korr.  $R^2 \geq 0,13$ ), bei 14 Modellen gering (korr.  $R^2 < 0,13$ ) [33]. Die Hinzunahme des CMI als weitere Prädiktorvariable in das jeweilige Regressionsmodell der drei Indices für die Gesamtqualität (Kategorie- und Leistungsbereich-übergreifend) erhöht jeweils die erklärte Varianz (von 15% auf 19,4%; von 24% auf 27,7%; von 26,6% auf 30,3%). Im Folgenden werden für jedes Strukturmerkmal die Assoziationen mit den Qualitätsindizes beschrieben. Unterschiede zwischen den Indices für durchschnittliche, gute und sehr gute Leistung sind der ► **Tab. 3** zu entnehmen.

### Größe

Die Größe eines Krankenhauses ist mit 30 der 33 Qualitätsindizes assoziiert. ► **Tab. 3** zeigt, dass kleine Häuser verglichen mit mittelgroßen Häusern mit besserer Qualität in den Bereichen Innere Medizin und Pflege und Gynäkologie und Perinatalmedizin und den Kategorien Komplikationen, Leitlinienkonforme Abläufe, Erreichen der Behandlungsziele und der Gesamtqualität assoziiert sind. Große Krankenhäuser dagegen sind verglichen mit mittelgroßen Häusern mit schlechterer Qualität assoziiert in den Kategorien Nosokomiale Infektionen, Mortalität, Komplikationen, Leitlinienkonforme Abläufe und Erreichen der Behandlungsziele und in den Leistungsbereichen Innere Medizin und Pflege, Gefäßchirurgie und Gynäkologie und Perinatalmedizin sowie mit der Gesamtqualität.

### Region

Die Region ist mit Qualitätsindizes aus vereinzelt Kategorien und Leistungsbereichen assoziiert. Krankenhäuser in der Region Ost sind verglichen mit Krankenhäusern in der Region Süd mit besserer Qualität im Bereich Gynäkologie und Perinatalmedizin und in der Kategorie Erfüllte Indikationskriterien, aber mit schlechterer Qualität in der Kategorie Komplikationen assoziiert. Krankenhäuser in der Region Nordwest sind verglichen mit Krankenhäusern in Süd mit schlechterer Qualität in den Kategorien Mortalität und Komplikationen assoziiert.

### Art der Trägerschaft

Die Art der Trägerschaft ist mit einigen wenigen der Qualitätsindizes assoziiert. Private Trägerschaft ist im Vergleich zu öffentlicher Trägerschaft mit besserer Qualität in dem Bereich Innere Medizin und Pflege und der Gesamtqualität assoziiert. Freigemeinnützige Trägerschaft ist im Vergleich zu öffentlicher Trägerschaft mit besserer Qualität in der Kategorie Erreichen der Behandlungsziele assoziiert.

### Lehrstatus

Akademische Lehrkrankenhäuser sind verglichen mit nicht-lehrenden Krankenhäusern mit schlechterer Qualität im Bereich Innere Medizin und Pflege, in den Kategorien Mortalität, Leitlinienkonfor-

me Abläufe und Erreichen der Behandlungsziele und in der Gesamtqualität assoziiert.

### CMI

Ein steigender CMI ist mit schlechterer Qualität in allen drei Indices der Gesamtqualität assoziiert.

## Diskussion

Krankenhäuser mit typischen Strukturmerkmalen von Maximalversorgern (Krankenhäuser mit über 500 Betten, Lehrkrankenhäuser, in öffentlicher Trägerschaft und mit höherem CMI) schneiden bei den Qualitätsindizes, die auf der Basis der extern berichtspflichtigen Qualitätsindikatoren definiert wurden, mit schlechterer Qualität in diversen Leistungsbereichen und Kategorien ab, insbesondere in Kategorien der Ergebnisqualität (nosokomiale Infektionen, Mortalität, Komplikationen, Erreichen der Behandlungsziele). Diese kontraintuitiven Qualitätsergebnisse/Zusammenhänge widersprechen zumindest in Teilen dem Stand der Literatur und müssen kritisch hinterfragt werden.

In Bezug auf die einzelnen Ergebnisse ist zunächst festzustellen, dass im Gegensatz zu den vorliegenden Analysen Lehrkrankenhäuser in der Literatur nicht mit schlechterer, sondern überwiegend mit besserer Versorgungsqualität assoziiert sind [15].

Dagegen bestätigen unsere Analysen zum Teil die Ergebnisse von Herrera et al., die ebenfalls bei der Analyse von QI keine eindeutigen trägerspezifischen Unterschiede fanden, allerdings eine höhere Sterblichkeit bei privaten Krankenhäusern verglichen mit freigemeinnützigen, was in dieser Studie nicht reproduziert werden konnte [19]. Die vorliegenden Analysen zeigen trägerspezifische Qualitätsunterschiede nicht über alle Leistungsbereiche oder Qualitätskategorien hinweg, tendenziell weist jedoch die öffentliche Trägerschaft verglichen mit privater oder freigemeinnütziger Trägerschaft in einigen Indices negative Assoziationen auf.

Ähnlich stellen sich unsere Ergebnisse in Bezug auf regionale Qualitätsunterschiede dar. Wie einige andere Studien, die bezüglich der geographischen Lage innerhalb Deutschlands eine positive Assoziation der Lage im Osten mit unterschiedlichen Qualitätsparametern zeigten [14, 16, 26], ist auch bei unseren Analysen eine positive Assoziation der östlichen Lage mit der Qualität im Bereich der Gynäkologie und Perinatalmedizin und im Index für Indikationskriterien festzustellen. Jedoch war der Osten negativ assoziiert mit dem Index für Komplikationen.

Die Größe des Krankenhauses ist die einzige Strukturvariable, die in dieser Analyse durchweg mit fast allen untersuchten Indices signifikant assoziiert war. Insbesondere die Größe von über 500 Betten zeigte negative Assoziationen mit der Qualität in 28 von 33 untersuchten Indices. Diese Assoziation ist so aus der Literatur nicht bekannt. Im Gegenteil dazu gibt es Hinweise, dass größere Krankenhäuser eher mit höherer Qualität assoziiert sind. Bezogen auf die Mindestmengenregelung für Knie-TEP-Implantationen steht fest, dass Krankenhäuser mit Einhaltung bestehender Mindestmengenvorgaben eher größere Krankenhäuser mit höherer Betten- und Personalzahl sind [11–14]. Da verschiedene Studien den positiven Zusammenhang von Leistungsmenge und Outcome für diverse medizinische Prozeduren aufzeigen konnten [13, 14], ist davon auszugehen, dass größere Krankenhäuser wegen ihrer höheren Leistungsmenge und damit größeren Erfahrung bei diversen Prozedu-

ren ein besseres Outcome haben als kleine Krankenhäuser, die die Mindestmengen häufiger nicht erfüllen können – es sei denn, es handelt sich um hochspezialisierte Häuser [14]. Auch die hier gefundene negative Assoziation eines höheren CMI mit der Versorgungsqualität widerspricht diesen Kenntnissen.

Betrachtet man die Gesamtheit der Ergebnisse, dann sind Vergleiche zu Studien relevant, die beim Analysieren von Qualitätssicherungsprogrammen ähnliche Ergebnisse zeigten. Diese weisen auf methodische Schwierigkeiten bei der Erhebung und Verarbeitung der Qualitätsdaten hin, die einer realistischen Darstellung der Versorgungssituation im Wege stehen. Vor allem wird als große Problematik immer wieder angeführt, dass Unterschiede im „Patientenklientel“ der Krankenhäuser aufgrund unzureichender Risikoadjustierung oftmals nicht adäquat ausgeglichen werden können [9, 10, 26]. Dabei ist eine adäquate Risikoadjustierung insbesondere bei Ergebnisindikatoren bedeutsam. Der Anteil der ergebnisbezogenen QI ist in den deutschen sQB sehr hoch [8], trotzdem sind nach Angaben des Qualitätsreports 2015 nur ca. ein Viertel aller QI (91 von 351 QI) risikoadjustiert [28]. Ein weiterer Hinweis auf das Problem fehlender Risikoadjustierung besteht darin, dass in der vorliegenden Studie bei höherem CMI die Gesamtqualität sinkt. Dies kann als verzerrte Ergebnisinterpretation bewertet werden, da nicht automatisch alle Maximalversorger mit potenziell komplizierteren Fällen eine schlechte Behandlungsqualität erbringen. Da die Interpretation eines Indikators ohne adäquate Risikoadjustierung, die außer bei der Herzchirurgie offensichtlich nicht gegeben ist, nicht möglich ist, lässt sich die Versorgungsqualität eines Krankenhauses kaum auf der Basis dieser QI bewerten. Derartige Interpretationsprobleme bei der Qualitätsindikatorbewertung sind auch aus den USA bekannt: Studien zeigten, dass eher große Einrichtungen, Lehrkrankenhäuser und solche in sozioökonomisch benachteiligten Gegenden schlechter durch die zugrundeliegenden Qualitätssicherungsverfahren bewertet wurden und daher häufiger Vergütungsabschläge erhielten – auch hier wurde die methodische Güte der Indikatoren angezweifelt [17, 18, 24, 26]. Rajaram et al. zeigten bspw. für die USA, dass große Krankenhäuser bei Verwendung gut validierter QS-Programme besser abschnitten und dass sich die schlechte Qualitätsbewertung im Rahmen der Pay-for-Performance-Programme damit erklärten lässt, dass Komplikationen in großen Krankenhäusern überdurchschnittlich sorgfältig erfasst wurden und eben keine adäquate Risikoadjustierung der meisten Qualitätsdaten erfolgte [20].

Zusammenfassend ist auf der Basis unserer Studienergebnisse zu fordern, dass im Rahmen der eQS dringend an einer suffizienten Risikoadjustierung gearbeitet werden muss, um die Qualitätsindikatoren der sQB korrekt interpretieren zu können. Da die Risikoadjustierung mit hohem Aufwand verbunden ist, könnte alternativ eine Anteilserhöhung von Strukturindikatoren in den sQB erwogen werden, wie sie im Rahmen von Zertifizierungsverfahren genutzt werden. Solche Indikatoren sind meistens weniger komplex und lassen sich zudem eher von Laien interpretieren. Letztlich kann aufgrund der vorliegenden Analyseergebnisse nur davon abgeraten werden, die aktuellen eQS-Indikatoren zu Zwecken der Qualitätssteuerung zu nutzen. Stattdessen zeigt sich ein dringender Überarbeitungsbedarf, um mögliche Fehlentscheidungen aufgrund verzerrter Ergebnisse zu vermeiden.

## Limitationen

Bei der Interpretation der Ergebnisse sind einige Limitationen zu berücksichtigen. Zunächst wird bei der Qualitätsbewertung eines Krankenhauses anhand der errechneten Indices nicht berücksichtigt, wie viele QI ein Krankenhaus insgesamt berichtet hat. Dadurch haben womöglich Krankenhäuser mit weniger veröffentlichten QI einen Vorteil durch Selektion bei den Analysen. Diese Methodik wurde dennoch so angewandt, da mit einer ausreichenden Risikoadjustierung die Menge veröffentlichter QI keinen signifikanten Einfluss auf die Gesamtbewertung eines Krankenhauses hätte nehmen sollen. Zudem ermöglicht die verwendete Methodik den Vergleich von Krankenhäusern mit unterschiedlich vielen Fachabteilungen und das Einbeziehen vieler Informationen aus den sQB. Obwohl Krankenhäuser anhand der Indices mit leicht ungleichen Ergebnissen denselben Index erreichen können, sollten gravierende Unterschiede durch Festlegung der drei Zielbereiche erfasst und im Index abgebildet sein. So können die jeweiligen Ergebnisse eines Krankenhauses ins Verhältnis zu anderen gesetzt werden, um folglich beurteilen zu können, in wie vielen der gebildeten Indices das jeweilige Krankenhaus zu den relativ besten 10 bzw. 25 bzw. 50 % gehört. Damit wird eine globale, relative Qualitätseinschätzung ermöglicht. Wenn jedoch exakte Qualitätsdifferenzen zwischen Kliniken analysiert werden sollen, müssten die einzelnen Indikatorergebnisse zunächst verteilungsunabhängig standardisiert werden, um anschließend im Index in einer eventuell gewichteten Form zusammengeführt zu werden. Wir haben auf diese Form der Indexbildung und eine immer subjektive und angreifbare explizite Ungleichgewichtung verzichtet, sondern ein einfach nachvollziehbares Verfahren der Indexbildung gewählt. Zur Absicherung unseres Vorgehens haben wir trotzdem an einem begrenzten Datensatz eine exemplarische Indexbildung mit z-Standardisierung und Spannweiten-Normalisierung vorgenommen, wie sie u. a. vom IQTIG vorgeschlagen wird. Da dieses Vorgehen zu fast identischen Indices führte, sehen wir unser Vorgehen als praktikable und leichter nachvollziehbare, für den Zweck der Assoziationsstudie geeignete Methode an. Eine weitere Limitation stellt die zum Teil mangelhafte Dokumentation in den Qualitätsberichten dar, die durch gänzlich fehlende oder nur einrichtungsübergreifend vorhandene Informationen deutlich wird. Folglich konnten für die Analysen nicht alle potentiellen Prädiktoren, wie z. B. das Verhältnis von ärztlichem oder pflegerischem Personal pro Bett oder das Vorhandensein gewisser Fachabteilungen (z. B. Stroke Units), einbezogen werden, obwohl diese potentiell ebenfalls Einfluss auf die Gesamtqualität nehmen könnten. Zuletzt soll erwähnt werden, dass das Kriterium „unendliche abhängige Variable“ als Voraussetzung für die Durchführung der multiplen linearen Regression nicht erfüllt war. Bei weiteren Analysen könnte die Wahl einer anderen statistischen Methode wie z. B. der Quasi-Likelihood-Modelle erwogen werden, da sich diese theoretisch besser für die Analyse von Prozentsätzen eignet; wir erwarten jedoch keine gravierenden Unterschiede im Vergleich zu den Ergebnissen aus der multiplen linearen Regressionsanalyse, da die hohen Fallzahlen in unserer Studie dazu führen, dass die genannte Voraussetzungsverletzung nicht mehr zu Buche schlägt und fast identische Ergebnisse zu erwarten sind.

## Interessenkonflikt

Max Geraedts ist Mitglied des wissenschaftlichen Beirats des IQTIG, Mitglied des QEP-Akkreditierungsbeirats der KBV, Mitglied des Kuratoriums der Weissen Liste der Bertelsmann Stiftung und Mitglied des Vorstands des Deutschen Netzwerks Versorgungsforschung sowie der Sprecher der Arbeitsgruppe Qualitäts- und Patientensicherheitsforschung.

## Literatur

- [1] Preusker U, Böcken J, Busse R. Höhere Versorgungsqualität durch mehr Konzentration und Spezialisierung. *MVF* 2019; 12: 62–67. doi: 10.24945/MVF.05.19.1866-0533.2175
- [2] Osterloh F. Krankenhäuser: Streit um mehr Zentralisierung. *Dtsch Arztebl International* 2018; 115: A–625
- [3] Augurzyk B, Krolop S, Pilny A et al. Mit Rückenwind in die Zukunft? Heidelberg: medhochzwei-Verlag GmbH; 2016
- [4] Statistisches Bundesamt (Destatis). Einrichtungen, Betten und Patientenbewegung (02.03.2020). Im Internet: <https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Gesundheit/Krankenhaeuser/Tabellen/gd-krankenhaeuser-jahre.html>; Stand: 18.04.2020
- [5] Statistisches Bundesamt (Destatis). Ärztliches und nichtärztliches Personal in Krankenhäusern (02.03.2020). Im Internet: <https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Gesundheit/Krankenhaeuser/Tabellen/personal-krankenhaeuser-jahre.html>; Stand: 18.04.2020
- [6] OECD/European Observatory on Health Systems and Policies 2019; Deutschland Länderprofil Gesundheit 2019
- [7] Augurzyk B. Krankenhausversorgung nach dem KHSG – noch weitere Herausforderungen? In: Klaubner J, Geraedts M, Friedrich F, Wasem J, Hrsg. Krankenhausreport 2017: Zukunft gestalten. Stuttgart: Schattauer; 2017: 3–12
- [8] Doeblner K, Geraedts M. Ausgewogenheit der Qualitätsindikatorensets der externen Qualitätssicherung nach §136 SGB V. *Z Evid Fortbild Qual Gesundhesw* 2018; 134: 9–17. doi: 10.1016/j.zefq.2017.11.004
- [9] Kraska RA, Cruppe de W, Geraedts M. Probleme bei der Verwendung von Qualitätsberichtsdaten für die Versorgungsforschung. *Gesundheitswesen* 2017; 79: 542–547. doi: 10.1055/s-0035-1555953
- [10] Geraedts M, Drösler SE, Doeblner K et al. Memorandum III „Methoden für die Versorgungsforschung“, Teil 3: Methoden der Qualitäts- und Patientensicherheitsforschung. *Gesundheitswesen* 2017; 79: e95–e124. doi: 10.1055/s-0043-112431
- [11] Blum K, Cruppé de W, Ohmann C et al. Mindestmengen bei Knie-TEP-Implantationen. *Gesundheitswesen* 2008; 70: 209–218. doi: 10.1055/s-2008-1065360
- [12] Beckmann MW, Brucker C, Hanf V et al. Quality assured health care in certified breast centers and improvement of the prognosis of breast cancer patients. *Onkologie* 2011; 34: 362–367. doi: 10.1159/000329601
- [13] Loos S, Albrecht M, Schiffhorst G et al. Faktencheck Krankenhausstruktur: Spezialisierung und Zentrenbildung. Bertelsmann Stiftung; 2016
- [14] 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. doi: 10.1136/bmjopen-2017-016184
- [15] Ayanian JZ, Weissman JS. Teaching hospitals and quality of care: a review of the literature. *Milbank Q* 2002; 80: 569–593 v. doi: 10.1111/1468-0009.00023
- [16] Kraska RA, Weigand M, Geraedts M. Associations between hospital characteristics and patient satisfaction in Germany. *Health Expect* 2017; 20: 593–600. doi: 10.1111/hex.12485
- [17] Joynt KE, Jha AK. Characteristics of hospitals receiving penalties under the Hospital Readmissions Reduction Program. In: *Jama* 2013; 309: S 342–343. doi: 10.1001/jama.2012.94856
- [18] Gilman M, Adams EK, Hockenberry JM et al. Safety-net hospitals more likely than other hospitals to fare poorly under Medicare's value-based purchasing. *Health Aff (Millwood)* 2015; 34: 398–405. doi: 10.1377/hlthaff.2014.1059
- [19] Herrera CA, Rada G, Kuhn-Barrientos L et al. Does ownership matter? An overview of systematic reviews of the performance of private for-profit, private not-for-profit and public healthcare providers. *PLoS ONE* 2014; 9: e93456. doi: 10.1371/journal.pone.0093456
- [20] Rajaram R, Chung JW, Kinnier CV et al. Hospital Characteristics Associated With Penalties in the Centers for Medicare & Medicaid Services Hospital-Acquired Condition Reduction Program. *JAMA* 2015; 314: 375–383. doi: 10.1001/jama.2015.8609
- [21] Augurzyk B, Pilny A, Wübker A. Krankenhäuser in privater Trägerschaft 2015. RWI. Im Internet: [http://www.rwi-essen.de/media/content/pages/publikationen/rwi-materialien/rwi-materialien\\_89.pdf](http://www.rwi-essen.de/media/content/pages/publikationen/rwi-materialien/rwi-materialien_89.pdf); Stand: 03.04.2020
- [22] Joynt KE, Orav EJ, Jha AK. Association between hospital conversions to for-profit status and clinical and economic outcomes. *JAMA* 2014; 312: 1644–1652. doi: 10.1001/jama.2014.13336
- [23] Geraedts M, Harrington C, Schumacher D et al. Verhältnis zwischen Qualität, Preis und Profitorientierung deutscher Pflegeheime. *Z Evid Fortbild Qual Gesundhesw* 2016; 112: 3–10. doi: 10.1016/j.zefq.2016.03.002
- [24] Fahnenbach J, Chin MH, Huang ES et al. Neighborhood Disadvantage and Hospital Quality Ratings in the Medicare Hospital Compare Program. *Med Care* 2020; 58: 376–383. doi: 10.1097/MLR.0000000000001283
- [25] Wennberg J, Gittelsohn A. Small Area Variations in Health Care Delivery. *Science* 1973; 182: 1102–1108. doi: 10.1126/science.182.4117.1102
- [26] Schneider PP, Geraedts M. Staffing and the incidence of pressure ulcers in German hospitals: A multicenter cross-sectional study. *Nurs Health Sci* 2016; 18: 457–464. doi: 10.1111/nhs.12292
- [27] Coenen M, Haucap J, Herr A. Regionalität – wettbewerbliche Überlegungen zum Krankenhausmarkt. In: Klaubner J, Geraedts M, Friedrich F, Wasem J, Hrsg. Krankenhausreport 2012: Regionalität. Stuttgart: Schattauer; 2012:149–163
- [28] Pollmanns J, Weyermann M, Drösler S. Erklärung regionaler Unterschiede in der Inanspruchnahme von Krankenhausleistungen am Beispiel lumbaler Bandscheibenoperationen. In: Klaubner J, Geraedts M, Friedrich F, Wasem J, Hrsg. Krankenhausreport 2018: Bedarf und Bedarfsgerechtigkeit. Stuttgart: Schattauer; 2018: 85–100
- [29] Loos S, Albrecht M, Zich K. Zukunftsfähige Krankenhausversorgung (Juli 2019). Bertelsmann Stiftung. Im Internet: [https://www.bertelsmann-stiftung.de/fileadmin/files/BSt/Publikationen/GrauePublikationen/VV\\_Bericht\\_KH-Landschaft\\_final.pdf](https://www.bertelsmann-stiftung.de/fileadmin/files/BSt/Publikationen/GrauePublikationen/VV_Bericht_KH-Landschaft_final.pdf); Stand: 14.07.2020
- [30] Wissenschaftliches Institut der Ortskrankenkassen (WIdO). Krankenhaus-Directory 2015: DRG Krankenhäuser im Vergleich. In: Klaubner J, Geraedts M, Friedrich F, Wasem J, Hrsg. Krankenhausreport 2017: Zukunft gestalten. Stuttgart: Schattauer; 2017: 357–449
- [31] Institut für Qualitätssicherung und Transparenz im Gesundheitswesen (IQTIG). Qualitätsreport 2015 (August 2016). Im Internet: <https://iqtig.org/downloads/berichte/2015/IQTIG-Qualitaetsreport-2015.pdf>; Stand: 03.04.2020
- [32] Institut für Qualität und Transparenz im Gesundheitswesen (IQTIG). Methodische Grundlagen (April 2019). Im Internet: [https://iqtig.org/dateien/dasiqtig/grundlagen/IQTIG\\_Methodische-Grundlagen-V1.1\\_barrierefrei\\_2019-04-15.pdf](https://iqtig.org/dateien/dasiqtig/grundlagen/IQTIG_Methodische-Grundlagen-V1.1_barrierefrei_2019-04-15.pdf); Stand: 01.07.2020
- [33] Ellis PD. *The Essential Guide to Effect Sizes*. Cambridge: Cambridge University Press; 2012

## Spezialisierung der Schlaganfallversorgung in Deutschland: Strukturveränderungen im Zeitraum von 2006–2017

### Specialization of Acute Stroke Care in Germany: Structural Changes During 2006–2017

#### Autoren

Dijana Ebbeler<sup>1</sup>, Michael Schneider<sup>1</sup>, Otto Busse<sup>2</sup>, Klaus Berger<sup>3</sup>, Patrik Dröge<sup>4</sup>, Christian Günster<sup>4</sup>, Manfred Kaps<sup>5</sup>, Björn Misselwitz<sup>6</sup>, Nina Timmesfeld<sup>7</sup>, Max Geraedts<sup>1</sup>

#### Institute

- Institut für Versorgungsforschung und Klinische Epidemiologie, Philipps-Universität Marburg, Fachbereich Medizin, Marburg, Deutschland
- Deutsche Schlaganfall-Gesellschaft e.V., Berlin, Deutschland
- Institut für Epidemiologie und Sozialmedizin, Westfälische Wilhelms-Universität Münster, Medizinische Fakultät, Münster, Deutschland
- Wissenschaftliches Institut der AOK (WIdO), AOK-Bundesverband, Berlin, Deutschland
- Neurologische Klinik, Universitätsklinikum Gießen/ Marburg, Justus-Liebig-Universität Gießen, Gießen, Deutschland
- Geschäftsstelle Qualitätssicherung Hessen (GQH), Hessische Krankenhausgesellschaft e. V. Eschborn, Deutschland
- Abteilung für Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie, Ruhr-Universität Bochum, Medizinische Fakultät, Bochum, Deutschland

#### Schlüsselwörter

Schlaganfall, Qualitätssicherung, Versorgungsforschung, Routedaten, Sekundärdaten

#### Key words

stroke, quality assurance, health services research, routine data, secondary data

online publiziert 23.12.2021

#### Bibliografie

Gesundheitswesen 2023; 85: 242–249

DOI 10.1055/a-1690-6786

ISSN 0941-3790

© 2021, Thieme. All rights reserved.

Georg Thieme Verlag, Rüdigerstraße 14, 70469 Stuttgart, Germany

#### Korrespondenzadresse

Mrs. Dijana Ebbeler, Master of Arts  
Philipps-Universität Marburg Fachbereich Medizin  
Institut für Versorgungsforschung und Klinische Epidemiologie  
Karl-von-Frisch-Straße 4  
35043 Marburg  
Deutschland  
naumoska@uni-marburg.de

#### ZUSAMMENFASSUNG

**Hintergrund** Um die Schlaganfallversorgung zu optimieren, wurden in Deutschland in den letzten Jahren verschiedene qualitätsfördernde Maßnahmen (qfM) in regional unterschiedlichem Maß eingeführt. Ob sich diese Maßnahmen über die Jahre flächendeckend etabliert haben, ist unklar.

**Methode** Für die strukturbezogenen Analysen der Schlaganfallversorgung in Deutschland wurden alle relevanten dokumentierten Schlaganfälle (ICD-10) aus den Qualitätsberichten (QB) deutscher Krankenhäuser und eine repräsentative Stichprobe von Krankenversicherungsdaten (AOK) im Zeitraum von 2006 (QB)/2007 (AOK) bis 2017 verwendet. Diese Informationen wurden u. a. durch Angaben zu zertifizierten Stroke Units der Deutschen Schlaganfall-Gesellschaft (DSG) und Daten zur Führung von regionalen Schlaganfall-Registern der Arbeitsgemeinschaft Deutschsprachiger Schlaganfall-Register (ADSR) ergänzt. Zur Verfolgung der Veränderungen des Versorgungsgeschehens im deutschen Bundesgebiet wurden die Daten mit geografischen Daten (Bundesamt für Kartographie und Geodäsie) verknüpft. Es erfolgten univariate Analysen der Daten und eine Trend-Analyse der verschiedenen qfM im Jahresverlauf (Konkordanzkoeffizient nach Kendall).

**Ergebnisse** Die QB Analysen zeigten einen Anstieg kodierter Schlaganfälle in Krankenhäusern mit qfM um 14–20%. In 2006 wurden 80% der Schlaganfälle (QB) in einem Krankenhaus mit min. einer qfM kodiert, in 2017 95%. Diese Entwicklungen spiegelten sich auch in den AOK-Routedaten wider, wobei in 2007 89% und in 2017 97% der Patient:innen unter mindestens einer qfM behandelt wurden. Dabei waren in 2007 bei 55% der

behandelnden Krankenhäuser qfM vorhanden, in 2017 bei 72 %.

**Schlussfolgerung** Patient:innen werden inzwischen signifikant häufiger in Krankenhäusern mit Spezialisierung auf die Schlaganfallversorgung behandelt. Auch die verschiedenen qfM haben sich im Laufe der Jahre im gesamten Bundesgebiet verbreitet, jedoch existieren noch Versorgungslücken, die geschlossen werden sollten, damit in Zukunft alle Patient:innen qualitativ hochwertig behandelt werden können.

#### ABSTRACT

**Background** In order to optimize stroke care, various quality-enhancing measures (qfM) have been introduced in Germany in recent years to varying degrees across regions, with the aim of achieving the best possible quality of care. It is unclear whether these measures have become established nationwide over the years.

**Method** For the structural analyses of stroke care in Germany, all relevant documented strokes (ICD-10) from the quality reports (QB) of German hospitals and a representative sample of health insurance data (AOK) for the period from 2006

(QB)/2007 (AOK) to 2017 were used. This information was supplemented by data on certified stroke units from the German Stroke Society (DSG) and data on the maintenance of regional stroke registries from the Working Group of German-Speaking Stroke Registers (ADSR), among others. To track changes in patterns of care in Germany, the data were linked with geographic data (Federal Agency for Cartography and Geodesy). Univariate analyses of the data and a trend analysis of the different qfM over the year (Kendall concordance coefficient) were performed.

**Results** The analyses (QB) showed an increase in coded strokes in hospitals with qfM between 14–20%. In 2006, 80% of strokes (QB) were coded in hospitals with at least one qfM and 95% in 2017. Comparing years, AOK data showed similar trends: in 2007, 89% of patients were treated in hospitals with at least one qfM and 97% in 2017. In 2007, 55% of treating hospitals had qfM and 72% in 2017.

**Conclusion** Meanwhile, patients are more often treated in hospitals that specialise in stroke care. In addition, the various qfM have spread across the nation over the years, but there are still gaps in care that should be addressed to ensure quality care for all patients in the future.

## Hintergrund

Aufgrund der zunehmenden Anzahl von Patient:innen mit akutem Schlaganfall rückt die Qualität der Schlaganfallbehandlung immer mehr in den Fokus. Epidemiologisch ist der Schlaganfall weltweit die zweithäufigste Todesursache und eine der Hauptursachen von Behinderungen im Erwachsenenalter [1, 2]. Dabei kann eine zeitnahe Behandlung das Risiko langanhaltender gesundheitlicher Beeinträchtigungen reduzieren [3, 4]. Deshalb zielen verschiedene Reformbemühungen darauf, eine räumlich gut erreichbare Versorgung mit spezialisierten und standardisierten Behandlungsmöglichkeiten zu schaffen. Besonders in großflächigen Bundesländern besteht das Problem der zeitnahen Erreichbarkeit spezialisierter Krankenhäuser (KH) [5]. Um dieser Problematik entgegenzuwirken, wurden in Deutschland und Europa unterschiedliche Maßnahmen eingeführt: Für Europa wurde zur Qualitätsförderung bzw. -verbesserung ein Handlungsplan für die Schlaganfallversorgung von 2018 bis 2030 entwickelt, der unter anderem Ziele wie die Steigerung des Anteils behandelter Schlaganfälle in spezialisierten Stroke Units (SU) vorsieht [6, 7]. Zudem wurden in Deutschland unterschiedliche, teilweise regional begrenzte, qualitätsfördernde Maßnahmen (qfM) wie z. B. die Zertifizierung von SU, Leitlinien, Qualitätsindikatoren zur Bewertung der Schlaganfallversorgung, Schlaganfall-Projekte bzw. Netzwerke, Führung von Schlaganfall-Registern und in manchen Bundesländern eine verpflichtende externe Qualitätssicherung für den akuten Schlaganfall (eQS-CI; = cerebraler Insult) eingeführt [8–15]. All diese Maßnahmen wurden in Deutschland jedoch nicht flächendeckend und in unterschiedlichem Maß eingeführt.

Bisherige Studien haben vereinzelt Entwicklungen der Versorgungsstrukturen beim akuten Schlaganfall analysiert. Anhand von Qualitätsparametern wurden unterschiedliche regionale Ver-

sorgungskonzepte gegenübergestellt [11]. Darüber hinaus wurden aktualisierte Zertifizierungskriterien für SU publiziert, die z. B. Mindestanforderungen an Fallzahlen oder Personal- oder Geräteausstattung aufzeigen [16]. Durch den Einsatz von Qualitätsindikatoren in bestimmten Regionen wurde gezeigt, dass die stationäre Akutversorgung von Schlaganfallpatient:innen für das Jahr 2012 zwar sehr gut war, jedoch keine vollständige Standardisierung der Schlaganfallversorgung in Deutschland vorliegt [12]. In der Literatur werden aufschlussreiche, nur auf bestimmte Region begrenzte (Projekt-)Ergebnisse berichtet [9, 17, 18]. Bislang wurden keine bundesweiten Entwicklungen unter Einbeziehung möglichst aller Schlaganfall-behandelnden Krankenhäuser (KH) mit und ohne Spezialisierung aufgezeigt. Unklar bleibt also das Ausmaß regionaler Unterschiede bei der Durchdringung mit qfM und deren Auswirkungen auf die Qualität der Versorgung von Schlaganfallpatient:innen

Vor diesem Hintergrund untersucht diese Studie als Teil des vom Innovationsausschuss geförderten „QUASCH“-Projekts (Ergebnisse qualitätsgesicherter Schlaganfallversorgung: Hessen im Vergleich zum übrigen Bundesgebiet - 01VSF18041) die langjährige Entwicklung der strukturellen Gegebenheiten der akuten Schlaganfallversorgung und der etablierten Maßnahmen auf Kreis-Ebene im deutschen Bundesgebiet. Dazu wird der qfM-Durchdringungsgrad als Anteil behandelter Patient:innen in Regionen mit qfM oder eQS-CI (Baden-Württemberg, Hamburg, Hessen, Rheinland-Pfalz, Bayern) im Zeitraum von 2006 bis 2017 betrachtet.

## Methode

Diese retrospektive Beobachtungsstudie auf der Basis von Sekundärdaten nutzt verschiedene Datenquellen, die nachfolgend erläutert werden.

**Qualitätsdatenbank** Das Institut für Versorgungsforschung und Klinische Epidemiologie (IVE) der Philipps-Universität Marburg führt eine Datenbank, in der alle seither durch den Gemeinsamen Bundesausschuss zur Verfügung gestellten strukturierten Qualitätsberichte (QB) deutscher KH enthalten sind. In dieser (Qualitäts-)Datenbank sind Standort-bezogene Kerninformationen zu jedem KH, wie z. B. KH-Name, Adressdaten und Institutionskennzeichen (IK) abrufbar, wobei jeder Standort eine eigene Identifikationsnummer führt. Die QB wurden ab 2006 zunächst alle zwei Jahre und ab 2012 jährlich veröffentlicht.

**Qualitätsberichte** Die QB für die Berichtsjahre 2006 bis 2017 wurden im XML-Datenformat in Microsoft Excel importiert und mit dem Programm IBM SPSS Version 27 (Statistical Package for the Social Sciences, IBM) weiterverarbeitet. Eingeschlossen wurden Adressdaten, Bettenzahl, Trägerschaft, relevante ICD-10 (I60; I61; I63; I64; G45, ausgenommen G45.4; = „CI-ICD“ = cerebraler Insult) und „CI-OPS“ (8-98b, 8-981).

Alle anderen Variablen der QB wurden ausgeschlossen. Mittels IVE-Datenbank erfolgte die Standortzuordnung und eine anschließende Plausibilitätskontrolle anhand des Abgleichs kodierter CI-ICD/-OPS (Verbundbericht vs. Standortberichte). Ausgeschlossen wurden QB von psychiatrischen, psychosomatischen und Reha-Kliniken sowie Verbunds- bzw. Standortberichte, die in der Plausibilitätskontrolle (CI-ICD/-OPS) Auffälligkeiten aufwiesen.

**Geografische Daten** Zur Operationalisierung des Durchdringungsgrades (Anteil behandelter Schlaganfälle unter einer qfM) pro Landkreis wurden geografische Daten vom Bundesamt für Kartografie und Geodäsie herangezogen. Die Datenverknüpfung erfolgte anhand der Postleitzahl der KH-Standorte und über das Programm QGIS.

**Versichertendaten** Das Wissenschaftliche Institut der AOK (Wido) stellte dem IVE für das QUASCH-Projekt eine für Deutschland repräsentative Stichprobe von Schlaganfallpatient:innen mit Erstinsult für den Zeitraum 2007–2017 zur Verfügung. Die Daten zum Patient:innen-Wohnort (PLZ) und Behandlungsort (IK und PLZ) wurden zur Verknüpfung mit den QB-Daten und geografischen Daten genutzt, um u. a. Unterschiede zwischen Wohn- und Behandlungsort zu analysieren. Datenschutzrichtlinien wurden eingehalten, zudem liegt ein positives Ethikvotum der Universität Marburg vor.

## Qualitätsfördernde Maßnahmen

**SU nach QB** Die Merkmalszuordnung erfolgte, sofern die Kodierung von a) 250 CI-ICD und b) 125 CI-OPS vorlag. Der Begriff „Stroke Unit“ ist nicht urheberrechtlich geschützt; die Vorgehensweise ist auf Informationen aus der Literatur gestützt [16, 19]. (**SU QB**)

**SU Zertifikate** Die Deutsche Schlaganfall-Gesellschaft (DSG) stellte Daten über Zertifikatsanträge und -vergaben für SU zur Verfügung. Die Zuweisung des IK und der Standortinformation erfolgte anhand der Adressangaben mittels der IVE-Datenbank. (**SU DSG**)

**Schlaganfallregister** Die Arbeitsgemeinschaft Deutschsprachiger Schlaganfall-Register (ADSR) stellte Daten über das Vorhandensein beteiligter KH pro Postleitzahlgebiet zur Verfügung. Diese PLZ-Informationen

wurden mit den QB-Daten (PLZ der Standorte) verknüpft. (**ADSR**)

**Befragung** Im Ersten Quartal 2019 wurden alle Gremien der Bundesländer für externe stationäre Qualitätssicherung (eQS) postalisch kontaktiert und um Teilnahme an der Befragung zu Aktivitäten im Bereich der eQS zum akuten Schlaganfall (eQS-CI) gebeten. Nach Absprache erfolgte ein telefonisches Interview, zur Ergänzung fehlender und unklarer Informationen. Die Rückmeldequote lag bei 100%. (**eQS**)

**Projekt- bzw. Netzwerkaktivitäten** Im Rahmen der Befragung ergaben sich Hinweise auf existierende Schlaganfall-Projekte bzw. -Netzwerke (PN). Daran teilnehmende KH verfügen z. B. über telemedizinische Vernetzungen mit zertifizierten (SU) KH. Entsprechende Ergänzungen für betreffende KH erfolgten durch Informationen aus der Literatur und Internetrecherche. (**PN**)

**Statistisches Vorgehen** Alle Daten wurden univariat durch Abbildung der Häufigkeiten und Durchdringungsgrade analysiert. Der Trend verschiedener qfM-Kategorien im Jahresverlauf wurde bivariat anhand des Konkordanzkoeffizienten nach Kendall untersucht.

Durchdringungsgrad:

Die Operationalisierung erfolgte in zwei Stufen:

- für KH (QB) durch Berechnung des Anteils kodierter CI-ICD unter qfM auf Kreis-Ebene.
- für AOK-Patient:innen durch Berechnung des Anteils behandelter Patient:innen unter qfM auf Kreis-Ebene.

**Kategorisierung der qfM** Da ADSR und eQS-CI lediglich limitierte Verknüpfungsmethoden boten und zudem von einer Durchdringung von 100% in betroffenen Gebieten ausgegangen wurde, erfolgte eine differenzierte Darstellung im vgl. zu SU (DSG/QB) und PN, da diese sich anhand konsistenterer Adressdaten sicherer einem KH-Standort zuweisen ließen. Daher wurden zwei Kategorien von qfM gebildet: SU QB, SU DSG und PN wurden als **qfM Kategorie 1** zusammengefasst, während ADSR und eQS-CI die **qfM Kategorie 2** bilden. Unter Anwendung dieser Methode sollte möglichen Ergebnisverzerrungen entgegengewirkt werden.

## Ergebnisse

Der im Nachfolgenden aufgezeigte Durchdringungsgrad bezieht sich auf den durchschnittlichen Anteil an a) kodierten assoziierten CI-ICD (s. ► **Tab. 1**, ► **Abb. 1** und ► **Abb. 2**); b) behandelten AOK-Patient:innen (s. ► **Tab. 2**, ► **Abb. 2**) unter vorhandenen qualitätsfördernden Maßnahmen (qfM) in den Kreisen des Bundesgebiets im Vergleich der Jahre 2006 (QB) bzw. 2007 (AOK) und 2017.

Im Jahresvergleich der unter qfM behandelnden Krankenhäuser hat die Maßnahme ADSR den höchsten prozentualen Anstieg mit 20%, gefolgt von SU QB mit 15,4%. SU DSG und PN sind um 14,1% gestiegen (► **Tab. 1**).

Die Regionen Deutschlands unterscheiden sich deutlich im Jahresvergleich hinsichtlich der Durchdringung mit der qfM Kategorie 1 (► **Abb. 1**). Insgesamt sind nur wenige stärker durchdrungene Gebiete (50–100%) in Süd-Bayern, Hessen, Hamburg und Mecklenburg-Vorpommern vorhanden. Ost-Deutschland, große Teile Süddeutschlands, Rheinland-Pfalz und Niedersachsen sind kaum durchdrungen. Beispielsweise ist Berlin eine Region mit einer sehr hohen Bevölkerungsdichte und hat im Jahr 2006 vergleichsweise

► **Tab. 1** Durchschnittlicher Anteil (in %) kodierter CI-ICD in Krankenhäusern mit qfM der Landkreise im Bundesgebiet pro Jahr.

Jahr *	qfM Kategorie 1						qfM Kategorie 2		
	PN		SU QB		SU DSG **		ADSR ***		eQS-CI
	μ	σ	μ	σ	μ	σ	μ	σ	
2006	57,9	33,2	66,9	24,8	–	–	62,8	28,4	Regionen mit verpflichtender eQS-CI werden als 100% durchdrungen angesehen.
2008	65,4	30,1	72,8	23,1	–	–	69,8	26,0	
2010	67,6	26,8	79,7	20,4	70,6	24,0	75,7	24,9	
2012	68,2	28,5	80,5	19,5	75,8	22,3	78,6	22,1	
2013	70,8	27,5	80,7	20,4	77,3	23,0	80,0	21,8	
2014	71,7	29,9	84,4	17,8	77,2	24,2	79,6	23,8	
2015	66,4	28,3	86,0	16,7	80,0	23,8	81,9	22,2	
2016	70,6	30,4	86,4	16,6	81,9	21,2	81,2	22,9	
2017	72,0	30,6	82,3	20,5	84,7	19,1	82,8	21,9	

\* QB wurden bis 2012 alle zwei Jahre, danach jährlich berichtet.; \*\* Für die Jahre 2006 und 2008 lagen keine Daten bzgl. DSG-Zertifizierung vor.; \*\*\* Zuordnung des Merkmals ADSR erfolgte auf Basis der PLZ.; **qfM Kategorie 1:** Gebildet aus PN, SU QB und SU DSG; Detaillierte Darstellung der Anteile kodierter CI-ICD unter PN, SU QB und SU DSG.; **qfM Kategorie 2:** Gebildet aus ADSR und eQS-CI; Detaillierte Darstellung der Anteile kodierter CI-ICD unter ADSR und eQS-CI.

► **Tab. 2** Anteil pro Kreis unter qfM behandelte AOK Patient:innen mit akutem Schlaganfall - Wohnort im Vergleich zum Behandlungsort 2007 vs. 2017

	2007		2017	
	Häufigkeit	Prozent	Häufigkeit	Prozent
AOK Versicherte *	36 646	100	31 426	100
Kreis Wohnort ohne qfM	9109	24,9	1699	5,4
Kreis Wohnort mit qfM	27 537	75,1	29 727	94,6
Behandelnde Krankenhäuser **	1180	100	941	100
Behandelndes Krankenhaus ohne qfM	527	44,7	266	28,3
Behandelndes Krankenhaus mit qfM	653	55,3	675	71,7
AOK Versicherte ***	36 645	100	31 424	100
Versicherte mit Wohnort in Kreis mit qfM und behandelndes Krankenhaus mit qfM	30 350	82,8	31 021	98,7
Kreis Wohnort ≠ Kreis Behandlungsort	10 066	27,5	9896	31,5
Kreis Wohnort = Kreis Behandlungsort	26 579	72,5	21 528	68,5

\* Patient:innen mit fehlender geografischer Information wurden ausgeschlossen (2007: n=49; 2017: n=24).; \*\* Krankenhäuser mit fehlender geografischer Information wurden ausgeschlossen (2007: n=1; 2017: n=2).; \*\*\* Fallzählweise: Patient:innen oder Krankenhäuser mit fehlender geografischer Information wurden ausgeschlossen (2007: n=50; 2017: n=26).

zu Süd-Ost-Bayern, mit geringer Bevölkerungsdichte, eine geringere Durchdringung mit KH der qfM Kategorie 1. Das Ruhrgebiet, das vergleichsweise eine geringere Bevölkerungsdichte als Berlin aber eine höhere als Süd-Ost-Bayern hat, war in 2006 stärker mit diesen qfM durchdrungen.

Die Versorgungssituation mit **qfM Kategorie 1** in 2017 zeigt klare Änderungen: Flächen der im Jahr 2006 kaum durchdrungenen Kreise in Süd-Deutschland, Rheinland-Pfalz, Niedersachsen und Ost-Deutschland sind im Jahr 2017 wesentlich durchdrungener (► **Abb. 1**).

Diese Teile Deutschlands sind vor allem auch mit anderen qfM abgedeckt (► **Abb. 1**): KH in Regionen mit gesetzlich verpflichtender eQS-CI oder KH mit freiwilliger Führung eines Schlaganfallregisters (ADSR) sind zu Beginn des Beobachtungszeitraums in vielen Regionen Deutschlands vertreten. Diese Art von qfM (**qfM Kategorie 2**) erfordert, auch wie zertifizierte SU, vielfältige Dokumentationen und das Erfüllen festgelegter Qualitätsanforderungen. Darüber hinaus erfolgt ein Austausch mit Gremien der eQS

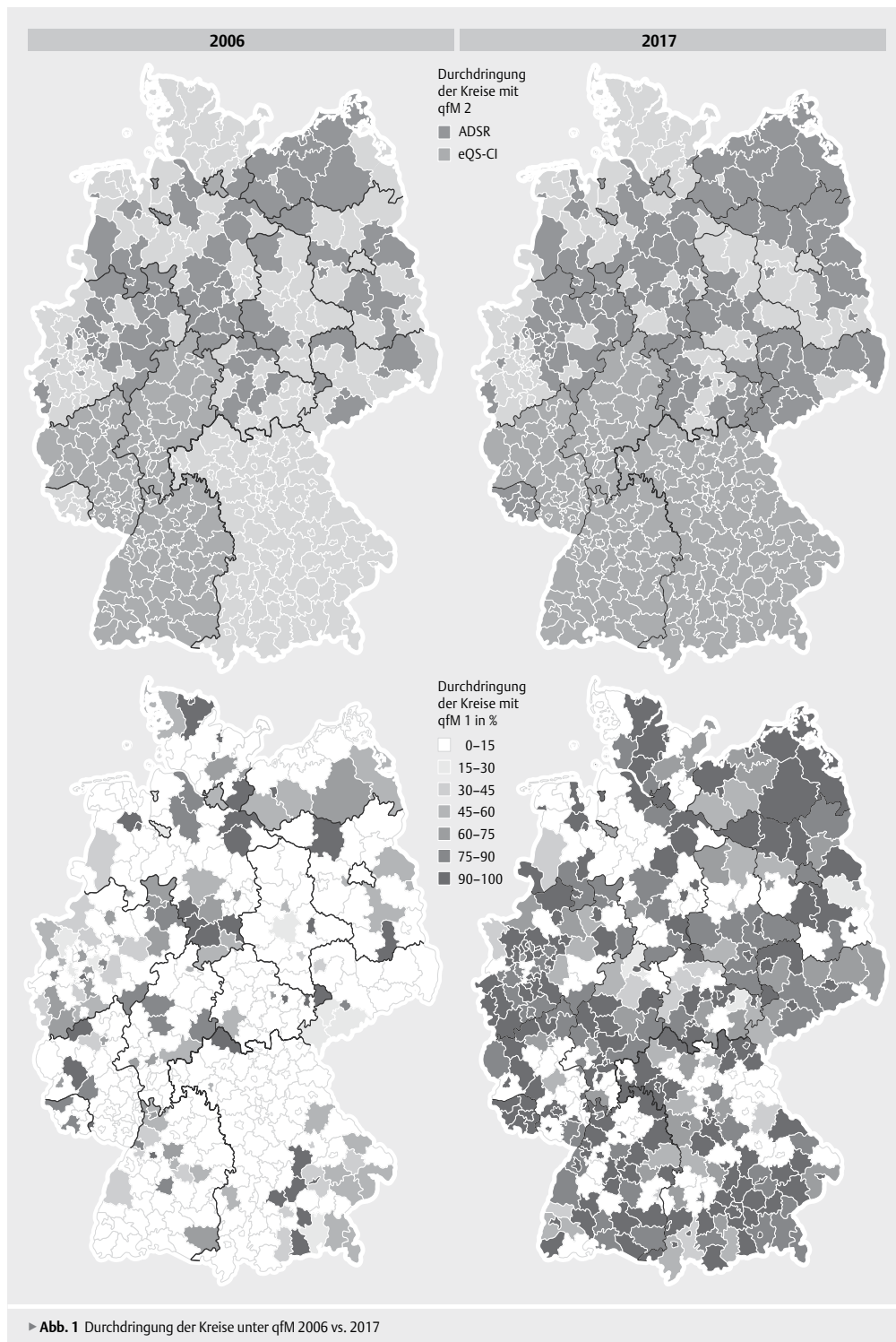
und u.U. ein strukturierter Dialog mit dem Ziel der Qualitätsverbesserung [17]. Im Bundesgebiet sind keine Kreise vorhanden, in denen ADSR und eQS-CI zugleich vertreten sind.

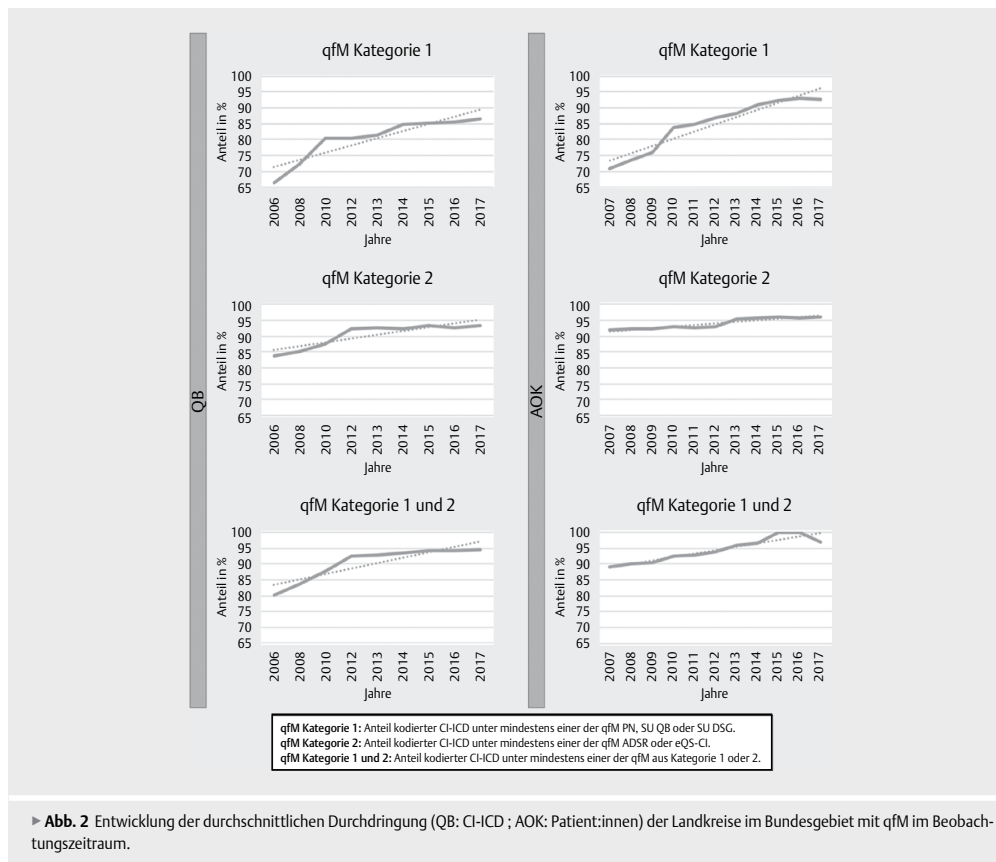
Die qfM Kategorie 2 entwickelte sich insofern weiter, dass Bayern 2013 eQS-CI einführt und ADSR mehr Mitglieder gewann (► **Abb. 1**).

Insgesamt zeigten die QB-Analysen für den Beobachtungszeitraum einen durchschnittlichen Anteil kodierter CI-ICD in KH mit qfM (**Kategorie 1 und 2**) von 90 % und einen Anstieg von 2006 im Vgl. zu 2017 um 15 % (► **Abb.2**).

Die Ergebnisse der AOK-Routinedaten zeigen im Jahresvergleich ähnliche Entwicklungen hinsichtlich unter mindestens einer qfM behandelte Patient:innen im Beobachtungszeitraum (► **Abb. 2**). Aus den Analysen (► **Tab. 2**) geht hervor, dass am Ende des Beobachtungszeitraums 20 % weniger Patient:innen in einem Kreis ohne qfM wohnten. Die Behandlung erfolgte in 2007 und 2017 bei 30 % der Patient:innen in anderen Kreisen als dem Wohnort. In 2007 waren in 55 % der behandelnden KH qfM vorhanden, in 2017 72 %.







Insgesamt ist die Anzahl kodierter Schlaganfälle und behandelter Patient:innen unter qm gestiegen (► **Abb. 2**). Auch die Korrelationsanalysen zeigten einen signifikanten Trend hin zur Behandlung in KH mit qm im Jahresverlauf (► **Tab. 3**).

## Diskussion und Limitationen

Die Regionen Deutschlands sind in unterschiedlichem Ausmaß mit qm im Bereich der Versorgung von Schlaganfallpatient:innen durchdrungen. Der Durchdringungsgrad hat sich im Verlauf der Jahre 2006 bis 2017 insgesamt positiv entwickelt, wobei in immer mehr Regionen qm durchgeführt und immer mehr Schlaganfallpatient:innen in KH mit qm behandelt werden. Die signifikanten Trends im Beobachtungsverlauf zeigen sich bei der Anzahl kodierter Schlaganfälle in Kreisen mit qm-Durchdringung auf der Basis der analysierten QB-Daten und auch bei den unter qm-Bedingungen behandelten Schlaganfallpatient:innen (AOK-Routinedaten).

Die bundesweiten Analysen bestätigen die auf einzelne Regionen begrenzten Analysen von Kitzrow et al. [11], die u. a. die

Fallzahlen für SU-Behandlungen und die Steigerungsrate von systemischen Thrombolyse für vier Regionen ausgewertet haben.

Pross et al. [19] zeigten in ihrer Studie zwar, dass sich die Anzahl der an der Behandlung von Schlaganfallpatient:innen beteiligten KH im Laufe der Zeit reduzierte, jedoch stieg der Anteil an Patient:innen in SU. Eydung et al. [17] zeigten von 2013 auf 2018 ebenfalls den Anstieg der Quote akuter Schlaganfälle und Versorgung in spezialisierten KH im eQS-CI-Gebiet Hessen.

In Anbetracht der unterschiedlichen Definition von Behandlungen in SU sind für einen positiven Zusammenhang in allen Studien ähnliche Tendenzen erkennbar. Zu beachten ist, dass in den QB zwar eine SU als Versorgungsschwerpunkt im Bereich der Neurologie angegeben werden kann, jedoch im Vergleich zu einer DSG-zertifizierten SU keine Qualitätskriterien (Struktur-, Prozess oder Fallzahlvorgaben) für die „offizielle“ Kennzeichnung als SU zu enthalten sind [16].

Im Vergleich zur Studie von Hillmann et al. [12], die für 2012 zeigten, dass 82 % der Patient:innen direkt in einer SU aufgenommen wurden, weisen unsere Analysen darauf hin, dass im selben Jahr 76 % (SU DSG) bzw. 81 % (SU QB) der CI-ICD in KH mit SU kodi-

► **Tab. 3** Trendanalyse der Durchdringung (QB: CI-ICD ; AOK: Patient:innen) mit qfM für den Beobachtungszeitraum – QB-Daten im Vgl. zu AOK-Daten

	Zeit (Jahre)	qfM Kategorie 1	qfM Kategorie 2	qfM Kategorie 1 u. 2
QB (2006-2017)				
Korrelationskoeffizient	1	0,944 **	0,833 **	1,000 **
Sig. (2-seitig)	.	0	0,002	.
N (Jahre)	9	9	9	9
AOK (2007-2017)				
Korrelationskoeffizient	1	0,964 **	0,891 *	0,917 **
Sig. (2-seitig)	.	0,000	0,000	0,000
N (Jahre)	11	11	11	11
** Die Korrelation ist auf dem 0,01 Niveau signifikant (zweiseitig); * Die Korrelation ist auf dem 0,05 Niveau signifikant (zweiseitig); <b>qfM Kategorie 1:</b> Anteil kodierter CI-ICD unter mindestens einer der qfM PN, SU QB oder SU DSG.; <b>qfM Kategorie 2:</b> Anteil kodierter CI-ICD unter mindestens einer der qfM ADSR oder eQS-CI.; <b>qfM Kategorie 1 und 2:</b> Anteil kodierter CI-ICD unter mindestens einer der qfM aus Kategorie 1 oder 2.				

ert wurden. Jedoch ist nicht davon auszugehen, dass tatsächlich alle Schlaganfälle auch direkt in einer SU aufgenommen wurden.

Im Unterschied zur Studie von Eyding et al. [17], die einen Anteil behandelter Patient:innen außerhalb des Wohnorts von 7,6% für das Jahr 2018 berichteten, zeigen unsere Analysen einen starken positiven Trend hin zur Behandlung von Schlaganfällen in spezialisierten KH mit einem Anteil von 31,5% außerhalb des Wohnorts behandelter Patient:innen in 2017. Ein möglicher Grund für die Differenz kann die breitere Auswahl an CI-ICD und die Betrachtung des ganzen Bundesgebiets in unserer Studie sein.

Die Ergebnisse zeigten zwar eine Mehrung der qfM im gesamten Bundesgebiet, jedoch ist noch unklar, ob die Durchdringung mit qfM an allen behandelnden Standorten oder eine stärkere Zentralisierung bessere Patientenoutcomes bewirken. Dies wird im weiteren Verlauf des „QUASCH“-Projekts analysiert.

Als Limitation für die Interpretation unserer Analysen ist zu beachten, dass die Durchdringung mit qfM mit den vorhandenen Daten nicht vollständig erfassbar ist. Daher sind geringfügige Abweichungen hinsichtlich des Anteils der Durchdringung mit qfM möglich, wobei insgesamt konservativ vorgegangen wurde. Wie in der Studie von Misselwitz et al. [9] gehen wir davon aus, dass wahrscheinlich mehr CI-ICD in KH mit qfM kodiert wurden, da durch die Verwendung anonymisierter bzw. pseudonymisierter Daten die Verknüpfung mit verschiedenen Datenquellen erschwert oder unmöglich sein kann [18]. Den ADSR-Daten fehlte aus Datenschutzgründen das IK. Zur Lösung der Problematik wurde das Merkmal ADSR anhand der PLZ mit den QB-Daten verknüpft. Dabei konnten zwar nicht alle Gebiete erfasst werden, was wahrscheinlich auf die heterogene Adressdokumentation der Datenquellen zurückzuführen ist (z. B. Adresse des KH-Standorts entspricht nicht der Adresse der Verwaltung). Auch bei eQS-CI gilt zu beachten, dass zwar bekannt ist, in welchen Bundesländern verpflichtende Regelungen verfügbar sind, jedoch nicht alle Schlaganfall-behandelnden KH auch offiziell eQS-CI registriert sind. Dies betrifft lediglich einen geringen Anteil der KH. Zur besseren Differenzierung haben wir in ► **Abb. 1** entsprechend qfM Kategorie 2 (Verknüpfung durch geografische Angaben) separat von qfM Kategorie 1 (Verknüpfung durch KH-Adressdaten und IK) abgebildet und alle Gebiete eingefärbt, die durch die geografischen Daten der ADSR und eQS-CI gegeben waren.

Auch die Daten der DSG-SU weisen Hindernisse auf – nicht jedes KH war beispielsweise durchgehend zertifiziert. Dies bedeutet nicht zwangsläufig eine fehlende spezialisierte Behandlung in den betreffenden Jahren. So waren Schließungen, Neueröffnungen oder Fusionen häufiger Grund für die Lücken, auch finanzielle Aspekte der Zertifizierung könnten Einfluss haben. Aus diesem Grund haben wir nach der Erstzertifizierung fortlaufend eine spezialisierte Versorgungsform der betreffenden Krankenhäuser angenommen.

Insgesamt gelang uns auf diese Weise der Vergleich bzw. die Verfolgung der Entwicklung unterschiedlicher Maßnahmen für das gesamte Bundesgebiet. Ein direkter kompetitiver Vergleich der verschiedenen qfM war nicht Ziel der vorliegenden Arbeit, sondern wird im weiteren Verlauf des QUASCH-Projekts angestrebt, indem die hier präsentierten Ergebnisse zur Durchdringung mit qfM im Bundesgebiet genutzt werden, um den Einfluss von qfM bei der Versorgung von Schlaganfallpatient:innen auf deren Versorgungsergebnisse zu untersuchen.

## Schlussfolgerung

Bundesweit ist die gesundheitliche Versorgung von Schlaganfallpatient:innen durch eine zunehmende Förderung qualitätsverbessernder Maßnahmen gekennzeichnet, die auf eine flächendeckende und möglichst qualitativ hochwertige Versorgung von Schlaganfallpatient:innen zielen. Die noch existierenden regionalen Versorgungslücken bei der spezialisierten Schlaganfallversorgung sollten durch qualitätsgeprüfte und bewährte Maßnahmen geschlossen werden, damit in Zukunft alle Patient:innen qualitativ hochwertig behandelt werden können.

Die Zusammenführung verschiedener Datenquellen zur Analyse der Gesundheitsversorgung wird aus teilweise wenig nachvollziehbaren Datenschutzgründen oder implausibler oder unvollständiger Verknüpfungsvariablen erschwert.

## Interessenkonflikt

Die Autorinnen/Autoren geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

## Literatur

- [1] Foerch C, Misselwitz B, Sitzer M et al. The projected burden of stroke in the German federal state of Hesse up to the year 2050. *Deutsches Arzteblatt international* 2008; 105: 467–473
- [2] World Health Organization. *Global Health Estimates 2016: Deaths by Cause, Age, Sex, by Country and by Region, 2000-2016*
- [3] Hacke W, Donnan G, Fieschi C et al. Association of outcome with early stroke treatment: pooled analysis of ATLANTIS, ECASS, and NINDS rt-PA stroke trials. *The Lancet* 2004; 363: 768–774
- [4] Schenkel J, Reitmeir P, Reden S von et al. Kostenanalyse telemedizinischer Schlaganfallbehandlung. *Gesundheitswesen* 2013; 75: 405–412
- [5] Behnke S. „Time is brain“: Zeitmanagement in der akuten Schlaganfallversorgung. *Der Radiologe* 2019; 59: 590–595
- [6] Norrving B, Barrick J, Davalos A et al. Action Plan for Stroke in Europe 2018-2030. *European stroke journal* 2018; 3: 309–336
- [7] Ntaios G, Bornstein NM, Caso V et al. The European Stroke Organisation Guidelines: a standard operating procedure. *International journal of stroke : official journal of the International Stroke Society* 2015; 10: 128–135
- [8] Otten K, Geraedts M, Kugler C. Qualitätsindikatoren für die Schlaganfallversorgung in Deutschland. *Gesundheitswesen* 2004; 66
- [9] Misselwitz B, Grau A, Berger K et al. Versorgungsqualität des akuten ischämischen Schlaganfalls in Deutschland 2018. *Der Nervenarzt* 2020; 91: 484–492
- [10] Röther J, Busse O, Berlis A et al. Interdisziplinäre neurovaskuläre Netzwerke: eine Standortbestimmung. *Nervenarzt* 2020; 91: 902–907
- [11] Kitzrow M, Bartig D, Krogias C et al. Qualitätsparameter der akuten Schlaganfallversorgung: Gegenüberstellung unterschiedlicher regionaler Versorgungskonzepte. *Nervenarzt* 2013; 84: 1486–1496
- [12] Hillmann S, Wiedmann S, Rücker V et al. Stroke unit care in germany: the german stroke registers study group (ADSR). *BMC neurology* 2017; 17: 49
- [13] Mader F, Schwenke R. Schlaganfall. Online: [https://www.awmf.org/uploads/tx\\_szleitlinien/053-011L\\_S3\\_Schlaganfall\\_2021-03.pdf](https://www.awmf.org/uploads/tx_szleitlinien/053-011L_S3_Schlaganfall_2021-03.pdf) letzter Zugriff: 12.04.2021
- [14] Kolominsky-Rabas P, Weingärtner M, Rosenthal H et al. Bevölkerungsbezogene Versorgungsforschung zum Schlaganfall: 20 Jahre Erlanger Schlaganfall Register. *Gesundheitswesen* 2014; 76
- [15] Heuschmann PU, Kolominsky-Rabas PL, Kugler C et al. Qualitätssicherung in der Schlaganfall-Behandlung: das Basismodul der Arbeitsgemeinschaft Deutscher Schlaganfall-Register (ADSR). *Gesundheitswesen* 2000; 62: 547–552
- [16] Nabavi DG, Koennecke H-C, Ossenbrink M et al. Zertifizierungskriterien für Stroke-Units in Deutschland: Update 2018. *Der Nervenarzt* 2019; 90: 335–342
- [17] Eyding J, Misselwitz B, Weber R et al. Vergleichbarkeit unterschiedlicher Datenquellen zur Schlaganfallversorgung in Deutschland. *Nervenarzt* 2020; 91: 877–890
- [18] Kohler M, Deutschbein J, Peschke D et al. Schlaganfallgeschehen in Deutschland - Zur Vergleichbarkeit von Krankenkassen-, Register- und DRG-Daten. *Fortschritte der Neurologie-Psychiatrie* 2014; 82: 627–633
- [19] Pross C, Berger E, Siegel M et al. Stroke units, certification, and outcomes in German hospitals: a longitudinal study of patient-based 30-day mortality for 2006–2014. *BMC health services research* 2018; 18: 880



Contents lists available at ScienceDirect

## Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/jstroke](http://www.elsevier.com/locate/jstroke)

## Associations between structure- and process-orientated measures and stroke long term mortality – an observational study based on routine data

Dijana Ebbeler<sup>a,\*</sup>, Michael Schneider<sup>a</sup>, Otto Busse<sup>b</sup>, Klaus Berger<sup>c</sup>, Patrik Dröge<sup>d</sup>, Christian Günster<sup>d</sup>, Björn Misselwitz<sup>e</sup>, Nina Timmesfeld<sup>f</sup>, Max Geraedts<sup>a</sup><sup>a</sup> Institute for Health Services Research and Clinical Epidemiology, Philipps University of Marburg, Karl-von-Frisch-Straße 4, Marburg 35043, Germany<sup>b</sup> Stroke Unit Certification Committee, German Stroke Society, Berlin 10117, Germany<sup>c</sup> Institute of Epidemiology and Social Medicine, University of Münster, Münster 48149, Germany<sup>d</sup> AOK Research Institute, AOK Federal Association, Berlin 10178, Germany<sup>e</sup> Federal State Consortium of Quality Assurance Hesse (LAGQH), Eschborn 65760, Germany<sup>f</sup> Department of Medical Informatics, Biometry and Epidemiology, Ruhr University Bochum, Bochum 44789, Germany

## ARTICLE INFO

**Keywords:**  
Stroke  
External quality assurance  
Neurological complex treatment  
Mortality

## ABSTRACT

**Objectives:** Various measures are used to improve the quality of stroke care. In Germany, these include concentrating treatment in specialized facilities (stroke units), mandatory quality comparisons of hospitals in some German states, and treatment according to prespecified structure and process specifications (neurological complex treatment 8-981 or 8-98b). These measures have previously only been analyzed individually and regarding short-term patient outcomes. This study analyzes these measures in combination, considering patients' comorbidities as well as stroke severity in a longitudinal perspective.

**Materials/Methods:** Analyses were based on data from 243,415 insureds of Germany's biggest health insurance (AOK) admitted to hospitals between 2007 and 2017 with cerebral infarction. Mortality risk was calculated using Cox regressions adjusted for various covariates. Kaplan-Meier analyses were differentiated by treatment site (stroke unit/external quality assurance/ Federal State Consortium of Quality Assurance Hesse – LAGQH) were performed, followed by log-rank tests and p-value adjustment. Trend analyses were performed for treatment types in combination with treatment sites.

**Results:** All analyses showed significant advantages for patients who received Neurological Complex Treatment, especially when the treatment was performed under external quality assurance conditions and/or in stroke units. There was an increasing frequency of specialized stroke treatment.

**Conclusions:** Quality-enhancing structures and processes are associated with a lower mortality risk after stroke. There appears to be evidence of a cascading benefit from the implementation of neurological complex treatment, external quality assurance, and ultimately, stroke units. Consecutively, care should be concentrated in hospitals that meet these specifications. However, since measures are often applied in combination, it remains unclear which specific measures are crucial for patient outcome.

## Introduction

In acute care of stroke patients, rapid treatment with structured procedures is important to prevent secondary brain damage.<sup>1-3</sup> Therefore, many reform efforts aim at specialized, standardized, and spatially accessible treatment options. In Europe, an action plan for stroke care has been developed to improve quality, including an increase in the proportion of strokes treated in stroke units.<sup>4</sup> In Germany, stroke patients are increasingly treated in stroke units.<sup>5</sup> In addition, other

quality-improving measures, some of them limited regionally, have been introduced, for example, mandatory external quality assurance (eQA) for acute stroke in the federal states of Hesse, Hamburg, Baden-Württemberg, Bavaria, and Rhineland-Palatinate.<sup>5</sup>

This measure aims to increase the efforts of healthcare providers to improve quality (§135a SGB V; German Social Law) by documenting care processes and results, which are compiled, analyzed, and reported back to the healthcare providers on a statewide or nationwide basis using public reporting. However, increasing structural and procedural

\* Corresponding author.

E-mail address: [naumoska@uni-marburg.de](mailto:naumoska@uni-marburg.de) (D. Ebbeler).<https://doi.org/10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2023.107241>

Received 3 December 2022; Received in revised form 26 May 2023; Accepted 26 June 2023

Available online 27 July 2023

1052-3057/© 2023 Elsevier Inc. All rights reserved.

requirements have resulted in increasing resource needs for hospitals.<sup>6</sup> This is reflected, among other things, in higher personnel and treatment costs, which is why the operation and procedure codes (OPS – German version of ICPM) "neurological complex treatment (NCT)" (code 8-981.-; from 2008 additionally 8-98b.-) were introduced in the German remuneration system for hospitals in 2005.<sup>7,8</sup>

NCT reimbursement requires that several structural and procedural prerequisites for the holistic treatment of patients with stroke or TIA are met, which are primarily fulfilled by stroke units.<sup>9</sup> The procedures differ in that NCT 8-98b has lower requirements. This concerns the 24 h availability of equipment (e.g., CT angiography) and the definition of 24 h availability of clinical staff. Essentially, NCT 8-98b can be coded both with and without a telemedicine consultation service. This is to ensure that every patient with an acute stroke can be examined immediately by a neurologist (see S1 for comprehensive description of the coding guidelines for both NCT). Although stroke care is increasingly centered in appropriate hospitals,<sup>10</sup> not all stroke patients have access to a stroke unit. Reasons for this are, e.g., distance, admission to an (unsuitable) nearby hospital, or an uncertain diagnosis.<sup>3,11,12</sup>

In addition, not all stroke patients with a comparable medical history receive the same treatment; for some patients, neurological complex treatment is implemented, while for others it is not. The decision about the medical intervention may be traced back to the treating physician, time delays, complications in the patient's course of treatment, or the

lack of structures at the attending hospital. Such factors can influence the process of care and subsequently the outcome of treatment, although the latter has been insufficiently researched.<sup>7,13,14</sup> Thus, treatment of stroke patients can be performed with the inclusion of different measures, which are influenced by structure and process regulations (Fig. 1):

- (A) Regional: eQA for acute stroke care (Supplement 1)
- (B) Hospital: stroke unit availability (Supplement 2)
- (C) Treatment: neurological complex treatment (NCT) (Supplement 3)

So far, positive effects have been observed for NCT<sup>7,15</sup> for the treatment of stroke patients in stroke units or hospitals working under eQA conditions.<sup>11,16,17</sup> The joint influence on survival and mortality risk by including the factors of treatment location (hospital with stroke unit or providing care under eQA conditions) and treatment type (NCT) - thereby adjusting for comorbidities or case severity - has not been evaluated.

The aim of this study was to analyze the combination of the effects of neurological complex treatment and stroke unit treatment or treatment under eQA conditions on the outcome of patients with cerebral infarction (ICD-10-GM I63).

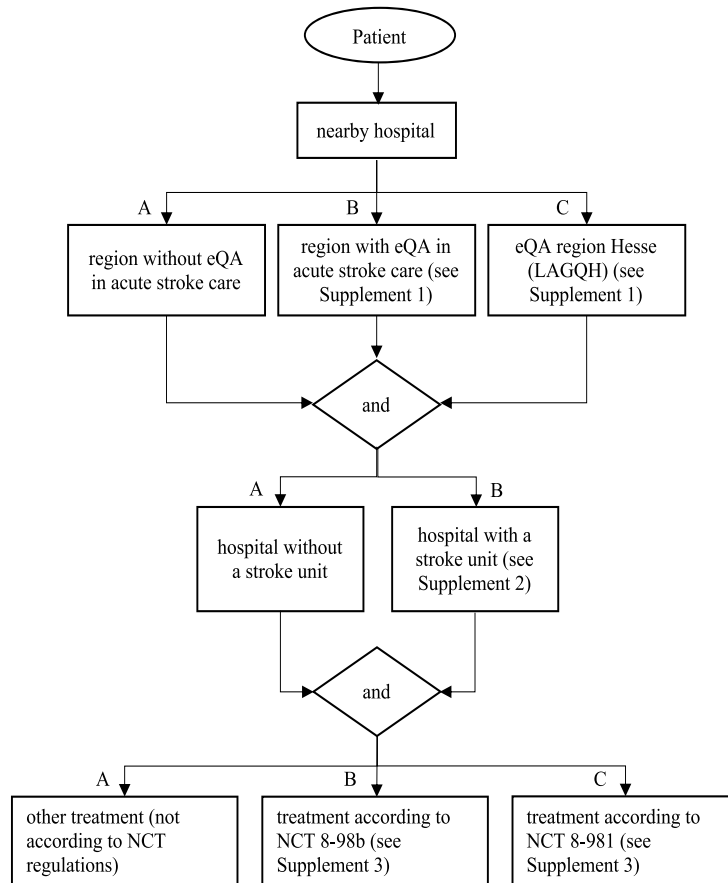


Fig. 1. Interrelationship between the different quality assurance measures.

## Materials and methods

The retrospective cohort study is based on secondary data from the project "QUASCH - Results of Quality Assured Stroke Care: Hesse in comparison to the rest of Germany", which was funded by the Innovation Fund of the Federal Joint Committee (01VSF18041).<sup>11</sup>

### Main dataset

Adult stroke patients of the AOK (Allgemeine Ortskrankenkasse, German health insurance covering one-third of the German population) with a discharge diagnosis of cerebral infarction (ICD-10-GM I63), whose initial acute stroke treatment took place in the period 2007-2017, were included. Data sets supplied by hospitals (based on § 301 SGB V, German Social Law) to the state health insurance funds of the AOK and managed by the AOK Research Institute (WiDO) were used. Through the further processing of the WiDO data records, additional information is available on any long-term care requirements (care level) and on mortality. For the analyses, a complete survey of all AOK patients in Hesse and, for the rest of Germany, a structurally similar random sample was provided regarding the distribution of age, sex, and stroke diagnosis. The sample size of this study was limited to a maximum of 500,000 patient records for contractual reasons. As a second source of data, we used the anonymous documentation of registered stroke patients of the Federal State Consortium of Quality Assurance Hesse (LAGQH), which was recorded within the eQA and contains information on case severity (Barthel Index and Rankin Scale). Each LAGQH case is marked with an identification number.

The linkage of the WiDO and LAGQH data sets was based on the variables gender, month and year of birth, hospital identification number, and admission date. Patients with a discharge diagnosis other than cerebral infarction were excluded. The dataset was adjusted for duplicates, recurrent cases, patients with multiple assigned NCTs at the time of the initial event, insurance switchers, and cases with negative observation time. The sample was followed up for up to 10 years after the initial event (median follow-up, 3.0 years; see S2 for average observation times).

The following data was added to the main dataset:

Treatment in a stroke unit: The German Stroke Society (DSG) provided a dataset with certification applications and approvals for stroke units. This information was linked to the main dataset using the hospital identification number and year of applicable certification, with the certification year in the main dataset corresponding to the year of initial stroke treatment. Since not all hospitals with corresponding certification requirements necessarily apply for (re)certification of a stroke unit and this term is not subject to copyright protection, the characteristic "treatment in a stroke unit" was supplemented with information on diagnoses (ICD) and procedures (NCT/OPS) from the mandatory quality reports of German hospitals. "Treatment in a stroke unit" was assigned if at least (a) 250 strokes (ICD-10-GM: I60, I61, I63, I64, G45 without G 45.4) and (b) 125 of the NCT for neurological complex treatment (8-98b; 8-981) were performed in the treating hospital in the year of the initial stroke treatment. This approach is based on information from the literature.<sup>18,19</sup> eQA: Based on the zip code of the treating hospital, the information "federal state" was added. Thus, the feature "eQA" could be added for the federal states of Hesse, Hamburg, Rhineland-Palatinate, Baden-Württemberg, and Bavaria.

Socioeconomic status: The zip code of the patient's place of residence was used to assign the socioeconomic status of the region of origin (German Index of Social Deprivation; GIOSD).

### Target value and data analysis

The outcome measure of the study was the overall mortality risk of patients with cerebral infarction without a treatment according to "neurological complex treatment" compared to

- (a) patients treated according to "other neurological complex treatment (NCT 8-98b)";
- (b) patients treated according to "neurological complex treatment (NCT 8-981)" (see S1 for a comprehensive description of the coding guidelines for both NCT).

In addition to NCT treatment, the following two conditions were considered simultaneously:

- (a) treatment under eQA conditions compared to treatment without eQA;
- (b) treatment in hospitals with or without a stroke unit.

To calculate the outcome measures, the survival times were calculated for all patients with cerebral infarction (in days) after the initial event in the observation period and the proportion of deceased patients one year after the initial event per NCT type and treatment site (hospital with stroke unit; eQA; patients with LAGQH registration).

Differences in mortality risk according to NCT type and treatment site were analyzed using Cox regression and Kaplan-Meier methods including log-rank tests. The trend in treatment types over the year was analyzed bivariate using Kendall's concordance coefficient.

Statistically significant results were assumed to be  $p < 0.05$ . Analyses were performed using the IBM SPSS version 28 program (Statistical Package for the Social Sciences, IBM®).

## Results

The analysis dataset included 243,415 patients with a first cerebral infarction in the period 2007-2017. 31,370 patients were treated under eQA conditions in Hesse (patients with treatment in LAGQH registered hospitals). Since four out of the 16 other federal states beside Hesse had mandatory eQA, 80,961 patients were treated under eQA conditions. There were 131,084 patients treated in federal areas without eQA. 131,007 patients were treated in stroke units.

### Study population

Table 1 shows the characteristics of the entire study population compared with patients treated under LAGQH, eQA without LAGQH, and no eQA conditions, as well as without NCT, or NCT 8-98b, and NCT 8-981. The subgroups differed in regional (LAGQH, eQA excluding LAGQH, no eQA), hospital (stroke unit availability), and treatment (no NCT, NCT 8-98b, NCT 8-981) characteristics. Patients treated in LAGQH-registered hospitals and without NCT had a slightly lower comorbidity burden (Elixhauser score  $< 4$ : 59%); at the same time, however, a higher proportion of patients with long-term care needs (care level  $> 0$ : 28%) was found in this population. 43-48% of patients treated under eQA or no eQA conditions, and 60% of patients treated under NCT 8-98b were treated in stroke units. 95% of patients treated under NCT 8-981 were treated in stroke units. More than half of the LAGQH-patients, eQA exclusive LAGQH, and no eQA subgroups received treatment, according to NCT 8-981. Approximately 10% or less of patients in these subgroups received treatment, according to NCT 8-98b.

### Overall mortality risk

The mortality risk was calculated for the entire observation period and for four different populations (Table 2): (A) all patients; (B) patients without NCT; (C) patients treated according to NCT 8-98b; (D) patients treated according to NCT 8-981. In addition, the same analyses were applied for LAGQH patients only (E) (Table 3).

In all models, patients with a male gender, increasing age, long-term care needs and, a high comorbidity index had a statistically significant higher mortality risk than the respective comparison groups. The socioeconomic status of the patient's residence area had no influence.

**Table 1**  
Characteristics of the study population

		all patients	eQA		NCT			
		n = 243,415	LAGQH n = 31,370	eQA excl. LAGQH n = 80,961	No eQA n = 131,084	No NCT n = 92,001	NCT 8-98b n = 17,781	NCT 8-981 n = 133,633
age (years) n (%)	missing	114	0	61	53	36	12	66
	< 50	6,382 (2.6)	790 (2.5)	2,172 (2.7)	3,420 (2.6)	2,016 (2.2)	349 (2.0)	4,017 (3.0)
	50 - 59	16,042 (6.6)	1,992 (6.4)	5,180 (6.4)	8,870 (6.8)	5,272 (5.7)	1,077 (6.1)	9,693 (7.3)
	60 - 69	34,679 (14.3)	4,649 (14.8)	12,039 (14.9)	17,991 (13.7)	11,988 (13.0)	2,339 (13.2)	20,352 (15.2)
	70 - 79	80,665 (33.2)	10,521 (33.5)	27,238 (33.7)	42,906 (32.7)	29,116 (31.7)	5,898 (33.2)	45,651 (34.2)
gender n (%)	80 - 89	84,988 (34.9)	10,862 (34.6)	27,952 (34.6)	46,174 (35.2)	33,884 (36.8)	6,650 (37.4)	44,454 (33.3)
	> 89	20,545 (8.4)	2,556 (8.1)	6,319 (7.8)	11,670 (8.9)	9,689 (10.5)	1,456 (8.2)	9,400 (7.0)
	missing	8	0	5	3	1	0	7
	Female	128,975 (53.0)	14,774 (47.1)	39,061 (48.2)	60,597 (46.2)	51,431 (55.9)	9,372 (52.7)	68,172 (51.0)
	Male	114,432 (47.0)	16,596 (52.9)	41,895 (51.8)	70,484 (53.8)	40,569 (44.1)	8,409 (47.3)	65,454 (49.0)
Elixhauser comorbidity score n (%)	missing	51	5	22	24	50	0	1
	0 - 3	131,329 (54.0)	18,413 (58.7)	45,104 (55.7)	67,812 (51.7)	51,447 (56.0)	8,634 (48.6)	71,248 (53.3)
	4 - 6	96,539 (39.7)	11,579 (36.9)	30,999 (38.3)	53,961 (41.2)	35,078 (38.1)	7,641 (43.0)	53,820 (40.3)
	> 6	15,496 (6.4)	1,373 (4.4)	4,836 (6.0)	9,287 (7.1)	5,426 (5.9)	1,506 (8.5)	8,564 (6.4)
care level before stroke n (%)	0	181,215 (74.4)	22,614 (72.1)	62,664 (77.4)	95,937 (73.2)	64,860 (70.5)	13,371 (75.2)	102,984 (77.1)
	1	33,751 (13.9)	4,640 (14.8)	9,952 (12.3)	19,159 (14.6)	14,042 (15.3)	2,416 (13.6)	17,293 (12.9)
	2	22,511 (9.2)	3,199 (10.2)	6,546 (8.1)	12,766 (9.7)	10,249 (11.1)	1,549 (8.7)	10,713 (8.0)
	3	5,938 (2.4)	917 (2.9)	1,799 (2.2)	3,222 (2.5)	2,850 (3.1)	445 (2.5)	2,643 (2.0)
GIOSD n (%)	missing	18,114	5,850	5,340	6,924	7,804	1,222	9,088
	< 6	101,679 (45.1)	19,595 (76.8)	57,256 (75.4)	24,828 (18.9)	36,426 (43.3)	7,492 (45.2)	57,761 (46.4)
	> 5	123,622 (54.9)	5,925 (23.2)	18,365 (24.3)	99,332 (75.8)	47,771 (56.7)	9,067 (54.8)	66,784 (54.6)
deceased n (%)	yes	129,007 (53.0)	15,146 (48.3)	39,535 (48.8)	59,727 (45.6)	57,456 (62.5)	8,061 (45.33)	63,490 (47.5)
	no	114,408 (47.0)	16,224 (51.7)	41,426 (51.2)	71,357 (54.4)	34,545 (37.5)	9,720 (54.67)	70,143 (52.5)
stroke unit n (%)	missing	11,195	1,169	4,201	5,825	296	779	10,120
	yes	131,007 (56.4)	10,695 (35.4)	36,504 (47.6)	54,014 (43.1)	3,676 (4.0)	10,226 (60.1)	117,105 (94.8)
LAGQH n (%)	no	101,213 (43.6)	19,506 (64.6)	40,256 (52.4)	71,245 (56.9)	88,029 (96.0)	6,776 (39.9)	6,408 (5.2)
	Hesse	31,370 (12.9)				8,758 (9.5)	2,035 (11.4)	20,577 (15.4)
eQA excluding LAGQH n (%)	other	212,045 (87.1)				83,243 (90.5)	15,746 (88.6)	113,056 (84.6)
	Hesse	80,961 (33.3)				32,945 (35.8)	8,465 (47.6)	39,551 (29.6)
NCT n (%)	other	162,454 (66.7)				59,056 (64.2)	9,316 (52.4)	94,082 (70.4)
	no NCT	92,001 (37.8)	8,758 (27.9)	32,945 (40.7)	50,298 (38.4)			
	9-98b	17,781 (7.3)	2,035 (6.5)	8,465 (10.5)	7,281 (5.6)			
	9-981	133,633 (54.9)	20,577 (65.6)	39,551 (48.9)	73,505 (56.1)			

NCT: neurological complex treatment; eQA: external quality assurance; LAGQH: external quality assurance in German federal state Hesse; GIOSD: German Index of Social Deprivation

The reference group for the following results are:

- (1) No stroke unit treatment versus stroke unit treatment
- (2) No eQA versus eQA (without LAGQH) or LAGQH
  - (A) all patients: Global analysis showed the lowest mortality risk for patients treated in stroke units (hazard ratio [HR]: 0.85; 95% confidence interval [0.84;0.86];  $p < 0.001$ ). Patients treated under eQA conditions also had a reduced risk (HR 0.96 [0.95;0.98];  $p < 0.001$ ). For LAGQH patients, the risk was reduced by 5% (HR 0.95 [0.93;0.97];  $p < 0.001$ ). When considering the other subgroups, there were differences in terms of mortality risk regarding the treatment sites. In general, patients with a higher level of care before stroke and more comorbidities were less likely to benefit from the various treatment interventions in terms of mortality risk.
  - (B) Patients without NCT: Treatment in stroke units was associated with a higher mortality risk (HR: 3.05 [2.92; 3.18];  $p < 0.001$ ). Similar results as in model (A) were shown for treatment under eQA (without LAGQH) conditions (HR: 0.94 [0.92;0.96];  $p < 0.001$ ). For LAGQH-registered patients, the mortality risk was reduced by 12% (HR: 0.88 [0.85;0.91];  $p < 0.001$ ).
  - (C) Patients with NCT 8-98b: The results of the subgroup analysis were not statistically significant for treatment in a stroke unit and under eQA (without LAGQH) conditions. LAGQH-registered cases were associated with a slightly higher mortality risk (HR 1.11 [1.02;1.20];  $p < 0.05$ ).
  - (D) Patients with NCT 8-981: The mortality risk for patients treated in stroke units was reduced by 4% (HR 0.96 [0.93;

1.00];  $p < 0.005$ ). Results for treatment under eQA conditions (eQA without LAGQH; LAGQH) showed reduced mortality risks but without statistical significance.

- (E) LAGQH patients: The results of the regression models were similar to those in analyses (A-D) (Table 2) even when the Rankin Scale and Barthel indices were included (Table 3). The global analysis showed the lowest mortality risk for patients treated in stroke units (HR: 0.89 [0.86;0.92];  $p < 0.001$ ). When considering the subgroup analyses (B-D), the results should be interpreted similarly: for patients treated according to NCT 8-981, there was an 8% (HR: 0.92; [0.85; 0.99];  $p < 0.001$ ) decrease in mortality risk when treatment was provided in a stroke unit. For patients treated according to NCT 8-98b in a stroke unit, the result was not statistically significant. Patients who did not receive NCT had a higher mortality risk if treatment was provided in a hospital with a stroke unit.

Survival time analyses: The analyses showed longer median survival times for patients treated in stroke units (Supplements 5 and 6) compared with patients not treated in stroke units (Supplement 7 and 8). In both subpopulations (stroke unit/no stroke unit), patients treated under eQA (without LAGQH) conditions, and according to NCT 8-981 survived the longest (5.6/6.2 years) (Supplements 5 and 7). Similar results were also found in both subgroups for patients who were not treated under eQA conditions or NCT – these patients survived the shortest.

1-year mortality: In all subgroups (no eQA/eQA excl. LAGQH/LAGQH), the proportion of patients who died within one year after



**Table 2**  
Mortality risk for all patients and for patients divided by treatment type (NCT).

reference group	variable	all patients		no NCT		NCT 8-98b		NCT 8-981	
		HR [95%-CL]	p	HR [95%-CL]	p	HR [95%-CL]	p	HR [95%-CL]	p
male	female	0.83 [0.82;0.85]	<0.001	0.85 [0.84;0.87]	<0.001	0.81 [0.78;0.86]	<0.001	0.82 [0.8;0.83]	<0.001
age < 50	50 - 59	1.57 [1.45;1.69]	<0.001	1.51 [1.35;1.69]	<0.001	1.99 [1.31;3.02]	0.001	1.62 [1.45;1.80]	<0.001
	60 - 69	2.25 [2.09;2.41]	<0.001	2.18 [1.96;2.42]	<0.001	3.02 [2.03;4.48]	<0.001	2.32 [2.10;2.57]	<0.001
	70 - 79	3.47 [3.24;3.72]	<0.001	3.30 [2.98;3.65]	<0.001	4.84 [3.29;7.14]	<0.001	3.64 [3.31;4.01]	<0.001
	80 - 89	6.18 [5.77;6.62]	<0.001	5.70 [5.15;6.32]	<0.001	8.79 [5.97;12.95]	<0.001	6.7 [6.08;7.38]	<0.001
	> 89	10.23 [9.53;10.99]	<0.001	9.11 [8.21;10.12]	<0.001	15.04 [10.16;22.27]	<0.001	11.07 [10.02;12.23]	<0.001
care level before stroke = 0	1	1.87 [1.84;1.90]	<0.001	1.77 [1.73;1.81]	<0.001	2.02 [1.89;2.15]	<0.001	1.91 [1.87;1.96]	<0.001
	2	2.40 [2.36;2.45]	<0.001	2.29 [2.23;2.35]	<0.001	2.52 [2.34;2.72]	<0.001	2.41 [2.35;2.48]	<0.001
	3	2.96 [2.86;3.06]	<0.001	2.74 [2.62;2.87]	<0.001	3.02 [2.64;3.46]	<0.001	2.93 [2.77;3.09]	<0.001
Elixhauser comorbidity score < 4	4 - 6	1.52 [1.51;1.54]	<0.001	1.45 [1.42;1.47]	<0.001	1.58 [1.50;1.66]	<0.001	1.67 [1.64;1.70]	<0.001
	> 6	2.12 [2.08;2.17]	<0.001	1.92 [1.86;1.99]	<0.001	2.22 [2.05;2.40]	<0.001	2.47 [2.39;2.54]	<0.001
GIOSD < 6	> 5	0.99 [0.98;1.01]	0.185	0.98 [0.96;1.00]	0.116	1.00 [0.94;1.05]	0.906	1.01 [0.99;1.03]	0.533
no stroke unit	stroke unit	0.85 [0.84;0.86]	<0.001	3.05 [2.92;3.18]	<0.001	0.99 [0.94;1.04]	0.596	0.96 [0.93;1.00]	<0.005
no eQA	eQA excluding LAGQH	0.96 [0.95;0.98]	<0.001	0.94 [0.92;0.96]	<0.001	1.00 [0.95;1.06]	0.914	0.98 [0.96;1.01]	0.127
	LAGQH	0.95 [0.93;0.97]	<0.001	0.88 [0.85;0.91]	<0.001	1.11 [1.02;1.20]	0.015	0.99 [0.96;1.01]	0.316

NCT: neurological complex treatment; HR: hazard ratio; 95%-CL: confidence interval; GIOSD: German Index of Social Deprivation; eQA: external quality assurance; LAGQH: external quality assurance in German federal state Hesse

**Table 3**  
Mortality risk for all LAGQH patients divided by treatment type (NCT).

reference group	variable	all patients		no NCT		NCT 8-98b		NCT 8-981	
		HR [95%-CL]	p	HR [95%-CL]	p	HR [95%-CL]	p	HR [95%-CL]	p
male	female	0.81 [0.78;0.84]	<.001	0.81 [0.76;0.87]	<.001	0.85 [0.73;0.99]	0.039	0.81 [0.77;0.85]	<.001
age < 50	50 - 59	1.42 [1.13;1.79]	0.003	1.18 [0.82;1.70]	0.363	3.23 [0.76;13.75]	0.112	1.55 [1.14;2.11]	0.005
	60 - 69	2.06 [1.67;2.55]	<.001	1.54 [1.11;2.13]	0.010	2.33 [0.56;9.69]	0.244	2.51 [1.89;3.34]	<.001
	70 - 79	3.08 [2.50;3.79]	<.001	2.10 [1.53;2.88]	<.001	3.12 [0.77;12.65]	0.111	3.97 [3.00;5.26]	<.001
	80 - 89	5.29 [4.30;6.51]	<.001	3.38 [2.47;4.64]	<.001	6.31 [1.56;25.55]	0.01	6.94 [5.24;9.18]	<.001
	> 89	8.24 [6.66;10.19]	<.001	4.92 [3.55;6.81]	<.001	9.63 [2.35;39.42]	0.002	10.86 [8.14;14.48]	<.001
care level before stroke = 0	1	1.62 [1.55;1.70]	<.001	1.49 [1.38;1.62]	<.001	1.83 [1.52;2.21]	<.001	1.65 [1.56;1.75]	<.001
	2	1.85 [1.76;1.96]	<.001	1.63 [1.49;1.79]	<.001	2.11 [1.71;2.6]	<.001	1.91 [1.78;2.05]	<.001
	3	2.08 [1.89;2.29]	<.001	1.80 [1.56;2.07]	<.001	1.43 [0.97;2.12]	0.073	2.32 [2.02;2.66]	<.001
Elixhauser comorbidity score < 4	4 - 6	1.33 [1.28;1.38]	<.001	1.24 [1.16;1.33]	<.001	1.38 [1.18;1.61]	<.001	1.41 [1.34;1.48]	<.001
	> 6	1.82 [1.69;1.96]	<.001	1.57 [1.36;1.81]	<.001	2.09 [1.50;2.92]	<.001	1.96 [1.79;2.15]	<.001
GIOSD < 6	> 5	1.00 [0.96;1.04]	0.947	1.02 [0.95;1.10]	0.556	0.93 [0.79;1.09]	0.35	1.01 [0.96;1.07]	0.698
no stroke unit	stroke unit	0.89 [0.86;0.92]	<.001	2.42 [2.13;2.75]	<.001	1.09 [0.93;1.28]	0.265	0.92 [0.85;0.99]	0.022
Rankin scale < 3	> 2	1.23 [1.16;1.30]	<.001	1.32 [1.20;1.44]	<.001	1.26 [1.00;1.59]	0.052	1.20 [1.12;1.28]	<.001
BI motion	> 9	0.87 [0.81;0.93]	<.001	0.93 [0.82;1.07]	0.312	0.92 [0.62;1.36]	0.66	0.83 [0.76;0.90]	<.001
BI bladder control < 10	> 9	0.64 [0.61;0.67]	<.001	0.61 [0.56;0.67]	<.001	0.65 [0.53;0.80]	<.001	0.65 [0.61;0.69]	<.001
BI stair climbing < 10	> 9	0.71 [0.67;0.76]	<.001	0.68 [0.60;0.78]	<.001	0.63 [0.43;0.93]	0.018	0.74 [0.68;0.80]	<.001

NCT: neurological complex treatment; HR: hazard ratio; 95%-CL: confidence interval; GIOSD: German Index of Social Deprivation; eQA: external quality assurance; LAGQH: external quality assurance in German federal state Hesse; BI: Barthel Index

initial admission was highest if treatment was not performed in stroke units and not according to NCT (Table 4). The proportion of deceased patients treated under eQA conditions (LAGQH included), was lower compared to federal regions without eQA (Table 4).

Trend analysis: The correlation analyses showed a significant ( $p < 0.001$ ) trend over the 10-year observation period towards treatment in stroke units or federal areas with eQA combined with NCT (Table 5).

**Discussion**

The present study shows that implementing measures to improve stroke treatment quality can be associated with a reduced mortality risk for stroke patients.

During the observation period of up to 10 years, a significant reduction in mortality by 4% was shown for the implementation of NCT, although the results for the less elaborate NCT 8-98b, in contrast to NCT 8-981, did not achieve a significant difference in Cox regression models. However, this relationship depended on treatment in stroke units and

**Table 4**  
Proportion of deceased and survived patients with cerebral infarction after one year divided by quality assurance, stroke unit treatment and NCT.

			deceased			survived		
			number (n)	valid n as rows (%)	95%-CL	number (n)	valid n as rows (%)	95%-CL
no eQA	no stroke unit	no NCT	14,777	32.5	[32;32.9]	30,760	67.5	[67.1;68]
		NCT 8-98b	565	23.9	[22.2;25.7]	1,797	76.1	[74.3;77.8]
		NCT 8-981	703	26.3	[24.6;28]	1,974	73.7	[72;75.4]
	stroke unit	no OPS	966	63.2	[60.7;65.6]	563	36.8	[34.4;39.3]
		NCT 8-98b	965	26.1	[24.7;27.6]	2,728	73.9	[72.4;75.3]
		NCT 8-981	13,711	23.4	[23.1;23.8]	44,787	76.6	[76.2;76.9]
eQA excluding LAGQH	no stroke unit	no NCT	8,789	29.8	[29.3;30.3]	20,705	70.2	[69.7;70.7]
		NCT 8-98b	653	23.6	[22;25.2]	2,114	76.4	[74.8;78]
		NCT 8-981	398	20.4	[18.6;22.2]	1,555	79.6	[77.8;81.4]
	stroke unit	no OPS	705	56.6	[53.9;59.4]	540	43.4	[40.6;46.1]
		NCT 8-98b	995	22.5	[21.3;23.7]	3,428	77.5	[76.3;78.7]
		NCT 8-981	6,360	21.4	[20.9;21.8]	23,414	78.6	[78.2;79.1]
LAGQH	no stroke unit	no NCT	2,361	30.7	[29.6;31.7]	5,337	69.3	[68.3;70.4]
		NCT 8-98b	215	27.2	[24.2;30.4]	575	72.8	[69.6;75.8]
		NCT 8-981	314	21.5	[19.5;23.7]	1,146	78.5	[76.3;80.5]
	stroke unit	no OPS	254	59.1	[54.4;63.6]	176	40.9	[36.4;45.6]
		NCT 8-98b	225	25.7	[22.9;28.7]	651	74.3	[71.3;77.1]
		NCT 8-981	3,641	22.5	[21.9;23.2]	12,507	77.5	[76.8;78.1]

NCT: neurological complex treatment; 95%-CL: confidence interval; eQA: external quality assurance; LAGQH: external quality assurance in German federal state Hesse

**Table 5**  
Correlation between years and treatment type (NCT) in combination with treatment site (eQA/stroke unit)

Kendall-Tau-b		no NCT no stroke unit	NCT stroke unit	no NCT no eQA	NCT eQA	no NCT	NCT 8-98b	NCT 8-981
Frequency within 11 years	correlation coefficient	-1,000	,891	-1,000	,855	-1,000	,745	,782
	p-value (2-sided)		0.000		0.000		0.001	0.001

NCT: neurological complex treatment; eQA: external quality assurance

may also be due to the overall small subgroup.

Through the implementation of quality assurance measures such as LAGQH, an even more significant reduction in mortality by 5% could be achieved. Patients who were treated in areas with eQA conditions had, on average, the longest median survival time. The analysis was also able to show a positive interaction of LAGQH and NCT. Thus, in the population with implemented LAGQH as well as NCT 8-981, a reduction of mortality by 8% was found, although this result was also dependent on the general treatment in a stroke unit. The strongest association of mortality reduction was with treatment in a stroke unit. In conclusion, all analyses showed advantages for patients who were treated according to NCT, especially when the treatment was under eQA conditions and/or in stroke units. This finding was supported by an increasing trend of implemented NCT in hospitals with stroke units or in federal areas with eQA. However, the analyses also showed that patients treated in a stroke unit rather than according to NCT had a higher risk of death. The results were similar for LAGQH patients treated according to NCT 8-98b and for LAGQH patients treated according to NCT 8-98b in a stroke unit. However, the small number of cases should be taken into account when interpreting the results. A higher risk of death when treated in stroke unit should be considered critically. We assume that the patients were admitted to a hospital with a stroke unit but were not directly treated there. The reason for this may be an existing living will that does not provide for life-sustaining interventions.

Our study is the first to investigate combined effects of neurological complex treatment plus stroke unit treatment or treatment under eQA conditions on stroke outcomes. Other studies already showed positive effects on outcome by treatment of stroke patients in stroke units or under eQA conditions, but no differentiated analyses on the type of treatment (NCT) were performed.<sup>7,8,11,20,21</sup>

Another important factor for stroke outcome is the time until treatment or the travel time to the treatment site,<sup>12</sup> which could not be considered in this study. Previous studies indicated that the time until treatment, especially for thrombolysis therapy, plays a major role.<sup>2,21</sup> Thrombolysis is a component of both neurological complex treatments.

It can be provided if the "door-to-needle time" of one hour (according to the recommendation of the German Society of Neurology: 30 min) has not been exceeded. A better achievement of this time window is reflected by the fact that more patients received complex treatment in stroke units over the course of the observation period.<sup>5</sup> In addition, our analyses showed a yearly reduction in the proportion of patients who were not treated according to NCT and not treated in stroke units.

It should be noted that the structural and process-related measures that were examined have thematic overlaps, such as in the case of the eQA/LAGQH quality indicators and specifications in the context of stroke unit certification: case number specifications, equipment and personnel, timing of diagnostic and therapeutic measures. The NCT coding specifications cover some of the components from eQA/stroke unit and bundle them together.

The benefits to patients from some of the individual components are already known: in particular, a meta-analysis showed better treatment outcomes for patients admitted to stroke units who received early physiotherapy and anticoagulation.<sup>14</sup> The latter are part of both neurological complex treatments (eAppendix 1.1). However, a Spanish study showed that there is a lack of homogeneity in the application and implementation of anticoagulation and rehabilitation needs assessment in the treating hospitals.<sup>15</sup> Neither the present study nor others have been able to show which of the individual components of the various quality assurance measures contribute most to improving care outcomes and how high the benefit to patients is because of their combination.

#### Limitations

Due to the study design, no direct causal interpretation of the results is possible. The associations of the measures with mortality risk described in the results section can be interpreted as an indication that the measures were highly likely to have influenced treatment outcomes.

For reasons of data protection, parts of the data were only available in aggregated form. This means that results may be biased, and a conservative approach to data linkage was considered. This affects the

variables socioeconomic status (GISD; average value per ZIP code area), eQA (state level, instead of hospital level), and stroke unit treatment (hospital ID, instead of hospital location).

In addition, this study is limited to routine data, which may have prevented other relevant data influencing the results from being included in the analyses. These include, for example, information on functional capacity, disability, and health after cerebral infarction. This limitation also affects the risk adjustment of the data set, because, for example, the severity of the cerebral infarction at first admission could not be considered. However, the Barthel index and Rankin scale could be used for LAGQH cases. It should also be noted that only AOK-insured patients were considered in this study. Since about one third of the German population is insured by the AOK, a low selection bias can be assumed.

Finally, it must be mentioned that no differentiation and examination of the effectiveness of individual structure- and process-related measures was possible and instead only bundles of measures (e.g., “eQA”, “complex treatment”) were considered as a whole. For this reason, the authors decided against classical hierarchical linear models (multilevel models) based on parametric and distributional procedures that impose requirements for independence, homoscedasticity, and normality of the residuals. Since these requirements are not met by the present data set, there is a risk that multilevel models would be unstable. Better differentiation of bundled measures should be considered in future analyses to allow identification of individual effective and ineffective measures. Based on this, further work could be done on the most important measures: the treatment outcome could be improved, the documentation burden in the context of eQA could be reduced or limited to the essentials, and a reduction of (treatment) costs in the context of care could be achieved by ‘removing’ process steps that are not crucial.

## Conclusions

The analyses suggest that structure- and process-related measures reduce the mortality risk of stroke patients. Comprehensive care of patients with cerebral infarction should continue to be provided in hospitals with optimal care facilities, such as those in stroke units or in areas with external quality assurance.

However, the results raise questions about the extent to which all measures introduced to improve stroke care are necessary. For research purposes, work should be done on the accessibility of data (e.g. severity of cerebral infarction on admission) to allow more accurate interpretations of the results.

## Data availability

The authors confirm that the data used in this study cannot be made available in the manuscript, in supplementary files, or in a public repository due to the German Data Protection Act (BDSG). Due to this, the data is stored on a secured drive at the Research Institute of the AOK (Wido) to facilitate replication of the results. The use of data from the statutory health insurance funds is only possible under the conditions specified in the Social Code (SGB V §287). A formal request specifying the recipient and the purpose of the data transfer must be addressed to the competent data protection authority. Access to the data of this study can only be granted to external parties under the conditions of the cooperation agreement of this research project and after written consent of the health insurance company (AOK). For questions regarding obtaining access to the data of this study, please contact wido@wido.bv.aok.de.

## Funding statement

This project was funded by the Innovation Fund at the Federal Joint Committee under grant number 01VSF18041.

## Declaration of Competing Interest

None.

## Acknowledgments

We would like to thank Prof. Kaps, former head of the neurological university hospital in Giessen for his advice on clinical issues.

## Supplementary materials

Supplementary material associated with this article can be found, in the online version, at [doi:10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2023.107241](https://doi.org/10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2023.107241).

## References

- World Health Organization. Global health estimates: life expectancy and leading causes of death and disability, 2019.
- Alonso A, Kollmar R, Dimitriadis K. Das ist neu in der Neurointensiv- und Notfallmedizin: die wichtigsten Studien des Jahres im Rück- und Überblick. *Nervenarzt*. 2022;93:1228–1234. <https://doi.org/10.1007/s00115-022-01285-3>.
- Hubbard LJ, Evans M, McMullen-Roach S, et al. Five years of acute stroke unit care: comparing ASU and Non-ASU admissions and allied health involvement. *Stroke Res Treat*. 2014;2014, 798258.
- Norrving B, Barrick J, Davalos A, et al. Action plan for stroke in Europe 2018–2030. *Eur Stroke J*. 2018;3:309–336.
- Ebbeler D, Schneider M, Busse O, et al. Spezialisierung der Schlaganfallversorgung in Deutschland: strukturveränderungen im Zeitraum von 2006–2017. *Gesundheitswesen*. 2021.
- Nabavi D, Ossenbrink M, Busse O. Qualitätsmanagement in der stroke unit. *Akt Neurol*. 2018;45:655–664.
- Heumüller S, Stausberg J, Jöckel KH. Neurologische Komplexbehandlung - Auswirkungen auf die Sterblichkeit im ersten Jahr und die Kosten der gesetzlichen Krankenkassen. *Fortschr Neurol Psychiatr*. 2012;80:593–598.
- Misselwitz B, Grau A, Berger K, et al. Versorgungsqualität des akuten ischämischen Schlaganfalls in Deutschland 2018. *Nervenarzt*. 2020;91:484–492.
- Liebetrau M, Hamann G. Akuttherapie des Schlaganfalls - Stroke Units ermöglichen die Implementierung von Qualitätsstandards. *Klinikerzt*. 2008;37:290–295.
- Neumann-Haefelin T, Gumbinger C, Nabavi D. Akute Schlaganfallversorgung in Deutschland. *Nervenheilkunde*. 2020;39:629–635.
- Geraedts M, Ebbeler D, Timmesfeld N, et al. Quality assurance measures and mortality after stroke—a retrospective cohort study. *Dtsch Arztebl Int*. 2021.
- Tancredi L, Martinelli Boneschi F, Braga M, et al. Stroke care in young patients. *Stroke Res Treat*. 2013;2013, 715380.
- Abilleira S, Gallofré M, Ribera A, et al. Quality of in-hospital stroke care according to evidence-based performance measures: results from the first audit of stroke, Catalonia, Spain. *Stroke*. 2009;40:1433–1438.
- Urimubenshi G, Langhorne P, Cadilhac DA, et al. Association between patient outcomes and key performance indicators of stroke care quality: a systematic review and meta-analysis. *Eur Stroke J*. 2017;2:287–307.
- Grond M, Busse O. Neurologische Komplexbehandlung des akuten Schlaganfalls auf der Stroke Unit. Der Operationen- und Prozedurenschlüssel 8-981. *Akt Neurol*. 2017; 44:15–18.
- Weimar C, Ringelstein EB, Diener HC. Stroke-units: organisation, ergebnisse, wirtschaftlichkeit. *Nervenarzt*. 2007;78:957–966.
- Zhai S, Gardiner F, Neeman T, et al. The cost-effectiveness of a stroke unit in providing enhanced patient outcomes in an Australian teaching hospital. *J Stroke Cerebrovasc Dis*. 2017;26:2362–2368.
- Nabavi DG, Koennecke HC, Ossenbrink M, et al. Zertifizierungskriterien für Stroke-Units in Deutschland Update 2018. *Nervenarzt*. 2019;90:335–342.
- Pross C, Berger E, Siegel M, et al. Stroke units, certification, and outcomes in German hospitals: a longitudinal study of patient-based 30-day mortality for 2006–2014. *BMC Health Serv Res*. 2018;18:880.
- Pross C, Strumann C, Geissler A, et al. Quality and resource efficiency in hospital service provision: a geoadaptive stochastic frontier analysis of stroke quality of care in Germany. *PLoS One*. 2018;13, e0203017.
- Kitzrow M, Bartig D, Krogius C, et al. Qualitätsparameter der akuten Schlaganfallversorgung: Gegenüberstellung unterschiedlicher regionaler Versorgungskonzepte. *Nervenarzt*. 2013;84:1486–1496.

## 10.4 Curriculum vitae

### Beruflicher Werdegang:

*Clinical Territory Associate, Intuitive Surgical Deutschland GmbH, Freiburg im Breisgau*  
Seit Juli 2022

- Clinical Sales

*Wissenschaftliche Mitarbeiterin, Institut für Versorgungsforschung und Klinische Epidemiologie, Philipps-Universität Marburg, Marburg an der Lahn*

Juni 2018 – Dezember 2021

- Hauptsächliche Arbeit am folgenden Projekt: „QUASCH – Ergebnisse Qualitätsgesicherter Schlaganfallversorgung: Hessen im Vergleich zum übrigen Bundesgebiet“
- Unterstützende Arbeit in der studentischen Lehre

*Wissenschaftliche Mitarbeiterin, Institut für Versorgungsforschung, LVR Klinik Köln, Düsseldorf/Köln*

Juni 2017 – Februar 2018

- Hauptsächliche Arbeit am folgenden Projekt: „DAQUMECA – Development of quality indicators for mental healthcare in the Danube region“

### Akademische Ausbildung:

*Master of Arts, Health and Medical Management, Rheinische Fachhochschule Köln*

März 2015 – Januar 2017

*Bachelor of Science, Medizinökonomie, Rheinische Fachhochschule Köln*

September 2011 – Juni 2014

## 10.5 Verzeichnis der akademischen Lehrer:innen

Meine akademischen Lehrer:innen an der Rheinischen Fachhochschule Köln waren:

Herr Michael Böttcher

- Herr Dr. Günther Braun
- Herr Dr. Franz Frenzl
- Herr Dr. Christoph Güsgen
- Herr Dr. Johannes Güsgen
- Herr Patrick Hilbrenner
- Herr Jörg Huber
- Herr Ralf Klaßmann
- Herr Dr. Michael Kresken
- Herr Prof. Dr. Ralf Kutsche
- Herr Volker Latz
- Herr Dr. Ansbert Lotter
- Frau Dr. Bettina Mecking
- Herr PD Dr. Michael Meuser
- Herr Dr. Guido Möser
- Herr Dr. Udo Müller
- Herr Holger Patzschke
- Herr Prof. Dr. Rainer Riedel
- Herr Dr. Markus Rolle
- Herr Dr. Alfred Ruppel
- Frau Prof. Gisela Schmalz
- Herr Dr. Udo Schmitz
- Frau Dr. Dagmar Temme
- Frau Prof. Dr. Susanne Viebahn
- Frau Ute Wucherpfeffig
- Frau Prof. Dr. Katharina Zaglauer
- Herr Dr. Stefan Zipse

## **10.6 Danksagung**

An dieser Stelle möchte ich allen Menschen meinen großen Dank aussprechen, die mich bei der Bearbeitung der Dissertation unterstützt haben.

Besonderer Dank gilt meinem Doktorvater und meinen damaligen Kollegen aus dem Institut für Versorgungsforschung und Klinische Epidemiologie der Philipps-Universität Marburg.

## 10.7 Ehrenwörtliche Erklärung

Ich erkläre ehrenwörtlich, dass ich die dem Fachbereich Medizin Marburg zur Promotionsprüfung eingereichte Arbeit mit dem Titel „Einfluss von Struktur- und Prozessmerkmalen stationärer Einrichtungen auf die Qualität der Versorgung am Beispiel des akuten Schlaganfalls“ im Institut für Versorgungsforschung und Klinische Epidemiologie unter Leitung von Professor Max Geraedts ohne sonstige Hilfe selbst durchgeführt und bei der Abfassung der Arbeit keine anderen als die in der Dissertation abgeführten Hilfsmittel benutzt habe. Ich habe bisher an keinem in- oder ausländischen Medizinischen Fachbereich ein Gesuch um Zulassung zur Promotion eingereicht, noch die vorliegende oder eine andere Arbeit als Dissertation vorgelegt.

Ich versichere, dass ich sämtliche wörtlichen oder sinngemäßen Übernahmen und Zitate kenntlich gemacht habe.

Mit dem Einsatz von Software zur Erkennung von Plagiaten bin ich einverstanden.

Vorliegende Arbeit wurde in folgenden Publikationsorganen veröffentlicht:

Teilstudie 1: Das Gesundheitswesen. Thiemeverlag. DOI 10.1055/a-1341-1246

Teilstudie 2: Das Gesundheitswesen. Thiemeverlag. DOI 10.1055/a-1690-6786

Teilstudie 3: Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases. Elsevier. DOI 10.1016/j.jstroke-cerebrovasdis.2023.107241

Ort, Datum, Unterschrift Doktorandin

---

Die Hinweise zur Erkennung von Plagiaten habe ich zur Kenntnis genommen.

Ort, Datum, Unterschrift Referent

---