

Ergebnisbericht (gemäß Nr. 14.1 ANBest-IF)

Konsortialführung:	AOK-Bundesverband eGbR
Förderkennzeichen:	01VSF20013
Akronym:	Hybrid-QI
Projekttitel:	Hybrid-QI – Hybride Qualitätsindikatoren mittels Machine Learning-Methoden
Autorinnen und Autoren:	Melissa Spoden, Patrik Dröge, Thomas Datzmann, Elisa Henke, Caroline Lang, Franz Ehm, Thomas Ruhnke, Jochen Schmitt, Christian Günster, Martin Sedlmayr
Förderzeitraum:	1. Juli 2021 bis 30. Juni 2024
Ansprechperson:	Patrik Dröge, patrik.droege@wido.bv.aok.de, Tel. 030 34646 2119

Das dieser Veröffentlichung zugrundeliegende Projekt Hybrid-QI wurde mit Mitteln des Innovationsausschusses beim Gemeinsamen Bundesausschuss unter dem Förderkennzeichen 01VSF20013 gefördert.

Zusammenfassung

Hintergrund: International werden Routinedaten zur Definition von Qualitätsindikatoren genutzt, um die stationäre Behandlungsqualität zu erfassen. Für einen fairen Krankenhausvergleich ist meist eine ausreichende Risikoadjustierung der Qualitätsindikatoren unabdingbar, die Unterschiede im Fallmix der Kliniken berücksichtigt. Diese erfordert die Operationalisierung der Schwere der betrachteten Erkrankung und der patientenbezogenen Komorbiditäten und Faktoren mit Einfluss auf die Behandlungsqualität wie z.B. die Medikation zum Zeitpunkt der Aufnahme. Schweregrad und Komplexität einer Erkrankung lassen sich möglicherweise jedoch nicht allein mit Hilfe von Routinedaten angemessen erfassen. Ziel des Projektes „Hybride Qualitätsindikatoren mittels Machine Learning-Methoden“ (Hybrid-QI) war es, für vier Leistungsbereiche zu prüfen, inwieweit durch innerklinische, medizinische Daten oder deren Routinedaten-Surrogate die auf GKV-Routinedaten basierenden Risikoadjustierungsmodelle datensparsam und aufwandsarm verbessert werden können. Des Weiteren wurde untersucht, ob Machine Learning-Methoden (ML) höhere Modellgüten erzielen können als der aktuelle Standard der logistischen Regression mit schrittweiser Rückwärtsselektion. Schließlich wurden Empfehlungen für eine dynamische Plattform zur Qualitätsmessung für Kliniken und Öffentlichkeit abgeleitet.

Methodik: Diese retrospektive Kohortenstudie verknüpfte GKV-Routinedaten der AOK (2015-2021) auf Patientenebene mit klinischen Daten von 15 teilnehmenden Kliniken. Der resultierende hybride im OMOP-Standard aufbereitete Datensatz wurde genutzt, um den Einfluss klinischer Risikofaktoren in der Risikoadjustierung der Qualitätsindikatoren der betrachteten Leistungsbereiche zu evaluieren. Um den notwendigen klinischen Datensatz auf ein Minimum zu reduzieren, wurden Surrogate auf Basis der GKV-Routinedaten zur Approximation des Informationsgehalts relevanter klinischer Risikofaktoren gebildet und im Risikomodell getestet. Die ML-Methoden Elastic Net, XGBoost und Neural Net wurden anhand der Modellgüten (ROC-AUC, PR-AUC, Brier Score) einer logistischen Regression mit schrittweiser Rückwärtsselektion gegenübergestellt.

Ergebnisse: Die Studienpopulation umfasste stationäre Fälle mit akutem Myokardinfarkt (n=165.130 [AOK], 3.148 [Hybrid]), endoprothetischer und osteosynthetischer Behandlung proximaler Humerusfrakturen (n=34.912 [AOK]), Hirninfarkt/intrazerebraler Blutung (n=5.012 [Hybrid]) und Kolon-/Rektumoperation bei Karzinom (n=494 [Hybrid]). Für den akuten Myokardinfarkt und den Schlaganfall konnten klinische Faktoren mit einem Einfluss auf die Risikoadjustierung identifiziert werden. Für den akuten Myokardinfarkt konnte dieser klinische Faktor durch Surrogate basierend auf GKV-Routinedaten approximiert werden. Für einige Outcomes verbesserten einzelne ML-Methoden die Modellgüte (höchster Zuwachs bei ROC-AUC=0,09 durch XGBoost). Dennoch wurden für die meisten Ergebnisse keine oder nur marginale Verbesserungen durch die ML-Methoden erzielt.

Diskussion: Für die proximale Humerusfraktur und den akuten Myokardinfarkt konnten in den klinischen Daten keine Risikofaktoren identifiziert werden, deren Informationsgehalt nicht über GKV-Routinedaten approximiert werden kann. Für den Schlaganfall gibt es starke Hinweise auf den Einfluss des klinischen Parameters der artzberichteten National Institutes of Health Stroke Scale (NIHSS) auf die Risikoadjustierung. Mögliche Verzerrungen des Effektes können jedoch aufgrund des eingeschränkten, selektiven Samples nicht ausgeschlossen

werden. Für die Bewertung der Relevanz klinischer Daten beim kolorektalem Karzinom lagen in den Kliniken nicht genügend vollständige Datensätze vor. Keine der getesteten ML-Methoden ist generell der logistischen Regression zur Bildung von Qualitätsindikatoren auf den gegebenen Datensätzen überlegen. Marginale Gewinne in der Modellgüte sollten nicht die Hauptgrundlage für die Wahl einer geeigneten Methode sein, vielmehr sollte die Modellinterpretierbarkeit berücksichtigt werden, insbesondere bei neuen Datensätzen mit wenig Wissen über wichtige Risikofaktoren.

Schlagworte: Qualitätsindikatoren, Machine Learning, GKV-Routinedaten, klinische Daten, Qualitätsmessung, stationäre Versorgung

Inhaltsverzeichnis

I	Abkürzungsverzeichnis	6
II	Abbildungsverzeichnis	7
III	Tabellenverzeichnis	7
1	Projektziele	8
2	Projektdurchführung	9
2.1	Projektbeteiligte	9
2.2	Beschreibung/ Darstellung des Projekts	10
2.3	Beschreibung Ablauf des Projekts	11
3	Methodik	15
3.1	Hypothesen	15
3.2	Datenbasis	15
3.3	Datenharmonisierung und -linkage	16
3.4	Einschlusskriterien, Outcomes und Risikofaktoren	18
3.4.1	Klinische Expertenpanels	18
3.4.2	Akuter Myokardinfarkt mit Koronarangiographie	18
3.4.3	Endoprothetische und osteosynthetische Behandlung proximaler Humerusfrakturen	19
3.4.4	Hirnfarkt/intrazerebrale Blutung	21
3.4.5	Kolon-/Rektumoperation bei Karzinom	21
3.5	Statistische Methoden	23
3.6	Leistungsbereichsspezifische Auswertungsstrategien	23
3.6.1	Akuter Myokardinfarkt mit Koronarangiographie	24
3.6.2	Endoprothetische und osteosynthetische Behandlung proximaler Humerusfrakturen	24
3.6.3	Hirnfarkt/intrazerebrale Blutung	24
3.6.4	Kolon-/Rektumoperation bei Karzinom	24
4	Projektergebnisse	25
4.1	Matching	25
4.2	Einfluss klinischer Faktoren	26
4.2.1	Akuter Myokardinfarkt mit Koronarangiographie	26
4.2.2	Endoprothetische und osteosynthetische Behandlung proximaler Humerusfrakturen	27
4.2.3	Hirnfarkt/intrazerebrale Blutung	27
4.2.4	Kolon-/Rektumoperation bei Karzinom	28
4.3	Machine Learning-Methoden	28

4.3.1	Akuter Myokardinfarkt mit Koronarangiographie	28
4.3.2	Endoprothetische und osteosynthetische Behandlung proximaler Humerusfrakturen	29
4.3.3	Hirninfarkt/intrazerebrale Blutung	29
4.3.4	Kolon-/Rektumoperation bei Karzinom	29
4.4	Feinkonzept dynamische Qualitätsplattform	30
5	Diskussion der Projektergebnisse	30
5.1	Einfluss klinischer Faktoren	30
5.1.1	Akuter Myokardinfarkt mit Koronarangiographie	30
5.1.2	Endoprothetische und osteosynthetische Behandlung proximaler Humerusfrakturen	31
5.1.3	Hirninfarkt/intrazerebrale Blutung	32
5.1.4	Kolon-/Rektumoperation bei Karzinom	32
5.1.5	Zusammenfassung	32
5.2	Machine Learning-Methoden	32
5.3	Feinkonzept dynamische Qualitätsplattform	34
5.4	Stärken und Schwächen	34
6	Verwendung der Ergebnisse nach Ende der Förderung	35
7	Erfolgte bzw. geplante Veröffentlichungen	36
7.1	Erfolgte Veröffentlichungen	36
7.2	Eingereichte Veröffentlichungen	36
7.3	Geplante Veröffentlichungen	36
7.4	Kongressbeiträge	37
IV	Literaturverzeichnis	38
V	Anlagen	41

I Abkürzungsverzeichnis

AMI	Akuter Myokardinfarkt mit Koronarangiographie
ATC	Anatomisch-Therapeutisch-Chemische Klassifikation
CDM	Common Data Model
CLiPPeR	Cardiovascular Patient-Level Analytical Platform
CMS	Centers for Medicare & Medicaid Services
csv	Comma-separated values
DIZ	Datenintegrationszentrum
EBM	Einheitlicher Bewertungsmaßstab
eGFR	geschätzte glomeruläre Filtrationsrate
ETL	Extract-Transform-Load
FHIR	Fast Healthcare Interoperability Resources
GKV	Gesetzliche Krankenversicherung
Hb	Hämoglobin
HFRS	Hospital Frailty Risk Score
HR	Hazard Ratio
ICD-10	International Classification of Diseases, Tenth Revision
IMB	Institut für Medizinische Informatik und Biometrie
KDS	Kerndatensatz
KI	95%-Konfidenzintervall
KRK	Kolon-/Rektumoperation bei Karzinom
MACCE	major adverse cardiac and cerebrovascular events
MDAT	Medizinische Daten (klinische Daten)
MII	Medizininformatik-Initiative
ML	Machine Learning
mRS	modified Rankin Scale
NIHSS	National Institutes of Health Stroke Scale
NSTEMI	Nicht-ST-Hebungsinfarkt
OHDSI	Observational Health Data Sciences and Informatics
OMOP	Observational Medical Outcomes Partnership
OPS	Operationen- und Prozedurenschlüssel
OR	Odds Ratio
PHF	Endoprothetische und osteosynthetische Behandlung proximaler Humerusfrakturen
PLZ	Postleitzahl
PR-AUC	Precision Recall-Area Under the Curve
PSN	projektspezifisches Versicherten-Pseudonym
QI	Qualitätsindikatoren
ROC-AUC	Receiver Operating Characteristic-Area Under the Curve
SGB	Sozialgesetzbuch
SM	Schnittmenge
SMR	Standardisierte Mortalitäts- bzw. Morbiditätsraten
SNOMED-CT	Systematized Nomenclature of Medicine and Clinical Terms

STEMI	ST-Streckenhebungsinfarkt
STROKE	Hirnfarkt/Intrazerebrale Blutung
THS	Unabhängige Treuhandstelle Bereich Medizin der Technischen Universität Dresden
TNM	Klassifikation von Tumoren (T=Tumor, N=Befallene Lymphknoten, M=Metastasen)
UICC-Stadium	Union for International Cancer Control
UKD	Universitätsklinikum Carl Gustav Carus Dresden
VDAT	Versichertendaten (GKV-Routinedaten)
VIF	Variation Inflation Factor
WIdO	Wissenschaftliches Institut der AOK
ZEGV	Zentrum für Evidenzbasierte Gesundheitsversorgung

II Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Ablauf der Expertenpanels Hybrid-QI.....	12
Abbildung 2: Hybrid-QI Projektablauf.....	14
Abbildung 3: Datenflüsse und Datenlinkage im Projekt Hybrid-QI.....	17
Abbildung 4: Methodisches Vorgehen Expertenpanels Hybrid-QI.....	18

III Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Konsortial- und Kooperationspartner	9
Tabelle 2: Behandlungsgruppen der KRK-Fälle	22
Tabelle 3: Fallaufgriff nach Leistungsbereichen.....	26

1 Projektziele

International werden Routinedaten zur Definition von Qualitätsindikatoren (QI) genutzt, um die stationäre Behandlungsqualität zu erfassen. Fallübergreifende Routinedaten erlauben bei geringem administrativem Aufwand die sektorenübergreifende Longitudinalanalyse von Behandlungsfolgen inner- und außerhalb des initialen Klinikaufenthaltes. Allerdings bestehen Limitationen bei den analysierbaren Outcomes und Risikofaktoren [1,2]. Die Berücksichtigung von Risikofaktoren ist notwendig, um mithilfe einer Risikoadjustierung einen fairen Gruppenvergleich zwischen Krankenhäusern, trotz unterschiedlicher Patientenpopulationen zu ermöglichen und tiefergehende Erkenntnisse zu Patientinnen und Patienten anhand von Risikostratifizierung zu gewinnen [3]. Dies erfordert eine umfassende Operationalisierung der Krankheitsschwere der Patientinnen und Patienten und anderer Komorbiditäten sowie der Komedikation zum Zeitpunkt der Aufnahme.

Einige Behandlungen, insbesondere solche, die vom Schweregrad und der Komplexität der Erkrankung abhängen, lassen sich mit Hilfe von Routinedaten allein möglicherweise nicht angemessen erfassen. Beispiele hierfür sind das TNM-Staging (Tumorgröße, Nodalstatus, Fernmetastasen) für das kolorektale Karzinom, der Schweregrad eines akuten Myokardinfarkts, die Mobilität oder die Gebrechlichkeit bei einer proximalen Humerusfraktur sowie die NIHSS als Maß für den Schweregrad für Patientinnen und Patienten mit akutem ischämischem Schlaganfall. Solche Informationen aus der innerklinischen, medizinischen Datenerfassung könnten die Patientenpopulation spezifischer beschreiben und so für die externe Qualitätsmessung relevant sein [1].

Ziel des Projektes „Hybride Qualitätsindikatoren mittels Machine Learning-Methoden“ (Hybrid-QI) war es daher, zu prüfen, inwieweit durch solche innerklinischen, medizinischen Daten die Risikoadjustierung in der Qualitätsmessung verbessert werden kann. Hierzu wurden retrospektiv bundesweite GKV-Routinedaten der AOK mit klinischen Daten von 15 teilnehmenden Krankenhäusern verknüpft. Dieser hybride Datensatz wurde genutzt, um hybride Qualitätsindikatoren mit zugehöriger Risikoadjustierung für vier akutstationäre Leistungsbereiche zu entwickeln

- Akuter Myokardinfarkt mit Koronarangiographie (AMI)
- Endoprothetische und osteosynthetische Behandlung proximaler Humerusfrakturen (PHF)
- Hirninfarkt/intrazerebrale Blutung (STROKE)
- Kolon-/Rektumoperation bei Karzinom (KRK) (siehe Anlage 3)

Anhand der Modellgüte der Risikoadjustierungsmodelle der hybriden QI im Vergleich zu rein auf GKV-Routinedaten basierenden Adjustierungsmodellen und QI wurde bewertet, inwieweit die verwendeten klinischen Daten die Risikoadjustierung verbessern. Die Auswirkungen auf einen QI-basierten Klinikvergleich wurde anhand der krankenhausspezifischen standardisierten Morbiditäts-/Mortalitätsrate (SMR) evaluiert, indem die SMR der hybriden mit der SMR der routinedatenbasierten QI korreliert und die Korrelation der Rangfolge der Krankenhäuser berechnet wurde.

Bislang gilt die logistische schrittweise Regression als die Standardmethode für die Modellierung und Risikoadjustierung von QI auf der Grundlage von GKV-Routinedaten [4]. Da

Machine Learning-Methoden (ML) das Potenzial haben, die Modellgüte bei der Qualitätsmessung zu verbessern, wurde in Hybrid-QI untersucht, ob eine Auswahl von ML-Methoden (Elastic Net, XGBoost und Feed Forward Neural Net) die Modellgüte im Vergleich zum derzeitigen Standard der logistischen Regression verbessern könnten. Im Sinne der Datensparsamkeit sollte der notwendige klinische Datensatz für zukünftige Analysen auf ein Minimum reduziert werden. Dies erfolgte durch die Substituierung der relevanten klinischen Variablen durch routinedatenbasierte Surrogate, die den Informationsgehalt der klinischen Variablen approximieren.

Abschließend wurden für jedes der teilnehmenden Krankenhäuser die klinikspezifischen Ergebnisse für alle vier Leistungsbereiche in einem Klinikbericht aufbereitet (siehe Anlage 2).

Aufbauend auf den Erfahrungen des Projekts wurde ein Konzept für die Implementierung einer dynamischen Qualitätsplattform entwickelt. Das Konzept beschreibt schematisch wie ein Dashboard gestaltet werden kann, welches Hybrid-QI für die Behandlung ausgewählter Leistungsbereiche in deutschen Krankenhäusern in einer für die Nutzergruppen verständlichen und attraktiven Form aufbereitet. Dabei wird auf die unterschiedlichen Anforderungen bei der Darstellung von Inhalten eingegangen, welche sich abhängig vom Profil der Nutzenden, z.B. für Bürgerinnen und Bürger, Ärztinnen und Ärzte oder das Klinikmanagement sowie im Kontext des angezeigten Leistungsbereichs, etwa im Hinblick auf leistungsbereichsspezifische Outcomes, Schweregraddefinitionen oder relevante Zusatzqualifikationen ergeben (siehe Anlage 1).

2 Projektdurchführung

2.1 Projektbeteiligte

Tabelle 1: Konsortial- und Kooperationspartner

Konsortialführung	
Wissenschaftliches Institut der AOK (WIdO)	Projektleitung: Christian Günster Verantwortung: Projektleitung und –koordination, Methodik, Datenanalyse Fachlicher Ansprechpartner: Christian Günster, christian.guenster@wido.bv.aok.de
Konsortialpartner	
Zentrum für evidenzbasierte Gesundheitsversorgung (ZEGV), Prof. Sozialmedizin & Versorgungsforschung, Universitätsklinikum Carl Gustav und TU Dresden	Projektleitung: Jochen Schmitt Verantwortung: Methodik, Datenanalyse Fachlicher Ansprechpartner: Thomas Datzmann, thomas.datzmann@ukdd.de
Institut für Medizinische Informatik und Biometrie (IMB), Zentrum für Medizinische Informatik, Universitätsklinikum Carl Gustav Carus, TU Dresden	Projektleitung: Martin Sedlmayr Verantwortung: Leitung Common Data Model, Datenbereitstellung Universitätsklinikum Dresden (UKD) Fachliche Ansprechpartnerin: Elisa Henke, elisa.henke@ukdd.de

Helios Kliniken GmbH	Projektleitung: Jörg Reschke Verantwortung: Leitung Datenschutz und generische Datenbereitstellung klinischer Daten Fachliche Ansprechpartner: Sebastian Ortleb sebastian.ortleb@helios-gesundheit.de, Madeleine Kittner, madeleine.Kittner@helios-gesundheit.de
Unabhängige Treuhandstelle Bereich Medizin der TU Dresden (THS)	Projektleitung: Philipp Heinrich Verantwortung: Leitung Unabhängige Treuhandstelle, Linkage der Daten Fachlicher Ansprechpartner: Philipp Heinrich, philipp.heinrich@ukdd.de
Kooperationspartner	
Deutsche Gesellschaft für Kardiologie – Herz- und Kreislaufforschung e.V.	Unterstützung bei Gewinnung von Expertinnen und Experten für die Expertenpanels
Deutsche Gesellschaft für Orthopädie und Unfallchirurgie e.V.	
Deutsche Krebsgesellschaft e.V.	
Deutsche Gesellschaft für Neurologie e.V.	
Klinik und Poliklinik für Neurologie, Universitätsklinikum Carl Gustav Carus	
Dr. med. Ekkehard Schuler, Prof. Dr. med. Karl Scholz, Prof. Dr. med. Heinz Theres, Prof. Dr. med. Uwe Zeymer	Expertenpanel akuter Myokardinfarkt
PD Dr. med. Tobias Helfen, Prof. Dr. med. Jan Christoph Katthagen, PD Dr. med. Jörg Nowotny, Prof. Dr. med. Klaus-Dieter Schaser, PD Dr. med. Matthias Wimmer	Expertenpanel proximale Humerusfraktur
PD Dr. med. Jessica Barlinn, Prof. Dr. med. Christos Krogias, Prof. Dr. med. Christoph Gumbinger, Prof. Dr. med. Jens Eyding, Dr. med. Ekkehard Schuler	Expertenpanel Hirninfarkt/Intrazerebrale Blutung
Prof. Dr. med. Pompiliu Piso, PD Dr. med. Simone Wesselmann, Dr. med. Nils Sommer, Prof. Dr. med. Christoph Reissfelder, Dr. med. Ekkehard Schuler, PD Dr. Olaf Schoffer	Expertenpanel Kolon-/Rektumoperation bei Karzinom

2.2 Beschreibung/ Darstellung des Projekts

Derzeit werden GKV-Routinedaten, die bei der Abrechnung der stationären Versorgung entstehen, zur Qualitätssicherung herangezogen. Diese Daten ermöglichen es, nicht nur den gesamten stationären Behandlungsverlauf, sondern auch Outcomes, die sich erst im Anschluss ereignen zu analysieren, wie etwa das Versterben innerhalb von 30 Tagen oder das Auftreten von Folgekomplikationen. GKV-Routinedaten bieten nicht nur den Vorteil einer solchen patientenzentrierten Betrachtung des Behandlungsverlaufs, sondern zeichnen sich auch durch eine hohe Datenvollständigkeit und den fehlenden Erhebungsaufwand aus. Jedoch

können nicht alle Outcomes und Risikofaktoren die von Interesse wären abgebildet werden. Insbesondere für eine vergleichende Qualitätsbewertung zwischen Krankenhäusern, ist die Berücksichtigung aller relevanter Risikofaktoren unerlässlich. Es wird angenommen, dass in klinischen Daten zusätzliche potenziell relevante Risikofaktoren und Ergebnisse dokumentiert werden können, wie zum Beispiel das TNM-Staging (Tumorgröße, Nodalstatus, Fernmetastasen) für das kolorektale Karzinom oder der Schweregrad eines akuten Myokardinfarkts.

Das Projekt zielt darauf ab, sogenannte hybride Qualitätsindikatoren (Hybrid-QI) zu entwickeln, die auf GKV-Routinedaten basieren und mit einem minimalen Satz klinischer Daten verknüpft werden. Diese Hybrid-QIs sollen exemplarisch für die Indikationen Herzinfarkt, Schlaganfall, kolorektale Resektion bei Krebs und Schulterendoprothese oder Oberarmbruch nahe der Schulter entwickelt werden. Dabei wurde evaluiert, ob mit Methoden des maschinellen Lernens Risikoadjustierungsmodelle effizienter als mit traditionellen Ansätzen entwickelt werden können. Abschließend wurde ein Konzept für eine dynamische Plattform zur nutzerzentrierten und zeitnahen Qualitätsmessung erarbeitet.

2.3 Beschreibung Ablauf des Projekts

Nach Beginn des Projekts im Juni 2020 wurde ein auf künftige Projekte und andere gesetzliche Krankenversicherungen übertragbares Datenschutzkonzept entwickelt, auf dessen Grundlage die Datennutzung nach § 75 Sozialgesetzbuch (SGB) X ohne die Einwilligungserklärung der Patientinnen oder Patienten genehmigt wurde. Dieses Datenschutzkonzept bildete die Basis für die Verknüpfung der klinischen Daten der teilnehmenden Krankenhäuser mit den GKV-Routinedaten der AOK auf Patientenebene.

Parallel dazu wurden die Aufgreifkriterien der Studienpopulation für jeden der vier Leistungsbereiche, die zu messenden Outcomes sowie die potentiellen Risikofaktoren in den GKV-Routinedaten, wie auch in den klinischen Daten basierend auf Literaturrecherchen in mehrstufigen Abstimmungen in medizinischen Expertenpanels erarbeitet und konsentiert. Zur Auswahl und Rekrutierung der Teilnehmenden der Expertenpanels wurden die als Kooperationspartner beteiligten Fachgesellschaften (Deutsche Gesellschaft für Neurologie, Deutsche Gesellschaft für Orthopädie und Unfallchirurgie, Deutsche Gesellschaft für Kardiologie und Deutsche Krebsgesellschaft) bis einschließlich Q3/2021 angeschrieben und um Benennung von Expertinnen und Experten gebeten. Alle Gesellschaften haben daraufhin Personen benannt, die dann in die Panels berufen wurden. Zusätzlich nahm Herr Dr. Schuler, Leiter ZD Medizin der Helios Kliniken, an den Panels teil. Die vorbereitenden Literaturrecherchen sowie die Expertenpanels wurden vom ZEGV und WIdO für alle vier Leistungsbereiche koordiniert und durchgeführt (siehe Abbildung 1). In den ersten beiden Sitzungen der Expertenpanels (2021, 2022) wurden die Sichtung und Vorauswahl potenziell relevanter Risikofaktoren sowie die Definitionen der Endpunkte und Outcomes konsentiert. In der dritten Sitzung (2023) erfolgte die kritische Reflexion und Bewertung der modellierten Risikoadjustierung und abschließend in der vierten und letzten Sitzung (2023/2024) die kritische Reflexion und Bewertung der entwickelten Qualitätsindikatoren.

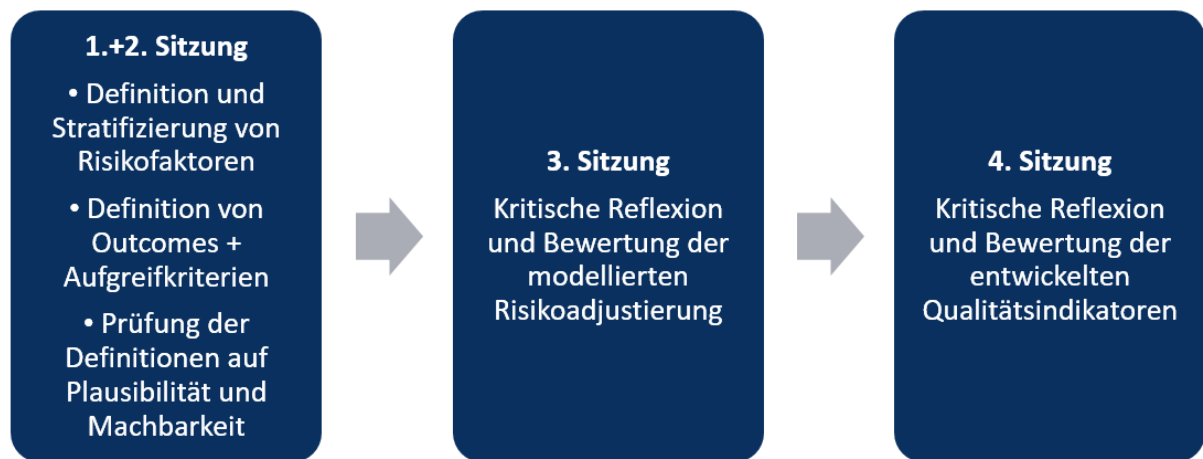


Abbildung 1: Ablauf der Expertenpanels Hybrid-QI

Da sich zum einen die Datenstruktur und das Datenvokabular der klinischen Daten von den GKV-Routinedaten, zum anderen jedoch auch zwischen den einzelnen teilnehmenden Krankenhäusern unterschieden, war eine Harmonisierung der Daten auf ein gemeinsames Datenmodell notwendig. Hierfür wurde das Observational Medical Outcomes Partnership (OMOP) Common Data Model (CDM) der internationalen Observational Health Data Sciences and Informatics (OHDSI) Community gewählt [5,6]. Anhand dieses Datenmodells können medizinische Daten aus unterschiedlichsten Quellen so in Format (syntaktisch) und Vokabular (semantisch) standardisiert werden, dass sie institutionsübergreifend in eine gemeinsame Datenbank importiert und analysiert werden können. In den teilnehmenden Krankenhäusern und dem WIdO wurde die Bereitstellung der Daten im notwendigen Format technisch vorbereitet und die Daten dann zum Linkage durch die unabhängige Treuhandstelle Bereich Medizin der Technischen Universität Dresden (THS) bereitgestellt (mehr zum Linkageprozess in Kapitel 3.3).

In einem nächsten Schritt wurden die hybriden QI und zugehörige Risikoadjustierungsmodelle entwickelt. Dabei kamen Methoden der logistischen Regression und des maschinellen Lernens zum Einsatz. Die Ergebnisse wurden in einem iterativen Prozess in den leistungsbereichsspezifischen Expertenpanels hinsichtlich der medizinischen Plausibilität und Relevanz diskutiert. Hierbei wurde der Einfluss der klinischen Risikofaktoren auf die Risikoadjustierung anhand verschiedener Metriken bewertet. Falls ein klinischer Risikofaktor die Risikoadjustierung verbesserte, wurden Surrogate für diesen klinischen Risikofaktor in den GKV-Routinedaten gesucht, der künftig den Informationsgehalt dieser klinischen Variablen auch ohne klinische Daten approximieren könnte, nach Möglichkeit definiert und im Adjustierungsmodell getestet.

Parallel zu den Auswertungen der Ergebnisse der hybriden QI wurde ein Konzept für eine dynamische Qualitätssicherungsplattform entwickelt. In einem mehrstufigen Verfahren wurden zunächst allgemeine Darstellungsschemata erarbeitet, welche sich an den Empfehlungen in der Literatur und anderen branchentypischen Umsetzungen der Visualisierung orientierten und v.a. auf die unterschiedlichen Anforderungen der Nutzergruppen fokussierten. Innerhalb der Projektgruppe wurden im nächsten Schritt Mock-

ups für die Darstellung von leistungsbereichsspezifischen Inhalten am Beispiel von KHK und STROKE erstellt und diese gemeinsam mit den medizinischen Fachexpertinnen und -experten im Rahmen von Panels diskutiert. Für die anderen im Projekt betrachteten Leistungsbereiche AMI und PHF wurden Nutzen und Realisierbarkeit einer Dashboard-Lösung zur Darstellung von Qualitätsinformationen allgemein durch das medizinische Expertenpanel bewertet. Die Ergebnisse dieses Prozesses wurden im Rahmen eines Feinkonzepts verschriftlicht (siehe Anlage 1).

Abschließend wurden die Ergebnisse in Klinikberichten für jedes teilnehmende Krankenhaus aufbereitet (siehe Abbildung 2, siehe Anlage 2).

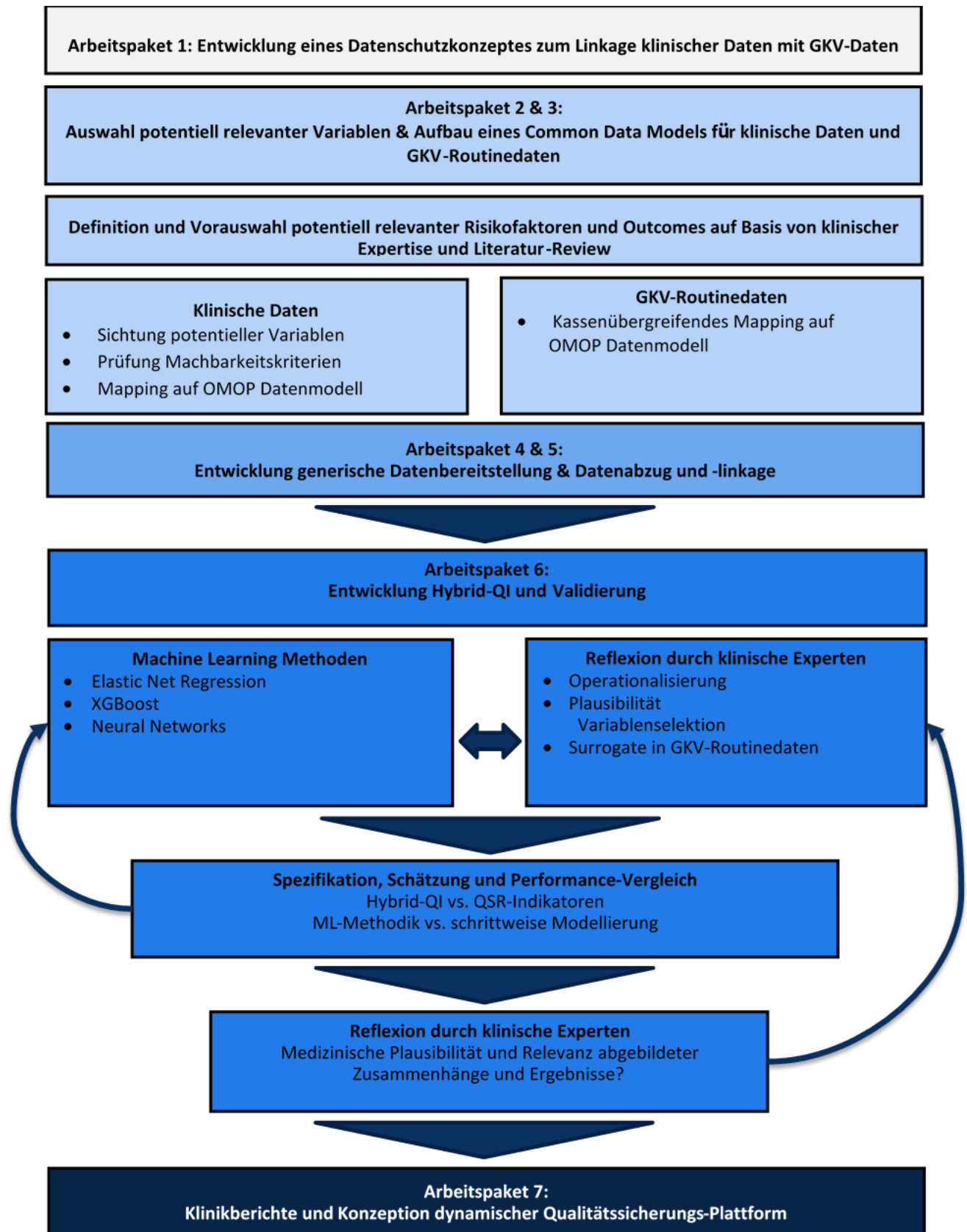


Abbildung 2: Hybrid-QI Projektablauf

3 Methodik

3.1 Hypothesen

Folgende Hypothesen wurden untersucht.

- 1) Qualitätsmessung und Risikostratifizierung mit GKV-Routinedaten lässt sich durch Ergänzung um klinische Daten und Surrogate in Routinedaten verbessern.
- 2) Mit Machine Learning (ML) können in GKV-Routinedaten Assoziationen mit klinischen Daten identifiziert werden, die zur Operationalisierung von Surrogaten genutzt werden können, und Variablen für Risikoadjustierungsmodelle selektiert werden.
- 3) Die vorgesehenen klinischen Nutzer können Anforderungen an eine dynamische Plattform zur Qualitätsmessung mittels QI formulieren, die eine an Risikoprofilen orientierte Zuweisungsentscheidung unterstützt.

3.2 Datenbasis

Die genutzten GKV-Routinedaten stammen von der Mitgliederbestandsführung und der Leistungsabrechnung der AOKs. Diese Daten werden unter Berücksichtigung des Datenschutzes zentral im WIdO so zusammengeführt, dass AOK- und einrichtungsübergreifende Betrachtungen möglich sind, allerdings nur für AOK-Patientinnen und AOK-Patienten. Je Abrechnungsfall liegt ein Datensatz vor. Der stationäre Datensatz stellt einen Auszug aus dem Austauschdatensatz dar, der in den technischen Anlagen zur § 301-Vereinbarung beschrieben ist. Er umfasst Angaben zu Zeitraum, Diagnosen, Prozeduren und abgerechneten Krankenhausentgelten der stationären Behandlung. Zusätzlich werden für einzelne Leistungsbereiche auch Auszüge aus Austauschdatensätzen für ambulantes Operieren im Krankenhaus nach § 115 SGB V, vertragsärztliche Leistungen nach § 295 SGB V und Leistungen im Rahmen eines Facharztvertrages nach § 73c SGB V verwendet. Leistungsbereichsabhängig werden auch EBM-Positionen aus vertragsärztlichen Leistungen bzw. Leistungen im Rahmen eines Facharztvertrages sowie Verordnungsdaten inkl. ATC-Schlüssel aus Leistungen der Arzneimittelversorgung (§ 300 SGB V) verwendet. Weiterhin wurden Heilmitteldaten nach § 302 SGB V insbesondere zur Verordnung physiotherapeutischer Leistungen herangezogen. Für dieses Projekt, insbesondere zur Untersuchung von poststationären Outcomes, wurde der Datensatz um Angaben aus der Mitgliederbestandsführung der AOK ergänzt; dazu gehören Alter, Geschlecht, Versichertenstatus und ggf. Sterbezeitpunkt. Die GKV-Routinedaten der AOK wurden für die Jahre 2015-2021 genutzt, wobei die Jahre 2015-2016 als Vorbeobachtungszeitraum dienten, 2017-2020 als Indexjahre in denen die stationäre Behandlung in einem der teilnehmenden Krankenhäuser stattgefunden haben muss (hiervon ausgenommen sind die Leistungsbereiche AMI und PHF, für die die bundesweiten Daten aller Krankenhäuser genutzt wurden) und das Jahr 2021 als Nachbeobachtungszeitraum. Somit standen zusammenfassend versorgungsnahe GKV-Routinedaten zu demografischen Angaben und sektorenübergreifend zur Inanspruchnahme von stationären und ambulanten Behandlungen für die Analysen zur Verfügung. Die innerklinischen Daten wurden für Fälle, die die Einschlusskriterien in den

Jahren 2017 bis 2020 erfüllten, von 14 teilnehmenden Kliniken der Helios Kliniken GmbH und vom Datenintegrationszentrum des Universitätsklinikums Carl Gustav Carus Dresden bezogen. Die klinischen Daten stammten aus krankenhausspezifischen Softwaresystemen, die die Bereiche Patientenverwaltung, Diagnosen, Verfahren, Operationen, Tumore, Pharmakotherapie, Vital- und Labordaten sowie die Daten der externen gesetzlichen Qualitätssicherung abdeckten. Eine vorab durchgeführte Einschätzung zeigte, dass die digitale Datenverfügbarkeit insbesondere im Bereich der Medikation, Vitaldaten und Tumordaten für den Betrachtungszeitraum noch gering bzw. eingeschränkt und unvollständig war und erst während des Betrachtungszeitraums anstieg.

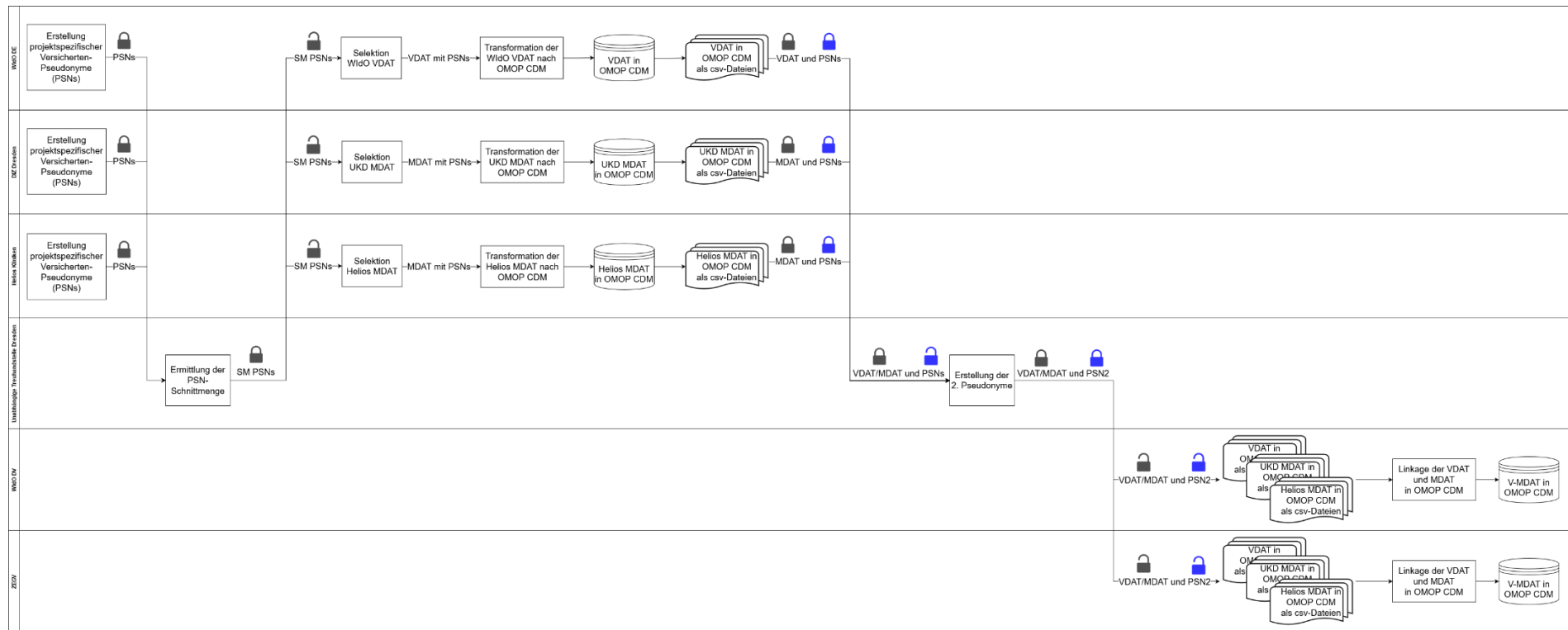
3.3 Datenharmonisierung und -linkage

Aufgrund der unterschiedlichen Herkunft der GKV-Routinedaten und der klinischen Daten war eine semantische und syntaktische Interoperabilität nicht gewährleistet. Folglich war eine Harmonisierung der GKV-Routinedaten und klinischen Daten in einem einheitlichen Format erforderlich. Als Datenmodell wurde das OMOP CDM gewählt, welches in den letzten Jahren für die Forschung mit realen Beobachtungsdaten (Real World Data) zunehmend an Bedeutung gewonnen hat [5,6]. Die Bereitstellung der OMOP-Infrastruktur für das WIdO, die Helios Kliniken, und das ZEGV erfolgte durch das Institut für Medizinische Informatik und Biometrie (IMB). Das DIZ Dresden verfügte bereits über eine produktive OMOP-Infrastruktur. Um die GKV-Routinedaten und die klinischen Daten technisch in OMOP CDM zu integrieren, erfolgte für jede beteiligte Einrichtung (WIdO, Helios) die Implementierung einer individuellen Extract-Transform-Load (ETL)-Strecke (GKV-to-OMOP und Helios-to-OMOP). Für das DIZ Dresden existierte bereits eine FHIR-to-OMOP ETL-Strecke, welche auf dem Kerndatensatz (KDS) der Medizininformatik-Initiative (MII) im Format der Fast Healthcare Interoperability Resources (FHIR) basierte [7]. Da nicht alle projektrelevanten Datenelemente über den FHIR MII KDS abgebildet werden konnten, erfolgte die Implementierung einer ergänzenden ETL-Strecke für das DIZ Dresden. Die ETL-Strecken wurden vom IMB entwickelt und den datenbereitstellenden Partnern zur Ausführung als Docker-Container bereitgestellt. Nach der Ausführung der ETL-Strecken lagen die Daten in drei separaten Datenbanken an drei verschiedenen Standorten vor. Um einen hybriden Datensatz bestehend aus GKV-Routinedaten und klinischen Daten in OMOP CDM zu erstellen, war nach der Harmonisierung eine zusätzliche Verknüpfung der separaten OMOP CDM-Datenbanken erforderlich.

Die Verknüpfung der GKV-Routinedaten und klinischen Daten wurde zunächst von der THS unter Verwendung einer Liste mit patientenspezifischen einwegverschlüsselten Pseudonymen durchgeführt. Anschließend schickte jeder datenbereitstellende Partner eine Tabelle mit den zuvor abgeglichenen Pseudonymen an die THS. Dort wurden die initialen Pseudonyme durch ein zweites Pseudonym ersetzt. Die verschlüsselten medizinischen Daten wurden direkt an die datenauswertenden Stellen des WIdO und ZEGV gesendet.

Die finale Verknüpfung der harmonisierten Datensätze auf Patientenebene erfolgte durch einen weiteren ETL-Prozess, der die drei separaten Datensätze anhand der Pseudonyme in eine zentralisierte OMOP CDM-Datenbank zusammenführte (siehe Abbildung 3).

Hybrid-QI (01VSF20013)



PSN: Pseudonym; SM: Schnittmenge; VDAT: Versichertendaten; MDAT: medizinische Daten; V-MDAT: medizinische Daten gelinkt mit Versichertendaten

Abbildung 3: Datenflüsse und Datenlinkage im Projekt Hybrid-QI

3.4 Einschlusskriterien, Outcomes und Risikofaktoren

3.4.1 Klinische Expertenpanels

Zur adäquaten Abbildung der Einschlusskriterien, Outcomes und Risikofaktoren sowie Surrogatendpunkte in den gelinkten GKV-Daten wurden für jeden Leistungsbereich strukturierte Paneldiskussionen mit klinischen Experten durchgeführt (siehe Anhang 3). Hierzu wurden für jeden Leistungsbereich von den als Kooperationspartner mitwirkende Fachgesellschaften benannte klinische Experten in die Panels berufen. Die Experten wurden anhand eines über alle Entitäten einheitlichen Vorgehens zu den genannten Themen befragt (vgl. Kapitel 2.3). Die Experten berieten die Auswahl an relevanten ICD-Codes für die Fallidentifikation der ausgewählten Erkrankungen. Im Vorfeld der ersten beiden Expertenpanels (2021, 2022) wurden vom Projektteam leistungsbereichsspezifische Literaturrecherchen durchgeführt und offene Fragen zur Abbildung von Einschlusskriterien, Outcomes und Risikofaktoren abgeleitet. Nach dem ersten Panel wurden erste konsentierende Ergebnisse aufbereitet und die Experten zur Umsetzbarkeit und Plausibilität befragt. Nach dem zweiten Panel (2022) erfolgte eine weitere Aufbereitung der Ergebnisse nach Leistungsbereichen und die Erstellung von Ergebnisprotokollen. Die Festlegung der den jeweiligen Leistungsbereich definierenden ICD-, OPS- und ggf. ATC-Codes (nur ambulant) sowie die Auswahl der jeweiligen Qualitätsindikatoren erfolgte nach Einschätzung und Konsens der klinischen Experten. Anschließend erfolgte die statistische Auswahl der projektspezifischen Risikofaktoren und Surrogate, die im Expertenpanel 3 (2023) kritisch bewertet wurden. Abschließend erfolgte die Spezifikation, die Schätzung und der Leistungsvergleich der Risikoadjustierungsmodelle sowie die Ableitung der risikoadjustierten Qualitätsindikatoren durch das Projektteam. Die Ergebnisse wurden in Expertenpanel 4 (2023-24) final bewertet und Publikationsstrategien festgelegt (siehe Abbildung 4).

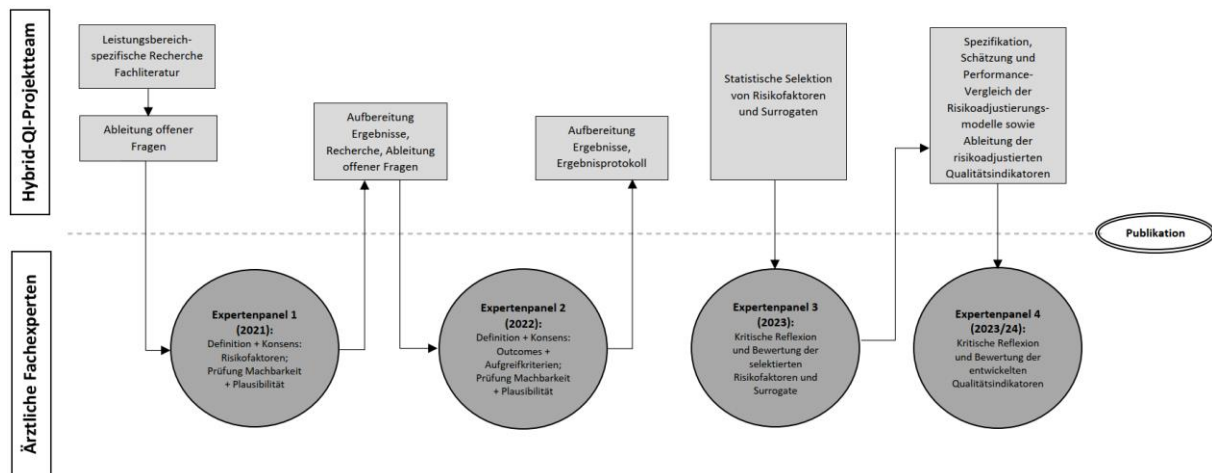


Abbildung 4: Methodisches Vorgehen Expertenpanels Hybrid-QI

3.4.2 Akuter Myokardinfarkt mit Koronarangiographie

Der Leistungsbereich akuter Myokardinfarkt mit Koronarangiographie (AMI) umfasst alle ersten akutstationären Fälle innerhalb des Beobachtungszeitraums mit der Hauptdiagnose akuter Myokardinfarkt (ICD-10 I21) sowie einem Prozeduren Code für die

Koronarangiographie, die zum Zeitpunkt der Krankenhausaufnahme ≥ 20 Jahre alt waren. Der AMI wurde kategorisiert in ST-Hebungsherzinfarkt (STEMI), Nicht-ST-Hebungsherzinfarkt (NSTEMI) oder sonstige Herzinfarkte.

Fälle, die an einem Tag mehrfach verlegt wurden, wurden von den Analysen ausgeschlossen.

Für AMI Fälle wurden für folgende Outcomes hybride Qualitätsindikatoren entwickelt:

- Sterblichkeit innerhalb von 30 Tagen
- Schwere kardiale und zerebrovaskuläre Komplikationen (MACCE) innerhalb von 30 Tagen
- Schwere kardiale und zerebrovaskuläre Komplikationen (MACCE) innerhalb von 365 Tagen
- Schwere kardiale und zerebrovaskuläre Komplikationen (MACCE) oder Herzinsuffizienz innerhalb von 30 Tagen
- Schwere kardiale und zerebrovaskuläre Komplikationen (MACCE) oder Herzinsuffizienz innerhalb von 365 Tagen

In den GKV-Routinedaten wurden ICD-10-, OPS- und ATC-Codes (nur ambulant) sowohl aus stationären als auch aus ambulanten Aufenthalten verwendet, um Risikofaktoren während des zweijährigen Vorbeobachtungszeitraums vor dem Indexaufenthalt sowie während des Indexaufenthalts selbst zu identifizieren. Zusätzlich wurden aus den klinischen Daten ein Hämoglobinwert (Hb) von ≤ 10 g/dl am Aufnahmetag und eine geschätzte glomeruläre Filtrationsrate (eGFR) von ≤ 60 ml/min/1,73 m² als Risikofaktoren genutzt.

3.4.3 Endoprothetische und osteosynthetische Behandlung proximaler Humerusfrakturen

Den Leistungsbereich der endoprothetischen und osteosynthetischen Behandlung proximaler Humerusfrakturen (PHF) umfassen alle ersten akutstationären Fälle innerhalb des Beobachtungszeitraums mit einer Hauptdiagnose der proximalen Humerusfraktur (ICD-10 S42.2) sowie einem Prozeduren Code für die endoprothetische oder osteosynthetische Behandlung (siehe Anlage 3). Ausgeschlossen wurden alle Fälle, die zum Zeitpunkt der Aufnahme ≤ 50 Jahre alt waren, eine fehlende oder beidseitige Lokalisation aufwiesen oder bei denen eine Diagnose von Polytrauma, Krebs, juveniler Arthritis, Knochenzysten oder Knochenfrakturen mit Neoplasmen vorlag. Da Revisionsoperationen mit einem höheren Komplikationsrisiko assoziiert sind, wurden nur Patientinnen und Patienten eingeschlossen, die zwei Jahre zuvor nicht ipsilateral operiert worden waren. Die endoprothetische oder osteosynthetische Behandlung wurde hierarchisiert nach der Schwere des Eingriffs und in die folgenden acht Gruppen unterteilt:

1. Inverse Endoprothese
2. Humeruskopfprothese, konventionell (nicht invers)
3. Winkelstabile Plattenosteosynthese
4. Offene Reposition und intramedulläre Nagelosteosynthese bei multifragmentären Frakturen
5. Offene Reposition und andere Behandlung von Mehrfragmentfrakturen
6. Offene Reposition und Plattenosteosynthese bei monofragmentären Frakturen

7. Offene Reposition und intramedulläre Nagelosteosynthese bei monofragmentären Frakturen, Schraube und K-Draht
8. Geschlossene Reposition mit Nagel oder anderen

Für die so aufgegriffenen Fälle wurden für folgende Outcomes Qualitätsindikatoren entwickelt:

- Sterblichkeit während des Indexaufenthalts
- Sterblichkeit innerhalb von 90 Tagen nach Aufnahme
- Frühe chirurgische Komplikationen und Revisionsoperationen innerhalb von 90 Tagen nach Aufnahme
- Alle chirurgischen Komplikationen und Revisionsoperationen innerhalb von 365 Tagen nach Aufnahme
- Allgemeine Komplikationen während des Indexaufenthalts
- Allgemeine Komplikation innerhalb von 90 Tagen nach Aufnahme
- Weitere Komplikationen innerhalb von 90 Tagen nach Aufnahme
- Jede sekundäre Operation (ipsilateral) innerhalb von 365 Tagen nach Aufnahme

In den GKV-Routinedaten wurden ICD-10-, OPS- und ATC-Codes (nur ambulant) sowohl aus stationären als auch aus ambulanten Aufenthalten verwendet, um Risikofaktoren während des zweijährigen Vorbeobachtungszeitraums vor dem Indexaufenthalt sowie während des Indexaufenthaltes selbst zu identifizieren.

Da die klinischen Daten keine Informationen über die Mobilität oder Gebrechlichkeit der Patientinnen und Patienten enthielten, wurden keine der verfügbaren klinischen Daten vom medizinischen Expertenpanel als potenziell relevant für die Risikoadjustierung oder Outcomemessung eingestuft. Lediglich das Datum der Diagnose war noch von Interesse, um die bei der Aufnahme vorliegenden Diagnosen zu ermitteln. Da jedoch 42% der Diagnosen in den klinischen Daten auf das Entlassungsdatum kodiert waren, kann davon ausgegangen werden, dass das Diagnosedatum nicht für den Beginn der Erkrankung repräsentativ ist. Daher wurden keine klinischen Informationen in den Datensatz aufgenommen, und die folgenden Analysen auf dem bundesweiten GKV-Routinedatensatz gerechnet, um die Anzahl der Fälle zu maximieren.

Aufgrund der fehlenden Daten zur Gebrechlichkeit in den klinischen Daten wurde der Hospital Frailty Risk Score (HFRS) auf Basis der GKV-Routinedaten verwendet, um die Gebrechlichkeit als Risikofaktor berücksichtigen zu können. Der HFRS wurde anhand der deutschen Modifikation von Schofer et al. unter Verwendung von ICD-10-Codes (3-Steller) mit vordefinierten Punktwerten pro Diagnose bewertet [8]. Bei der Bildung des HFRS wurden Diagnosen herangezogen, die sich auf vor der Krankenhausaufnahme bestehenden Erkrankungen beziehen. Konkret wurden Diagnosen, welche auch zur Outcome-Definition, also als im Krankenhaus erworben angesehen werden können, nur dann für die Bildung des HFRS verwendet, wenn sie in den drei Monaten vor dem Indexaufenthalt kodiert wurden. Dies betrifft folgende Diagnosen: andere Sepsis (A41), Delirien, nicht durch Alkohol und andere psychoaktive Substanzen verursacht (F05), andere zerebrovaskuläre Erkrankungen (I67), Folgezustände von zerebrovaskulären Erkrankungen (I69), akutes Nierenversagen (N17),

andere Gelenkerkrankungen (M25), gegen Penicillin und verwandte Antibiotika resistente Erreger (U80) sowie andere medizinische Verfahren als Ursache abnormaler Reaktionen der Patientin und des Patienten (Y84). Darüber hinaus wurde die Diagnose des zerebralen Infarkts (I63) nur dann verwendet, wenn während des Indexaufenthalts keine bildgebenden Verfahren für eine kraniale Computertomographie (CCT) oder Magnetresonanztomographie (MRT) durchgeführt wurden, was als Marker für einen intrahospital aufgetretenen Infarkt angesehen werden kann. Alle anderen Diagnosen wurden für den HFRS verwendet, wenn sie während des Indexaufenthalts kodiert wurden. Der HFRS wurde in drei aus der Literatur bekannte Risikogruppen eingeteilt: niedriges Risiko (<5 Punkte), mittleres Risiko (5-15 Punkte) und hohes Risiko (>15 Punkte).

3.4.4 Hirninfarkt/intrazerebrale Blutung

Der Leistungsbereich Hirninfarkt/intrazerebrale Blutung (STROKE) umfasst alle ersten akutstationären Patientinnen und Patienten innerhalb des Beobachtungszeitraums mit der Hauptdiagnose intrazerebrale Blutung (ICD-10 I61) oder Hirninfarkt (ICD-10 I63), die zum Zeitpunkt der Aufnahme ≥ 18 Jahre alt waren. Dabei wurden im Folgenden die Fälle mit I61 und I63 getrennt betrachtet. Verlegte Fälle mit unter drei Stunden Aufenthalt wurden aus der Analyse ausgeschlossen (<2%). Damit konnte das behandelnde, qualitätsverantwortliche Krankenhaus für jeden Fall identifiziert werden. Ein Vorjahresausschluss wurde nicht durchgeführt.

Für diese Fälle wurden für folgende Outcomes hybride Qualitätsindikatoren entwickelt:

- Sterblichkeit innerhalb von 30 Tagen nach Aufnahme
- Reinfarkt innerhalb von 90 Tagen nach Aufnahme
- Pflegegraderhöhung innerhalb von 180 Tagen nach Aufnahme

In den GKV-Routinedaten wurden ICD-10-, OPS- und ATC-Codes (nur ambulant) sowohl aus stationären als auch aus ambulanten Aufenthalten verwendet, um Risikofaktoren während des zweijährigen Vorbeobachtungszeitraums vor dem Indexaufenthalt sowie während des Indexaufenthalts selbst zu identifizieren. Aus den klinischen Daten wurde der Wert der artzberichteten National Institutes of Health Stroke Scale (NIHSS) bei Aufnahme des Patienten als Maß für die Schwere des Schlaganfalls verwendet. Zusätzlich wurde der Durchschnittswert der ebenfalls artzberichteten modified Rankin Scale (mRS) bei Entlassung als Kennzahl für jedes Krankenhaus ausgegeben.

3.4.5 Kolon-/Rektumoperation bei Karzinom

Für den Leistungsbereich Kolon-/Rektumoperation bei Karzinom (KRK) wurden alle ersten akutstationären Fälle innerhalb des Beobachtungszeitraums mit Kolon-/Rektumoperation (OPS 5-455, 5-484, 5-485) bei kolorektalem Karzinom (Hauptdiagnose ICD-10 C18, C19, C20) von Patientinnen und Patienten verwendet, die zum Zeitpunkt der KH-Aufnahme ≥ 18 Jahre alt waren. Fälle mit einem stationären Aufenthalt mit ICD-10-Codes C18-21 im zweijährigen Vorbeobachtungszeitraum wurden ausgeschlossen. Zusätzlich wurden Nebendiagnosen, sowie der Metastasierungsgrad aus den GKV-Routinedaten für die Einteilung in drei Behandlungsgruppen herangezogen (siehe Tabelle 2).

Tabelle 2: Behandlungsgruppen der KRK-Fälle

Gruppe	Lokalisation	Metastasierungsgrad	Hauptdiagnose	Keine Nebendiagnose	OPS
I	Kolon	Keine Fernmetastasen bei Aufnahme	C18	C19, C20, C21	5-455
II	Rektum	Keine Fernmetastasen bei Aufnahme	C20	C18, C19, C21	5-484, 5-485
III	Kolon und Rektum	Fernmetastasen bei Aufnahme vorhanden	C18, C19, C20	C21	5-455, 5-484, 5-485

Da unter anderem die Fallzahlen in den drei Gruppen (I-III) sehr klein waren, wurden alle Fälle der drei Gruppen vereint und gemeinsam ausgewertet.

Als das für die Qualität verantwortliche Krankenhaus wurde das jeweilige erstoperierende ausgewählt. Für diese Fälle sollten für folgende Outcomes hybride Qualitätsindikatoren entwickelt werden:

- MTL30* (Kombinationsoutcome)
- Revisionsintervention/Relaparotomien im Indexaufenthalt
- All-cause Rehospitalisierung innerhalb von 14 Tagen
- Sterblichkeit innerhalb von 90 Tagen ab initialer Operation
- Anastomoseninsuffizienz

*MTL30 (Mortality ≤ 30 days, Transfer ≤ 30 days, Length of stay ≥ 30 days): Tod ≤ 30 Tage oder Verlegung in andere Akutklinik ≤ 30 Tage postoperativ oder stationärer Indexaufenthalt ≥ 30 Tage postoperativ

Da bei allen Outcomes, bis auf den Kombinationsoutcome MTL30, die Indikatorprävalenz in Verbindung mit der insgesamt geringen Fallzahl zu nicht konvergierenden Modellen führte, konnte nur für das Outcome MTL30 eine Analyse durchgeführt werden.

Aus den GKV-Routinedaten wurden ICD-10-, OPS- und ATC-Codes (nur ambulant) sowohl aus stationären als auch aus ambulanten Aufenthalten verwendet, um Risikofaktoren während eines einjährigen Vorbeobachtungszeitraums vor dem Indexaufenthalt sowie während des Indexaufenthalts selbst zu identifizieren. Aus den klinischen Daten wurde der TNM-Status (Tumorgroße, Nodalstatus, Fernmetastasen) der Patientinnen und Patienten als Maß für den Schweregrad des Karzinoms genutzt (analog zum Union Internationale Contre le Cancer - Stadium UICC). Zusätzlich wurde die Anzahl an resezierten Lymphknoten herangezogen.

3.5 Statistische Methoden

Alle Risikofaktoren und Outcomes wurden als separate dichotome kategoriale Variablen kodiert. Das Alter der Patientinnen und Patienten wurde in fünf Quantile unterteilt oder zwischen null und eins skaliert. Im Rahmen der Datenaufbereitung wurden Variablen mit einer Varianz nahe Null (Varianz $<0,005$) ausgeschlossen, und die verbleibenden Variablen wurden auf hohe Variation Inflation Factors (VIF $>3,5$) und Korrelationen von mehr als 0,7 zwischen den Risikofaktoren überprüft und ggf. entfernt.

Die Qualitätsindikatoren wurden mittels geclustelter multivariabler logistischer Regression unter Verwendung einer schrittweisen Rückwärtsselektion ($p < 0,04$) modelliert. Die Modellgüte der logistischen Regression wurde mit den Modellgüten der ML-Methoden Elastic Net, XGBoost und Feed Forward Neural Net verglichen. Die Hyperparameter für die ML-Methoden wurden über GridSearch optimiert. Das Training der Modelle wurde auf einem zufällig ausgewählten Trainingsdatensatz (stratifiziert nach dem jeweiligen Outcome) von 80% durchgeführt. Die Modellgüten wurden auf dem verbleibenden Testdatensatz von 20% berechnet. Zum Vergleich der Modellgüte wurden die Metriken ROC-AUC (Receiver Operating Characteristic-Area Under the Curve), PR-AUC (Precision Recall-Area Under the Curve) und Brier Score verwendet.

Um den Einfluss der klinischen Risikofaktoren weiter zu untersuchen, wurden adjustierte Odds Ratios (OR) und 95%-Konfidenzintervalle (KI) für die logistische Regression sowie die permutierte Feature Importance für die ML-Methoden Elastic Net, XGBoost und Feed Forward Neural Net berechnet.

Zur Bewertung der krankenhausspezifischen Qualität, wurden standardisierte Mortalitäts- bzw. Morbiditätsraten (SMR) berechnet. Die SMR setzt die Anzahl der beobachteten Indikatorereignisse in einer Klinik ins Verhältnis zur Anzahl unter Berücksichtigung des Risikoprofils der Patienten der Klinik zu erwartenden Ereignisse. Eine SMR <1 bedeutet, dass unter Berücksichtigung des Case Mix des KHs weniger Ereignisse beobachtet wurden, als zu erwarten waren. Umgekehrt verhält es sich für eine SMR >1 . Bei einer SMR $=1$ wurden unter Berücksichtigung des Case Mix genauso viele Ereignisse beobachtet, wie zu erwarten waren. Zusätzlich wurden das 95%-KI des SMR und das Perzentil berechnet. Das Perzentil entspricht dem Prozentsatz aller betrachteten Krankenhäuser, der eine SMR kleiner oder gleich der SMR des eigenen Hauses aufweist. Zum Vergleich des Einflusses der verschiedenen Modelle auf die krankenhausspezifische Qualitätsmessung wurden Spearman-Rangkorrelationskoeffizienten (ρ) verwendet und die SMR der verschiedenen Modelle miteinander korreliert.

Alle statistischen Analysen für die Leistungsbereiche AMI und PHF wurden mit Python 3.10.4 und entsprechenden Paketen durchgeführt. Für die Leistungsbereiche STROKE und KRK wurde R 4.2.2 verwendet.

3.6 Leistungsbereichsspezifische Auswertungsstrategien

Für die vier Leistungsbereiche wurden verschiedene Risikoadjustierungsmodelle gebildet, um den Einfluss der klinischen Faktoren evaluieren zu können (vgl. Anlage 3).

3.6.1 Akuter Myokardinfarkt mit Koronarangiographie

Um die Bedeutung der beiden klinischen Risikofaktoren Hb und eGFR für die Risikoadjustierung zu bewerten, wurde die Modellgüte von drei verschiedenen Risikoadjustierungsmodellen anhand der ROC-AUC, der PR-AUC und dem Brier Score verglichen. Um das Vorhersagepotenzial der klinischen Parameter zu bewerten, wurde die Korrelation zwischen eGFR und Hb mit den entsprechenden Outcomes analysiert. Im Anschluss wurde versucht den Informationsgehalt der klinischen Variablen auch in GKV-Routinedaten abbilden zu können. Hierfür wurden für eGFR Surrogatvariablen in den GKV-Routinedaten operationalisiert, indem der ICD-10-Code N17 als akutes Nierenversagen Stadium 1-3 und der Code N18 als chronische Nierenerkrankung Stadium 1-2 sowie Stadium 3-5 kategorisiert wurden. Für die Testung des Einflusses dieser Surrogatvariablen auf die Modellgüte wurde ein Teilstichprobensatz des bundesweiten Datensatzes in derselben Größe wie der hybride Datensatz verwendet, um eine Verzerrung der Ergebnisse durch krankenhausspezifische Kodiergewohnheiten der teilnehmenden Krankenhäuser ausschließen zu können.

Die Testung der ML-Methoden wurden auf dem bundesweiten Datensatz durchgeführt (n=165.130 [AOK]).

3.6.2 Endoprothetische und osteosynthetische Behandlung proximaler Humerusfrakturen

Um die Bedeutung des HFRS für die Risikoadjustierung zu bewerten, wurde die Modellgüte von drei verschiedenen Risikoadjustierungsmodellen anhand ihrer ROC-AUC-Werte, der PR-AUC-Werte und dem Brier Score verglichen. Das Basis-Modell beinhaltet Alter, Geschlecht und die Art des Eingriffs. Das Komorbiditäts-Modell beinhaltet zusätzlich noch Nikotinabusus, Ruptur der Rotatorenmanschette sowie Pharmakotherapie im Vorbeobachtungszeitraum. Das HFRS-Modell ergänzt das Komorbiditäts-Modell noch um den HFRS. Da für den Leistungsbereich PHF keine klinischen Daten genutzt wurden, wurden alle Analysen auf dem bundesweiten Datensatz durchgeführt (n=34.912 [AOK]).

3.6.3 Hirninfarkt/intrazerebrale Blutung

Um die Bedeutung des klinischen NIHSS als Risikofaktor für die Risikoadjustierung zu bewerten, wurde die Modellgüte von Risikoadjustierungsmodellen ohne NIHSS mit Modellen inklusive dem NIHSS anhand der ROC-AUC, der PR-AUC und dem Brier Score verglichen.

Eine Suche nach Surrogaten des NIHSS innerhalb der GKV-Routinedaten ergab keine Treffer. Unter anderem wurden hier OPS-Codes für die Beatmungsart und Dauer getestet, führten aber zu keiner Verbesserung der Modellgüte und wurden auch nicht als einflussbehaftete Variablen ausgewählt. Ein direkter Backward-Fit des NIHSS auf die OPS-Codes ergab keine(n) Korrelation/Zusammenhang.

3.6.4 Kolon-/Rektumoperation bei Karzinom

Um die Bedeutung des klinischen TNM (analog UICC) als Risikofaktor für die Risikoadjustierung zu bewerten, wurde die Modellgüte von Risikoadjustierungsmodellen ohne TNM mit

Modellen inklusive dem TNM anhand der ROC-AUC, der PR-AUC und dem Brier Score verglichen.

4 Projektergebnisse

4.1 Matching

Das Matching der in den GKV-Routinedaten identifizierten Fälle mit den von den teilnehmenden Krankenhäusern gelieferten Fällen resultierte in Matching-Raten von 99% für AMI, 94% für STROKE und 98% für KHK. Für den Leistungsbereich PHF konnten in den klinischen Daten keine für die Risikoadjustierung oder zur Outcomemessung relevanten Informationen identifiziert werden, weshalb die GKV-Routinedaten der PHF Population nicht mit den klinischen Daten gematcht und die Qualitätsindikatoren auf einem bundesweiten GKV-Routinedatensatz ohne klinische Daten gebildet wurden. Nach Ausschluss der Fälle, die weitere leistungsbereichsspezifische Einschlusskriterien nicht erfüllten, wurde die Vollständigkeit der klinischen Daten je Leistungsbereich geprüft. Fälle, die nicht in allen für den Leistungsbereich ausgewählten klinischen Daten eine Angabe hatten, wurden ausgeschlossen. Da der Schwerpunkt der Studie auf der Bewertung des Einflusses der klinischen Daten auf die Ergebnisse lag, wurde an dieser Stelle auf die Imputation fehlender Daten verzichtet. Die finalen hybriden Studienpopulationen umfassten 3.148 AMI-Fälle (53% der initialen Fälle), 5.012 STROKE-Fälle (46% der initialen Fälle), 34.912 PHF-Fälle (80% der initialen Fälle, bundesweiter Datensatz) und 494 KHK-Fälle (42% der initialen Fälle) (siehe Tabelle 2).

Tabelle 3: Fallaufgriff nach Leistungsbereichen

	AMI	PHF*	STROKE	KRK
Vollstationäre AOK-Aufenthalte (01.01.17-31.12.20) mit relevanter Hauptdiagnose und/oder OPS in teilnehmenden Krankenhäusern	5.949 (100%)	43.829 (100%)	10.953 (100%)	1.167 (100%)
Gematchte Indexaufenthalte	5.909 (99%)	-	10.341 (94%)	1.148 (98%)
Leistungsbereichsspezifische Ausschlüsse				
Krankenhaus nicht qualitätsverantwortlich (Verweildauer <= 3 Stunden)			-201	
Alter unter 20 Jahren, Hauptdiagnose AMI nur im zweiten Krankenhaus, Krankenhaus nicht qualitätsverantwortlich, keine Koronarangiographie	-1.370			
Alter unter 50 Jahren, fehlende/beidseitige Lokalisation oder ipsilaterale Behandlung (2 Jahre vor Index), Komorbiditäten im Indexaufenthalt		-8.917		
Kolorektales Karzinom in der Vorgeschichte (2 Jahre vor Index)				-138
	4.539 (76%)	34.912 (80%)	10.140 (93%)	1.010 (87%)
Ausschluss aufgrund fehlender Informationen bei klinischen Variablen	-1.391	-	-5.128	-516
Hybride Studienpopulation	3.148 (53%)	-	5.012 (46%)	494 (42%)

4.2 Einfluss klinischer Faktoren

4.2.1 Akuter Myokardinfarkt mit Koronarangiographie

Das ausschließlich auf GKV-Routinedaten basierende Modell ergab je nach Outcome ROC-AUC-Werte von 0,74 bis 0,86. Das Hinzufügen der klinischen Risikofaktoren Hb und eGFR führte zu keiner Erhöhung der ROC-AUC-Werte (0,74-0,87) für die verschiedenen Outcomes. Um das Vorhersagepotenzial der klinischen Parameter zu bewerten, wurde die Korrelation zwischen eGFR und Hb mit den entsprechenden Outcomes analysiert. Lediglich eGFR zeigte eine leichte Korrelation mit den Outcomes (Phi-Korrelationskoeffizienten zwischen 0,19 und 0,29). Um diesen kleinen Informationsgehalt der klinischen Variable eGFR auch in GKV-Routinedaten abbilden zu können, wurden für den klinischen Parameter eGFR Surrogatvariablen in den GKV-Routinedaten operationalisiert. Zu diesem Zweck wurde der ICD-10-Code N17 als akutes Nierenversagen Stadium 1-3 und der Code N18 als chronische Nierenerkrankung Stadium 1-2 sowie Stadium 3-5 kategorisiert. Für die Testung dieser Surrogatvariablen wurde ein Teilstichprobensatz des bundesweiten Datensatzes in derselben Größe wie der hybride Datensatz verwendet, um eine Verzerrung der Ergebnisse durch krankenhausspezifische Kodiergewohnheiten der teilnehmenden Krankenhäuser ausschließen zu können. Die ROC-AUC-Werte für dieses routinedatenbasierte Modell mit Surrogatvariablen lagen je nach Outcome zwischen 0,77 und 0,89 und führten somit zu einer

höheren Modellgüte, als durch die Hinzunahme klinischer Risikofaktoren erreicht werden konnte.

Die für die Qualitätsmessung relevante Zielgröße der SMR wurde zwischen den Modellen verglichen und die Ränge der Krankenhäuser miteinander korreliert. Die Ergebnisse zeigen für alle Outcomes eine starke Korrelation zwischen den drei Modellen (Spearman-Rangkorrelation $\rho=0,92$ bis $0,96$).

Dies führt zu der Schlussfolgerung, dass die hybriden Risikoadjustierungsmodelle weder zu einer verbesserten Modellgüte noch zu einer anderen Beurteilung der Qualität anhand der hausspezifischen SMR führen. Demnach konnte die auf GKV-Routinedaten basierende Risikoadjustierung durch die in diesem Projekt verfügbaren klinischen Daten nicht weiter verbessert werden. Inwieweit bei vollzähliger Verfügbarkeit der klinischen Daten die Risikoadjustierung weiter verbessert werden könnte, kann im Rahmen dieses Projektes nicht beantwortet werden.

4.2.2 Endoprothetische und osteosynthetische Behandlung proximaler Humerusfrakturen

Die Ergebnisse zeigen, dass der HFRS der einflussreichste Risikofaktor für alle PHF-Outcomes ist, mit ROC-AUC-Werten von $0,63$ bis $0,87$ je nach Outcome, während das Komorbiditätsmodell ohne HFRS niedrigere ROC-AUC-Werte für alle Outcomes erzielte ($0,61$ bis $0,84$). Obwohl der HFRS der einflussreichste Risikofaktor ist, beeinflusste er nicht das Ranking der hausindividuellen SMR. Die Ränge der SMR korrelieren stark zwischen den Modellen mit und ohne HFRS. Die Spearman-Rangkorrelation reicht von $\rho=0,89$ für allgemeine Komplikationen während des Indexaufenthalts bis zu $\rho=1,00$ für alle chirurgischen Komplikationen und Revisionen innerhalb von 365 Tagen sowie jede sekundäre Operation innerhalb von 365 Tagen. Der Mittelwert der Differenz der krankenhausspezifischen SMR betrug je nach Outcome zwischen $0,0006$ und $0,03$; die maximale SMR-Differenz betrug $0,4$ bzw. $4,6$ zwischen dem Komorbiditätsmodell und dem HFRS-Modell.

Dies führt zu der Schlussfolgerung, dass in der klinischen Dokumentation keine für die Risikoadjustierung oder Outcomemessung relevanten Daten erfasst werden. Der HFRS sollte jedoch als wichtiger Risikofaktor für die Qualitätsmessung stationär erfasst werden, damit er nicht nur zur Qualitätsmessung, sondern auch zur Therapieentscheidung beitragen kann.

4.2.3 Hirninfarkt/intrazerebrale Blutung

Das ausschließlich auf GKV-Routinedaten basierende Modell führte je nach Outcome zu ROC-AUC-Werten von $0,51$ bis $0,91$. Die Hinzunahme des klinischen NIHSS führte zu teils signifikanter Erhöhung der ROC-AUC-Werte von bis zu 10% für I63 und 15% für I61 beim Outcome Sterblichkeit innerhalb von 30 Tagen. Für die beiden anderen betrachteten Outcomes sind die Zugewinne durch Hinzunahme des NIHSS geringer (zwischen 2% und $8,5\%$ je nach Outcome und Entität).

Ein Surrogat für den NIHSS konnte innerhalb der GKV-Routinedaten nicht identifiziert werden. Unter anderem wurden hier OPS-Codes für die Beatmungsart und Dauer getestet, führten aber zu keiner Verbesserung der Modellgüte und wurden auch nicht als einflussbehaftete Variablen ausgewählt. Ein direkter Backward-Fit des NIHSS auf die OPS-Codes ergab keine(n) Korrelation/Zusammenhang. Die Annahme, dass beatmete Patientinnen und Patienten eine

Korrelation mit höheren NIHSS Werten (höherer Schweregrad des Schlaganfalls) aufweisen, konnte nicht bestätigt werden.

Der Vergleich der SMR-Rangkorrelationen zeigt für alle Outcomes nur eine schwache bis moderate Korrelation zwischen den Modellen mit und ohne NIHSS (Spearman-Rangkorrelation $\rho = -0,72$ bis $0,92$). Da jedoch die Fallzahl (insbesondere bei I61) und generell die Verfügbarkeit der klinischen NIHSS Information nur bei einem Teil der ausgewählten Fälle vorlag, besteht die Möglichkeit einer Verzerrung der Ergebnisse aufgrund selektiver Patientenauswahl.

Dies führt zu der Schlussfolgerung, dass die hybriden Risikoadjustierungsmodelle zwar eine verbesserte Modellgüte und auch zu einer veränderten Beurteilung der Qualität anhand der hausspezifischen SMR führen, dennoch die Ergebnisse an einer größeren Studienpopulation wiederholt werden sollten, bevor direkte Schlussfolgerungen gezogen werden können. Auch der Einbezug von einem breiteren Klinikspektrum, insbesondere niedriger Versorgungstufen, ist zwingend angeraten. Dennoch ist anzumerken, dass die Ergebnisse deutliche Hinweise auf die Notwendigkeit der Hinzunahme der allein auf GKV-Routinedaten basierenden Risikoadjustierung um Informationen zum Schweregrad des Schlaganfalls liefern.

4.2.4 Kolon-/Rektumoperation bei Karzinom

Die Verfügbarkeit der TNM-Information war unvollständig und resultierte in einem weiteren Ausschluss von Fällen/Kliniken in der Modellierung des hybriden Datensatzes mit TNM-Information, so dass insgesamt nur 494 Fälle in die Auswertung einbezogen werden konnten. Das ausschließlich auf GKV-Routinedaten basierende Modell resultierte in vergleichbaren ROC-AUC-Werten wie die Modelle mit Hinzunahme des klinischen TNM für das Outcome MTL30. Die Güte (ROC-AUC) war jedoch immer $<70\%$ in Modellen mit und ohne TNM-Information. Das TNM-Stadium (sowie UICC-Stadium) wurde nicht als Haupteinflussfaktor ausgewählt. Aufgrund der geringen analysierbaren Fallzahlen pro Krankenhaus ergaben sich jedoch numerische Instabilitäten in den statistischen Modellierungen, so dass ein Effekt des Tumorschweregrades auf die Risikoadjustierung nicht ausgeschlossen werden kann. Ähnliche Analysen sollten mit einer größeren Studienpopulation wiederholt werden.

Aufgrund der geringen Modellgüte und der fehlenden Bewertungsmöglichkeit für den Einfluss des TNM-Grades, wurden keine SMR für das KRK berechnet.

4.3 Machine Learning-Methoden

4.3.1 Akuter Myokardinfarkt mit Koronarangiographie

Beim akuten Myokardinfarkt ($n=165.130$ [AOK]) betrug die größte Verbesserung der ROC-AUC $2,4\%$ zwischen logistischer Regression und dem neuronalen Netz für das Ergebnis MACCE 365 Tage (ROC-AUC $0,762$ bzw. $0,786$). Diese Verbesserung spiegelt sich auch in einer erhöhten PR-AUC von plus $4,5\%$ und leicht im Brier Score mit $0,147$ bzw. $0,154$ wider. Das Neuronale Netz zeigte auch für die Outcomes Sterblichkeit innerhalb von 30 Tagen und MACCE plus Herzinsuffizienz 365 Tage eine leicht höhere Modellgüte von plus $0,8\%$ bzw. $1,5\%$. Für die Outcomes MACCE 30 Tage und MACCE plus Herzinsuffizienz 30 Tage zeigte XGBoost die beste

Modellgüte mit einer Steigerung von 2,3% für beide Outcomes. Diese Verbesserung der Modellgüte durch XGBoost wurde noch deutlicher, wenn man die PR-AUC mit plus 5,5% für MACCE 30 Tage und plus 5,4% für MACCE plus Herzinsuffizienz 30 Tage vergleicht, während der Brier Score relativ stabil blieb. Die detaillierten Analyseergebnisse gibt Anlage 4 wieder.

4.3.2 Endoprothetische und osteosynthetische Behandlung proximaler Humerusfrakturen

Für PHF (n=34.912 [AOK]) waren die Modellgüten über alle Ergebnisse hinweg sogar noch homogener, wobei die höchste Verbesserung in der ROC-AUC bei 1,0% (Neuronales Netz) für das Outcome jede sekundäre Operation (ipsilateral) innerhalb von 365 Tagen lag. Das Neuronale Netz erzielte auch die beste Güte für das Ergebnis allgemeine Komplikationen während des Indexaufenthalts mit plus 0,5% und für Sterblichkeit innerhalb von 90 Tagen mit plus 0,3%. Für allgemeine Komplikationen innerhalb von 90 Tagen wurde die beste Modellgüte durch XGBoost mit plus 0,4% und 0,5% in der PR-AUC erreicht. Das Elastic Net erzielte die beste Modellgüte mit um 0,1-0,3% höheren ROC-AUC-Werten als die Logistische Regression für drei der Outcomes: frühe chirurgische Komplikationen & Revisionen innerhalb von 90 Tagen, chirurgische Komplikationen & Revisionen innerhalb von 365 Tagen und andere Komplikationen während des Indexaufenthalts. Für Sterblichkeit während des Indexaufenthalts zeigte keine der ML-Methoden eine überlegene Modellgüte im Vergleich zur Logistischen Regression (ROC-AUC 0,890). Die detaillierten Modellangaben finden sich in Anlage 4.

4.3.3 Hirninfarkt/intrazerebrale Blutung

Für STROKE (n=5.012 [Hybrid]) war der Unterschied in der Modellgüte zwischen Logistischer Regression und ML-Methoden gering. Für die Outcomes Sterblichkeit innerhalb von 30 Tagen und Reinfarkt innerhalb von 90 Tagen betrug der Unterschied in den ROC-AUC-Werten bis zu 3,5%. Die meisten Vergleiche lagen um oder unter 1%. Die beiden anderen gezeigten Metriken (PR-AUC, Brier Score) weisen in dieselbe Richtung und zeigten ebenfalls nur geringfügige Unterschiede zwischen den Modellen. Eine klare Ausnahme von diesem Muster wurde für beide Studienpopulationen von STROKE (I61 n=511; I63 n=4.501) für das Ergebnis Pflegegradzunahme innerhalb von 180 Tagen festgestellt. Für dieses Ergebnis zeigte XGBoost eine Verbesserung der ROC-AUC von 0,089 (I61) und 0,064 (I63). Die detaillierten Ergebnisse der Analysen sind Anlage 4 zu entnehmen.

4.3.4 Kolon-/Rektumoperation bei Karzinom

Für KRK (n=494 [Hybrid]) konnte nur das Outcome MTL30 analysiert werden. Das Klassenungleichgewicht (seltene Ereignisse) war bei den beiden anderen Outcomes Relaparotomie während des Indexaufenthalts und Wiederaufnahme innerhalb von 14 Tagen sehr hoch. Da die Gesamtzahl der Fälle sehr gering war (494 Patienten im hybriden Datensatz), waren die Modelle nicht in der Lage, diese seltenen Ereignisse zu adressieren und prädiktierten stets die Mehrheitsklasse. Daher können zu anderen Outcomes keine Ergebnisse gezeigt werden. Für das Outcome MTL30 konnte eine Verbesserung von 4,7% erreicht werden, wenn man die Modellgüte von XGBoost mit der der Logistischen Regression

vergleicht. Maximale Modellanpassungen mit ROC-AUC-Werten <70%, PR-AUC um 75% und B um 0,25 wurden erzielt. Die detaillierten Analyseergebnisse gibt Anlage 4 wieder.

4.4 Feinkonzept dynamische Qualitätsplattform

Ziel war die Beschreibung einer dauerhaften dynamischen Plattform, die hybride Indikatoren nutzt, um die stationäre Behandlungsqualität für interessierte Bürgerinnen und Bürger sowie Angehörige des Gesundheitssystems transparent zu machen und den Kliniken die Identifikation von Maßnahmen zur Qualitätsverbesserung zu ermöglichen. Das Konzeptpapier soll Varianten für die perspektivische Umsetzung einer solchen dynamischen Qualitätsplattform skizzieren. Dies geschah exemplarisch für vier Leistungsbereiche, die in Hybrid-QI betrachtet werden (siehe Anlage 3). Das Konzeptpapier adressiert insbesondere unterschiedliche Inhalte und Darstellungsoptionen in Abhängigkeit vom Nutzerkreis und geht auf indikationsspezifische Unterschiede ein. Die skizzierte Plattform zur dynamischen Qualitätsberichterstattung in deutschen Kliniken ergänzt bestehende Angebote um Kennzahlen und Stratifizierungsmöglichkeiten aus verknüpften GKV-Routinedaten. An ausgewählten Entitäten konnte gezeigt werden, dass die Prognose der Ergebnisqualität durch die Verknüpfung klinischer Parameter mit Routinedaten, die über den stationären Aufenthalt hinausgehende Outcomes dokumentieren, entscheidend verbessert werden kann. Die detaillierten Ergebnisse sind dem als Anlage 1 beigefügten Feinkonzept zur dynamischen Qualitätsplattform zu entnehmen.

5 Diskussion der Projektergebnisse

5.1 Einfluss klinischer Faktoren

5.1.1 Akuter Myokardinfarkt mit Koronarangiographie

In der hybriden AMI-Studienpopulation (N=3.148) war der einzige klinische Faktor, der eine geringe Korrelation mit den Outcomes zeigte, die eGFR, deren Informationsgehalt in den GKV-Routinedaten durch Differenzierung der Stadien der ICD-10 Codes N17 und N18 (akutes Nierenversagen und chronische Nierenerkrankung) approximiert werden konnte. Das Risikoadjustierungsmodell mit den Surrogatvariablen anstelle der eGFR zeigte höhere Modellgüten als das hybride Modell mit der eGFR für alle Outcomes (ROC-AUC 0.77-0.89). Die erzielte Modellgüte für Sterblichkeit innerhalb von 30 Tagen (ROC-AUC 0,89) übertrifft die Modellgüte des hybriden Modells für AMI (nicht stratifiziert nach Koronarangiographie) des Centers for Medicare & Medicaid Services (CMS), das eine c-Statistik von 0,78 für die 30-Tage-Mortalität aufweist. In die endgültige Risikoadjustierung des CMS fließen neben dem Alter noch die klinischen Faktoren Herzfrequenz, systolischer Blutdruck, Kreatinin und Troponinverhältnis ein. Die Korrelation zwischen dem hybriden Modell und dem routinedatenbasierten Modell des CMS ergab einen Pearson-Korrelationskoeffizienten von 0,86 [9].

In unserem finalen Modell mit Surrogaten für den klinischen Faktor eGFR erwies sich der kardiogene Schock mit einem OR von bis zu 18,5 für Versterben innerhalb von 30 Tagen als der einflussreichste Risikofaktor für alle Outcomes. Nach Schock zeigte akutes Nierenversagen

im Stadium 3, das als eines der Surrogate für die eGFR dient, eine signifikante Risikoerhöhung mit einem OR von bis zu 6,1 für Versterben innerhalb von 30 Tagen. Diese Ergebnisse spiegeln die Erkenntnisse internationaler Register wider [10-15]. In der Cardiovascular Patient-Level Analytical Platform (CLiPPeR), die sich aus Register- und Routinedaten zusammensetzt, waren die wichtigsten klinischen und prozeduralen Prädiktoren für MACE (erster Myokardinfarkt, Schlaganfall, wiederholte PCI, koronare Bypass-Transplantation und Mortalität) Kardiogener Schock, Herzstillstand, vier erkrankte Herzkranzgefäße und chronische Nierenerkrankungen mit Hazard Ratios (HR) $\geq 1,50$ [10]. In einer Studie über Faktoren, die mit der Sterblichkeit im ersten Jahr nach dem Infarkt in Zusammenhang stehen, wurde die Niereninsuffizienz mit einem HR von 2,25 als wichtigster Risikofaktor ermittelt [11].

Obwohl in unserem finalen Model die Hinzunahme der Surrogatvariablen in verbesserten Modellgüten resultierten, wurde kein Effekt auf die krankenhausspezifischen SMR festgestellt. Das Ranking der krankenhausspezifischen SMR wies eine starke Korrelation mit dem SMR Ranking auf, das aus dem Modell plus eGFR und Hb abgeleitet wurde (Spearman-Rangkorrelation 0,93-1,0, $p < 0,001$).

Dies führt zu der Schlussfolgerung, dass eine vergleichende Qualitätsberichterstattung anhand von GKV-Routinedaten mit den hier entwickelten Modellen mit den bekannten Einschränkungen möglich ist und relevante klinische Faktoren durch Surrogate abgebildet werden können.

5.1.2 Endoprothetische und osteosynthetische Behandlung proximaler Humerusfrakturen

Für den Leistungsbereich PHF wurde festgestellt, dass keine der verfügbaren klinischen Daten für die Risikoadjustierung oder Ergebnismessung von Relevanz waren, weshalb die Qualitätsindikatoren mit einer bundesweiten Studienpopulation (N=34.912) gebildet wurden.

Neben den üblichen Risikofaktoren wie Alter, Geschlecht und Komorbiditäten wies ein hoher HFRS auf ein erhöhtes Risiko für Komplikationen hin. Ein mittlerer HFRS führte zu einem signifikanten OR von 1,4 (KI 1,3-1,5) für jegliche sekundäre Operation und bis zu 5,8 (KI 4,0-8,4) für Versterben während des Indexaufenthalts. Darüber hinaus führte ein hoher HFRS zu einem erhöhten OR von 2,0 (KI 1,8-2,3) für jegliche sekundäre Operation bis hin zu einem OR von 17,6 (KI 14,9-20,8) für allgemeine Komplikationen und 13,2 (KI 8,5-20,4) für Versterben während des Indexaufenthalts. Diese Ergebnisse stimmen mit bereits publizierten Erkenntnissen aus der Hüft- und Knieendoprothetik zur Risikoerhöhung für Komplikation bei höherer Gebrechlichkeit überein [16].

Der HFRS hat die beste Trennschärfe bei der Vorhersage von chirurgischen, allgemeinen und sekundären Komplikationen nach chirurgischer Behandlung von PHF. Die präoperative Bewertung des HFRS bei PHF kann deshalb zur Risikobewertung, zum individuellen Patientenmanagement sowie zur Messung der Qualität beitragen, und ermöglicht hierdurch personalisierte Behandlungsentscheidungen. Dies erhält besondere Relevanz vor dem Hintergrund fehlender evidenzbasierter Empfehlungen für die Therapieentscheidung, obwohl

PHF zu den häufigsten Fragilitätsfrakturen gehört und bis 2030 schätzungsweise um 23% zunehmen wird [17].

5.1.3 Hirninfarkt/intrazerebrale Blutung

Die Einbeziehung des Schweregrads der Erkrankung bei STROKE-Patienten, gemessen durch den NIHSS, führte zu erheblichen Verbesserungen der Modellanpassung. Aber aufgrund der begrenzten Verfügbarkeit von NIHSS-Informationen und der damit verbundenen selektiven Auswahl von Krankenhäusern besteht jedoch die Möglichkeit einer Verzerrung unserer Ergebnisse. Die Überprüfung der Ergebnisse sollte an einer ausgewogeneren, vollständigeren Stichprobe wiederholt werden. Ergebnisse der Analysen von elektronischen Gesundheitsdaten aus den USA legen sowohl die Notwendigkeit des Schweregrades für die Risikoadjustierung [18,19], als auch den Vorteil maschinellen Lernens bei der Verarbeitung komplexer medizinischer Daten nahe [20]. Das bisherige Verfahren zur Qualitätssicherung beim Schlaganfall könnte um eine bundeseinheitliche QS-Dokumentation des Schlaganfallschweregrades ergänzt werden. Zahlreiche Bundesländer haben eine verpflichtende Dokumentation, zumindest für Stroke Units, bereits eingeführt [21].

5.1.4 Kolon-/Rektumoperation bei Karzinom

Bei KRK wurde die bereits geringe Fallzahl durch die begrenzte Verfügbarkeit von TNM weiter reduziert. In Kombination mit seltenen Outcomes führte dies zu erheblichen Problemen bei der Modellanpassung, einschließlich numerischer Instabilitäten. Daher konnte die Hypothese, dass der Schweregrad eines kolorektalen Tumors, gemessen am TNM-Stadium, einen Einfluss auf das Ranking der Krankenhäuser basierend auf SMR hat, nicht quantifiziert werden. Der Einfluss des Tumorstadiums bei Diagnose auf das Überleben konnte jedoch bereits in einer Vielzahl von Analysen bestätigt werden (u.a.) [22-26].

5.1.5 Zusammenfassung

Für den akuten Myokardinfarkt mit Koronarangiographie und die endoprothetische und osteosynthetische Behandlung proximaler Humerusfrakturen konnten in den klinischen Daten keine Risikofaktoren identifiziert werden, deren Informationsgehalt nicht über GKV-Routinedaten approximiert werden kann. Die entwickelten Risikoadjustierungsmodelle weisen eine gute bis sehr gute Modellgüte auf. Für den akuten Myokardinfarkt konnten routinedatenbasierte Surrogate für relevante Risikofaktoren identifiziert werden. Für den Schlaganfall gibt es starke Hinweise auf den Einfluss des klinischen Parameters der arztberichteten National Institutes of Health Stroke Scale (NIHSS) auf die Risikoadjustierung. Mögliche Verzerrungen des Effektes können jedoch aufgrund des eingeschränkten, selektiven Samples nicht ausgeschlossen werden. Für die Bewertung der Relevanz klinischer Daten beim kolorektalem Karzinom lagen in den Kliniken nicht genügend vollständige Datensätze vor.

5.2 Machine Learning-Methoden

Der zweite Teil des Projekts widmete sich der Frage, ob mittels ML-Methoden in GKV-Routinedaten Assoziationen mit klinischen Daten identifiziert werden, die zur Operationalisierung von Surrogaten genutzt werden können, und Variablen für

Risikoadjustierungsmodelle selektiert werden können. Es wurde untersucht, inwieweit ML-Methoden die Modellgüte der bisher als Standard in der Qualitätsmessung geltenden logistischen Regression verbessern können. Dazu wurden zunächst die Risikofaktoren und Outcomes als separate dichotome kategoriale Variablen kodiert und Variablen mit einer Varianz nahe Null, einem hohen Variation Inflation Factor (VIF) oder einer starken Korrelation zu anderen Risikofaktoren entfernt. Der Einfluss der klinischen Risikofaktoren wurde mittels adjustierter Odds Ratios (OR) und 95%-Konfidenzintervalle (KI) für die logistische Regression sowie die permutierte Feature Importance für die ML-Methoden Elastic Net, XGBoost und Feed Forward Neural Net untersucht. Die Modellgüte der geclusterten, multivariablen logistischen Regression (mit schrittweisen Rückwärtsselektion) wurde mit den Modellgüten der ML-Methoden Elastic Net, XGBoost und Feed Forward Neural Net, deren Hyperparameter über GridSearch optimiert wurden, verglichen. Modellgüteparameter (ROC-AUC, PR-AUC und Brier Score) wurden auf einem Testdatensatz berechnet, nachdem die Modelle zuvor auf einem Trainingsdatensatz trainiert wurden.

Die Ergebnisse zeigen ein heterogenes Muster zwischen den Leitungsbereichen und Outcomes in Bezug auf die Wahl des Modells. Bei keinem der Outcomes von AMI erreichten die ML-Methoden eine Verbesserung der Modellgüte von mehr als 3%, und bei PHF von mehr als 1%. Bei STROKE waren die Verbesserungen diverser, wobei die drei höchsten Zuwächse 3,5% (Elastic Net), 6,4% und 8,9% (XGBoost) betrugen. Bei KRK führte das beste Modell (XGBoost) zu einer Verbesserung von 4,7%. Diese Abhängigkeiten der Modellgüte vom Datensatz spiegelten sich auch in der Korrelation der SMR-Ränge zwischen den SMR der logistischen Regression im Vergleich zu den SMR-Rängen der besten ML-Methoden wider. Wobei die niedrigsten Korrelationen innerhalb der STROKE-Population und die höchsten Korrelationen innerhalb der AMI und PHF Populationen erzielt wurden.

Diese Ergebnisse stimmen mit früheren Studien überein, die zeigen, dass das Modell mit der besten Modellgüte zwischen Datensätzen und ausgewählten Outcomes variiert [27-34].

Dies führt zu der Schlussfolgerung, dass keine der getesteten ML-Methoden der logistischen Regression bei der Modellierung von Qualitätsindikatoren generell überlegen ist. Geringfügige Verbesserungen in der Modellgüte sollten nicht der Hauptgrund für die Auswahl einer geeigneten Methode sein. Vielmehr sollte die Interpretierbarkeit des Modells berücksichtigt werden, insbesondere bei neuen Datensätzen mit wenig Vorwissen über wichtige Risikofaktoren und deren Kodierung. Während ML-Methoden Vorteile, insbesondere bei der Verarbeitung komplexer und hochdimensionaler Daten bieten, zeichnen sich traditionelle statistische Modelle wie die logistische Regression durch ihre Klarheit, Einfachheit und gute Interpretierbarkeit aus, insbesondere bei gut definierten, kleineren Datensätzen. Im Bereich der Qualitätsmessung mit GKV-Routinedaten kann die gute Interpretierbarkeit der logistischen Regression tiefere Einblicke in die Plausibilität und Effektgröße von Risikofaktoren bieten, was einen Hauptvorteil gegenüber ML-Methoden darstellt.

Die Wahl eines geeigneten Modells kann jedoch je nach Datensatz und Ergebnis entscheidend sein. Nach unserem Wissen ist dies die erste Studie, die versucht, die auf GKV-Routinedaten basierende stationäre Qualitätsmessung unter Verwendung der hier beschriebenen ML-Methoden im Vergleich zur logistischen Regression zu verbessern. Wir ermutigen daher alle

Forschenden in diesem Bereich vor der Wahl der Methode, vergleichende Modellanalysen durchzuführen.

5.3 Feinkonzept dynamische Qualitätsplattform

Es wurde ein Feinkonzept für eine Plattform zur dynamischen Qualitätsberichterstattung in deutschen Kliniken entwickelt. Die Plattform bietet die Möglichkeit, bestehende Angebote zur Qualitätstransparenz über Kliniken um Kennzahlen und Stratifizierungsmöglichkeiten aus verknüpften GKV-Routinedaten zu ergänzen. Die entwickelten Darstellungsformen erlauben es, Anwendern aus Kliniken Risiko-adjustierte Qualitätsindikatoren im Vergleich der Kliniken untereinander zu bewerten und potenzielle Qualitätsdefizite zu erkennen. Wie in gängigen Kliniksuchportalen können Bürgerinnen und Bürger in einem Dashboard der als Web-Applikation konzipierten Plattform Leistungs- oder Einrichtungsspezifische Suchen durchführen und die Trefferlisten nach weiteren Kriterien filtern oder sortieren (z.B. Erreichbarkeit). Die konzipierte Plattform scheint geeignet, mittels QI-basierter Qualitätsvergleiche eine an Risikoprofilen orientierte Zuweisungsentscheidung zu unterstützen.

5.4 Stärken und Schwächen

Das Linkage von GKV-Routinedaten mit klinischen Daten birgt bislang in Deutschland noch einige große Herausforderungen. In unserem Projekt konnten wir ein auf künftige Projekte und andere gesetzliche Krankenversicherungen übertragbares Datenschutzkonzept entwickeln, auf dessen Grundlage die Datennutzung nach § 75 SGB X ohne die Einwilligungserklärung der Patientin oder des Patienten genehmigt wurde. Die Daten aus den unterschiedlichen Quellen konnten trotz initial fehlender semantischer wie syntaktischer Interoperabilität effektiv auf OMOP CDM gemappt und importiert werden. Dabei stellte insbesondere die Datenharmonisierung von GKV-Routinedaten in OMOP CDM eine weitere große Herausforderung dar, da mit Beginn des Projektes keine umfassende Transformation von GKV-Routinedaten nach OMOP CDM existierte. Zukünftige Projekte mit GKV-Routinedaten wie klinischen Daten könnten auf diesem Konzept für Datenschutz, -linkage und -harmonisierung aufbauen und es auf weitere Forschungszwecke übertragen.

Die klinischen Daten stammten aus 15 verschiedenen Krankenhäusern, darunter ein Universitätskrankenhaus, die alle unterschiedliche klinische Dokumentationssoftware und Kodierungsverfahren verwenden. Dadurch erhielten wir einen tieferen Einblick in die unterschiedliche Datenverfügbarkeit in deutschen Krankenhäusern. Außerdem stammten die verwendeten Leistungsdaten von elf rechtlich unabhängigen Krankenkassen der AOK, die etwa ein Drittel der deutschen Bevölkerung abdecken.

Diesen Stärken müssen folgende Schwächen gegenübergestellt werden. Die begrenzte Verfügbarkeit klinischer Informationen führte zu einer Verkleinerung der Studienpopulation und hat möglicherweise Verzerrung in die Ergebnisse eingebracht.

Wie am Beispiel der Helios Kliniken, kann davon ausgegangen werden, dass der Digitalisierungsgrad an deutschen Krankenhäusern innerhalb der letzten Jahre weiter gestiegen ist und in Zukunft eine breitere und vollständigere Datenmenge verfügbar wäre. Neben dem Digitalisierungsgrad wird die Datenverfügbarkeit in Abhängigkeit vom

Krankheitsbild durch andere Prozesse beeinflusst. Die im Bereich Schlaganfall als Datenquelle genutzten Schlaganfallbögen müssen nicht verpflichtend erstellt werden.

Obwohl bundesweite Routinedaten der AOK-Versicherten verwendet wurden, die mehr als ein Drittel der gesetzlich versicherten Bevölkerung in Deutschland repräsentieren, können Unterschiede hinsichtlich Alter, Geschlecht, Sozialstatus und Morbidität zwischen Patientinnen und Patienten bestehen, die bei verschiedenen deutschen Krankenkassen versichert sind [35]. Die indirekte Standardisierung der SMR trägt dazu bei, diese Effekte auszugleichen.

6 Verwendung der Ergebnisse nach Ende der Förderung

Das entwickelte Datenschutzkonzept wurde so aufgebaut, dass es auch auf künftige Projekte und andere gesetzliche Krankenversicherungen übertragbar ist und als Grundlage der Datennutzung nach § 75 SGB X ohne die Einwilligungserklärung der Patientin oder des Patienten dienen kann. Ebenso kann das Linkageverfahren in künftigen Projekten der AOK oder anderer gesetzlicher Krankenversicherungen genutzt werden.

Bei der im Rahmen des Arbeitspakets 3 durchgeführten Harmonisierung der GKV-Routinedaten in OMOP CDM wurde festgestellt, dass projektrelevante GKV-Vokabulare nicht im standardisierten Vokabular von OHDSI und somit nicht für die internationale Nachnutzung vorlagen. In einem manuellen Verfahren wurden die fehlenden Vokabulare vom IMB mit Unterstützung des WIdO aufbereitet und konnten somit im Projekt genutzt werden. Um die Vokabulare für weitere OMOP-basierte Forschungen innerhalb der deutschen OHDSI-Community zugänglich zu machen, erfolgte eine Veröffentlichung der aufbereiteten Vokabulare in einem GitHub-Repository [36]. Eine offene Herausforderung stellt die vollständige Überführung dieser deutschen Vokabulare auf internationale Terminologien (wie z.B. Systematized Nomenclature of Medicine and Clinical Terms (SNOMED-CT)) sowie eine Integration in die standardisierten Vokabulare von OHDSI dar. Dies ist notwendig, um sich mit deutschen Daten auch an internationalen OHDSI-Studien beteiligen zu können.

Für die technische Integration und das Linkage klinischer Daten mit GKV-Routinedaten in OMOP CDM wurden vom IMB mehrere neue ETL-Strecken implementiert. Zur Nachvollziehbarkeit und Wiederverwendbarkeit der Mappings und ETL-Logiken durch andere Forschende wurden die ETL-Strecken inklusive einer detaillierten Dokumentation der zugehörigen Mappings veröffentlicht (FHIR-to-OMOP [37], GKV-to-OMOP [38], OMOP-to-OMOP [39]). Zukünftige OMOP-basierte Forschungsprojekte können diese Ergebnisse direkt nutzen oder adaptieren, um den ersten Schritt zur Sicherstellung der semantischen und syntaktischen Interoperabilität medizinischer Daten über Institutionsgrenzen hinweg zu ermöglichen.

Für die Leistungsbereiche akuter Herzinfarkt und endoprothetische oder osteosynthetische Behandlung einer proximalen Humerusfraktur konnte aufgezeigt werden, dass eine vergleichende Qualitätsberichterstattung anhand von GKV-Routinedaten mit den hier entwickelten Modellen und den benannten Einschränkungen möglich ist und für den Infarkt relevante klinische Faktoren durch Surrogate abgebildet werden können. Beide Leistungsbereiche könnten somit unter Vermeidung zusätzlicher Dokumentationsaufwände in

den Kliniken durch sozialdatenbasierte Qualitätssicherungsverfahren in die gesetzliche Qualitätssicherung nach § 136 SGB V integriert werden. Für den Schlaganfall sollte im Sinne eines Minimaldatensatzes die Erhebung des NIHSS in Kombination mit Sozialdaten erprobt werden.

Das im Arbeitspaket 7 entwickelte Feinkonzept für die dynamische Darstellung der vergleichenden Ergebnisqualität der beteiligten Krankenhäuser kann als Startpunkt für die Umsetzung einer Qualitätsplattform genutzt werden. Je nach Indikation und Anforderung lassen sich hiermit differenzierte Darstellungen (hybrider) QIs und weiterer Kennzahlen transparent und nutzerentsprechend verwirklichen. Alle Stakeholder (Patientin und Patient, ärztliches Personal, Klinik) könnten damit je nach Anforderung unterschiedlich angesprochen werden und Einsicht in die Qualität erhalten.

7 Erfolge bzw. geplante Veröffentlichungen

7.1 Erfolge Veröffentlichungen

Henke E, Zoch M, Kallfelz M, Ruhnke T, Leutner L, Spoden M, Günster C, Sedlmayr M, Bathelt F. Assessing the Use of German Claims Data Vocabularies for Research in the Observational Medical Outcomes Partnership Common Data Model: Development and Evaluation Study, JMIR Med Inform 2023; 11:e47959; doi: [10.2196/47959](https://doi.org/10.2196/47959).

Henke E, Zoch M, Reinecke I, Spoden M, Ruhnke T, Günster C, Sedlmayr M, Bathelt F. German Claims Data for Real-World Research: Content Coverage Evaluation in OMOP CDM. Stud Health Technol Inform. 2023 May 18; 302:3-7. doi: [10.3233/SHTI230053](https://doi.org/10.3233/SHTI230053).

Spoden M, Dröge P, Günster C, Datzmann T, Helfen T, Schaser KD, Schmitt J, Schuler E, Christoph Katthagen J, Nowotny J. A high hospital frailty risk score indicates an increased risk for complications following surgical treatment of proximal humerus fractures. Arch Gerontol Geriatr. 2024 Aug 5;128:105598. doi: [10.1016/j.archger.2024.105598](https://doi.org/10.1016/j.archger.2024.105598).

7.2 Eingereichte Veröffentlichungen

Spoden M, Dröge P, Günster C, Datzmann T, Schmitt J, Schuler E, Zeymer U. Clinical risk factors for quality assessment of inpatient treatment of acute myocardial infarction can be approximated by claims data. Eingereicht bei BMJ Public Health am 20.12.2024.

Spoden M, Datzmann T, Dröge P, Henke E, Lang C, Barlinn J, Gumbinger C, Helfen T, Katthagen JC, Krogias C, Nowotny J, Pompiliu P, Reißfelder C, Schaser KD, Schoffer O, Schuler E, Sommer N, Wesselmann S, Zeymer U, Schmitt J, Günster C. Comparison of Machine Learning Methods and Standard Logistic Regression to Improve Quality Measurement in Two Clinical Use Cases. Eingereicht bei Research Methods in Medicine Health Sciences am 09.10.2024. (accepted)

7.3 Geplante Veröffentlichungen

Datzmann, T; Lang, C; Spoden, M; Dröge, P; Ehm, F; Schuler, E; Krogias, C; Günster, C; Gumbinger, C; Barlinn, J; Schmitt, J (): Hybrid quality indicators for stroke: relevance of disease severity using the National Institutes of Health Stroke Scale (NIHSS)

7.4 Kongressbeiträge

Datzmann T, Lang C, Spoden M, Dröge P, Ehm F, Schuler E, Krogias C, Günster C, Gumbinger C, Barlinn J, Schmitt, J. Relevanz des klinischen Schweregrads anhand der National Institutes of Health Stroke Scale (NIHSS). 23. Deutscher Kongress für Versorgungsforschung (DKVF). Potsdam, 25.-27.09.2024.

Datzmann T, Lang C, Schoffer O, Spoden M, Dröge P, Ehm F, Schuler E, Wesselmann S, Sommer N, Günster C, Piso P, Reißfelder C, Schmitt J. Hybrid quality indicators for colorectal cancer – concept and challenges. 23. Deutscher Kongress für Versorgungsforschung (DKVF). Potsdam, 25.-27.09.2024.

Henke E, Zoch M, Bathelt F, Spoden M, Ruhnke T, Günster C, Sedlmayr M. Identifikation von Gemeinsamkeiten klinischer Daten und GKV-Routinedaten für deren Verknüpfung in OMOP CDM zur stationären Qualitätsmessung. 67. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie (GMDS) e.V 2022. doi: 10.3205/22gmds007.

Henke E, Zoch M, Reinecke I, Spoden M, Ruhnke T, Günster C, Sedlmayr M, Bathelt F. German Claims Data for Real-World Research: Content Coverage Evaluation in OMOP CDM. MIE Congress 2023. Göteborg, 22.-25.03.2023.

Reinecke I, Zoch M, Peng Y, Henke E, Ahmadi N, Sedlmayr M. OMOP project evolvement at Technische Universität Dresden over the past years. OHDSI Europe Symposium 2022. Rotterdam, 24.-26.06.2022.

Spoden M, Dröge P, Günster C, Datzmann T, Helfen T, Schaser KD, Schmitt J, Schuler E, Christoph Katthagen J, Nowotny J. A high hospital frailty risk score indicates an increased risk for complications following surgical treatment of proximal humerus fractures. Arch Gerontol Geriatr. 2024 Aug 5; 128:105598. doi: 10.1016/j.archger.2024.105598.

Spoden M, Dröge P, Roessler M, Datzmann T, Lang C, Sedlmayr M, Schmitt J, Günster C. Hybride Qualitätsindikatoren mittels Machine Learning-Methoden (Hybrid-QI). 21. Deutscher Kongress für Versorgungsforschung (DKVF). Potsdam, 05.-07.10.2022. doi: 10.3205/22dkvf107.

Spoden, M. Hybride Qualitätsindikatoren mittels Machine Learning-Methoden (Hybrid-QI). Nationaler Qualitätskongress Gesundheit 2022. Berlin, 24.-25.11.2022.

Spoden M, Dröge P, Datzmann T, Lang C, Henke E, Sedlmayr M, Schmitt J, Günster, C. Hybride Qualitätsindikatoren mittels Machine Learning-Methoden (Hybrid-QI). 14. AGENS Methodenworkshop 2023. Köln, 22.-23.03.2023.

Spoden M, Dröge P, Datzmann T, Lang C, Henke E, Sedlmayr M, Schmitt J, Günster C. Hybride Qualitätsindikatoren mittels Machine Learning-Methoden (Hybrid-QI). BMC-Kongress 2024. Berlin, 30.-31.01.2024.

Spoden M, Dröge P, Datzmann T, Schmitt J, Günster C. Hybride Qualitätsindikatoren (Hybrid-Q) mittels Machine Learning für die stationäre Versorgung des akuten Myokardinfarkts. 90. DGK-Jahrestagung Kongress 2024. Mannheim, 04.-06.04.2024.

IV Literaturverzeichnis

1. Yale New Haven Health Services Corporation/Center for Outcomes Research & Evaluation (YNHHSC/CORE). Hybrid Hospital-Wide Readmission Measure with Electronic Health Record Extracted Risk Factors (Version 1.2) 2023. Verfügbar unter: <https://www.cms.gov/files/document/hybrid-hospital-wide-readmission-measure-electronic-health-record-extracted-risk-factors.pdf-0> [Zugriff 04.07.2024].
2. Wissenschaftliches Institut der AOK (WIdO). Qualitätssicherung der stationären Versorgung mit Routinedaten (QSR) - Abschlussbericht. 2007; Verfügbar unter: https://www.qualitaetssicherung-mit-routinedaten.de/imperia/md/qsr/publikationen/wido_kra_qsr-abschlussbericht_0407.pdf [Zugriff 04.07.2024].
3. Geraedts M, Drösler SE, Döbler E, Eberlein-Gonska E, Heller E, Kuske E, et al. DNVF-Memorandum III „Methoden für die Versorgungsforschung“, Teil 3: Methoden der Qualitäts- und Patientensicherheitsforschung. Das Gesundheitswesen, 2017. 79: p. e95-e124. doi: 10.1055/s-0043-112431.
4. IQTIG – Institut für Qualitätssicherung und Transparenz im Gesundheitswesen. Methodische Grundlagen. Version 2.0 2022. Verfügbar unter: https://iqtig.org/downloads/berichte-2/meg/IQTIG_Methodische-Grundlagen_Version-2.0_2022-04-27_barrierefrei.pdf [Zugriff 04.07.2024].
5. Garza M, Del Fiol G, Tenenbaum J, Walden A, Zozus MN. Evaluating common data models for use with a longitudinal community registry. J Biomed Inf. 2016;64:333–41. doi: 10.1016/j.jbi.2016.10.016.
6. Reinecke I, Zoch M, Reich C, Sedlmayr M, Bathelt F. The usage of OHDSI OMOP - A Scoping Review. Stud Health Technol Inf. 2021;283:95–103. doi: 10.1016/j.ijmedinf.2022.104925.
7. Peng Y, Henke E, Reinecke I, Zoch M, Sedlmayr M, Bathelt F. An ETL-process design for data harmonization to participate in international research with German real-world data based on FHIR and OMOP CDM. International Journal of Medical Informatics, 169, 104925. doi: 10.1016/j.ijmedinf.2022.104925.
8. Schofer N, Jeschke E, Kröger J, Baberg H, Falk V, Gummert JF, et al. Risk-related short-term clinical outcomes after transcatheter aortic valve implantation and their impact on early mortality: an analysis of claims-based data from Germany. Clin Res Cardiol. 2022 Aug;111(8):934-943. doi: 10.1007/s00392-022-02009-y.
9. McNamara RL, Wang Y, Partovian C, Montague J, Mody P, Eddy E, et al. Development of a Hospital Outcome Measure Intended for Use With Electronic Health Records: 30-Day Risk-standardized Mortality After Acute Myocardial Infarction. Med Care. 2015 Sep;53(9):818-26. doi: 10.1097/MLR.0000000000000402.
10. Horne BD, Atreja N, Venditto J, Wilson T, Muhlestein JB, St Clair JR, et al. Contemporary Predictors of Major Adverse Cardiovascular Events Following Percutaneous Coronary

Intervention: A Nationally Representative US Sample. *J Clin Med*. 2024 May 11;13(10):2844. doi: 10.3390/jcm13102844.

11. Bermon A, Licht-Ardila M, Manrique-Hernández F, Hurtado-Ortiz A, Cañon D, Molina Castaño CF. Factors Associated With Mortality During the First Year Post Infarction: Survival Analysis of Patients With Acute Myocardial Infarction in Colombia. *Cureus*. 2024 Apr 12;16(4):e58118. doi: 10.7759/cureus.58118.
12. Chiang CH, Hung WT, Tai TH, Cheng CC, Lin KC, Kuo SH, et al. The impact of end-stage kidney disease on mortality in patients after acute myocardial infarction: A nationwide study. *J Chin Med Assoc*. 2023 Aug 1;86(8):740-747. doi: 10.1097/JCMA.0000000000000953.
13. Plakht Y, Shiyovich A, Gilutz H. Predictors of long-term (10-year) mortality postmyocardial infarction: age-related differences. Soroka Acute Myocardial Infarction (SAMI) Project. *J Cardiol*. 2015 Mar;65(3):216-23. doi: 10.1016/j.jjcc.2014.06.001.
14. Johansson S, Rosengren A, Young K, Jennings E. Mortality and morbidity trends after the first year in survivors of acute myocardial infarction: a systematic review. *BMC Cardiovasc Disord*. 2017 Feb 7;17(1):53. doi: 10.1186/s12872-017-0482-9.
15. Zeymer U, Ludman P, Danchin N, Kala P, Laroche C, Sadeghi M, et al. Reperfusion therapies and in-hospital outcomes for ST-elevation myocardial infarction in Europe: the ACVC-EAPCI EORP STEMI Registry of the European Society of Cardiology. *Eur Heart J*. 2021 Nov 21;42(44):4536-4549. doi: 10.1093/eurheartj/ehab342.
16. Meyer M, Parik L, Greimel F, Renkawitz T, Grifka J, Weber M. Hospital Frailty Risk Score Outperforms Current Risk Stratification Models in Primary Total Hip and Knee Arthroplasty. *J Arthroplasty* 2021;36(5):1533–42. doi: 10.1016/j.arth.2020.12.002.
17. Borgström F, Karlsson L, Ortsäter G, Norton N, Halbout P, Cooper C, Lorentzon M, McCloskey EV, Harvey NC, Javaid MK, Kanis JA; International Osteoporosis Foundation. Fragility fractures in Europe: burden, management and opportunities. *Arch Osteoporos*. 2020 Apr 19;15(1):59. doi: 10.1007/s11657-020-0706-y.
18. Kumar A, Roy I, Bosch PR, Fehnel CR, Garnica N, Cook J, Warren M, Karmarkar AM. Medicare Claim-Based National Institutes of Health Stroke Scale to Predict 30-Day Mortality and Hospital Readmission. *J Gen Intern Med*. 2022 Aug;37(11):2719-2726. doi: 10.1007/s11606-021-07162-0.
19. Sung SF, Hsieh CY, Lin HJ, Chen YW, Chen CH, Kao Yang YH, Hu YH. Validity of a stroke severity index for administrative claims data research: a retrospective cohort study. *BMC Health Serv Res*. 2016 Sep 22;16(1):509. doi: 10.1186/s12913-016-1769-8.
20. Kogan E, Twyman K, Heap J, Milentijevic D, Lin JH, Alberts M. Assessing stroke severity using electronic health record data: a machine learning approach. *BMC Medical Informatics and Decision Making*. 2020/01/08 2020;20(1):8. doi:10.1186/s12911-019-1010-x.
21. Gemeinsamer Bundesausschuss. Abnahme des Entwurfs der Konzeptskizze der Institution nach § 137a SGB V für ein Qualitätssicherungsverfahren zur Versorgungsqualität bei Schlaganfall (18.06.2015).

22. Schoffer O, Schüle S, Arand G, Arnholdt H, Baaske D, Bargou RC, et al. Tumour stage distribution and survival of malignant melanoma in Germany 2002-2011. *BMC Cancer*. 2016 Dec 5;16(1):936. doi: 10.1186/s12885-016-2963-0.
23. Gunderson LL, Sargent DJ, Tepper J, O'Connell MJ, Allmer C, Smalley SR, et al. Impact of TNM stage on survival and disease control in adjuvant rectal cancer pooled analysis. *International Journal of Radiation Oncology*Biophysics*. 2001/11/01/ 2001;51(3, Supplement 1):8-9. doi: 10.1016/S0360-3016(01)01839-9.
24. Engholm G, Lundberg FE, Kønig SM, Ólafsdóttir E, Johannesen TB, Pettersson D, et al. Influence of various assumptions for the individual TNM components on the TNM stage using Nordic cancer registry data. *Acta Oncol*. 2023 Mar;62(3):215-222. doi: 10.1080/0284186X.2023.2189528.
25. Alinia S, Ahmadi S, Mohammadi Z, Rastkar Shirvande F, Asghari-Jafarabadi M, Mahmodi L, et al. Exploring the impact of stage and tumor site on colorectal cancer survival: Bayesian survival modeling. *Sci Rep*. 2024 Feb 21;14(1):4270. doi: 10.1038/s41598-024-54943-8.
26. Disease Control and Prevention. Incidence and Relative Survival by Stage at Diagnosis for Common Cancers. USCS Data Brief, no. 25. Atlanta, GA: Centers for Disease Control and Prevention, US Department of Health and Human Services; 2021. Verfügbar unter: <https://stacks.cdc.gov/view/cdc/112326> [Zugriff 04.07.2024].
27. Bzdok D. Classical Statistics and Statistical Learning in Imaging Neuroscience. *Front Neurosci*. 2017;11:543. doi: 10.3389/fnins.2017.00543.
28. Bzdok D, Altman N, Krzywinski M. Statistics versus machine learning. *Nature Methods*. 2018;15(4):233-234. doi: 10.1038/nmeth.4642.
29. Lange T, Schwarzer G, Datzmann T, Binder H. Machine learning for identifying relevant publications in updates of systematic reviews of diagnostic test studies. *Research Synthesis Methods* 2021. doi: 10.1002/jrsm.1486.
30. Leiner J, Pellissier V, König S, Hohenstein S, Ueberham L, Nachtigall I, et al. Machine learning-derived prediction of in-hospital mortality in patients with severe acute respiratory infection: analysis of claims data from the German-wide Helios hospital network. *Respir Res*. 2022 Sep 23;23(1):264. doi: 10.1186/s12931-022-02180-w.
31. Raita Y, Goto T, Faridi MK, Brown DFM, Camargo CA, Jr., Hasegawa K. Emergency department triage prediction of clinical outcomes using machine learning models. *Crit Care*. 2019;23(1):64. doi: 10.1186/s13054-019-2351-7.
32. Rajula HSR, Verlato G, Manchia M, Antonucci N, Fanos V. Comparison of Conventional Statistical Methods with Machine Learning in Medicine: Diagnosis, Drug Development, and Treatment. *Medicina* 2020;56(9). doi: 10.3390/medicina56090455.
33. Song X, Mitnitski A, Cox J, Rockwood K. Comparison of machine learning techniques with classical statistical models in predicting health outcomes. *Stud Health Technol Inform*. 2004;107(Pt 1):736-40.

34. van der Galiën OP, Hoekstra RC, Gürgöze MT, Manintveld OC, van den Bunt MR, Veenman CJ, et al. Prediction of long-term hospitalisation and all-cause mortality in patients with chronic heart failure on Dutch claims data: a machine learning approach. *BMC Med Inform Decis Mak.* 2021 Nov 1;21(1):303. doi: 10.1186/s12911-021-01657-w.
35. Hoffmann F, Icks A. Unterschiede in der Versichertenstruktur von Krankenkassen und deren Auswirkungen für die Versorgungsforschung: Ergebnisse des Bertelsmann-Gesundheitsmonitors. *Gesundheitswesen* 2012;74(5):291–7. doi: 10.1055/s-0031-1275711.
36. Henke, E. OMOP-CDM-German-vocabularies. Verfügbar unter: <https://github.com/elisahenke/OMOP-CDM-German-vocabularies> [Zugriff 04.07.2024].
37. Peng, Y; Henke, E. FHIR-to-OMOP. Verfügbar unter: <https://gitlab.ukdd.de/pub/etl/fhir-to-omop> [Zugriff 04.07.2024].
38. Henke, E. gkv-to-omop. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.5281/zenodo.10949054> [Zugriff 04.07.2024].
39. Henke, E. omop-to-omop. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.5281/zenodo.10949074> [Zugriff 04.07.2024].

V Anlagen

- Anlage 1: Feinkonzept dynamische Qualitätsplattform
- Anlage 2: Muster Klinikbericht
- Anlage 3: Definition der Leistungsbereiche
- Anlage 4: Vergleich der Modellgüten (gesperrt bis 31.12.2025)

Hybride Qualitätsindikatoren mittels Machine Learning-Methoden (Hybrid-QI)

Konzept für eine dynamische Qualitätsplattform

Version 2.1 vom 30.08.2024

Projektleitung:

Christian Günster, Wissenschaftliches Institut der AOK (WIdO)

Konsortialpartner:

Zentrum für Evidenzbasierte Gesundheitsversorgung (ZEGV), Universitätsklinikum und
Medizinische Fakultät Carl Gustav Carus an der Technischen Universität Dresden

Institut für Medizinische Informatik und Biometrie (IMB), Universitätsklinikum und Medi-
zinische Fakultät Carl Gustav Carus an der Technischen Universität Dresden

Unabhängige Treuhandstelle der Technischen Universität Dresden

Helios Kliniken GmbH

VERTRAULICHKEIT

Die Konzeptbeschreibung der dynamischen Qualitätsplattform für Hybrid-QI ist vertraulich zu behandeln. Dieses Dokument darf ohne Zustimmung der Projektleitung von Hybrid-QI nicht an Unbeteiligte weitergegeben werden. Die Weitergabe an den Projektträger bzw. Auftraggeber zum Zweck der Berichtlegung ist von dieser Regelung ausgenommen.

Änderungshistorie

Version	Datum	Autor	Erläuterung zu den Änderungen
1.0	23.08.2023	Franz Ehm	Erster, unvollständiger Draft
1.1	24.10.2023	Thomas Datzmann, Franz Ehm, Caroline Lang	Revision Haupttext
2.0	27.06.2024	Franz Ehm	Einarbeitung der Kommentare aus dem Projektkonsortium und der Hinweise aus den klinischen Expertenpanels

2.1	30.08.2024	Franz Ehm	Wasserzeichen entfernt.
-----	------------	-----------	-------------------------

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	4
Tabellenverzeichnis	4
Abkürzungsverzeichnis	5
1 Einführung.....	7
1.1 Ziel des Konzepts für eine dynamische Qualitätsplattform im Kontext von Hybrid-QI	7
1.2 Annahmen bei der Erstellung des Konzepts für eine dynamische Qualitätsplattform	7
1.3 Infrastruktur für interoperablen Daten	8
1.4 Transparenz von Qualitätsinformationen der Krankenhäuser	8
1.5 Ausschluss Medizinprodukterecht.....	9
1.6 Überblick über bestehende Darstellungen von Qualitätsinformationen in der Deutschen Krankenhauslandschaft	10
2 Anforderungen an die dynamische Qualitätsplattform	11
3 Anwendungskontext.....	12
4 Profil von Nutzenden.....	14
5 Plattform-Architektur	15
6 Basissicht.....	18
7 Expertensicht.....	19
8 Kliniksicht	21
9 Darstellungen für ausgewählte Indikationen	22
10 Beispielhafte Sichten für die Indikation „Hirnfarkt“	23
11 Beispielhafte Sichten für die Indikation „Kolon-/Rektum-Karzinom“	26
12 Durchführung eines Pretests	29
13 Barrieren für eine erfolgreiche Umsetzung	29
14 Schlussbemerkung.....	32
15 Literaturverzeichnis	33

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Architektur der dynamischen Qualitätsplattform von Hybrid-QI	16
Abbildung 2: Sichtrechte der verschiedenen Nutzengruppen.....	21
Abbildung 3: Beispielansicht „Liste (Basis)“ für die Indikation „Hirnfarkt“	24
Abbildung 4: Beispielansicht „Liste (Expert)“ für die Indikation „Hirnfarkt“	25
Abbildung 5: Beispielansicht „Details (Expert)“ für die Indikation „Hirnfarkt“	26
Abbildung 6: Beispielansicht „Liste (Basis)“ für die Indikation „Kolon-/Rektum-Karzinom“	27
Abbildung 7: Beispielansicht „Interne Sicht (Klinik)“ für die Indikation „Kolon-/Rektum- Karzinom“	28

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Anforderungen im Anwendungskontext und nutzergruppenspezifische Anforderungen.....	12
Tabelle 2: Unterschiede bei der Darstellung von Qualitätsinformationen für die im Projekt Hybrid-QI betrachteten Leistungsbereiche auf Basis der Einschätzungen durch medizinische Fachexpert:innen.....	22

Abkürzungsverzeichnis

AOK	Allgemeine Ortskrankenkasse
BMG	Bundesministerium für Gesundheit
CSV	Comma-separated values; Dateiformat
DIZ	Datenintegrationszentrum
ETL	Extract-Transform-Load
G-BA	Gemeinsamer Bundesausschuss
GKV	Gesetzliche Krankenversicherung
HTTPS	Hypertext Transfer Protocol Secure [sicheres Hypertext-Übertragungsprotokoll]
Hybrid-QI, HQI	Hybride Qualitätsindikatoren
IAM	Identity and Access Management
ICD-10	10. Version der Internationalen statistischen Klassifikation der Krankheiten und verwandter Gesundheitsprobleme
IMB-MI	Institut für Medizinische Informatik und Biometrie
InEK	Institut für das Entgeltsystem im Krankenhaus
IQM	Initiative Qualitätsmedizin
IQTIG	Institut für Qualität und Transparenz im Gesundheitswesen
KI	Künstliche Intelligenz
MI-I	Medizininformatik-Initiative
NIHSS	National Institutes of Health Stroke Scale
OAuth2	Open Authorization [Zugriffsstandard für Websites/Anwendungen]
OMOP CDM	Observational Medical Outcomes Partnership Common Data Model
OPS	Operationen- und Prozedurenschlüssel
PKW	Personenkraftwagen

RSMR	Risk Standardized Mortality Rate [Risikostandardisierte Mortalitätsrate]
SGB	Sozialgesetzbuch
SQL	Structured Query Language [Datenbanksprache zur Definition von Datenstrukturen in relationalen Datenbanken]
THS	Unabhängige Treuhandstelle
TNM	Klassifikation von Tumoren (T=Tumor, N=Befallene Lymphknoten, M=Metastasen)
Tsd	Tausend
TU	Technische Universität
URL	Uniform Resource Locator [Serveradresse]
WIdO	Wissenschaftliches Institut der AOK
ZEGV	Zentrum für Evidenzbasierte Gesundheitsversorgung

1 Einführung

1.1 Ziel des Konzepts für eine dynamische Qualitätsplattform im Kontext von Hybrid-QI

Das vorliegende Konzeptpapier beschreibt Inhalte und Anforderungen an eine dynamische Qualitätsplattform für die Darstellung der Behandlungsqualität in deutschen Krankenhäusern. Ausgehend von den Projektergebnissen in Hybrid-QI wird aufgezeigt, wie sich die durch hybride Indikatoren gemessene Behandlungsqualität gemeinsam mit weiteren indikationsabhängigen Prozess- und Strukturdaten der Krankenhäuser in einer für die Nutzenden attraktiven Form darstellen lassen. Ziel ist die Beschreibung einer stetigen dynamischen Plattform, welche hybride Indikatoren nutzt, um die Behandlungsqualität für interessierte Bürger:innen und Angehörige des Gesundheitssystems transparent zu machen und Kliniken die Identifikation von Maßnahmen zur Verbesserung der Qualität ermöglicht. Das Konzeptpapier skizziert Varianten für die perspektivische Umsetzung einer solchen dynamischen Qualitätsplattform. Dies erfolgt exemplarisch für die vier in Hybrid-QI betrachteten Gruppen von Indikationen. Das Konzeptpapier adressiert insbesondere verschiedene Inhalte und Darstellungsoptionen, abhängig vom Kreis der Nutzenden und geht auf indikationsspezifische Unterschiede ein.

1.2 Annahmen bei der Erstellung des Konzepts für eine dynamische Qualitätsplattform

Das folgende Konzept beschreibt wesentliche Anforderungen an eine dynamische Qualitätsplattform und Schritte zu deren Umsetzung im Kontext der Projektergebnisse in Hybrid-QI. Die Beschreibungen erfolgen erstens unter der Annahme, dass für ein stetiges Plattformkonzept an die im Projekt umgesetzte Infrastruktur zur Bereitstellung interoperabler Daten angeknüpft werden kann. Es wird zweitens von der grundsätzlichen Teilnahme seitens der Kliniken und der Gesetzlichen Krankenkassen als Datenhalter ausgegangen. Dies ist Voraussetzung für die Umsetzung eines umfassenden Monitorings. Es werden die folgenden Annahmen getroffen.

1.3 Infrastruktur für interoperablen Daten

Zur Sicherstellung semantischer und syntaktischer Interoperabilität klinischer Daten und Routinedaten der Gesetzlichen Krankenversicherung (GKV) wird eine Harmonisierung beider Datenquellen in dem standardisierten Common Data Model (CDM) Observational Medical Outcomes Partnership (OMOP) vorausgesetzt. Die Transformation klinischer Daten und GKV-Routinedaten in die relationale Datenbank von OMOP CDM sowie das anschließende Datenlinkage beider OMOP-konformen Datenbanken erfolgt mittels Extract-Transform-Load (ETL)-Strecken durch die beteiligten Partner (Kliniken, Krankenkassen). Um die Qualitätsindikatoren jährlich fortschreiben zu können, ist der Prozess der Datentransformation und -verknüpfung für jedes Berichtsjahr wiederholt auszuführen. Regulatorische Anforderungen an Datenschutz und Datensicherheit beim Austausch von Sozialdaten und klinischen Daten, welche modellhaft im Projekt Hybrid-QI erfüllt wurden, sind nicht Gegenstand dieses Konzepts. Ebenso wird nicht auf weiterführende Erfordernisse des Betriebs der OMOP-Datenbank eingegangen, sondern angenommen, dass die gelinkten und pseudonymisierten Rohdaten im 12-Monatsrhythmus an die mit dem Analyse-Backend verbundene Datenbank gesendet werden (vgl. Kapitel 3).

1.4 Transparenz von Qualitätsinformationen der Krankenhäuser

Behandlungen im Krankenhaus werden in Deutschland aus solidarisch eingezahlten Mitteln des Gesundheitsfonds finanziert. Für deren Abrechnung werden Prozess- und Strukturdaten der Krankenhäuser jährlich an das Institut für das Entgeltsystem in Krankenhaus (InEK) übermittelt. Die Vergütung erfolgt fallbezogen, allerdings ohne explizite Berücksichtigung der Behandlungsqualität. Dennoch zeigen sich, abhängig von der betrachteten Indikation, Unterschiede in der Behandlungsqualität zwischen Krankenhausstandorten. Seit 2013 ist deshalb die Auskunft der Krankenhäuser zur Behandlungsqualität verpflichtend im Sozialgesetz verankert. Sie findet in den jährlichen Strukturierten Qualitätsberichten gemäß § 136b Absatz 1 Satz 1 Nummer 3 SGB V ihre Entsprechung. Es existieren mittlerweile verschiedene Angebote, welche die Angaben aus den öffentlichen Krankenhausberichten zur Information für die Bürger:innen aufbereiten. Hierzu zählen beispielsweise die „Weiße Liste“, der AOK-Gesundheitsnavigator, das Deutsche Krankenhausverzeichnis und

der im Frühjahr 2024 vom Bundesministerium für Gesundheit gestartete Bundes-Klinik-Atlas.

Die zur Bildung hybrider Qualitätsindikatoren benötigten Informationen gehen über die Inhalte der strukturierten Qualitätsberichte der Krankenhäuser hinaus. Es bestehen bei der Implementierung somit verschiedene Hürden hinsichtlich der teilnehmenden Kliniken und der Transparenz bzw. des Nutzens der Qualitätsinformation. Auf der einen Seite steht eine freiwillige Teilnahme der Kliniken und der anonymisierte Vergleich aggregierter hybrider Qualitätsindikatoren (HQI) und Maßzahlen mit anderen teilnehmenden Kliniken. Dieses Vorgehen ist vergleichbar zu der vergleichenden Qualitätsmessung innerhalb der Initiative Qualitätsmedizin (IQM) [1]. Auf der anderen Seite steht die Möglichkeit einer gesetzlichen Verpflichtung zur Berichterstattung der benötigten Daten zur Berechnung der HQIs und weiterer Leistungskennzahlen (inklusive roher Raten) und deren transparenter Darstellung durch den Gemeinsamen Bundesausschuss (G-BA) oder das Institut für Qualität und Transparenz im Gesundheitswesen (IQTIG). Dazwischen könnte auch eine Implementation als Use Case der Medizininformatik-Initiative (MI-I) [2] stehen, bei dem der Kerndatensatz zusammen mit GKV-Routinedaten als Basis genutzt wird. Maximaler Nutzen für Bürger:innen sowie einweisende Ärztinnen und Ärzte kann nur gegeben sein, wenn die Möglichkeit zur Veröffentlichung der Klinikklarnamen besteht. Da die Qualitätsplattform aber gerade für diese Nutzergruppen informativ sein soll, gehen wir im Folgenden von der Möglichkeit zur Nutzung der Klarnamen aus. Ob es sich dabei allerdings um eine gesetzliche Verpflichtung aller Kliniken oder um eine freiwillige, selektive Teilnahme der Kliniken handelt, wird nicht unterschieden und spielt technisch keine Rolle.

1.5 Ausschluss Medizinprodukterecht

Bei der Qualitätsplattform handelt es sich um ein reines „Reporting-Tool“ zur vergleichenden Darstellung der Ergebnisqualität bei ausgewählten Indikationen. Über die Plattform selbst werden keine Daten zwischen den beteiligten Kliniken ausgetauscht. Die Qualitätsplattform nimmt keinen Einfluss auf die Diagnosestellung oder Therapieentscheidung in der Versorgung.

1.6 Überblick über bestehende Darstellungen von Qualitätsinformationen in der Deutschen Krankenhauslandschaft

Report cards dienen der Veröffentlichung von Qualitätsinformationen im Gesundheitswesen. Sie sollen Patient:innen informieren und in ihrer Entscheidung bei der Inanspruchnahme von Versorgungsleistungen unterstützen. *Hospital report cards* als Instrument des Public Reporting von Gesundheitsleistungen im Krankenhaus sind international verbreitet. In den USA, wo es besonders viele Angebote zu Report Cards gibt, stammen die ersten Systeme aus den 1990er Jahren [2]. In Deutschland wurden in den vergangenen 20 Jahren ebenfalls zahlreiche solcher Angebote etabliert. Insbesondere durch den öffentlichen Zugang zu den Daten der strukturierten Qualitätsberichte der Krankenhäuser entstanden Vergleichsportale, welche die darin enthaltenen Informationen für verschiedene Krankenhäuser, teils auf regionaler Ebene, teils bundesweit, zusammenfassen oder gegenüberstellen [4]. So werden neben der Strukturqualität häufig auch Kennzahlen zur Prozess- und Ergebnisqualität sowie teilweise auch Metriken zur Patientenzufriedenheit berichtet, wodurch sich die deutschen Plattformen im internationalen Vergleich etwa von Angeboten aus den USA und Großbritannien abhebt [2]. Eine systematische Übersicht zu den in Deutschland in den letzten 10-20 Jahren entstandenen Qualitätsportalen findet sich in [4]. Zu den bekannten Beispielen bundesweiter Portale zählten bis zum Frühjahr 2024 die Weiße Liste [5], der AOK Krankenhausnavigator [6] und das Deutsche Krankenhausverzeichnis [7]. Alle Portale zeigen für eine zu wählende Indikation die Anzahl der im Bezugsjahr behandelten Fälle als relevante Prozesskennzahl sowie ausgewählte Strukturmerkmale an. Im Mai 2024 veröffentlichte das Bundesministerium für Gesundheit (BMG) mit dem Klinikatlas eine weitere, eigenständige Vergleichsplattform [8]. Der Klinikatlas gibt u.a. zusätzlich einen krankenhausesweiten Pflegepersonalquotienten an, welcher die Fallzahl als kombinierte Struktur-/Prozesskennzahl komplementieren soll. Die Initiative des BMG war teils von heftigen Widerständen und Kritik insbesondere seitens der Deutschen Krankenhausgesellschaft begleitet [9]. Weiterhin erfolgte im Frühjahr 2024 die Abschaltung der Weißen Liste nach langjähriger Zeit am Netz unter dem Verweis auf Effekte des vom BMG initiierten Krankenhaus-Transparenzgesetzes. Parallel zu diesen Entwicklungen strebt der G-BA ein eigenes umfassendes Qualitätsportal zur Information von Patient:innen und ihren Angehörigen an. Zu diesem Zweck wurde das IQTIQ mit der Erstellung eines

Gutachtens für den Konzeptentwurf eines solchen Web-Portals als Webseite beauftragt. Aus der vom IQTIQ in diesem Zuge generierten bzw. zusammengetragenen Evidenz lassen sich relevante Anforderungen und Rahmenbedingungen für die Gestaltung einer Qualitätsplattform für Gesundheitsleistungen ableiten. Besonders erwähnenswert ist der Befund, dass „Krankenhausvergleichsportale für die breite Mehrheit [...] nicht verständlich sind [...]. Nicht nur Patientinnen und Patienten, sondern auch Expertinnen und Experten haben Schwierigkeiten gesundheitsrelatierte Statistiken und Zahlenangaben korrekt zu verstehen.“ Dementsprechend ist ein vordergründiges Ziel, die allgemeinverständliche Darstellung von Inhalten, welche zielgruppengerecht und in adäquater Sprache erfolgen soll sowie die Beschränkung auf einen angemessenen Informationsumfang [10]. Speziell wird auf die Unterschiede in der Wahrnehmung von Darstellungsformen aus Sicht von Patient:innen hingewiesen und implizit aufgezeigt, wie die Effektivität bei der Darstellung von Inhalten gesteigert werden kann [10,11]. Die Beurteilungen sind auch in die Erarbeitung des vorliegenden Konzeptpapiers eingeflossen.

2 Anforderungen an die dynamische Qualitätsplattform

Die dynamische Qualitätsplattform dient der Zusammenstellung und Visualisierung von HQIs sowie weiterer begleitender Kennzahlen, welche zur Einschätzung der Qualität bei der Versorgung ausgewählter Indikationen relevant sind. Wesentliche Anforderungen an den Umfang (Breite und Tiefe), die Verfügbarkeit und die Darstellung der bereitzustellenden Informationen lassen sich aus dem Anwendungskontext und dem Gruppenprofil der Nutzenden ableiten (Tabelle 1). In der deutschsprachigen Literatur sind einige der Anforderungen an eine für die Interessengruppen verständliche Darstellung von Gesundheitsinformationen beim Vergleich von Krankenhäusern beschrieben [10,11,12].

3 Anwendungskontext

Anwender:innen stellen zu einem beliebigem Zeitpunkt Anfragen zur Berechnung und Darstellung von Qualitätsinformationen. Zulässige Anfragen beschränken sich auf die Auswahl der für die jeweilige Gruppe der Nutzenden autorisierten Informationen. Ergebnisse infolge von Eingaben und Suchanfragen werden ohne für den Nutzer merkliche Wartezeit (im Sekundenbereich) generiert. Die Nutzerschnittstelle ist plattformunabhängig und durch ein responsives Design für die Darstellung auf verschiedenen Endgeräten optimiert. Die Informationsarchitektur bei dem Aufbau und der Verknüpfung von Seiteninhalten unterstützt sowohl die zielgerichtete Suche von Informationen zu bestimmten Indikationen, bietet aber gleichzeitig auch die Möglichkeit zur freien Suche bzw. erlaubt es die Suche für Nutzende, mit weniger kontextspezifischem Wissen zu lenken oder zu verfeinern z.B. durch Kategorien oder heuristische Vervollständigung).

Tabelle 1: Anforderungen im Anwendungskontext und nutzergruppenspezifische Anforderungen

Fokus	Anwendungsspezifisch	Nutzergruppenspezifisch
Informationsumfang	• Vorberechnete Ergebnisse (keine Modellrechnung bei Anfrage, sondern lediglich Ergebnisaggregation bzw. -abfrage) • Informationen stehen für ausgewählte Leistungsbereiche und Indikationen zur Verfügung, deren Umfang schrittweise ausgeweitet wird. • Regional, nach Leistungsbereich aggregierte Informationen	• Spezialisierte Anfragen und Filter ermöglichen Modifikation (z.B. Stratifizierung) der Ergebnisansicht (Customizing) • Zugängliches Set von Informationen, abhängig vom Profil der Nutzenden • Bevorzugt kategoriale Bewertung von Ergebnisqualität.

		• Möglichst geringer, intuitiv erfassbarer Informationsumfang. Vertiefung durch weiterführende Sichten. • Fallbezogene Ergebnisse für klinikinternes Reporting (autorisierter Bereich)
Informationsverfügbarkeit	• Modellrechnung erfolgt im Voraus von Nutzeranfragen, d.h. einmalig je Datenstand für das Berichtsjahr • Abruf aus Ergebnisdatenbank / CacheSystem kann auch mit vielen parallelen Anfragen umgehen. • Plattformunabhängigkeit, Kompatibilität mit Kommunikationsstandards und Schnittstellen der User • Bevorzugt Lösung eines kommerziellen Anbieters mit Servicevertrag und 24/7 Support bei Störungen • Bedienung erleichtern: Heuristische Vervollständigung, sensitive Eingabefelder, Zurückfunktion • Einheitliche Suchpfade, Browsernavigation,	• Freischaltung weiterführender Informationen durch erweiterte Sichten • Zusätzliche Erläuterungen, Visualisierungen und Infografiken mittels Mouseover verfügbar. • Authentifizierungsprozess für besonders autorisierte Sichten

Informations- darstellung	• Navigation mit Pop-ups/aufklappbaren Feldern • Transparenz durch Hinweise (z.B. Mouseover) stärken • Responsives Design für verschiedene Endgeräte (mobil, PC) • Barrierefreies User Interface, das Bedürfnisse älterer Menschen berücksichtigt • Konsistentes, sparsames Farbkonzept	• Verschiedene Sichten für verschiedene Gruppen von Nutzenden • Sparsamer Einsatz von Visualisierungselementen (z.B. Diagrammen), welche der Nutzergruppe vertraut sind.
--------------------------------------	---	--

4 Profil von Nutzenden

Das Angebot der dynamischen Qualitätsplattform zu HQIs richtet sich primär an Bürger:innen (Allgemeinbevölkerung) sowie ergänzend an ärztliches Fachpersonal und das Managementpersonal in Kliniken. Laut einer Befragungsstudie zum Nutzungsverhalten einer exemplarischen Qualitätsplattform (am Bsp. Weisse Liste) machen einweisende Ärztinnen und Ärzte und Klinikpersonal nur einen sehr kleinen Anteil gegenüber Patient:innen und Bürger:innen als potentielle Zielgruppe aus [4]. Der Zweck der Qualitätsplattform richtet sich nach den Bedürfnissen und Ansprüchen der verschiedenen Gruppen der Nutzenden und dient sowohl als Informations- und Vergleichsportal sowie zum Monitoring der Gesundheitsversorgung als auch für ein ergänzendes Qualitätsmanagement. Die Interessen der Nutzenden lassen sich wie folgt charakterisieren:

- Bürger:innen: Informationsportal für die eigene gesundheitliche/medizinische Versorgung bzw. die der Angehörigen
 - Regionales Versorgungsangebot und Erreichbarkeit
 - Relative Versorgungsqualität von Kliniken im regionalen Vergleich
 - Anzahl behandelter Fälle einer bestimmten Indikation
 - Zusatzqualifikation und Schweregrad der behandelten Fälle von Kliniken

- Ärztliches Personal: Informations- und Vergleichsportal von Kliniken, z.B. zur Nutzung im Rahmen der Einweisungsentscheidung
 - Siehe Bürger:innen
 - Stratifizierte Analysen
- Regionale administrative Entscheidungsträger:innen: Versorgungsmonitor
 - Siehe Bürger:innen
 - Stratifizierte Analysen, Trendbeobachtungen
- Kliniken: Reporting- und indirektes Benchmarking-Tool
 - Einschätzung der eigenen Qualität im bundesweiten Vergleich
 - Fallbezogenes Reporting zur Unterstützung des Qualitätsmanagements
 - Kein direkter Vergleich bzw. Benchmarking zwischen zwei Krankenhäusern

Die unterschiedlichen Interessen und Bedürfnisse spiegeln sich in verschiedenen Sichten bei der Darstellung der Ergebnisse wider. Optionale zusätzliche Informationen können von allen Nutzenden durch gezielte Eingaben und Filter aufgerufen werden (siehe *Expertensicht* in Kapitel 7). Diese Sicht bietet sich etwa zur Stratifizierung von Ergebnissen und Ableitung von Trends an oder ermöglicht Auswertungen im Hinblick auf regionale Versorgungsanalysen. Dagegen sind zusätzliche Informationen, welche das Geschäftsgeheimnis einzelner Kliniken berühren, autorisierten Nutzenden an Kliniken vorbehalten (siehe *Kliniksicht* in Kapitel 8). Die Freischaltung des autorisierten Bereiches für eine Klinik erfolgt im Rahmen eines Authentifizierungsprozesses. Zusätzlich ist die Zuweisung von differenzierten Rollen innerhalb einer autorisierten Institution möglich.

5 Plattform-Architektur

Die im Rahmen des Projektes Hybrid-QI berechneten Ergebnisse werden als nutzergruppenspezifische Inhalte aufbereitet und in einer dynamischen Qualitätsplattform bereitgestellt. Von der Berechnung bis zur Bereitstellung der Ergebnisse kommunizieren verschiedene Dienste in einer Client-Server-Architektur (siehe Abbildung 1):

Datenlieferung:

Klinische Daten und Daten aus den Strukturierten Qualitätsberichten der Kliniken werden mit Abrechnungsdaten der GKV in einem OMOP-Datenmodell zusammengeführt und in eine Datenbank übertragen. Dieses Vorgehen wurde im Projekt Hybrid-QI anhand eines exemplarischen Datenschnitts einmalig erfolgreich erprobt. Für eine Verstetigung sind die für die Transformation und das Linkage benötigten Prozesse jährlich zu wiederholen. Die Beschreibung der für die Lieferung der Daten und das Einlesen in den Analyseserver benötigten Schnittstellen ist nicht Gegenstand dieses Konzepts.

Dateninput und -analyse:

Die für den Input maschineller Lernmodelle benötigten Daten werden aus OMOP über dezentrale Datenbanken geladen und mittels eines Wrappers für die Einbindung verschiedener Programmiersprachen (z.B. Python, R, C#) auf dem Analyseserver verarbeitet. Die Implementierung der maschinellen Lernmodelle bedient sich etablierter Bibliotheken in den eingebundenen Programmiersprachen (z.B. scikit-learn, pytorch, numpy für Python). Hierzu gehören auch Prozesse zur Strukturierung/Aufbereitung von Trainings- und Testdaten sowie Variablenauswahl („feature selection“).

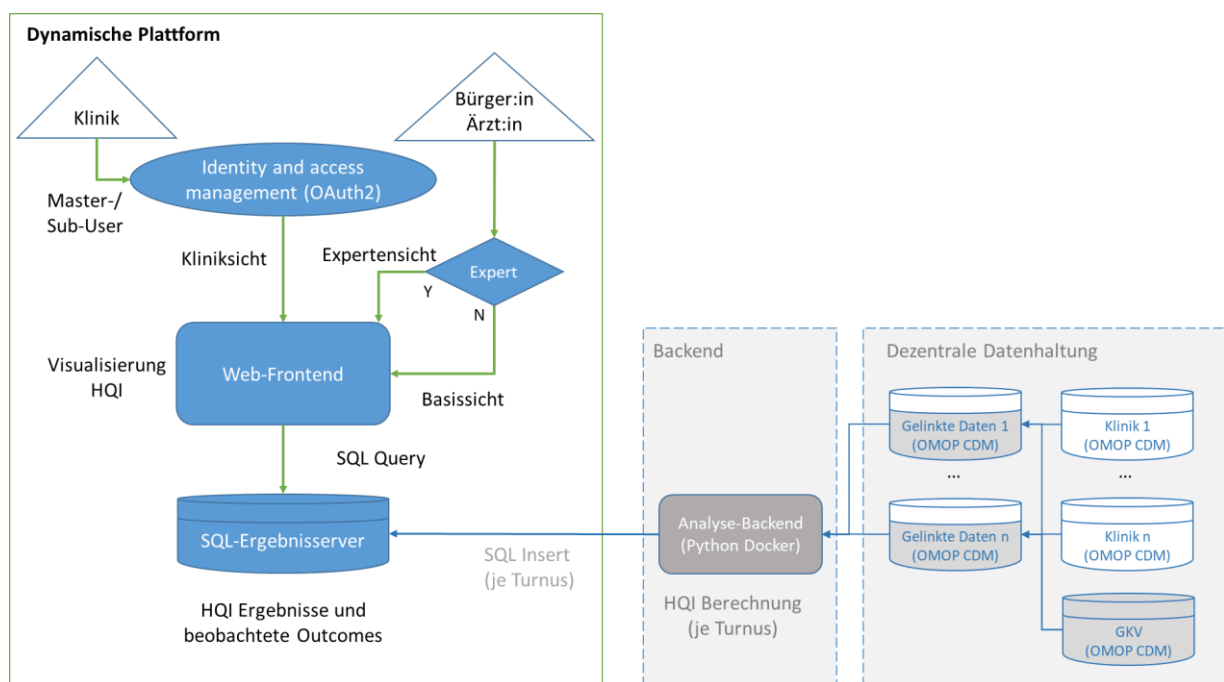


Abbildung 1: Architektur der dynamischen Qualitätsplattform von Hybrid-QI

Ergebnisdaten:

Sämtliche Ergebnisse werden vom Analyse-Backend auf einen dafür reservierten Microsoft SQL-Server geschrieben. Die Analyseergebnisse liegen grundsätzlich als Aggregatdaten vor und werden für die verschiedenen möglichen Strata vorberechnet. Die Ergebnisdaten umfassen neben den HQIs auch die aggregierten tatsächlich beobachteten Outcomedaten sowie Angaben zur Demografie der Patient:innen und die Strukturdaten der Kliniken. Der Microsoft SQL-Server fungiert damit als Data-Warehouse für die Bereitstellung von Inhalten auf der dynamischen Qualitätsplattform.

Frontend:

Das Frontend ist eine webbasierte Applikation, welche Informationen aus den Ergebnisdaten aggregiert und den Endnutzer:innen in Form eines Dashboards darstellt. Sichtrechte und Leistungsumfang der Applikationsdarstellung hängen von der Gruppenzugehörigkeit der Endnutzer:innen ab. Es wird zwischen den Sichten *Basis*, *Expert:innen* und *Klinik* unterschieden. Um den Anforderungen an eine hohe Verfügbarkeit von Web-Services im Livebetrieb zu entsprechen, wird der Einsatz einer kommerziellen Lösung (Microsoft Power BI) mit 24/7 Support empfohlen.

Authentifizierung:

Teilnehmende Kliniken erhalten einen Master-User und differenzierte Sub-User. Master-User erhalten volle Sichtrechte für ihre Institution. Sie profitieren von dem maximalen Leistungsumfang der Frontend-Applikation. Zusätzlich kann jede Klinik verschiedene Sub-User mit beliebig eingeschränkten Sichtrechten definieren. Denkbar sind etwa unterschiedliche Logins für die Klinikleitung, IT-Personal, Mitarbeitende im Qualitätsmanagement, Ärzt:innen sowie Pflegepersonal. Die Authentifizierung der Nutzer:innen sowie die Autorisierung der Inhalte erfolgen über ein kommerzielles Identity and Access Management (IAM) Tool mittels OAuth2-Standard.

Für autorisierte Nutzer:innen entfällt die Mindestfallzahlgrenze, sodass für die ausgewählten Strata Ergebnisse der eigenen Klinik bis auf Einzelfallebene eingesehen werden können. Die Daten bleiben dabei anonym. Es wird kein Bezug zu klinikinternen Fallnummern oder Klarnamen hergestellt.

6 Basissicht

Endnutzer:innen starten das Dashboard als Web-Applikation über den Aufruf einer öffentlich zugänglichen, via HTTPS verschlüsselten URL. Die Grundkonfiguration des Dashboards ermöglicht folgende Eingaben:

- Eingabemaske mit einer Indikation/Prozedur (fallsensitive Suche über Namen, ICD-10 Codes und OPS-Codes mit heuristischer Vervollständigung)
- Eingabemaske mit dem Standort (fallsensitive Erkennung von Adresse, Stadt, Postleitzahl mit heuristischer Vervollständigung)
- Verknüpfung: In den Expertenmodus wechseln?

Die Ausführung der Suche ergibt die Basis-Listensicht, welche alle Krankenhäuser zu der gesuchten Indikation in einem voreingestellten Umkreis (z.B. 50 km) enthält. Die Trefferliste lässt sich nach Kriterien wie Erreichbarkeit, Krankenhausname oder Fallzahl sortieren. Folgende Informationen sind zur Anzeige in der Basis-Listensicht vorgesehen, wobei abweichende Darstellungen abhängig von der gesuchten Indikation denkbar sind (siehe Abbildung 2).

Räumliche Information:

Neben der Adresse wird eine Information zur Erreichbarkeit des Krankenhauses vom Referenzort der Suchanfrage in PKW-Fahrminuten angegeben. Als Referenzort dient die eingegebene Adresse oder der einwohnerbezogene Schwerpunkt des referenzierten Raumordnungsbereiches (z.B. Gemeinde oder Postleitzahl). Zur Berechnung der Erreichbarkeit kommen ein kartenbasierter Routing-Dienst (z.B. „easymap“, „Graphhopper“) und ein hinterlegtes Fahrzeitprofil zum Einsatz.

Behandelte Fälle:

Für das Berichtsjahr und die gewählte Indikation werden die absolute Fallzahl sowie eine kategoriale Bewertung im Vergleich der individuellen Fallzahl eines Krankenhauses zum Bundesdurchschnitt angegeben. Die Kategorien lassen sich beispielsweise anhand der

Fallzahl im ersten Quartil („niedrig“), vierten Quartil („hoch“) sowie dem Bereich dazwischen („mittel“) abbilden [10]. Fallzahlen unterhalb einer zur Berichterstattung nötigen Mindestgrenze (z.B. $n=5$) lassen sich zusätzlich ausweisen („sehr niedrig“).

Qualität:

Es erfolgt eine kategoriale Bewertung anhand des hybride QI, welcher durch ein indikationsspezifisches Prognosemodell basierend auf maschinellem Lernen für das jeweilige Krankenhaus vorhergesagt wird. Der hybride QI stellt das Risiko eines für die gesuchte Indikation relevanten Outcomes (z.B. 30-Tagesmortalität nach Behandlung) als standardisierte Größe in Bezug zum Durchschnitt aller Krankenhäuser dar. Die kategoriale Darstellung von „überdurchschnittlicher“ („unterdurchschnittlichen“) Qualität ergibt sich aus der indirekt proportionalen Relation zu einem unterdurchschnittlichen (überdurchschnittlichen) standardisierten Risiko. Die Einordnung des standardisierten Risikos als unter- oder überdurchschnittlich erfolgt anhand definierter Quantilsbereiche. Abhängig von der gewählten Indikation ist es möglich, dass die kategoriale Qualität abweichend dargestellt wird oder sogar deren Angabe entfällt, wenn dazu begründete klinische Argumente vorliegen.

Zusatzangabe:

Angabe einer Zusatzqualifikation (sofern für die ausgewählte Indikation zutreffend), wie z.B. Vorliegen eines zertifizierten Behandlungszentrums.

7 Expertensicht

Von der frei verfügbaren Basis-Ansicht gelangen die Endnutzer:innen über die Verknüpfung „In den Expertenmodus wechseln?“ auf eine URL mit einem gesteigerten Leistungsumfang der Web-Applikation. Hier muss ein Disclaimer auf den Ausschluss vom Gebrauch im Sinne des Medizinprodukterechts aufmerksam machen. Dieser lautet etwa: *„Die folgenden Inhalte richten sich an Personen mit medizinischer Expertise. Sie stellen explizit keine Empfehlung für Therapie und/oder Diagnose dar!“*. Sobald der Disclaimer bestätigt wurde,

werden zusätzliche Eingabefelder für die Konfiguration der Sichten im Expertenmodus verfügbar:

- Filter *Altersgruppe*: Durch die Auswahl einer Altersgruppe werden die Ergebnisse entsprechend einer für eine Subgruppe der Fälle aggregiert angezeigt (z.B. 0-17 Jahre, 18-39 Jahre, 40-59 Jahre, 60-79 Jahre, 80+ Jahre)
- Filter *Geschlecht*: Es erfolgt die Differenzierung nach dem in den klinischen Daten dokumentierten biologischen Geschlecht (männlich/weiblich).
- Filter *Standorte im Umkreis*: Auswahl der Standorte für die Listen-Ansicht erfolgt im Umkreis der eingegebenen Distanz.
- Filter *Zusatzqualifikation*: Sofern zutreffend, lassen sich die Ergebnisse nach einer indikationstypischen Qualifikation wie z.B. Zertifizierungsmerkmal stratifizieren.
- Auswahl *Qualitätsindikatoren*: Sofern für die gewählte Indikation verschiedene Outcomes als hybride Qualitätsindikatoren implementiert wurden, können Endnutzer:innen aus diesen für die Ergebnisanzeige auswählen.

Neben der Option zur Stratifizierung der Ergebnisse beinhaltet die Expertensicht die Angabe der standardisierten Qualität als prozentuale Abweichung vom Durchschnitt aller Krankenhäuser zusätzlich zur kategorialen Bewertung der Basis-Ansicht (siehe Abbildung 2). Über die Verknüpfung „Details“ im Listeneintrag eines Krankenhauses werden die Nutzenden auf eine separate Seite mit folgenden weiterführenden Informationen geleitet:

Qualität: Neben der standardisierten Qualität als prozentuale Abweichung vom Durchschnitt werden die Ereignisraten der für die Indikation relevanten Outcome-Definitionen in Bins zu 10% angezeigt (Abbildung 5).

Behandelte Fälle: Es erfolgt eine Einordnung der Schweregradverteilung der behandelten Fälle in einer für die Indikation zutreffenden Skala. Den individuellen Ausprägungen der Kenngrößen werden die Durchschnittswerte über alle teilnehmenden Kliniken gegenübergestellt.

8 Kliniksicht

Nutzer:innen mit einem autorisierten Login erreichen eine über einen Authentifizierungsprozess abgesicherte URL. In der Kliniksicht werden Inhalte der Basis- und Expertensicht mit klinikinternen Informationen angereichert (siehe Abbildung 2). Diese umfassen insbesondere die Darstellung der „rohen“ (nicht standardisierten) Mortalitäts- und Komplikationsraten. Weiterhin besteht die Möglichkeit, die Prognose (% Wahrscheinlichkeit) sowie tatsächliche Events der Outcomes Mortalität und Komplikation auf Einzelfallebene für die eigene Klinik einzusehen.

Jeder Klinik ist ein Master-User zugeordnet, welcher die vollen Sichtrechte für diese Klinik besitzt. Es besteht die Möglichkeit weitere Sub-User anzulegen und die Sichtrechte, ausgehend vom Master-User, für bestimmte Anwendergruppen im klinikinternen Bereich (etwa Vorstand, Controlling, Qualitätsmanagement, Case-Manager/-innen, Ärztliches Personal) zu konfigurieren bzw. einzuschränken.

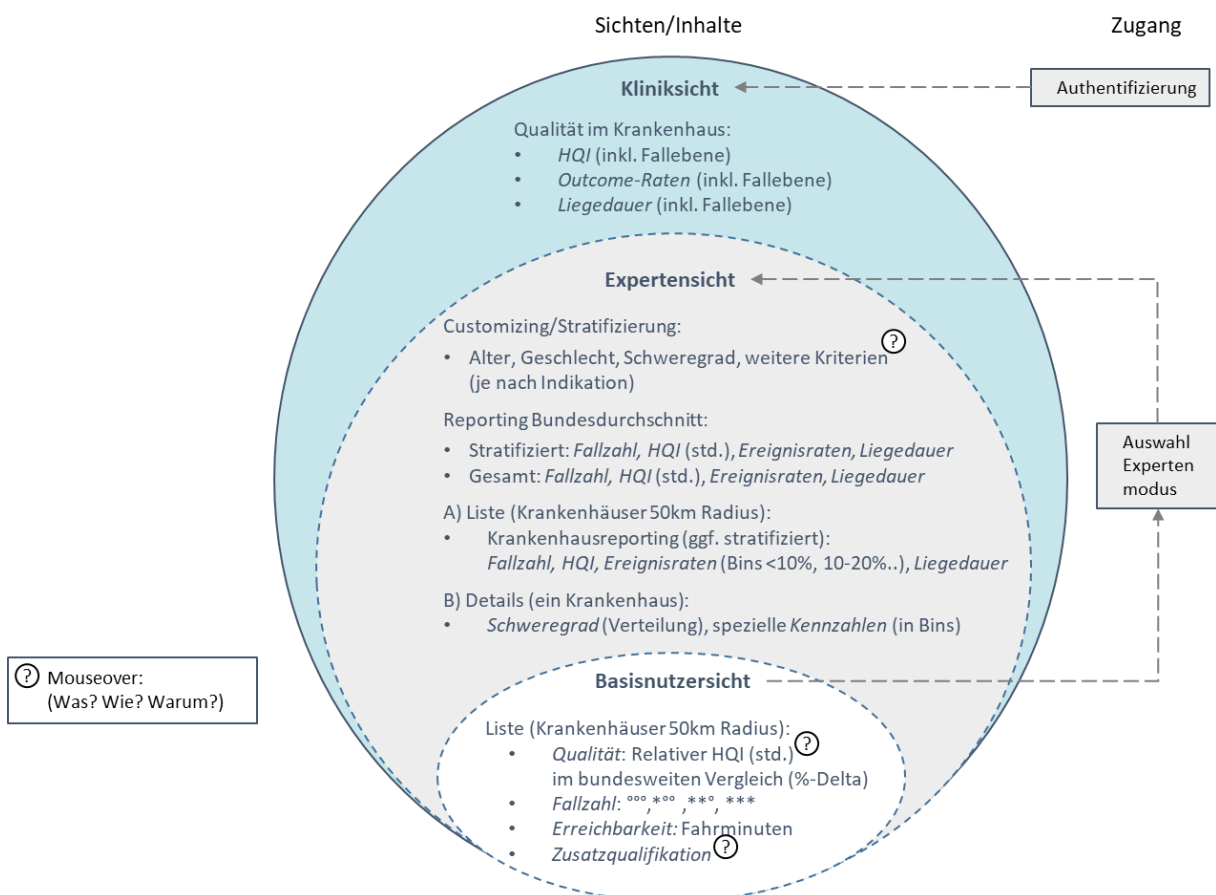


Abbildung 2: Sichtrechte der verschiedenen Nutzendengruppen

9 Darstellungen für ausgewählte Indikationen

In den Kapiteln 6-8 wird ein Rahmen für die dargestellten Inhalte der Qualitätsplattform für die verschiedenen Nutzersichten beschrieben. Innerhalb dieses Rahmens sind abweichende Darstellungen -abhängig von der ausgewählten Indikation- möglich. Im Projekt Hybrid-QI wurden für vier Leistungsbereiche Anforderungen an QI und deren Darstellung mithilfe von fachbezogenen Expert:innen untersucht (siehe Tabelle 2).

Tabelle 2: Unterschiede bei der Darstellung von Qualitätsinformationen für die im Projekt Hybrid-QI betrachteten Leistungsbereiche auf Basis der Einschätzungen durch medizinische Fachexpert:innen

PHF	Schulterendoprothese/Osteosynthese bei proximaler Humerusfraktur (S42.2*)		
AMI	Akuter Myokardinfarkt (I21)	Öffentliche Qualitätsinformation	Hinweis Notfall-indikation
STROKE	Hirnfarkt oder intrazerebrale Blutung (I61, I63 oder I64)		
KRK	Kolon-/Rektum-Operation bei Karzinom (C18, C19 oder C20*)	Keine öffentliche Qualitätsinformation	

Unterschiede können sich u.a. bei der Umsetzung von Filterkriterien ergeben, etwa wenn eine Indikation ein besonderes Stratifizierungsmerkmal (wie z.B. Zertifizierung als Zentrum ja/nein) aufweist. Die für eine Indikation relevanten Qualitätsdefinitionen unterscheiden sich ebenso wie die Schweregrad-Klassifikation und die Kriterien zur Zusatzqualifikation. Denkbar ist auch, dass für ausgewählte Indikationen auf eine Qualitätsbewertung verzichtet wird, etwa wenn keine Qualitätsindikatoren mit ausreichender Evidenzbasis bekannt sind, diese noch nicht implementiert sind oder diese mit den (aktuell) zur Verfügung stehenden Daten nicht valide abgebildet werden können. Die beschriebenen Darstellungsunterschiede werden im Folgenden anhand von zwei im Projekt Hybrid-QI betrachteten Indikationen, Hirnfarkt und Kolon-/Rektum-Karzinom, exemplarisch aufgezeigt (siehe Kapitel 10/11).

10 Beispielhafte Sichten für die Indikation „Hirnfarkt“

Für die Indikation „*Hirnfarkt/interzerebrale Blutung*“ (ICD-10: I63) wurden die relevanten Inhalte zur Darstellung in der Qualitätsplattform gemeinsam mit klinischen Expert:innen für diesen Bereich abgestimmt. Im Ergebnis kann grundsätzlich eine Umsetzung mit den Inhalten wie in den Abschnitten 6 bis 8 skizziert erfolgen. Gleichwohl ist dem Charakter des Hirnfarkts als Akut- bzw. Notfallindikation Rechnung zu tragen. Hierfür ist eine Warnmeldung auf der ersten Seite der Ergebnisansicht vorzusehen, welcher potentielle Endnutzer:innen bei Verdacht auf Hirnfarkt auf die Notwendigkeit umgehender medizinischer Hilfe über den Notruf 112 hinweist. Weiterhin wird die Bedeutung der Einordnung der Fallschwere mittels NIHSS-Score sowie des Vorliegens von Thrombektomie/-lyse als Stratifizierungsmerkmal unterstrichen. Ebenso kommt der Darstellung von Parametern der Prozessqualität wie die Door-to-Needle-time eine hohe Bedeutung zu. Drei Outcome-Definitionen werden zur Messung der (hybriden) Qualität umgesetzt: 30-Tages-Mortalität, Reinfarkt binnen 90 Tagen und Pflegegraderhöhung binnen 180 Tagen. Die Abbildungen 3-5 visualisieren exemplarische Nutzersichten der Web-Applikation für die Indikation „Hirnfarkt“ anhand fiktiver Krankenhausdaten.

Liste (Basis): 24 Ergebnisse für **Hirnfarkt (ICD-10: I63.-)** im Umkreis von 50 km um **12345 Musterhausen**
→ [Wechsel zu Expertensicht](#) ⓘ

Sortieren nach: Erreichbarkeit ▾

Wichtiger Hinweis: Besteht der Verdacht auf einen Schlaganfall (Hirnfarkt, interzerebrale Blutung), wählen Sie bitte umgehend den Notruf **112**!

[Klinik 1]

→ [Webseite](#)

📍 Lange Str. 185, 12345 Musterhausen
↔ 4 min Fahrzeit ⓘ

Dieses Krankenhaus im bundesweiten Vergleich

Qualität ⓘ 

Qualität im Mittelfeld

✓ Stroke-Unit ⓘ

Fallzahl ⓘ 

Mittlere Fallzahl

Fälle pro Jahr: 56 ⓘ

[Klinik 2]

→ [Webseite](#)

📍 Am Musterberg 1, 12391 Hausbach
↔ 9 min Fahrzeit ⓘ

Dieses Krankenhaus im bundesweiten Vergleich

Qualität ⓘ 

Qualität über Durchschnitt

✗ Stroke-Unit ⓘ

Fallzahl ⓘ 

Hohe Fallzahl

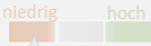
Fälle pro Jahr: 129 ⓘ

[Klinik 3]

→ [Webseite](#)

📍 Grabenweg 20, 12401 Spital
↔ 13 min Fahrzeit ⓘ

Dieses Krankenhaus im bundesweiten Vergleich

Qualität ⓘ 

Keine Aussage möglich

✗ Stroke-Unit ⓘ

Fallzahl ⓘ 

Zu geringe Fallzahl

Fälle pro Jahr: < 5 ⓘ

[Weitere Ergebnisse anzeigen](#)

Abbildung 3: Beispielsicht „Liste (Basis)“ für die Indikation „Hirnfarkt“

Liste (Expert): 24 Ergebnisse für **Hirnfarkt (ICD-10: I63.-)** im Umkreis von 50 km um **12345 Musterhausen**

Qualität nach: **Mortalität (30 Tage)** Reinfarkt (90 Tage) Pflegegrad (180 Tage)

Filtern nach Altersgruppe: Alle Filtern nach Geschlecht: Alle Standorte im Umkreis (km): 50

Filtern nach Zusatzqualifikation (Stroke-Unit): Alle Sortieren nach: Erreichbarkeit

[Klinik 1] → Details

📍 Lange Str. 185, 12345 Musterhausen
↔ 4 min Fahrzeit

Dieses Krankenhaus im bundesweiten Vergleich

Qualität ? niedrig hoch

Qualität im Mittelfeld

Mortalität um 4% höher ?

Fallzahl ? ★★☆☆

Mittlere Fallzahl

Fälle pro Jahr: 56 ?

[Klinik 2]

📍 Am Musterberg 1, 12391 Hausbach
↔ 9 min Fahrzeit

Dieses Krankenhaus im bundesweiten Vergleich

Qualität ? niedrig hoch

Qualität über Durchschnitt

Mortalität um 14% niedriger ?

Fallzahl ? ★★★★★

Hohe Fallzahl

Fälle pro Jahr: 129 ?

? Die vorhergesagte Wahrscheinlichkeit (**was ist das?**), dass ein Patient binnen 30 Tagen nach Behandlung **verstirbt** ist **ungefähr gleich hoch** wie im bundesweiten Durchschnitt. Versterben im bundesweiten Durchschnitt z.B. 100 von 10.000 Patient*innen, so würde diese Zahl für **[Klinik 1]** bei 104 von 10.000 Personen liegen.

[Klinik 3] → Details

📍 Grabenweg 20, 12401 Spital
↔ 13 min Fahrzeit

Dieses Krankenhaus im bundesweiten Vergleich

Qualität ? niedrig hoch

Keine Aussage möglich

Mortalität um 17% höher ?

Fallzahl ? ☆☆☆☆☆

Zu geringe Fallzahl

Fälle pro Jahr: < 5 ?

Weitere Ergebnisse anzeigen

Abbildung 4: Beispielsansicht „Liste (Expert)“ für die Indikation „Hirnfarkt“

Detailsicht (Expert) für [Klinik 1] zu Hirninfarkt (ICD-10: I63.-)

Qualität nach:
Mortalität (30 Tage)
Reinfarkt (90 Tage)
Pflegegrad (180 Tage)

Filtern nach Altersgruppe: Alle
Filtern nach Geschlecht: Alle

[Klinik 1] - Detailsicht

Lange Str. 185, 12345 Musterhausen
0891/2745680
klinik1.de
patientenservice@klinik1.de
↔ 4 min Fahrzeit

Krankenhaus im bundesweiten Vergleich			
Qualität	Sterblichkeit (standardisiert)	um 4% erhöht	↻ Mittelfeld
	30-Tage Mortalität:	10...20%	
	Komplikation (standardisiert)	um 2% erhöht	↻ Mittelfeld
	Reinfarkt binnen 90 Tagen:	20...30%	
	Erhöhung Pflegegrad:	10...20%	
Fallzahl	Diese Klinik: 56		↻ Mittelfeld
	Bundesweit: Mittelwert: 73,4 (Median: 72)		
Behandelter Schweregrad NIHSS	Diese Klinik: Mittelwert: 7,2 (Median: 8)		↻ Niedriger Schweregrad
	Bundesweit: Mittelwert: 14,3 (Median: 16)		
Zusatzqualifikation	Nein	Bundesweit:	
	X Stroke-Unit	✓: 270 (18%) X: 1230 (82%)	

Abbildung 5: Beispielansicht „Details (Expert)“ für die Indikation „Hirninfarkt“

11 Beispielhafte Sichten für die Indikation „Kolon-/Rektum-Karzinom“

In den Abstimmungen mit den Expert:innen zum Kolon-Rektum-Karzinom (ICD-10: C18, C19, C20) zeigte sich, dass die Attribution von Ergebnisqualität in der onkologischer Chirurgie durch zahlreiche Wechselwirkungen im Behandlungspfad und einen hohen Grad an Interdisziplinarität zwischen den an der Krebstherapie beteiligten Fachbereichen erschwert wird. Es wird daher empfohlen, vergleichende Qualitätsbewertungen nicht auf den öffentlich verfügbaren Seiten bereitzustellen. Lediglich die autorisierte Kliniksicht enthält Angaben zu den hybriden Qualitätsindikatoren sowie die rohen Ereignisraten der zugrundeliegenden Outcomedefinitionen. Die Abbildung 6 und 7 zeigen exemplarisch, wie sich die Kenngrößen in der Web-Applikation für die Indikation „Kolon-Rektum-Karzinom“ anhand fiktiver Krankenhausdaten umsetzen ließen.

Liste (Basis): 24 Ergebnisse für **Kolorektales Karzinom** (Krebs im Bereich des Dickdarm oder Mastdarms, ICD-10: C18-, C19, C20) im Umkreis von 50 km um 12345 Musterhausen

Sortieren nach: Erreichbarkeit ▾

[Klinik 1]

→ Webseite

📍 Lange Str. 185, 12345 Musterhausen

↔ 4 min Fahrzeit ⓘ

Dieses Krankenhaus im bundesweiten Vergleich

Qualität ⓘ

niedrig

hoch

Qualitätsvergleich nicht verfügbar

X DKG Zertifizierung ⓘ

Fallzahl ⓘ

☆☆☆

Mittlere Fallzahl

Fälle pro Jahr: 40 ⓘ

[Klinik 2]

→ Webseite

📍 Am Musterberg 1, 12391 Hausbach

↔ 9 min Fahrzeit ⓘ

Dieses Krankenhaus im bundesweiten Vergleich

Qualität ⓘ

niedrig

hoch

Qualitätsvergleich nicht verfügbar

✓ DKG Zertifizierung ⓘ

Fallzahl ⓘ

☆☆☆

Hohe Fallzahl

Fälle pro Jahr: 96 ⓘ

[Klinik 3]

→ Webseite

📍 Grabenweg 20, 12401 Spital

↔ 13 min Fahrzeit ⓘ

Dieses Krankenhaus im bundesweiten Vergleich

Qualität ⓘ

niedrig

hoch

Qualitätsvergleich nicht verfügbar

X DKG Zertifizierung ⓘ

Fallzahl ⓘ

☆☆☆

Sehr geringe Fallzahl

Fälle pro Jahr: < 5 ⓘ

Weitere Ergebnisse anzeigen

Abbildung 6: Beispielsicht „Liste (Basis)“ für die Indikation „Kolon-/Rektum-Karzinom“

Interne Sicht für [Klinik 1] zu **Kolorektales Karzinom** (Krebs im Bereich des Dickdarm oder Mastdarms, ICD-10: C18-, C19, C20)

Qualität nach:

Mortalität (30 Tage)
Mortalität (90 Tage)
MTL (30 Tage)
Rehospitalisierung (14 Tage)
Relaparotomie

Filtern nach Altersgruppe: Alle
Filtern nach Geschlecht: Alle

[Klinik 1]

Krankenhaus-ID: 0815
User: 0815U01
Master-User: 0815U00
Sichtrechte: Uneingeschränkt

Krankenhaus im bundesweiten Vergleich

Qualität

Sterblichkeit (SMR)
um 4% erhöht
Mittelfeld

30-Tage Mortalität: 5,0%
Fälle einsehen
90-Tage Mortalität: 7,5%
Fälle einsehen

Kombiniert (MTL30)
um 2% erhöht
Mittelfeld

MTL30: 10,0%
Fälle einsehen

Fallzahl

Diese Klinik: 40
Bundesweit: Durchschnitt: 39,2 (Median: 37)
Mittelfeld

Behandelter Schweregrad

Diese Klinik
Bundesweit
Mittlerer Schweregrad

Tumor-stadium I: 30% 27%
Fälle einsehen
II: 45% 40%
Fälle einsehen
III (UICC): 15% 19%
Fälle einsehen
IV: 10% 14%
Fälle einsehen

Zusatzqualifikation

Ja
Bundesweit:

X DKG Zertifizierung
✓: 311 (28%)
X: 787 (72%)

Abbildung 7: Beispielsicht „Interne Sicht (Klinik)“ für die Indikation „Kolon-/Rektum-Karzinom“

12 Durchführung eines Pretests

Die sichere und intuitive Handhabbarkeit des Dashboards und die Erklärungskraft der Darstellungen sind vor einer Veröffentlichung im Internet mittels eines oder mehrerer Pretests zu erproben. Zum einen ist die Usability-Testung durch eine repräsentative Auswahl von Proband:innen aus den verschiedenen Nutzergruppen vorzusehen. Hierbei kann unterschieden werden zwischen einer umfassenden, indikationsübergreifenden Bewertung durch die Gruppe von Bürger:innen und Angehörigen des Klinikmanagements sowie einer spezifischen Bewertung ausgewählter Indikationen durch einen Kreis medizinischer Fachexpert:innen. Zum anderen können sogenannte *Cognitive Walkthroughs* zum Einsatz kommen, bei denen definierte Anwendungsaufgaben durch Usability-Expert:innen gelöst und deren Eindrücke in einem strukturierten Prozess dokumentiert werden. Für beide Ansätze ist eine zweistufige Testung inkl. Zwischenevaluation und Anpassung des Dashboards wünschenswert.

13 Barrieren für eine erfolgreiche Umsetzung

Der Erfolg bei der Umsetzung einer dynamischen Qualitätsplattform, wie in diesem Papier beschrieben, hängt maßgeblich von der Datenbasis ab. D.h. es muss sichergestellt werden, dass die benötigten Daten der Kliniken und gesetzlichen Krankenkassen in ausreichendem Umfang und hinreichend guter Qualität vorliegen. Dabei sind speziell folgende Risikofaktoren zu betrachten.

Anzahl teilnehmender Kliniken:

Nur, wenn die überwiegende Mehrzahl der Krankenhäuser bereit ist, Klinikdaten zum Zweck transparenter und fairer Qualitätsberichterstattung einzubringen, kann eine repräsentative Vergleichsbasis erreicht werden. Einerseits können relative Qualitätskriterien nur für teilnehmende Kliniken ausgewiesen werden, andererseits wird durch die möglichst große Anzahl und Vielfalt teilnehmender Kliniken die Prognosegüte von HQT gesteigert. Tatsächlich zeugten die Reaktionen zur „Transparenzoffensive“ des BMG in jüngerer Zeit nicht von einer großen Bereitschaft der Krankenhäuser über die Qualitätsberichte hinausgehende Kennzahlen offenzulegen [9].

Mögliche Lösungsansätze bieten sich über ein geeignetes Anreizsystem oder aber eine rechtlich abzusichernde Verpflichtung zur Teilnahme.

Regulatorische Hürden:

Für die Verwendung patientenbezogener Daten der Kliniken, die Verwendung von Versichertendaten und deren Linkage müssen die Genehmigungen durch die zuständigen Behörden und Ethik-Kommissionen erfolgen. Weiterhin können Datenlieferungen der Kliniken individuellen hausinternen Datenschutzrichtlinien unterliegen. Für das Projekt Hybrid-QI wurde dies exemplarisch für die Datenkörper der beteiligten Projektpartner erfolgreich realisiert. Um die periodisch wiederkehrende bundesweite Zusammenführung von Klinikdaten und GKV-Routinedaten zu ermöglichen, ist es denkbar, dass ein spezielles rechtliches Mandat eingerichtet werden muss.

Digitalisierungsgrad:

Um die nötige Qualität und Interoperabilität der Daten zu gewährleisten, müssen diese von den gesetzlichen Krankenkassen und insbesondere von den teilnehmenden Kliniken möglichst lückenlos, in einem standardisierten und maschineninterpretierbaren Format vorliegen. Hierfür ist u.a. die elektronische Dokumentation relevanter klinischer Parameter in den Krankenhäusern von essentieller Bedeutung. Trotz des flächendeckenden Einsatzes von Krankenhausinformationssystemen und Clinical data repositories, weisen die meisten deutschen Krankenhäuser nur einen mittleren Reifegrad bezüglich der Digitalisierung klinischer Verordnungen und Dokumentation auf [13]. Patienten-Daten-Management-Systeme sind aktuell noch nicht in allen Häusern mit anästhesiologischen Abteilungen und Intensivstationen etabliert und weisen darüber hinaus häufig nicht den benötigten Grad an Standardisierung auf, um eine Interoperabilität der Daten zu ermöglichen [14]. Schwierigkeiten bestehen insbesondere dann, wenn Informationen unzureichend elektronisch erfasst oder im Freitext dokumentiert werden. Diese Problematik zeigte sich im Projekt Hybrid-QI beispielsweise anhand teilweise eingeschränkter Datenverfügbarkeit von relevanten klinischen Parametern wie NIHSS Score bei der Indikation „Hirnfarkt“ oder TNM-Klassifikation bei der Behandlung von Kolon-/Rektum Karzinom.

Indikationsspezifische Unterschiede:

Die im Projekt Hybrid-QI untersuchten Indikationen (Tabelle 2) sind durch unterschiedliche Anforderungen bei der Auswahl geeigneter QI und deren Darstellung gekennzeichnet. Diese wurden im Rahmen von Workshops mit medizinischen Fachexpert:innen festgestellt und bewertet. Die prognostische Modellierung von HQI erfolgte individuell für jede Indikation und die dafür maßgeblichen Qualitätsindikatoren. Um einen repräsentativen Überblick über die Ergebnisqualität in deutschen Krankenhäusern geben zu können, ist die Erweiterung des Plattformkonzepts auf ein breites Set an Indikationen notwendig. Hierbei ist zu beachten, dass für jede Indikation (bzw. für jede Gruppe der darin zusammengefassten Diagnosen und Prozeduren) spezifische Outcomes zur Qualitätsmessung definiert oder anhand bestehender Evidenz in der Literatur ausgewählt, validiert und modelliert werden müssen. Ebenso ist zu erwarten, dass für jede Indikation individuelle Darstellungsoptionen abgestimmt und implementiert werden müssen.

14 Schlussbemerkung

Die skizzierte Plattform zur dynamischen Qualitätsberichterstattung in deutschen Kliniken stellt keine Konkurrenz zu anderen bestehenden Angeboten dar, sondern ergänzt diese sinnvoll um Kennzahlen und Stratifizierungsmöglichkeiten, die sich aus der Verknüpfung von Klinik- und GKV-Routinedaten ergeben. Der Nutzen der Plattform ist jedoch nicht auf deren Darstellung beschränkt. Das Vorliegen gelinkter Daten ist keine notwendige Bedingung zur Darstellung vergleichender Kennzahlen der Krankenhäuser für bestimmte Indikationen. Indikatoren aus Struktur- und Prozessdaten deutscher Krankenhäuser lassen sich bereits auf Basis öffentlich verfügbarer Informationen aus den Qualitätsberichten darstellen. Allerdings ist dann der Zusatznutzen zu bestehenden Angeboten anderer Plattformen beschränkt. Die differenziertere Beschreibung der Ergebnisqualität wird dagegen erst für jene Indikationen mit einer hohen Beteiligungsquote der Kliniken und einer hinreichend hohen Datenqualität der Krankenhäuser ermöglicht. An ausgewählten Beispielen (wie z.B. anhand des NIHSS-Scores) konnte im Projekt gezeigt werden, dass die Prognose der Ergebnisqualität durch die Verknüpfung von klinischen Parametern und Routinedaten, welche Outcomes über den stationären Aufenthalt hinaus dokumentieren, entscheidend verbessert werden kann.

Aufbauend auf den Erfahrungen aus Projekt Hybrid-QI zeigt das vorliegende Konzept auf, wie ein alternativer Qualitäts-Monitor für Behandlungen in deutschen Krankenhäusern gestaltet werden kann und stellt die dabei zu berücksichtigenden Anforderungen dar.

15 Literaturverzeichnis

1. Rink, O. (2012). Das IQM Peer Review Verfahren – Ergebnisse der Initiative Qualitätsmedizin. *Zeitschrift für Evidenz, Fortbildung und Qualität im Gesundheitswesen*, 106(8), 560-565. doi:<https://doi.org/10.1016/j.zefq.2012.08.019>
2. Ganslandt, T., Boeker, M., Löbe, M., Prasser, F., Schepers, J., Semler, S., . . . Sax, U. (2018). Der Kerndatensatz der Medizininformatik-Initiative: Ein Schritt zur Sekundärnutzung von Versorgungsdaten auf nationaler Ebene. *Forum der Medizin-Dokumentation und Medizin-Informatik (mdi)*, Heft 1(Jahrgang 20).
3. Emmert, M., Becker, S., & Sander, U. (2017). Ein internationaler Vergleich zu Public Reporting über die Qualität von Krankenhäusern: Wo stehen wir und was können wir lernen?. *Gesundheitsökonomie & Qualitätsmanagement*, 22(04), 206-212.
4. Emmert, M., Meszmer, N., Simon, A., & Sander, U. (2016). Internetportale für die Krankenhauswahl in Deutschland: Eine leistungsbereichsspezifische Betrachtung. *Das Gesundheitswesen*, 78(11), 721-734.
5. Bertelsmann Stiftung. Weisse Liste, <https://www.weisse-liste.de/>. Letzter Zugriff: 27.06.2024.
6. AOK Bundesverband. AOK Gesundheitsnavigator - Krankenhaussuche, <https://www.aok.de/pk/krankenhaus-in-der-naehe/>. Letzter Zugriff: 27.06.2024.
7. Deutsche Krankenhaus TrustCenter und Informationsverarbeitung GmbH (DKTIG), <https://www.deutsches-krankenhaus-verzeichnis.de/>. Letzter Zugriff: 27.06.2024.
8. Bundesministerium für Gesundheit (2024). Bundesweiter Klinik-Atlas geht online. Pressemitteilung. 17.05.2024. <https://www.bundesgesundheitsministerium.de/presse/pressemitteilungen/bundesweiter-klinik-atlas-geht-online>. Letzter Zugriff: 27.06.2024.
9. Ärztezeitung (2024). Transparenz für Patienten - DKG macht Lauterbach bei virtueller Klinikliste Konkurrenz. *Ärzte Zeitung*. Veröffentlicht: 22.04.2024, <https://www.aerztezeitung.de/Politik/DKG-macht-Lauterbach-bei-virtueller-Klinikliste-Konkurrenz-449002.html>, letzter Zugriff: 27.06.2024.
10. Institut für Qualitätssicherung und Transparenz im Gesundheitswesen (2024). Gesamtkonzept für das G-BA-Qualitätsportal. Abschlussbericht. Veröffentlicht am 20.12.2022.

11. Sander, U., Kolb, B., Taheri, F., Patzelt, C., & Emmert, M. (2017). Verstehen Laien Informationen über die Krankenhausqualität? Eine empirische Überprüfung am Beispiel der risikoadjustierten Mortalität. Zeitschrift für Evidenz, Fortbildung und Qualität im Gesundheitswesen, 127, 21-29.
12. Sander, U., Emmert, M., Dickel, J., Meszmer, N., & Kolb, B. (2015). Information presentation features and comprehensibility of hospital report cards: design analysis and online survey among users. Journal of medical Internet research, 17(3), e68.
13. Amelung, V., Angelkorte, M., & Augurzky, B. (2022). Zwischenbericht DigitalRadar - Ergebnisse der ersten nationalen Reifegradmessung deutscher Krankenhäuser.
14. Baumgärtel, M., Joannidis, M. (2024). Digitalisierung in der Intensivmedizin. Med Klin Intensivmed Notfmed 119, 169–170. <https://doi.org/10.1007/s00063-024-01123-1>



Hybrid-QI

Hybride Qualitätsindikatoren mittels
Machine Learning-Methoden

Hybride Qualitätsindikatoren mittels Machine Learning-Methoden

Klinikbericht Musterklinik

Innovationsfondsprojekt Hybrid-QI
(Förderkennzeichen: 01VSF20013)

Impressum

Hybride Qualitätsindikatoren mittels Machine Learning Methoden (Hybrid-QI) -
Klinikbericht über Ergebniskennzahlen
Berlin 2024

Wissenschaftliches Institut der AOK (WIdO)
im AOK-Bundesverband eGbR – Arbeitsgemeinschaft
von Körperschaften des öffentlichen Rechts
Rosenthaler Str. 31, 10178 Berlin

Geschäftsführender Vorstand:
Dr. Carola Reimann (Vorsitzende)
Jens Martin Hoyer (stellv. Vorsitzender)
<https://www.aok.de/pp/impressum/>
Registergericht Berlin (Charlottenburg), GsR 634 B

Aufsichtsbehörde:
Senatsverwaltung für Gesundheit, Pflege
und Gleichstellung –SenGPG–
Oranienstraße 106, 10969 Berlin

Nachdruck, Wiedergabe, Vervielfältigung und Verbreitung
(gleich welcher Art), auch von Teilen des Werkes,
bedürfen der ausdrücklichen Genehmigung.

E-Mail: wido@wido.bv.aok.de
Internet: <http://www.wido.de>

Inhalt

1	Einleitung.....	5
2	Das Projekt Hybrid-QI	6
2.1	Hintergrund.....	6
2.2	Projektablauf.....	7
3	Projektergebnisse	10
3.1	Matching	10
3.2	Machine Learning Methoden	11
3.3	Leistungsbereiche	12
3.3.1	Akuter Myokardinfarkt mit Koronarangiographie (AMI)	12
3.3.2	Endoprothetische und osteosynthetische Behandlung proximaler Humerusfrakturen (PHF)	13
3.3.3	Hirnfarkt/intrazerebrale Blutung (STROKE)	15
3.3.4	Kolon-/Rektumoperation bei Karzinom (KRK)	16
4	Material & Methoden	19
4.1	Datenbasis.....	19
4.2	Datenharmonisierung und Datenlinkage	19
4.3	Statistische Methoden	22
4.4	Benchmarking	22
4.5	Schutz vor Re-Identifikation	23
5	Ihre krankenhausspezifischen Ergebnisse	24
5.1	Akuter Myokardinfarkt mit Koronarangiographie (AMI)	24
5.1.1	Krankenhäuser und Fälle	24
5.1.2	Indikatoren	26
5.1.2.1	Sterblichkeit im Indexaufenthalt.....	26
5.1.2.2	MACCE innerhalb von 30 Tagen nach Aufnahme.....	28
5.1.2.3	MACCE plus Herzinsuffizienz innerhalb von 30 Tage nach Aufnahme.....	31
5.1.2.4	MACCE innerhalb von 365 Tage nach Aufnahme.....	34
5.1.2.5	MACCE plus Herzinsuffizienz innerhalb von 365 Tage nach Aufnahme.....	37
5.1.3	Weitere Kennzahlen	39
5.1.4	Basisdeskription	40

5.2	Endoprothetische und osteosynthetische Behandlung proximaler Humerusfrakturen (PHF)	42
5.2.1	Krankenhäuser und Fälle	42
5.2.2	Indikatoren	44
5.2.2.1	Sterblichkeit im Indexaufenthalt.....	44
5.2.2.2	Sterblichkeit innerhalb von 90 Tagen nach Aufnahme	46
5.2.2.3	Frühe chirurgische Komplikationen und Revisionsoperationen innerhalb von 90 Tage nach Aufnahme.....	48
5.2.2.4	Alle chirurgischen Komplikationen und Revisionsoperationen innerhalb von 365 Tage nach Aufnahme.....	50
5.2.2.5	Allgemeine Komplikationen während des Indexaufenthalts	53
5.2.2.6	Allgemeine Komplikationen innerhalb von 90 Tagen nach Aufnahme	55
5.2.2.7	Weitere Komplikationen während des Indexaufenthalts	57
5.2.2.8	Jede sekundäre Operation (ipsilateral) innerhalb von 365 Tagen nach Aufnahme	59
5.2.3	Weitere Kennzahlen	61
5.2.4	Basisdeskription	62
5.3	Hirnfarkt/intrazerebrale Blutung (I61) (STROKE)	63
5.3.1	Krankenhäuser und Fälle	64
5.3.2	Indikatoren	65
5.3.2.1	Sterblichkeit innerhalb von 30 Tagen.....	65
5.3.2.2	Reinfarkt innerhalb von 90 Tagen	68
5.3.2.3	Pflegegraderhöhung innerhalb von 180 Tagen	70
5.3.3	Basisdeskription	72
5.4	Hirnfarkt/intrazerebrale Blutung (I63) (STROKE)	74
5.4.1	Krankenhäuser und Fälle	75
5.4.2	Indikatoren	77
5.4.2.1	Sterblichkeit innerhalb von 30 Tagen.....	77
5.4.2.2	Reinfarkt innerhalb von 90 Tagen	79
5.4.2.3	Pflegegraderhöhung innerhalb von 180 Tagen	81
5.4.3	Basisdeskription	83
5.5	Kolon-/Rektumoperation bei Karzinom (KRK).....	85
5.5.1	Krankenhäuser und Fälle	85
5.5.2	Basisdeskription	87
Literaturverzeichnis.....		89
Glossar (Abkürzungen/Erläuterungen).....		90
Anhang.....		92

1 Einleitung

Dieser Bericht stellt die Qualitätsindikatoren Ihres Krankenhauses zusammen. Bezogen auf die in Ihrer Klinik behandelten AOK-Versicherten werden die Anzahl der Patienten eines Leistungsbereichs, die erfolgten Therapien und unerwünschten Behandlungsereignisse berichtet. Mit dem Bericht erhalten Sie Informationen über Ereignisse während des Aufenthaltes einer Patientin oder eines Patienten in Ihrer Klinik und aus dessen weiteren Aufhalten und Behandlungen innerhalb bis zu einem Jahr und zwar ganz unabhängig davon, welche Klinik die Patientin oder der Patient in der Folge aufgesucht hat. Zum Vergleich werden die Ergebnisse den Werten der Einzeljahre Ihrer Klinik und den Werten aller Kliniken in Deutschland bzw. der am Hybrid-QI Projekt teilnehmenden Kliniken gegenübergestellt.

Das Ziel des vom Gemeinsamen Bundesausschuss im Rahmen des Innovationsfonds geförderten Projekts „Hybride Qualitätsindikatoren mittels Machine Learning-Methoden (Hybrid-QI)“ war die Entwicklung hybrider Qualitätsindikatoren (Hybrid-QI) basierend auf GKV-Routinedaten, die mit einem minimalen Set an klinischen Daten verknüpft wurden. Diese Hybrid-QIs wurden exemplarisch für die Leistungsbereiche akuter Myokardinfarkt mit Koronarangiographie (AMI), endoprothetische und osteosynthetische Behandlung proximaler Humerusfrakturen (PHF), Hirninfarkt/intrazerebrale Blutung (STROKE) und Kolon-/Rektumoperation bei Karzinom (KRK) entwickelt. Bei der Entwicklung der Hybrid-QIs wurden Machine Learning (ML)-Methoden eingesetzt, um zu untersuchen inwieweit ML-Methoden den aktuellen Standard der logistischen Regression bei der Modellierung von Risikoadjustierungsmodellen überlegen sind.

Ziel des vorliegenden Berichts für Ihre Klinik ist es, dem Qualitätsmanagement Kennzahlen aus In-house- und Follow-up-Behandlung an die Hand zu geben, die zum Teil nur mit erheblichem Aufwand oder gar nicht für eine Klinik gewonnen werden können. Dazu zählen das Versterben außerhalb der Klinik und Wiederaufnahmen in andere Krankenhäuser. Die Ergebnisindikatoren sind kein direktes Maß für über- oder unterdurchschnittliche Qualität. Sie geben ein Qualitätsbild, das interpretiert und ggf. durch interne Analysen ergänzt werden muss.

Kapitel 2 stellt das Projekt Hybrid-QI und den Projektablauf näher vor. In Kapitel 3 sind die Projektergebnisse zusammengefasst, gefolgt von einer detaillierten Erläuterung der Material & Methoden in Kapitel 4. Ihre krankenhausspezifischen Ergebnisse sind in Kapitel 5 dargestellt. Dort finden Sie eine Übersicht über Fallzahlen, die Qualitätsindikatoren sowie weitere Kennzahlen für die vier Leistungsbereiche. In der Ergebnisdarstellung der Indikatoren werden, soweit sinnvoll, qualitätsrelevante Ereignisse im Erstaufenthalt von solchen unterschieden, die nach Entlassung aus dem initialen Krankenhausaufenthalt aufgetreten sind.

2 Das Projekt Hybrid-QI

2.1 Hintergrund

International werden Routinedaten zur Definition von Qualitätsindikatoren genutzt, um die stationäre Behandlungsqualität zu erfassen. Fallübergreifende Routinedaten erlauben bei geringem administrativem Aufwand die sektorenübergreifende Longitudinalanalyse von Behandlungsergebnissen inner- und außerhalb des initialen Klinikaufenthaltes. Allerdings bestehen Limitationen bei den analysierbaren Outcomes und Risikofaktoren^{1,2}. Die Berücksichtigung von Risikofaktoren ist notwendig, um mithilfe einer Risikoadjustierung einen fairen Gruppenvergleich zwischen Krankenhäusern, trotz unterschiedlicher Patientenpopulationen zu ermöglichen und tiefergehende Erkenntnisse zu Patientinnen und Patienten anhand von Risikostratifizierung zu gewinnen³. Dies erfordert eine umfassende Operationalisierung der Krankheitsschwere der Patientinnen und Patienten und anderer Komorbiditäten sowie der Medikation zum Zeitpunkt der Aufnahme.

Einige Behandlungen, insbesondere solche, die vom Schweregrad und der Komplexität der Erkrankung abhängen, lassen sich mit Hilfe von Routinedaten allein möglicherweise nicht angemessen erfassen. Beispiele hierfür sind das TNM-Staging (Tumorgröße, Nodalstatus, Fernmetastasen) für das kolorektale Karzinom, der Schweregrad eines akuten Myokardinfarkts, die Mobilität oder die Gebrechlichkeit bei einer proximalen Humerusfraktur sowie der NIH Stroke Scale (NIHSS) zur neurologischen Befunderhebung für Patientinnen und Patienten mit akutem ischämischen Schlaganfall. Solche Informationen aus der innerklinischen, medizinischen Datenerfassung könnten die Patientenpopulation spezifischer beschreiben und so für die externe Qualitätsmessung relevant sein¹.

In dem Innovationsfondsprojekt „Hybride Qualitätsindikatoren mittels Machine Learning“ (Hybrid-QI, FKZ: 01VSF20013) wurde analysiert inwieweit durch solche innerklinischen, medizinischen Daten, die Risikoadjustierung in der Qualitätsmessung verbessert werden könnte. Hierzu wurden retrospektiv die GKV-Routinedaten der AOK mit klinischen Daten von 15 teilnehmenden Krankenhäusern verknüpft. Dieser hybride Datensatz wurde genutzt, um hybride Qualitätsindikatoren für vier akutstationäre Leistungsbereiche zu entwickeln:

- Akuter Myokardinfarkt mit Koronarangiographie (AMI)
- Endoprothetische und osteosynthetische Behandlung proximaler Humerusfrakturen (PHF)
- Hirninfarkt/intrazerebrale Blutung (STROKE)
- Kolon-/Rektumoperation bei Karzinom (KRK)

Anhand der Modellgüten der hybriden Qualitätsindikatoren im Vergleich zu rein auf GKV-Routinedaten basierenden Qualitätsindikatoren wurde bewertet, inwieweit die genutzten klinischen Daten die Risikoadjustierung verbessern. Die Auswirkung auf die Qualitätsmessung wurde anhand der krankenhausspezifischen standardisierten Mortalitätsrate (SMR) evaluiert, in dem die SMR der hybriden mit den SMR der routinedatenbasierten Qualitätsindikatoren korreliert und die Korrelation der Rangfolge der Krankenhäuser errechnet wurde.

Bislang war die logistische schrittweise Regression die Standardmethode für die Modellierung und Risikoadjustierung von Qualitätsindikatoren auf der Grundlage von GKV-Routinedaten. Da Methoden des ML das Potenzial haben, die Modellgüte bei der Qualitätsmessung zu verbessern, wurde in diesem Projekt untersucht, ob Methoden des ML (Elastic Net, XGBoost und Feed Forward Neural Net) die Modellgüte im Vergleich zum derzeitigen Standard der logistischen Regression verbessern könnten.

Im Sinne der Datensparsamkeit sollte der notwendige klinische Datensatz für künftige Analysen auf ein Minimum reduziert werden. Dies erfolgte durch die Substituierung der relevanten klinischen Variablen durch routinedatenbasierte Surrogate, die den Informationsgehalt der klinischen Variablen approximieren.

2.2 Projektablauf

Das durch den Innovationsfond des gemeinsamen Bundesausschusses geförderte Projekt (Hybrid-QI, VSF 01VSF20013) wurde 2020 durch das WIdO initiiert. Für das Projektvorhaben konnten als Konsortialpartner die Helios Kliniken GmbH, das Zentrum für evidenzbasierte Gesundheitsversorgung (ZEGV), das Institut für medizinische Informatik und Biometrie (IMB) und die Datentreuhandstelle der Technischen Universität Dresden (TUD) gewonnen werden. Weitere klinischen Daten wurden vom Datenintegrationszentrum der Universitätsmedizin Dresden (DIZ) geliefert.

Die Fachgesellschaften der vier Leistungsbereiche (Deutsche Gesellschaft für Kardiologie e.V., Deutsche Gesellschaft für Orthopädie und Unfallchirurgie e.V., Deutsche Gesellschaft für Neurologie e.V., Deutsche Krebsgesellschaft e.V.) unterstützten das Projekt bei der Suche und Auswahl der klinischen Experten für die leistungsbereichsspezifischen Expertenpanels.

Nach Beginn des Projekts im Juni 2020 wurde ein auf künftige Projekte und andere gesetzliche Krankenversicherungen übertragbares Datenschutzkonzept entwickelt, auf dessen Grundlage die Datennutzung nach § 75 Sozialgesetzbuch X ohne die Einwilligungserklärung der Patientin oder des Patienten genehmigt wurde. Dieses Datenschutzkonzept bildete die Basis für die Verknüpfung der klinischen Daten der teilnehmenden Krankenhäuser mit den GKV-Routinedaten der AOK.

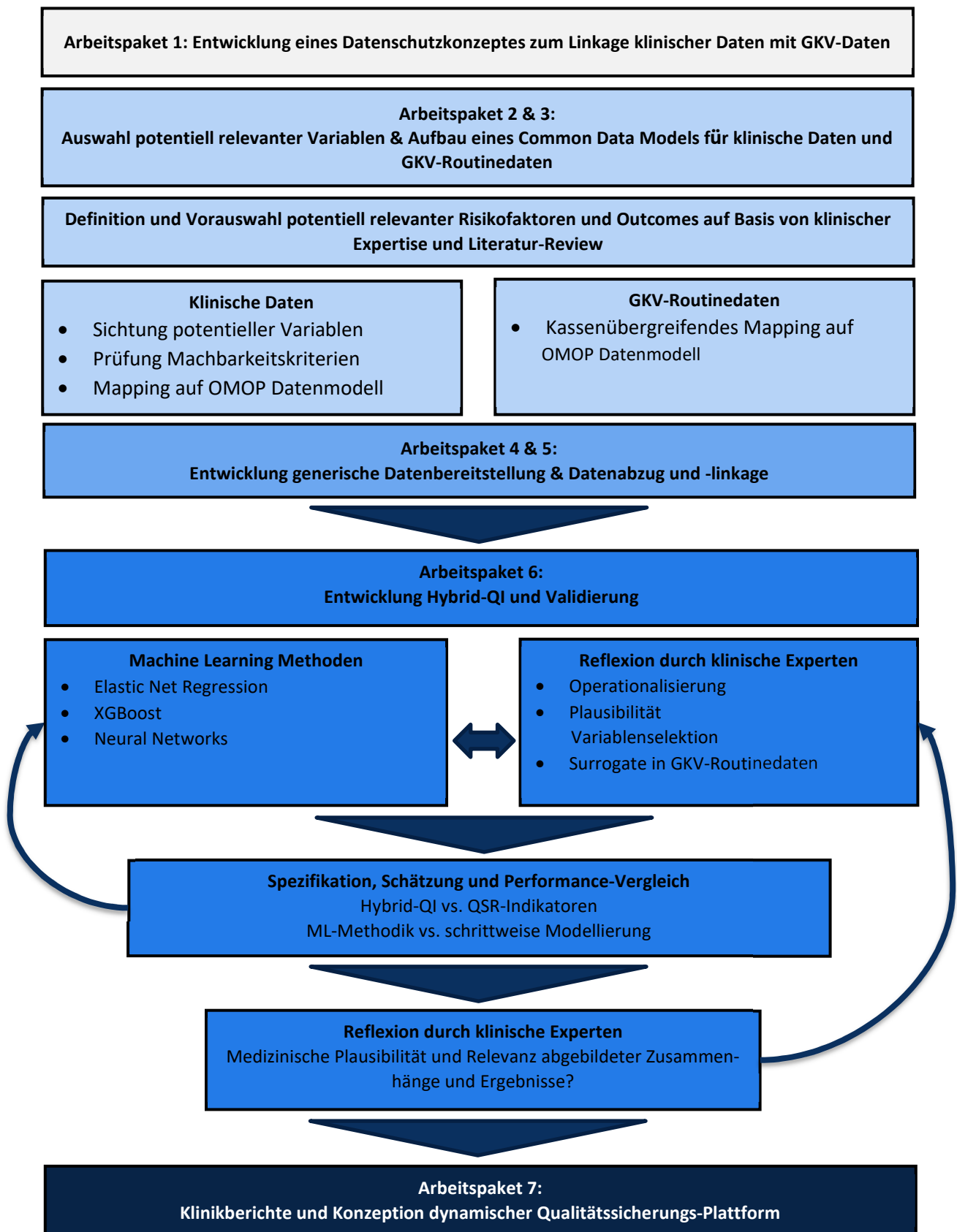
Parallel wurden in medizinischen Expertenpanels in mehrstufigen Abstimmungen für jeden der vier Leistungsbereiche die Aufgreifkriterien der Studienpopulation, die zu messenden Outcomes sowie die potentiellen Risikofaktoren in den GKV-Routinedaten wie auch klinischen Daten basierend auf Literaturrecherchen erarbeitet und konsentiert.

Da sich zum einen die Datenstruktur und das Datenvokabular der klinischen Daten von den GKV-Routinedaten, zum anderen jedoch auch zwischen den einzelnen teilnehmenden Krankenhäusern unterschieden, war eine Harmonisierung der Daten auf ein gemeinsames Datenmodell notwendig. Hierfür wurde das Common Data Model (CDM) der Observational Medical Outcomes Partnership (OMOP) gewählt⁴⁻⁵. Anhand dieses Modells können medizinische Daten aus unterschiedlichsten Quellen so in Format und Vokabular standardisiert werden, dass sie institutionsübergreifend in eine gemeinsame Datenbank importiert und analysiert werden können. In den teilnehmenden Krankenhäusern wurde die Datenbereitstellung der Daten im notwendigen Format technisch vorbereitet und die Daten dann zum Linkage durch die unabhängige Datentreuhandstelle der TUD bereitgestellt (mehr zum Linkageprozess in Kapitel 4.2).

In einem nächsten Schritt wurden die hybriden Qualitätsindikatoren entwickelt. Dabei kamen Methoden der logistischen Regression und ML zum Einsatz. Die Ergebnisse wurden in einem iterativen Prozess in den leistungsbereichsspezifischen Expertenpanels hinsichtlich der medizinischen Plausibilität und Relevanz diskutiert. Hierbei wurde der Einfluss der klinischen Risikofaktoren auf die Risikoadjustierung anhand verschiedener Metriken bewertet. Falls ein klinischer Risikofaktor die Risikoadjustierung verbesserte, wurden Surrogate für diesen klinischen Risikofaktor in den GKV-Routinedaten gesucht, der künftig den Informationsgehalt dieser klinischen Variablen auch ohne klinische Daten approximieren könnte.

Abschließend wurden die Ergebnisse in Klinikberichten für jedes teilnehmende Krankenhaus aufbereitet und eine Planskizze für eine dynamische Qualitätssicherungsplattform konzipiert (siehe Abbildung 1).

Abbildung 1 Hybrid-QI Projektablauf



3 Projektergebnisse

3.1 Matching

Das Matching der in den GKV-Routinedaten identifizierten Fälle mit den von den teilnehmenden Krankenhäusern gelieferten Fällen resultierte in Matching-Raten von 94% für STROKE, 99% für AMI und 98% für KRK. Für den Leistungsbereich PHF konnten in den klinischen Daten keine für die Risikoadjustierung oder zur Outcomemessung relevanten Informationen identifiziert werden, weshalb die GKV-Routinedaten der PHF Population nicht mit den klinischen Daten gematcht und die Qualitätsindikatoren auf einem bundesweiten GKV-Routinedatensatz ohne klinische Daten gebildet wurden.

Nach dem Ausschluss der Fälle die weitere leistungsbereichsspezifische Einschlusskriterien nicht erfüllten, wurde die Vollständigkeit der klinischen Daten je Leistungsbereich geprüft. Alle Fälle, die nicht in allen für den Leistungsbereich ausgewählten klinischen Daten eine Angabe hatten, wurden ausgeschlossen. Da der Schwerpunkt der Studie auf der Bewertung der Auswirkung von klinischen Daten auf die Ergebnisse lag, wurde an dieser Stelle auf die Imputation fehlender Daten verzichtet.

Die finalen hybriden Studienpopulationen bildeten 5.012 AMI-Fälle (53% der initialen Fälle), 3.171 STROKE-Fälle (46% der initialen Fälle), 34.912 PHF-Fälle (80% der initialen Fälle, bundesweiter Datensatz) und 494 KRK-Fälle (42% der initialen Fälle) (siehe Tabelle 1).

Tabelle 1: Fallaufgriff nach Leistungsbereichen

	AMI	PHF*	STROKE	KRK
Vollstationäre AOK-Aufenthalte (01.01.17-31.12.20) mit relevanter Hauptdiagnose und/oder OPS in teilnehmenden Krankenhäusern	5.949 (100%)	43.829 (100%)	10.953 (100%)	1.167 (100%)
Gematchte Indexaufenthalte	5.909 (99%)	-	10.341 (94%)	1.148 (98%)
Leistungsbereichsspezifische Ausschlüsse				
Alter unter 20 Jahren, Hauptdiagnose AMI nur im zweiten Krankenhaus, Krankenhaus nicht qualitätsverantwortlich, keine Koronarangiographie	-1.370			
Alter unter 50 Jahren, fehlende/beidseitige Lokalisation oder ipsilaterale Behandlung (2 Jahre vor Indexaufenthalt), Komorbiditäten im Indexaufenthalt		-8.917		
Krankenhaus nicht qualitätsverantwortlich (Verweildauer <= 3 Stunden)			-201	
Kolorektales Karzinom in der Vorgeschichte (2 Jahre vor Indexaufenthalt)				-138
	4.539 (76%)	34.912 (80%)	10.140 (93%)	1.010 (87%)
Ausschluss aufgrund fehlender Informationen bei klinischen Variablen	-1.368	-	-5.128	-516
Hybride Studienpopulation	3.171 (53%)	-	5.012 (46%)	494 (42%)

*Bundesweite Studienpopulation ohne Verknüpfung mit klinischen Daten

3.2 Machine Learning Methoden

Der Standard zur Modellierung von Qualitätsindikatoren ist international die logistische Regression mit schrittweiser Rückwärtsselektion. Im Projekt Hybrid-QI wurde getestet, inwieweit die Modellgüte durch die Nutzung von ML-Methoden weiter verbessert werden könnte. Hierzu wurden die drei ML-Methoden Elastic Net, XGBoost und ein Feed Forward Neural Net getestet. Die durch die verschiedenen Methoden resultierenden Modellgüten wurden anhand der Metriken ROC-AUC (Receiver Operating Characteristic-Area Under the Curve), der PR-AUC (Precision Recall-Area Under the Curve) und dem Brier Score verglichen. Die getesteten ML-Methoden führten nur bei wenigen Outcomes zu einer leicht erhöhten Modellgüte im Vergleich zur logistischen Regression. Die Verbesserung war jedoch nicht bei allen Ergebnissen konsistent und offenbarte keine allgemein überlegene Methode. Dies führt zu der Schlussfolgerung, dass keine der getesteten ML-Methoden generell der logistischen Regression bei der Modellierung von Qualitätsindikatoren überlegen ist. Geringfügige Verbesserungen in der Modellgüte

sollten nicht der Hauptgrund für die Auswahl einer geeigneten Methode sein. Vielmehr sollte die Interpretierbarkeit des Modells berücksichtigt werden, insbesondere bei neuen Datensätzen mit wenig Vorwissen über wichtige Risikofaktoren und deren Kodierung.

3.3 Leistungsbereiche

3.3.1 Akuter Myokardinfarkt mit Koronarangiographie (AMI)

Der Leistungsbereich akuter Myokardinfarkt mit Koronarangiographie (AMI) umfasst alle ersten akutstationären Fälle innerhalb des Beobachtungszeitraums mit der Hauptdiagnose akuter Myokardinfarkt (ICD-10 I21) sowie einem Prozeduren Code für die Koronarangiographie, die zum Zeitpunkt der KH-Aufnahme ≥ 20 Jahre alt waren. Der AMI wurde kategorisiert in ST-Hebungsmyokardinfarkt (STEMI), Nicht-ST-Hebungsmyokardinfarkt (NSTEMI) oder sonstige Herzinfarkte. Fälle, die an einem Tag mehrfach verlegt wurden, wurden von den Analysen ausgeschlossen.

Für AMI Fälle wurden für folgende Outcomes hybride Qualitätsindikatoren entwickelt:

- Sterblichkeit innerhalb von 30 Tagen
- Schwere kardiale und zerebrovaskuläre Komplikationen (MACCE) innerhalb von 30 Tagen
- Schwere kardiale und zerebrovaskuläre Komplikationen (MACCE) innerhalb von 365 Tagen
- Schwere kardiale und zerebrovaskuläre Komplikationen (MACCE) oder Herzinsuffizienz innerhalb von 30 Tagen
- Schwere kardiale und zerebrovaskuläre Komplikationen (MACCE) oder Herzinsuffizienz innerhalb von 365 Tagen

In den Abrechnungsdaten wurden ICD-10, OPS und ATC Codes (nur ambulant) sowohl aus stationären als auch aus ambulanten Aufenthalten verwendet, um Risikofaktoren während des zweijährigen Vorbeobachtungszeitraums vor dem Indexaufenthalt sowie während des Indexaufenthalts selbst zu identifizieren. Zusätzlich wurden aus den klinischen Daten ein Hämoglobinwert (Hb) von ≤ 10 g/dl am Aufnahmetag und eine geschätzte glomeruläre Filtrationsrate (eGFR) von ≤ 60 ml/min/1,73 m² als Risikofaktoren genutzt.

Um die Bedeutung der beiden klinischen Risikofaktoren Hb und eGFR für die Risikoadjustierung zu bewerten, wurde die Modellgüte von drei verschiedenen Risikoadjustierungsmodellen anhand der ROC-AUC, der PR-AUC und dem Brier Score verglichen. Das ausschließlich auf GKV-Routinedaten basierende Modell resultierte je nach Outcome in ROC-AUC-Werten von 0,74 bis 0,86. Die Hinzunahme der klinischen Risikofaktoren Hb und eGFR führte nur zu marginalen Erhöhung der ROC-AUC-Werte für einzelne Outcomes (0,74-0,87).

Um das Vorhersagepotenzial der klinischen Parameter zu bewerten, wurde die Korrelation zwischen eGFR und Hb mit den entsprechenden Outcomes analysiert. Nur eGFR zeigte eine leichte Korrelation mit den Outcomes (Phi-Korrelationskoeffizienten zwischen 0,19 und 0,29). Um diesen kleinen Informationsgehalt der klinischen Variable eGFR auch in GKV-Routinedaten abbilden zu können, wurden für den klinischen Parameter eGFR Surrogatvariablen in den GKV-Routinedaten operationalisiert. Zu diesem Zweck wurde der ICD-10 Code N17 als akutes Nierenversagen Stadium 1-3 und der Code N18 als chronische Nierenerkrankung Stadium 1-2 sowie Stadium 3-5 kategorisiert. Für die Testung dieser Surrogatvariablen wurde ein Teilstichprobensatz des bundesweiten Datensatzes in derselben Größe wie

der hybride Datensatz genutzt, um eine Verzerrung der Ergebnisse durch krankenhausspezifische Kodiergewohnheiten der teilnehmenden Krankenhäuser ausschließen zu können. Die ROC-AUC-Werte für dieses routinedatenbasierte Modell mit Surrogatvariablen lagen je nach Outcome zwischen 0,77 und 0,89 und führten somit zu einer höheren Modellgüte, als durch die Hinzunahme klinischer Risikofaktoren erreicht werden konnte.

Die für die Qualitätsmessung relevante Zielgröße der standardisierten Mortalitätsrate (SMR) wurde zwischen den Modellen verglichen und die Ränge der Krankenhäuser miteinander korreliert. Die Ergebnisse zeigen für alle Outcomes eine starke Korrelation zwischen den drei Modellen (Spearman-Rangkorrelation $\rho=0,93$ -1,00 bis 1,00).

Dies führt zu der Schlussfolgerung, dass die hybriden Risikoadjustierungsmodelle weder zu einer verbesserten Modellgüte noch zu einer anderen Beurteilung der Qualität anhand der hausspezifischen SMR führen. Demnach konnte die auf GKV-Routinedaten basierende Risikoadjustierung durch die in diesem Projekt verfügbaren klinischen Daten nicht weiter verbessert werden. Inwieweit bei vollzähliger Verfügbarkeit der klinischen Daten die Risikoadjustierung weiter verbessert werden könnte, kann im Rahmen von Hybrid-QI nicht beantwortet werden.

Ihre in Kapitel 3.2 dargestellten krankenhausspezifischen Ergebnisse wurden mit dem Modell auf Basis von GKV-Routinedaten unter Hinzunahme der Surrogatvariablen für eGFR auf Basis bundesweiter Daten berechnet.

3.3.2 Endoprothetische und osteosynthetische Behandlung proximaler Humerusfrakturen (PHF)

Den Leistungsbereich der endoprothetischen und osteosynthetischen Behandlung proximaler Humerusfrakturen (PHF) umfasst alle ersten akutstationären Fälle innerhalb des Beobachtungszeitraums mit einer Hauptdiagnose der proximalen Humerusfraktur (ICD-10 S42.2) sowie einem Prozeduren Code für die endoprothetische oder osteosynthetische Behandlung. Ausgeschlossen wurden alle Fälle die zum Zeitpunkt der Aufnahme ≤ 50 Jahre alt waren, eine fehlende oder beidseitige Lokalisation aufwiesen oder bei denen eine Diagnose von Polytrauma, Krebs, juveniler Arthritis, Knochenzysten oder Knochenfrakturen mit Neoplasmen vorlag. Da Revisionsoperationen mit einem höheren Komplikationsrisiko assoziiert sind, wurden nur Patientinnen und Patienten eingeschlossen, die zwei Jahre zuvor nicht ipsilateral operiert worden waren. Die endoprothetische oder osteosynthetische Behandlung wurde hierarchisiert nach der Schwere des Eingriffs und in die folgenden acht Gruppen unterteilt:

1. Inverse Endoprothese
2. Humeruskopfprothese, konventionell (nicht invers)
3. Winkelstabile Plattenosteosynthese
4. Offene Reposition und intramedulläre Nagelosteosynthese bei multifragmentären Frakturen
5. Offene Reposition und andere Behandlung von Mehrfragmentfrakturen
6. Offene Reposition und Plattenosteosynthese bei monofragmentären Frakturen
7. Offene Reposition und intramedulläre Nagelosteosynthese bei monofragmentären Frakturen, Schraube und K-Draht
8. Geschlossene Reposition mit Nagel oder anderen

Für die so aufgegriffenen Fälle wurden für folgende Outcomes Qualitätsindikatoren entwickelt:

- Versterben während des Indexaufenthalts

- Versterben innerhalb von 90 Tage nach Aufnahme
- Frühe chirurgische Komplikationen und Revisionsoperationen innerhalb von 90 Tage nach Aufnahme
- Alle chirurgischen Komplikationen und Revisionsoperationen innerhalb von 365 Tage nach Aufnahme
- Allgemeine Komplikationen während des Indexaufenthalts
- Allgemeine Komplikation innerhalb von 90 Tagen nach Aufnahme
- Weitere Komplikationen innerhalb von 90 Tagen nach Aufnahme
- Jede sekundäre Operation (ipsilateral) innerhalb von 365 Tagen nach Aufnahme

In den Abrechnungsdaten wurden ICD-10, OPS- und ATC-Codes (nur ambulant) sowohl aus stationären als auch aus ambulanten Aufenthalten verwendet, um Risikofaktoren während des zweijährigen Vorbeobachtungszeitraums vor dem Indexaufenthalt sowie während des Indexaufenthaltes selbst zu identifizieren.

Da die klinischen Daten keine Informationen über die Mobilität oder Gebrechlichkeit der Patientinnen und Patienten enthielten, wurden keine der verfügbaren klinischen Daten vom medizinischen Expertenpanel als potenziell relevant für die Risikoadjustierung oder Outcomemessung eingestuft. Lediglich das Datum der Diagnose war noch von Interesse, um die bei der Aufnahme vorliegenden Diagnosen zu ermitteln. Da jedoch 42% der Diagnosen in den klinischen Daten auf das Entlassungsdatum kodiert waren, kann davon ausgegangen werden, dass das Diagnosedatum nicht für den Beginn der Erkrankung repräsentativ ist. Daher wurden keine klinischen Informationen in den Datensatz aufgenommen, und die folgenden Analysen auf dem bundesweiten GKV-Routinedatensatz gerechnet, um die Anzahl der Fälle zu maximieren.

Aufgrund der fehlenden Daten zur Gebrechlichkeit in den klinischen Daten wurde der Hospital Frailty Risk Score (HFRS) auf Basis der GKV-Routinedaten verwendet, um die Gebrechlichkeit als Risikofaktor berücksichtigen zu können. Der HFRS wurde anhand der deutschen Modifikation von Schofer et al. unter Verwendung von ICD-10-Codes (3-Steller) mit vordefinierten Punktwerten pro Diagnose bewertet⁶. Da in den GKV-Routinedaten keine Informationen über das Vorhandensein einer Diagnose bei Aufnahme vorliegen, wurde die Diagnose des zerebralen Infarkts (I63) nur dann verwendet, wenn während des Indexaufenthalts keine bildgebenden Verfahren für eine kraniale Computertomographie (CCT) oder Magnetresonanztomographie (MRT) durchgeführt wurden. Darüber hinaus wurden die Diagnosen zu anderer Sepsis (A41), Delirien, nicht durch Alkohol und andere psychoaktive Substanzen verursacht (F05), andere zerebrovaskuläre Erkrankungen (I67), Folgezustände von zerebrovaskulären Erkrankungen (I69), akutes Nierenversagen (N17), andere Gelenkerkrankungen (M25), gegen Penicillin und verwandte Antibiotika resistente Erreger (U80) sowie andere medizinische Verfahren als Ursache abnormaler Reaktionen der Patientin und des Patienten (Y84) während des Indexaufenthalts nicht zur Bewertung des HFRS herangezogen, sondern wenn sie in den drei Monaten vor dem Indexaufenthalt kodiert wurden. Alle anderen Diagnosen wurden nur für den HFRS verwendet, wenn sie während des Indexaufenthalts kodiert wurden. Der HFRS wurde in drei aus der Literatur bekannte Risikogruppen eingeteilt: niedriges Risiko (< 5 Punkte), mittleres Risiko (5-15 Punkte) und hohes Risiko (> 15 Punkte).

Um die Bedeutung des HFRS für die Risikoadjustierung zu bewerten, wurde die Modellgüte von drei verschiedenen Risikoadjustierungsmodellen anhand ihrer ROC-AUC-Werte verglichen. Das Basis-Modell beinhaltet Alter, Geschlecht und die Art des Eingriffs. Das Komorbiditäts-Modell beinhaltet zusätzlich noch Nikotinabusus, Ruptur der Rotatorenmanschette sowie Pharmakotherapie im Vorbeobachtungszeitraum. Das HFRS-Modell ergänzt das Komorbiditäts-Modell noch um den HFRS.

Die Ergebnisse zeigen, dass der HFRS der einflussreichste Risikofaktor für alle Outcomes von PHF ist und zu ROC-AUC-Werten von 0,63 bis 0,87 je nach Outcome führt, während das Komorbiditäts-Modell ohne HFRS niedrigere ROC-AUC-Werte für jedes Outcome erzielte (0,61 bis 0,84). Obwohl der HFRS der einflussreichste Risikofaktor ist, beeinflusste er nicht das Ranking der hausindividuellen SMR. Die Ränge der SMR korrelieren stark zwischen den Modellen mit und ohne HFRS. Die Spearman-Rangkorrelation reicht von $\rho=0,89$ für "allgemeine Komplikationen während des Indexaufenthalts" bis zu $\rho=1,00$ für "alle chirurgischen Komplikationen und Revisionen innerhalb von 365 Tagen" sowie "jede sekundäre Operation innerhalb von 365 Tagen". Der Mittelwert der Differenz der krankenhausspezifischen SMR betrug je nach Outcome zwischen 0,0006 und 0,03; die maximale SMR-Differenz betrug 0,4 bzw. 4,6 zwischen dem Komorbiditäts-Modell und dem HFRS-Modell.

Dies führt zu der Schlussfolgerung, dass in der klinischen Dokumentation keine für die Risikoadjustierung oder Outcome-Messung relevanten Daten erfasst werden. Der HFRS jedoch als wichtiger Risikofaktor für die Qualitätsmessung stationär erfasst werden sollte und nicht nur zur Qualitätsmessung, sondern auch zur Therapieentscheidung beitragen kann.

Ihre im Kapitel 3.3 dargestellten krankenhausspezifischen Ergebnisse wurden mit dem auf HFRS-Modell auf den bundesweiten Daten berechnet.

3.3.3 Hirninfarkt/intrazerebrale Blutung (STROKE)

Der Leistungsbereich Hirninfarkt/intrazerebrale Blutung (STROKE) umfasst alle akutstationären Patientinnen und Patienten mit der Hauptdiagnose intrazerebrale Blutung (ICD-10 I61) oder Hirninfarkt (ICD-10 I61), die zum Zeitpunkt der Aufnahme ≥ 18 Jahre alt waren. Dabei wurden im Folgenden die Fälle mit I61 und I63 getrennt betrachtet. Verlegte Fälle mit unter 3 Stunden Aufenthalt wurden aus der Analyse ausgeschlossen ($<2\%$). Damit konnte das behandelnde, qualitätsverantwortliche Krankenhaus für jeden Fall identifiziert werden. Ein Vorjahresausschluss wurde nicht durchgeführt.

Für diese Fälle wurden für folgende Outcomes hybride Qualitätsindikatoren entwickelt:

- Sterblichkeit innerhalb von 30 Tagen nach Aufnahme
- Reinfarkt innerhalb von 90 Tagen nach Aufnahme
- Pflegegraderhöhung innerhalb von 180 Tagen nach Aufnahme

In den Abrechnungsdaten wurden ICD-10, OPS- und ATC-Codes (nur ambulant) sowohl aus stationären als auch aus ambulanten Aufenthalten verwendet, um Risikofaktoren während des zweijährigen Vorbeobachtungszeitraums vor dem Indexaufenthalt sowie während des Indexaufenthalts selbst zu identifizieren. Aus den klinischen Daten wurde der Wert der arzt-berichteten National Institutes of Health Stroke Scale (NIHSS) bei Aufnahme des Patienten als Maß für die Schwere des Schlaganfalls genutzt. Zusätzlich wurde der Durchschnittswert der ebenfalls arzt-berichteten modified Ranking Scale (mRS) bei Entlassung als Kennzahl für jedes Krankenhaus mitausgegeben.

Um die Bedeutung des klinischen NIHSS als Risikofaktor für die Risikoadjustierung zu bewerten, wurde die Modellgüte von Risikoadjustierungsmodellen ohne NIHSS mit Modellen inklusive dem NIHSS anhand der ROC-AUC, der PR-AUC und dem Brier Score verglichen. Das ausschließlich auf GKV-Routinedaten basierende Modell resultierte je nach Outcome in ROC-AUC-Werten von 0,51 bis 0,91. Die Hinzunahme des klinischen NIHSS führte zu teils deutlicher Erhöhung der ROC-AUC-Werte von bis zu 10% für I63 und 15% für I61 beim Outcome Sterblichkeit innerhalb von 30 Tagen. Für die

beiden anderen betrachteten Outcomes fielen die Zugewinne durch Hinzunahme des NIHSS geringer aus (zwischen 2% und 8,5% je nach Outcome und Entität).

Eine Suche nach Surrogaten des NIHSS innerhalb der GKV-Routinedaten ergab keine Treffer. Unter anderem wurden hier OPS Codes für die Beatmungsart und Dauer getestet, führten aber zu keiner Verbesserung der Modellgüte und wurden auch nicht als einflussbehaftete Variablen ausgewählt. Ein direkter Backward-Fit des NIHSS auf die OPS-Codes ergab keine(n) Korrelation/Zusammenhang.

Um das Vorhersagepotential der klinischen Parameter zu bewerten, wurden vergleichende Analysen der standardisierten Mortalitäts-/Morbiditätsrate (SMR) durchgeführt. Die SMR wurde zwischen den Modellen verglichen und die sich daraus ergebende Rangfolge der Krankenhäuser miteinander korreliert. Die Ergebnisse zeigen für alle Outcomes nur eine schwache bis moderate Korrelation zwischen den Modellen ohne und mit NIHSS (Spearman-Rangkorrelation $\rho = -0,72$ bis $0,92$). Da jedoch die Fallzahl (insbesondere bei I61) und allgemein die Verfügbarkeit der klinischen NIHSS Information nur bei einem Teil der ausgewählten Fälle vorhanden war, ist das Potential für eine Verzerrung der Ergebnisse aufgrund selektiver Patientenauswahl gegeben.

Dies führt zu der Schlussfolgerung, dass die hybriden Risikoadjustierungsmodelle zwar eine verbesserte Modellgüte und auch zu einer veränderten Beurteilung der Qualität anhand der hausspezifischen SMR führen, dennoch die Ergebnisse an einer größeren Studienpopulation wiederholt werden sollten. Auch der Einbezug von einem breiteren Klinikspektrum, insbesondere niedriger Versorgungsstufe, ist zwingend angeraten. Dennoch ist anzumerken, dass die Ergebnisse deutliche Hinweise auf die Notwendigkeit der Hinzunahme von Informationen des Schweregrades des Schlaganfalles zu der Risikoadjustierung basierend alleine auf GKV-Routinedaten beinhalten.

Ihre in Kapitel 3.2 dargestellten krankenhausspezifischen Ergebnisse wurden mit dem hybriden Modell inklusive NIHSS auf Basis aller eingeschlossenen Krankenhäuser berechnet und getrennt für die Entitäten I61 und I63 dargestellt.

3.3.4 Kolon-/Rektumoperation bei Karzinom (KRK)

Für den Leistungsbereich Kolon-/Rektumoperation bei Karzinom (KRK) wurden Kombinationen von OPS- und ICD-Codes für den Aufgriff genutzt. Hierbei wurden alle akutstationären Patientinnen und Patienten mit einer entsprechenden Hauptdiagnose nach ICD-10- und OPS-Code, die zum Zeitpunkt der KH-Aufnahme ≥ 18 Jahre alt waren eingeschlossen und in drei Gruppen eingeteilt. Fälle mit einem stationären Aufenthalt mit ICD-10-Code C18-21 im zweijährigen Vorbeobachtungszeitraum wurden ausgeschlossen. Des Weiteren wurden Nebendiagnosen, sowie der Metastasierungsgrad aus den GKV-Routinedaten für die Einteilung in drei Behandlungsgruppen herangezogen (siehe Tabelle 2).

Tabelle 2. Behandlungsgruppen der KRK Fälle

Gruppe	Lokalisation	Metastasierungsgrad	Hauptdiagnose	Keine Neben-diagnose	OPS
I	Kolon	Keine Fernmetastasen bei Aufnahme	C18	C19, C20, C21	5-455
II	Rektum	Keine Fernmetastasen bei Aufnahme	C20	C18, C19, C21	5-484, 5-485
III	Kolon und Rektum	Fernmetastasen bei Aufnahme vorhanden	C18, C19, C20	C21	5-455, 5-484, 5-485

Da unter anderem die Fallzahlen in den drei Gruppen (I-III) sehr klein waren, wurden alle Fälle der drei Gruppen vereint und gemeinsam ausgewertet.

Als das für die Qualität verantwortliche Krankenhaus wurde das jeweilige erstoperierende ausgewählt. Für diese Fälle wurden für folgende Outcomes hybride Qualitätsindikatoren entwickelt:

- MTL30* (Kombinationsendpunkt)
- (Revisionsintervention/Relaparotomien im gleichen Aufenthalt)
- (All-cause Rehospitalisierung innerhalb von 14 Tagen)
- (Sterblichkeit innerhalb von 90 Tagen ab initialer Operation)
- (Anastomoseninsuffizienz)

*MTL30: Tod ≤30 Tage oder Verlegung in andere Akutklinik ≤30 Tage postoperativ oder stationärer Indexaufenthalt ≥30 Tage postoperativ

() seltene Outcomes

Da alle Outcomes bis auf den Kombinationsendpunkt sehr selten auftraten (Verhältnis <1:12) konnte in Kombination mit der insgesamt geringen Fallzahl nur für den MTL30 Endpunkt (Verhältnis ~1:3) eine Analyse durchgeführt werden.

In den Abrechnungsdaten wurden ICD-10, OPS- und ATC-Codes (nur ambulant) sowohl aus stationären als auch aus ambulanten Aufenthalten verwendet, um Risikofaktoren während eines einjährigen Vorbeobachtungszeitraums vor dem Indexaufenthalt sowie während des Indexaufenthalts selbst zu identifizieren. Aus den klinischen Daten wurde der TNM (Tumorgroße, Nodalstatus, Fernmetastasen) der Patientinnen und Patienten als Maß für die Schwere des Karzinoms genutzt (analog UICC-Stadium - Union Internationale Contre le Cancer). Zusätzlich wurde die Anzahl an resezierten Lymphknoten genutzt und der Mittelwert sowie die Standardabweichung als Kennzahl für jedes Krankenhaus mitgegeben.

Um die Bedeutung des klinischen TNM (analog UICC) als Risikofaktor für die Risikoadjustierung zu bewerten, wurde die Modellgüte von Risikoadjustierungsmodellen ohne TNM mit Modellen inklusive dem TNM anhand der ROC-AUC, der PR-AUC und dem Brier Score verglichen. Das ausschließlich auf GKV-Routinedaten basierende Modell resultierte in höheren ROC-AUC-Werten als in Modellen mit Hinzunahme des klinischen TNM. Die Verfügbarkeit der TNM Information war unvollständig und re-

sultierte in einen weiteren Ausschluss von Fällen/Kliniken in der Modellierung des hybriden Datensatzes mit TNM Information, so dass insgesamt nur 494 Fälle in die Auswertung einfließen konnten. TNM (sowie UICC-Stadium) wurden nicht als einflussbehaftete Variablen ausgewählt. Ein Effekt der Tumorschwere auf die Risikoadjustierung kann dennoch nicht ausgeschlossen werden und ist auch plausibel. Daher sollten ähnliche Analysen zu dem Zweck unbedingt an einer größeren, ausgewogeneren Studienpopulation wiederholt werden.

Aufgrund der geringen Güte der Modelle und der fehlenden Bewertungsmöglichkeit für den Einfluss des TNM Grades wurden keine SMR für das KRK berechnet und keine Bewertung der Krankenhäuser (Ränge) vergeben.

4 Material & Methoden

4.1 Datenbasis

Die genutzten GKV-Routinedaten stammen von der Mitgliederbestandsführung der AOKs. Diese Daten werden unter Berücksichtigung des Datenschutzes zentral im WIdO so zusammengeführt, dass landes- und einrichtungsübergreifende Betrachtungen möglich sind, allerdings nur für AOK-Patientinnen und AOK-Patienten. Je Abrechnungsfall liegt ein Datensatz vor. Der Datensatz stellt einen Auszug aus dem Austauschdatensatz dar, der in den technischen Anlagen zur § 301-Vereinbarung beschrieben ist. Er umfasst Angaben zu Zeitraum, Diagnosen, Prozeduren und abgerechneten Krankenhausentgelten der stationären Behandlung. Zusätzlich werden für einzelne Leistungsbereiche auch Auszüge aus Austauschdatensätzen für ambulantes Operieren im Krankenhaus nach § 115 SGB V, vertragsärztliche Leistungen nach § 295 SGB V und Leistungen im Rahmen eines Facharztvertrages nach § 73c SGB V verwendet. Leistungsbereichsabhängig werden auch EBM-Positionen aus vertragsärztlichen Leistungen bzw. Leistungen im Rahmen eines Facharztvertrages sowie ATC-Schlüssel aus Leistungen der Arzneimittelversorgung (§ 300 SGB V) verwendet. Für diesen Bericht – insbesondere zur Untersuchung von poststationären Outcomes – wurde der Datensatz um Angaben aus der Mitgliederbestandsführung der AOK ergänzt; dazu gehören Alter, Geschlecht, Versichertenstatus und ggf. Sterbezeitpunkt.

Die GKV-Routinedaten der AOK wurden für die Jahre 2015-2021 genutzt, wobei die Jahre 2015-2016 als Vorbeobachtungszeitraum dienten, 2017-2020 als Indexjahre in denen die stationäre Behandlung in einem der teilnehmenden Krankenhäuser stattgefunden haben muss (hiervon ausgenommen sind die Leistungsbereiche AMI und PHF, für die die bundesweiten aller Krankenhäuser genutzt wurden) und das Jahr 2021 als Nachbeobachtungszeitraum. Für die Analysen wurden demografische, medizinische, Kosten-, Pharmakotherapie- sowie Physiotherapiedaten sowohl für stationäre als auch für ambulante Behandlungen genutzt.

Die klinischen Daten wurden für Fälle, die die Einschlusskriterien in den Jahren 2017 bis 2020 erfüllten, von 14 teilnehmenden Kliniken der Helios Kliniken GmbH und vom Datenintegrationszentrum (DIZ) der TUD bezogen. Die klinischen Daten stammten aus krankenhausspezifischen Softwaresystemen, die die Bereiche Patientenverwaltung, Diagnosen, Verfahren, Operationen, Tumore, Pharmakotherapie, Vital- und Labordaten sowie die Daten der externen gesetzlichen Qualitätssicherung abdecken.

4.2 Datenharmonisierung und Datenlinkage

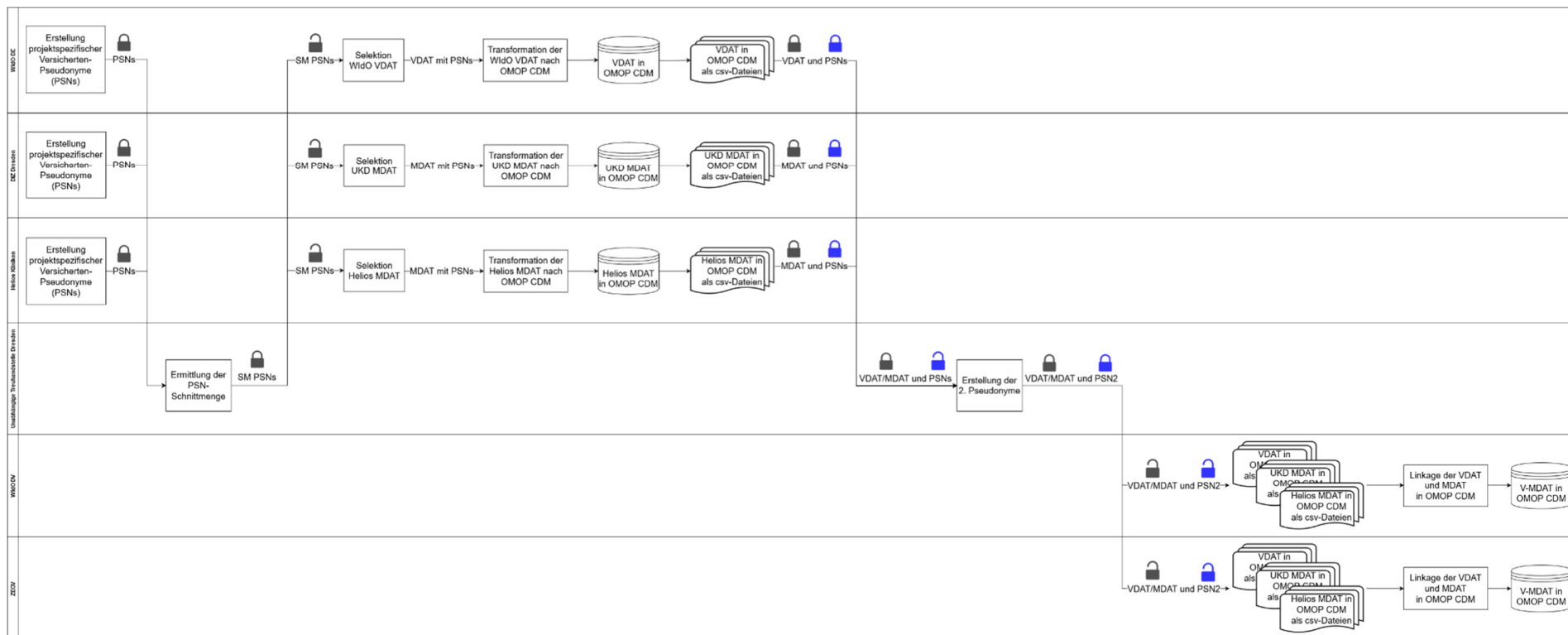
Aufgrund der unterschiedlichen Herkunft der klinischen Daten und der GKV-Routinedaten war die semantische und syntaktische Interoperabilität der Daten nicht gegeben und machte eine Harmonisierung auf ein einheitliches Format erforderlich. Als Zieldatenmodell wurde das Common Data Model (CDM) der Observational Medical Outcomes Partnership (OMOP) verwendet, das in den letzten Jahren zunehmend an Bedeutung für Real-World-Data Forschung gewonnen hat^{4,5}. Zur technischen Integration in das OMOP CDM wurden ETL-Prozesse entwickelt.

Das Linkage der GKV-Routinedaten mit den klinischen Daten wurde durch die unabhängige Datentreuhandstelle der Universitätsmedizin Dresden zunächst nur unter Verwendung einer Liste mit einweg-verschlüsselten Pseudonymen durchgeführt. Die datenbereitstellenden Einheiten stellten anschließend medizinische Daten für die zuvor abgeglichenen Pseudonyme an die Datentreuhandstelle

bereit, die ein zweites einweg-verschlüsseltes Pseudonym vergab, bevor die Daten an die auswertenden Stellen des WIdO und ZEGV versendet wurden (siehe Abbildung 2).

Das endgültige Matching auf Patientenebene wurde im Rahmen des ETL-Integrationsprozesses der Datenharmonisierung durchgeführt. Das Matching auf Fall-Ebene erfolgte manuell anhand der Einschlusskriterien, Standort-ID und den übereinstimmenden Eintritts-/Austrittsdaten (innerhalb von ± 1 Tag).

Abbildung 2: Datenflüsse und Datenlinkage im Projekt Hybrid-QI



4.3 Statistische Methoden

Alle Risikofaktoren und Outcomes wurden als separate dichotome kategoriale Variablen kodiert. Das Alter der Patientinnen und Patienten wurde in Quintile unterteilt oder zwischen null und eins skaliert. Im Rahmen der Datenaufbereitung wurden Variablen mit einer Varianz nahe Null (Varianz $<0,005$) ausgeschlossen, und die verbleibenden Variablen wurden auf hohe Variation Inflation Factors ($>3,5$) und Korrelationen von mehr als 0,7 zwischen den Risikofaktoren überprüft.

Die Qualitätsindikatoren wurden durch geclusterte multivariable logistische Regression unter Verwendung einer schrittweisen Rückwärtsselektion ($p < 0,04$) modelliert. Die Modellgüte der logistischen Regression wurde mit den Modellgüten der Machine Learning Methoden Elastic Net, XGBoost und Feed Forward Neural Net verglichen. Die Hyperparameter für die ML-Methoden wurden über GridSearch optimiert. Das Training der Modelle wurde auf einem zufällig ausgewählten Trainingsdatensatz (stratifiziert nach dem jeweiligen Outcome) von 80% durchgeführt. Die Modellgüten wurden auf dem verbleibenden Testdatensatz von 20% berechnet. Zum Vergleich der Modellgüten wurden die Metriken ROC-AUC (Receiver Operating Characteristic-Area Under the Curve), PR-AUC (Precision Recall-Area Under the Curve) und Brier Score genutzt.

Um den Einfluss der klinischen Risikofaktoren weiter zu untersuchen, wurden adjustierte Odds Ratios (OR) und 95% Konfidenzintervalle (KI) für die logistische Regression sowie die permutierte Feature Importance für die Machine Learning Methoden Elastic Net, XGBoost und Feed Forward Neural Net berechnet.

Zur Bewertung der krankenhausspezifischen Qualität, wurden standardisierte Mortalitäts- bzw. Morbiditätsraten (SMR) berechnet. Eine SMR <1 bedeutet, dass unter Berücksichtigung des Case Mix weniger Ereignisse beobachtet wurden, als zu erwarten waren. Umgekehrt verhält es sich für eine SMR >1 . Bei einem SMR $=1$ wurden unter Berücksichtigung des Case Mix genauso viele Ereignisse beobachtet, wie zu erwarten waren. Zusätzlich wurden das 95%-Konfidenzintervall des SMR und das Perzentil berechnet. Das Perzentil entspricht dem Prozentsatz aller betrachteten Krankenhäuser, der eine SMR kleiner oder gleich der SMR des eigenen Hauses aufweist. Es ist zu beachten, dass die Werte des Mehrjahreszeitraums nicht dem Mittelwert der Einzeljahre entsprechen.

Zum Vergleich des Einflusses der verschiedenen Modelle auf die krankenhausspezifische Qualitätsmessung wurden Spearman-Rangkorrelationskoeffizienten verwendet und die SMR der verschiedenen Modelle miteinander korreliert.

Alle statistischen Analysen für die Leistungsbereiche AMI und PHF wurden mit Python 3.10.4 und entsprechenden Paketen durchgeführt. Für die Leistungsbereiche STROKE und KRK wurde R 4.2.2 verwendet.

4.4 Benchmarking

Benchmarking, d.h. der standardisierte Ergebnisvergleich mit anderen Krankenhäusern, ist grundlegender Bestandteil eines modernen Qualitätsmanagements. Dennoch sind die Interpretation von und Schlussfolgerungen aus Benchmarks nicht trivial. So können methodische Artefakte die Interpretation erschweren, wenn z.B. die Ereignisse (z.B. Sterblichkeit) selten oder die Grundgesamtheiten je Krankenhaus sehr klein sind. Wie der Bericht insgesamt, so sind auch die Vergleiche mit den Bundesergebnissen vornehmlich dazu geeignet, Fragen an das Qualitätsmanagement aufzuwerfen und nicht ein Qualitätsurteil zu manifestieren. Ihr Haus wird verglichen mit allen teilnehmenden Krankenhäusern, bzw. für die Leistungsbereiche AMI und PHF mit allen Krankenhäusern Deutschlands, die im Berichtszeitraum die jeweils untersuchte Leistung erbracht haben. Zur Reduktion möglicher

statistischer Verzerrungen werden nur Krankenhäuser berücksichtigt, welche die jeweilige Leistung mindestens 30-mal im Mehrjahreszeitraum abgerechnet haben. Hiervon ausgenommen sind aufgrund der geringen Fallzahl die Analysen für die KRK-Studienpopulation.

4.5 Schutz vor Re-Identifikation

AOK-Daten wurden von den datenliefernden AOKs versichertenbezogen verschlüsselt. Die Verschlüsselung erfolgt derart, dass eine Identifizierung ein und derselben Person in unterschiedlichen Datensätzen über einen Code ermöglicht wird, ohne dass die Identität (Name, Anschrift, etc.) der Person bekannt oder ermittelbar ist. Die Verschlüsselung erfolgt in der jeweiligen AOK mittels einer hierfür entwickelten Software. Dem WIdO werden somit nur verschlüsselte Datensätze übermittelt, die dort nicht zurückgeschlüsselt werden können (Einweg-Verschlüsselung). Dies erlaubt es, einerseits bundesweit einheitliche Schlüssel zu verwenden, andererseits ist eine Entschlüsselung - aufgrund der Einweg-Verschlüsselung - nicht mehr möglich. Die Zuordnung von Verschlüsselungscode und Klartext-Krankenversicherungsnummer (KVNR) ist aufgrund der hohen Anzahl verschiedener Versicherungsnummern praktisch unmöglich. Mit derselben Verschlüsselungssoftware wurden in den teilnehmenden Krankenhäusern die klinischen Daten verschlüsselt.

Im vorliegenden Bericht wurde sichergestellt, dass kein Berichtsempfänger Patientinnen und Patienten re-identifizieren kann und ohne Patienteneinwilligung etwas über den poststationären Behandlungsverlauf der Patientin oder Patienten erfährt. Der Personenbezug wird durch Datenaggregation (Ausweisung von Fallhäufigkeiten und Durchschnittswerten) ausgeschlossen. Für die Aggregation gelten folgende Datenschutzregeln:

- Ein Leistungsbereich wird nur dann dargestellt, wenn für das einzelne Haus jeweils mindestens 30 AOK-Fälle im Mehrjahreszeitraum vorliegen.
- Eine Indikatorrate wird nur dann dargestellt, wenn sie keine Aussage über jeden behandelten Patienten gestattet. Dies ist der Fall, wenn Ereignisse bei allen oder bei keinem Patienten aufgetreten sind, d.h. die Ereignisrate 0% oder 100% beträgt. Anstelle der tatsächlichen Ereignishäufigkeit werden dann sog. Randhäufigkeiten mit $\leq$ im Fall von einem oder keinem Ereignis bzw. $\geq$ im Fall eines Ereignisses bei allen oder allen Patienten -1 ausgewiesen. Bei kleinen Gruppengrößen können Randhäufigkeiten zu vergleichsweise großen Ereignisraten führen. Ist die Anzahl der behandelten Patientinnen und Patienten z.B. nur 10, wird im Falle der unteren Randhäufigkeit (ein oder kein Ereignis) jeweils $\leq 20\%$ (1 von 10) dargestellt.
- Im Bericht werden eine Vielzahl von Patientensubgruppen Kennzahlen ausgewiesen. Da die Kombination verschiedener Kennzahlen ausgenutzt werden kann, um behandelte Patientinnen und Patienten trotz Verschlüsselung zu dechiffrieren, werden Kennzahlen nur ausgewiesen, wenn die entsprechende Subgruppe mit mindestens 10 Patientinnen und Patienten besetzt ist. Wird diese Mindestgröße unterschritten, wird „na“ (= nicht ausgewiesen) notiert. Dies besagt, dass die Subgruppe größer 0 ist, aber auf eine Einzelangabe verzichtet wurde, um keinen Rückschluss auf einzelne Personen zu ermöglichen.

5 Ihre krankenhausspezifischen Ergebnisse

5.1 Akuter Myokardinfarkt mit Koronarangiographie (AMI)

Betrachtet werden die Fälle mit akutem Myokardinfarkt mit Koronarangiographie. Die exakten Aufgreifkriterien sind in Kapitel 3.3.1 beschrieben.

5.1.1 Krankenhäuser und Fälle

Tabelle 3: Krankenhäuser und AOK-Fälle mit AMI (2017-2020)

Ihr Krankenhaus				Bund				
Jahre	eingeschlossene Fälle	Perzentil	Anzahl Krankenhäuser	eingeschlossene Fälle	25. Perzentil	50. Perzentil	75. Perzentil	Max
2017	169	96%	602	43405	37	62	96	571
2018	141	94%	601	41230	35	60	91	505
2019	137	93%	601	41443	36	62	90	536
2020	151	96%	600	39052	34	55	84	525
2017-2020	601	95%	611	165130	142	232	354	2137

In dieser Tabelle sehen Sie, wie viele AOK-Fälle in Ihrem Krankenhaus eingeschlossen wurden. Der Perzentilwert gibt an wie viele Krankenhäuser in Deutschland weniger Fälle behandelt haben.

Abbildung 3: AOK-Fälle mit AMI nach Krankenhäusern (2017-2020)

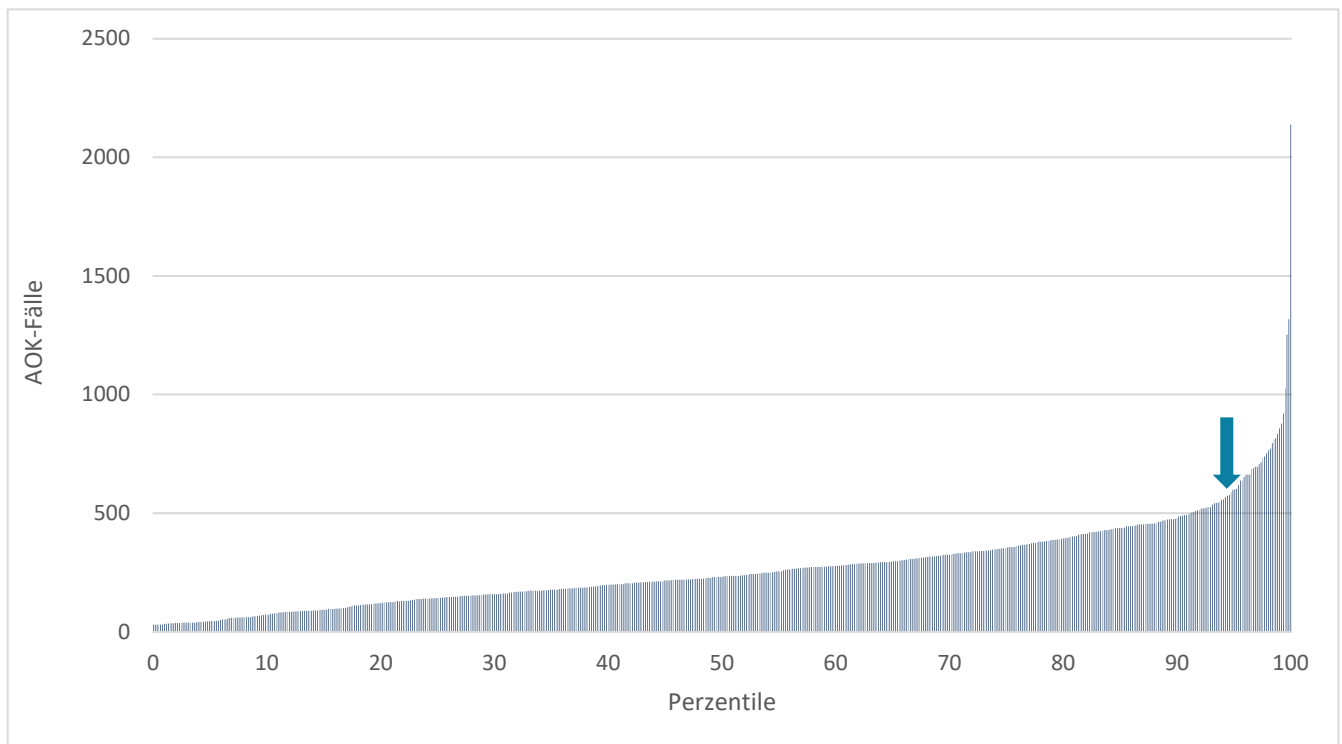
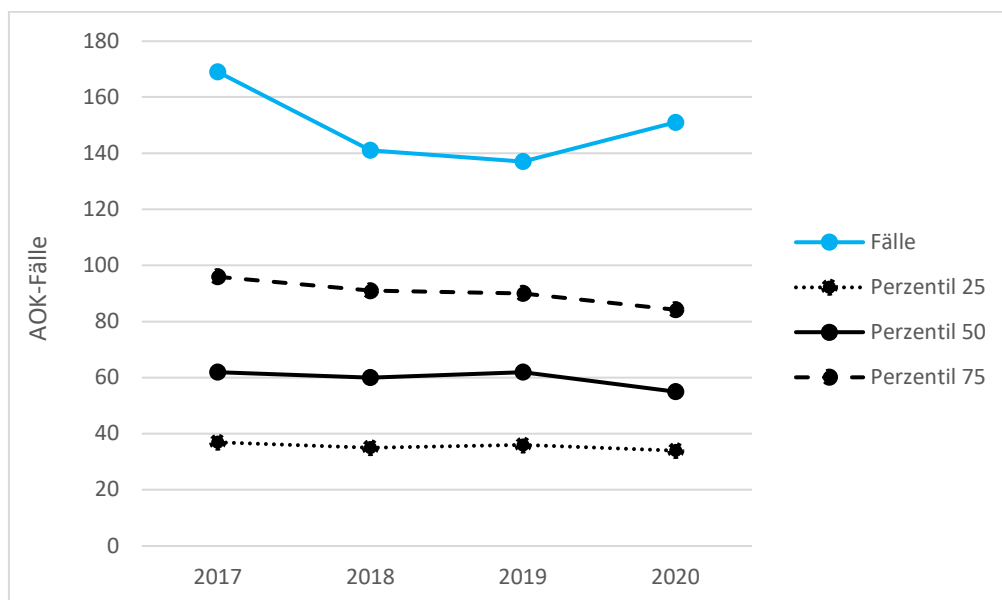


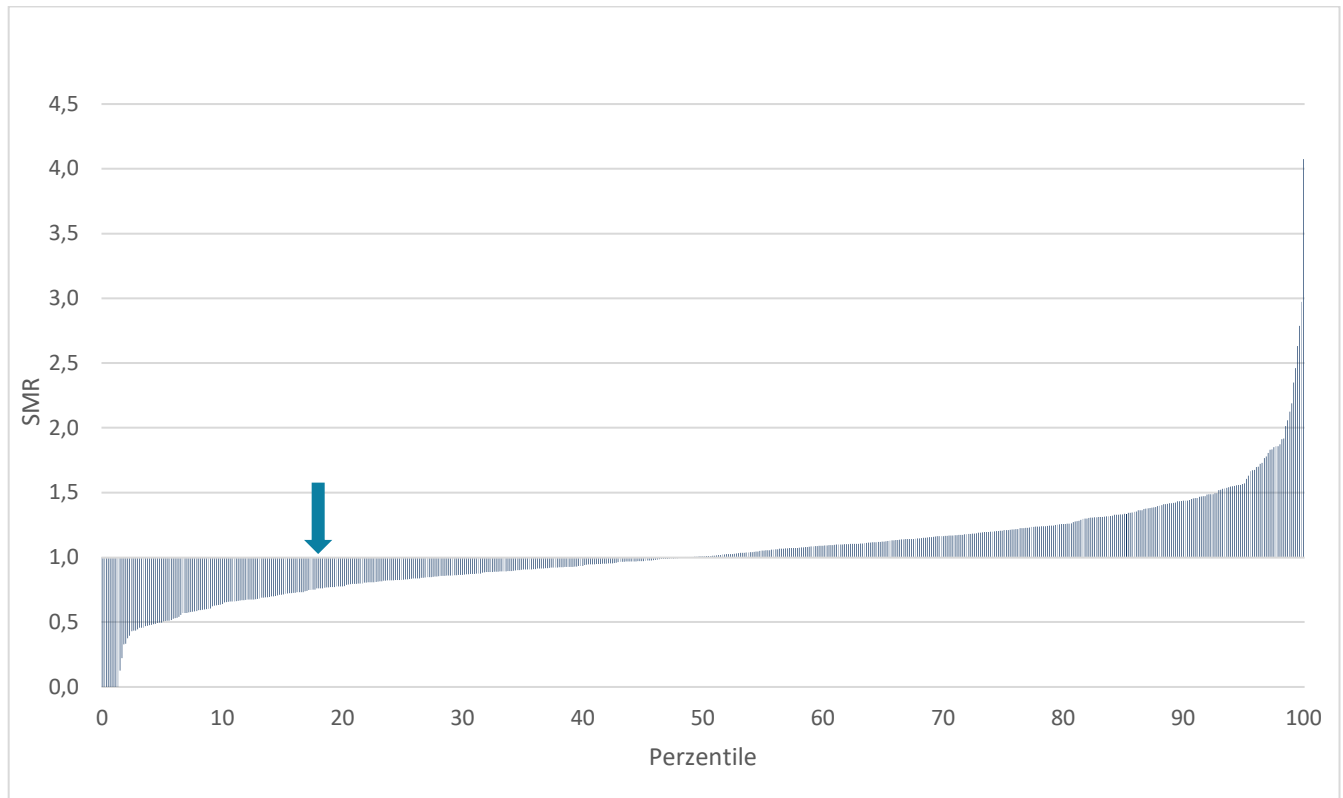
Abbildung 4: AOK-Fälle mit AMI in Ihrem Krankenhaus (2017-2020)



5.1.2 Indikatoren

5.1.2.1 Sterblichkeit im Indexaufenthalt

Abbildung 5: Sterblichkeit innerhalb von 30 Tagen bei AMI, Standardisierte Mortalitäts-/Morbiditätsverhältnis, MR (2017-2020)

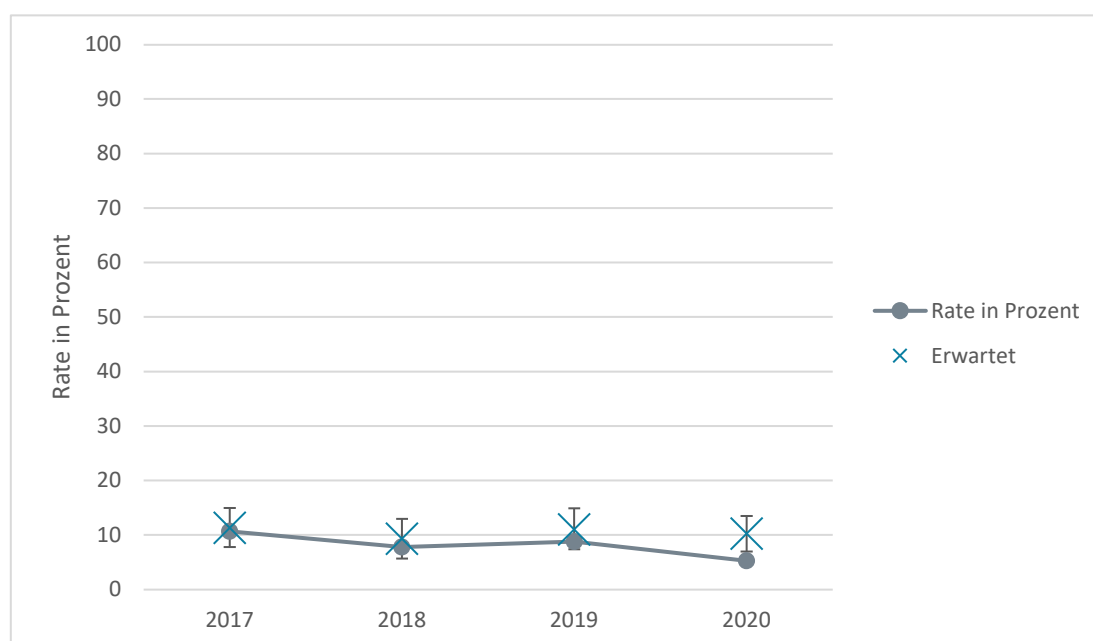


Die Markierung zeigt den Rang Ihres Krankenhauses in Bezug auf die jeweilige Kennzahl im Vergleich zu allen Krankenhäusern. Dabei gilt: je größer die Kennzahl eines Krankenhauses, desto höher sein Rangplatz. Liegt Ihr Krankenhaus auf Rang 60 (60. Perzentil), so bedeutet das, dass 40 Prozent der Krankenhäuser einen höheren Kennzahlenwert haben als Ihr Haus. Der SMR-Wert beschreibt das Verhältnis zwischen den Komplikationen bzw. unerwünschten Folgeereignissen in einem Krankenhaus, die tatsächlich beobachtet wurden, und denjenigen, die statistisch zu erwarten waren. Dabei bedeutet SMR 1,0 eine durchschnittliche Anzahl von Ereignissen. Ein Wert von 2 bedeutet, dass in einem Krankenhaus doppelt so viele Ereignisse aufgetreten sind, wie statistisch zu erwarten waren. Dagegen bedeutet ein SMR-Wert von 0,5, dass in einem Krankenhaus nur die Hälfte der erwarteten Ereignisse auftrat.

Tabelle 4 Sterblichkeit innerhalb von 30 Tagen bei AMI (2017-2020)

Jahre	Beobachtet		Erwartet [KI]	SMR	
	Ihr Krankenhaus	Bund	Ihr Krankenhaus	SMR [KI]	Perzentil
2017	10,7%	8,0%	11,4% [7,8-15,0]	0,9 [0,6-1,3]	41,9%
2018	7,8%	8,2%	9,4% [5,7-13,0]	0,8 [0,4-1,2]	37,1%
2019	8,8%	7,6%	11,1% [7,4-14,9]	0,8 [0,5-1,1]	33,6%
2020	5,3%	10,3%	10,3% [7,0-13,5]	0,5 [0,2-0,8]	15,7%
2017-2020	8,2%	8,0%	10,6% [8,8-12,4]	0,8 [0,6-0,9]	19,8%

Abbildung 6: Trenddarstellung: Sterblichkeit innerhalb von 30 Tagen bei AMI (2017-2020)



Die Grafik stellt die beobachtete Rate der erwarteten im Jahresverlauf gegenüber. Liegt die beobachtete Rate unter der erwarteten, so werden in Ihrem Krankenhaus weniger unerwünschte Ereignisse beobachtet als zu erwarten wären. Befindet sich der beobachtete Wert im Vertrauensbereich (Konfidenzintervall) der erwarteten Rate, so ist er nicht signifikant, da der wahre erwartete Wert mit 95-prozentiger Wahrscheinlichkeit überall innerhalb der Intervallgrenzen liegen kann.

Risikoadjustierung für den Indikator

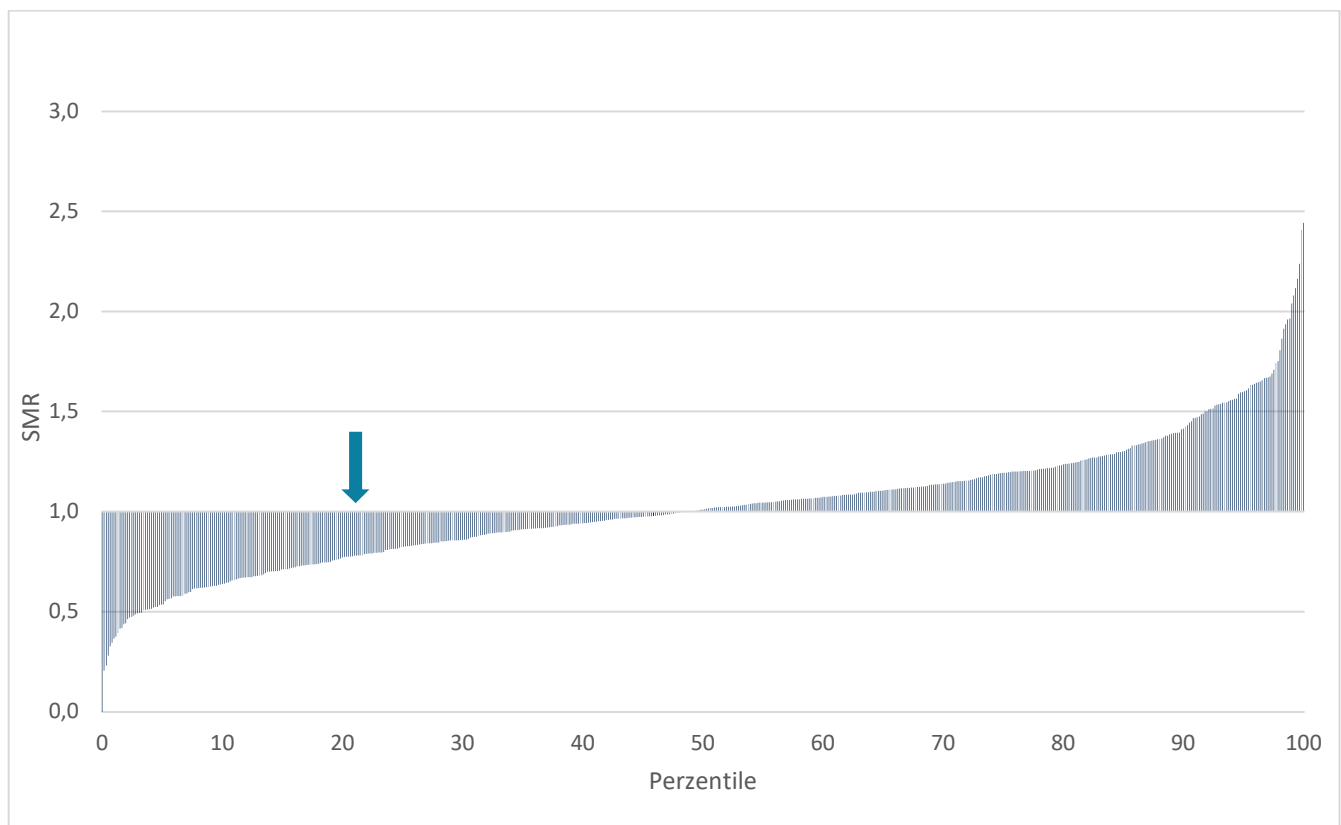
Zum fairen Krankenhausvergleich wurde der Indikator anhand folgender Risikofaktoren adjustiert:

- Geschlecht
- Alter 3. Quintil (65-73 Jahre)
- Alter 4. Quintil (74-80 Jahre)
- Alter 5. Quintil (über 81 Jahre)
- BMI 30.-34
- NSTEMI (I21.4)

- PCI
- CABG
- 1 Stent in eine Arterie
- mind. 2 Stents in eine Arterie
- mind. 2 Stents in mehrere Arterien
- Akutes Nierenversagen, Stadium 1
- Akutes Nierenversagen, Stadium 2
- Akutes Nierenversagen, Stadium 3
- Alkoholabusus
- Atherosklerotische Herzkrankheit: Drei-Gefäß-Erkrankung
- Atherosklerotische Herzkrankheit: Stenose des linken Hauptstammes
- Demenz/Alzheimer
- Diabetes mellitus mit Insulinpflicht (2 Quartale zuvor mit mind. 1mal PZN)
- Diabetes mellitus ohne Insulinpflicht
- Dialyse im Vorbeobachtungszeitraum
- Herz-Kreislauf-Stillstand vor Aufnahme in das Krankenhaus
- Hirninfarkt
- Kammerflattern und Kammerflimmern
- Schlaganfall
- Schock
- Z.n. Bypass-OP

5.1.2.2 MACCE innerhalb von 30 Tagen nach Aufnahme

Abbildung 7: MACCE innerhalb von 30 Tagen bei AMI, Standardisierte Mortalitäts-/Morbiditätsverhältnis, MR (2017-2020)

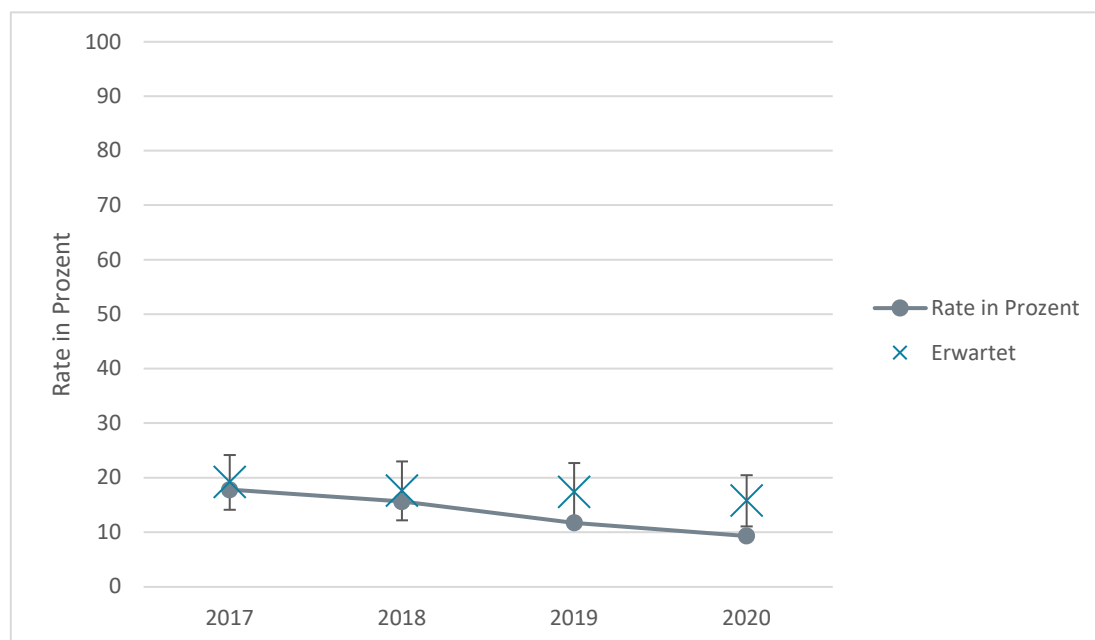


Die Markierung zeigt den Rang Ihres Krankenhauses in Bezug auf die jeweilige Kennzahl im Vergleich zu allen Krankenhäusern. Dabei gilt: je größer die Kennzahl eines Krankenhauses, desto höher sein Rangplatz. Liegt Ihr Krankenhaus auf Rang 60 (60. Perzentil), so bedeutet das, dass 40 Prozent der Krankenhäuser einen höheren Kennzahlenwert haben als Ihr Haus. Der SMR-Wert beschreibt das Verhältnis zwischen den Komplikationen bzw. unerwünschten Folgeereignissen in einem Krankenhaus, die tatsächlich beobachtet wurden, und denjenigen, die statistisch zu erwarten waren. Dabei bedeutet SMR 1,0 eine durchschnittliche Anzahl von Ereignissen. Ein Wert von 2 bedeutet, dass in einem Krankenhaus doppelt so viele Ereignisse aufgetreten sind, wie statistisch zu erwarten waren. Dagegen bedeutet ein SMR-Wert von 0,5, dass in einem Krankenhaus nur die Hälfte der erwarteten Ereignisse auftrat.

Tabelle 5: MACCE innerhalb von 30 Tagen bei AMI (2017-2020)

Jahre	Beobachtet		Erwartet [KI]	SMR	
	Ihr Krankenhaus	Bund	Ihr Krankenhaus	SMR [KI]	Perzentil
2017	17,8%	16,9%	19,2% [14,1-24,2]	0,9 [0,7-1,2]	40,0%
2018	15,6%	16,9%	17,6% [12,2-23,0]	0,9 [0,6-1,2]	40,1%
2019	11,7%	16,0%	17,4% [12,1-22,7]	0,7 [0,4-1,0]	21,8%
2020	9,3%	15,8%	15,8% [11,1-20,5]	0,6 [0,3-0,9]	15,3%
2017-2020	13,7%	16,4%	17,6% [15,0-20,1]	0,8 [0,6-0,9]	21,6%

Abbildung 8: Trenddarstellung: MACCE innerhalb von 30 Tagen bei AMI (2017-2020)



Die Grafik stellt die beobachtete Rate der erwarteten im Jahresverlauf gegenüber. Liegt die beobachtete Rate unter der erwarteten, so werden in Ihrem Krankenhaus weniger unerwünschte Ereignisse beobachtet als zu erwarten wären. Befindet sich der beobachtete Wert im Vertrauensbereich (Konfidenzintervall) der erwarteten Rate, so ist er nicht signifikant, da der wahre erwartete Wert mit 95-prozentiger Wahrscheinlichkeit überall innerhalb der Intervallgrenzen liegen kann.

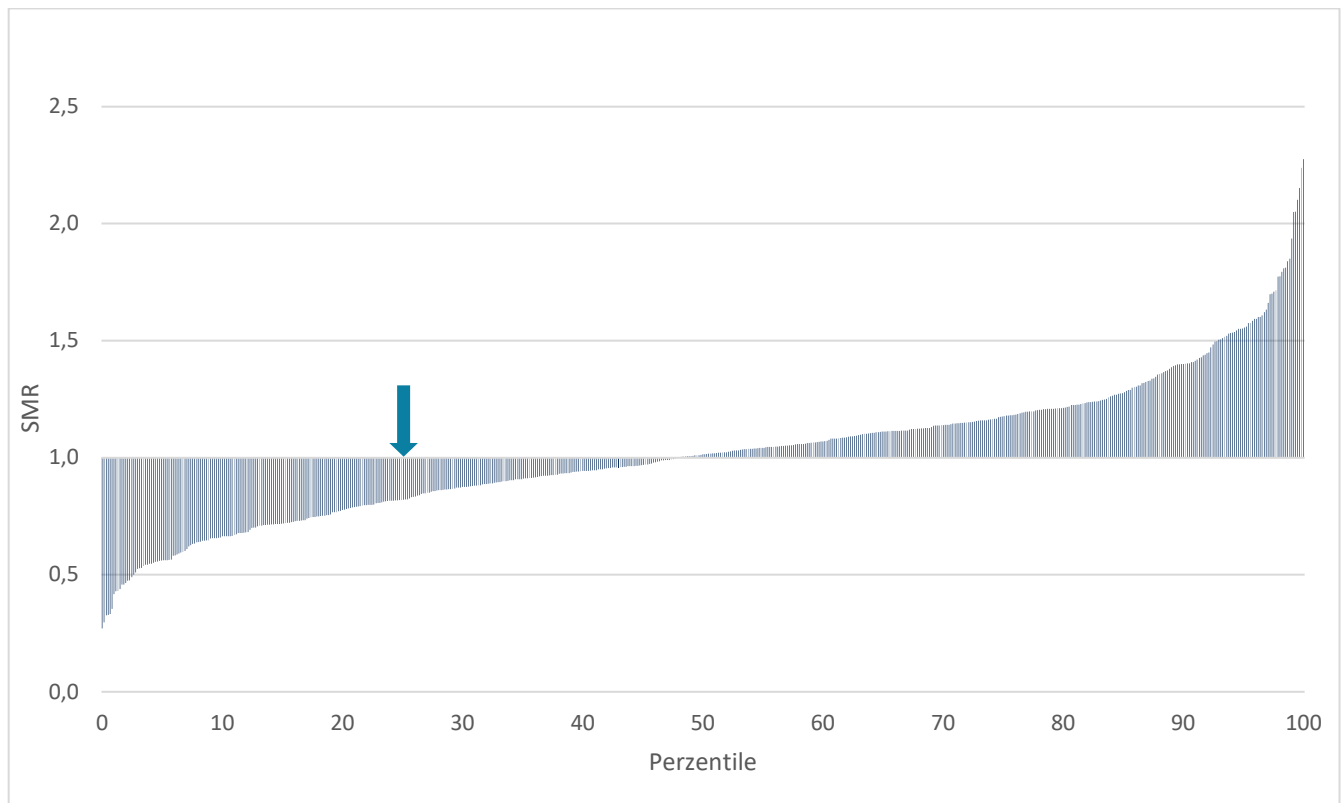
Risikoadjustierung für den Indikator

Zum fairen Krankenhausvergleich wurde der Indikator anhand folgender Risikofaktoren adjustiert:

- Geschlecht
- Alter 3. Quintil (65-73 Jahre)
- Alter 4. Quintil (74-80 Jahre)
- Alter 5. Quintil (über 81 Jahre)
- BMI 30.-34
- NSTEMI (I21.4)
- PCI
- CABG
- 1 Stent in eine Arterie
- mind. 2 Stents in eine Arterie
- mind. 2 Stents in mehrere Arterien
- Akutes Nierenversagen, Stadium 1
- Akutes Nierenversagen, Stadium 2
- Akutes Nierenversagen, Stadium 3
- Atherosklerotische Herzkrankheit: Zwei-Gefäß-Erkrankung
- Atherosklerotische Herzkrankheit: Drei-Gefäß-Erkrankung
- Atherosklerotische Herzkrankheit: Stenose des linken Hauptstammes
- Bösartige Neubildung
- Chronische Lungenerkrankung
- Chronische Nierenkrankheit, Stadium 1-2
- Chronische Nierenkrankheit, Stadium 3-5
- Demenz/Alzheimer
- Diabetes mellitus mit Insulinpflicht (2 Quartale zuvor mit mind. 1mal PZN)
- Diabetes mellitus ohne Insulinpflicht
- Dialyse im Vorbeobachtungszeitraum
- Herz-Kreislauf-Stillstand vor Aufnahme in das Krankenhaus
- Hirninfarkt
- Kammerflattern und Kammerflimmern
- NHYA > 1
- Periphere Gefäßkrankheit
- Schlaganfall
- Schock
- Antithrombotika

5.1.2.3 MACCE plus Herzinsuffizienz innerhalb von 30 Tage nach Aufnahme

Abbildung 9: MACCE plus Herzinsuffizienz innerhalb von 30 Tage bei AMI, Standardisierte Mortalitäts-/Morbiditätsverhältnis, MR (2017-2020)

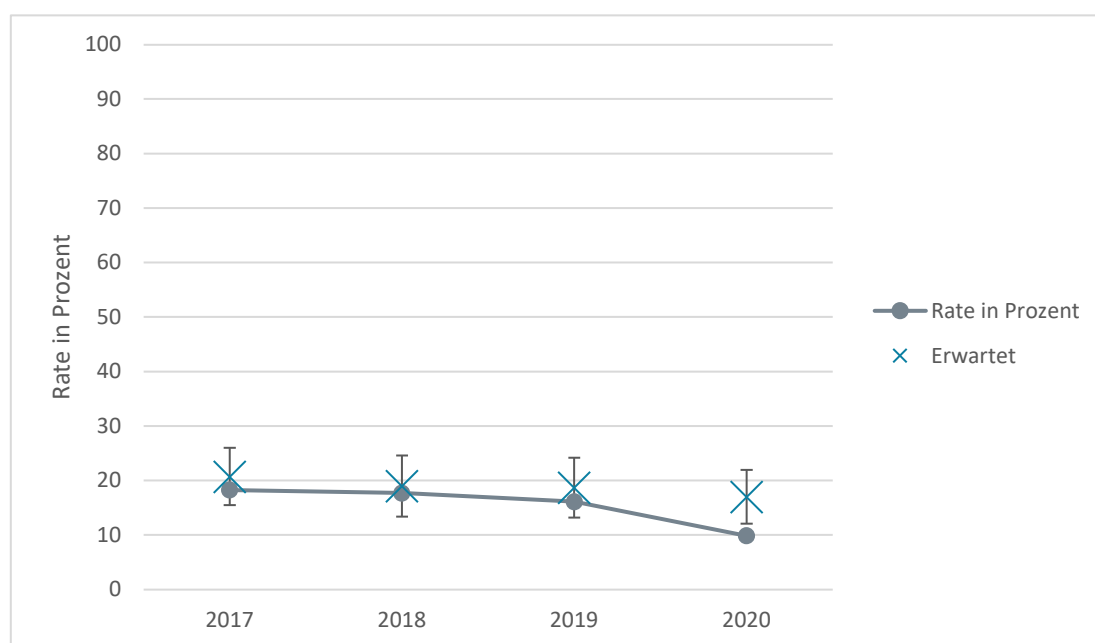


Die Markierung zeigt den Rang Ihres Krankenhauses in Bezug auf die jeweilige Kennzahl im Vergleich zu allen Krankenhäusern. Dabei gilt: je größer die Kennzahl eines Krankenhauses, desto höher sein Rangplatz. Liegt Ihr Krankenhaus auf Rang 60 (60. Perzentil), so bedeutet das, dass 40 Prozent der Krankenhäuser einen höheren Kennzahlenwert haben als Ihr Haus. Der SMR-Wert beschreibt das Verhältnis zwischen den Komplikationen bzw. unerwünschten Folgeereignissen in einem Krankenhaus, die tatsächlich beobachtet wurden, und denjenigen, die statistisch zu erwarten waren. Dabei bedeutet SMR 1,0 eine durchschnittliche Anzahl von Ereignissen. Ein Wert von 2 bedeutet, dass in einem Krankenhaus doppelt so viele Ereignisse aufgetreten sind, wie statistisch zu erwarten waren. Dagegen bedeutet ein SMR-Wert von 0,5, dass in einem Krankenhaus nur die Hälfte der erwarteten Ereignisse auftrat.

Tabelle 6: MACCE plus Herzinsuffizienz innerhalb von 30 Tagen bei AMI (2017-2020)

Jahre	Beobachtet		Erwartet [KI]	SMR	
	Ihr Krankenhaus	Bund	Ihr Krankenhaus	SMR [KI]	Perzentil
2017	18,3%	18,0%	20,7% [15,5-26,0]	0,9 [0,6-1,1]	34,6%
2018	17,7%	18,0%	19,0% [13,4-24,6]	0,9 [0,6-1,2]	44,1%
2019	16,1%	17,2%	18,7% [13,2-24,2]	0,9 [0,6-1,2]	39,1%
2020	9,9%	17,0%	17,0% [12,1-22,0]	0,6 [0,3-0,9]	12,7%
2017-2020	15,6%	17,5%	18,9% [16,3-21,6]	0,8 [0,7-1,0]	25,4%

Abbildung 10: Trenddarstellung: MACCE plus Herzinsuffizienz innerhalb von 30 Tagen bei AMI (2017-2020)



Die Grafik stellt die beobachtete Rate der erwarteten im Jahresverlauf gegenüber. Liegt die beobachtete Rate unter der erwarteten, so werden in Ihrem Krankenhaus weniger unerwünschte Ereignisse beobachtet als zu erwarten wären. Befindet sich der beobachtete Wert im Vertrauensbereich (Konfidenzintervall) der erwarteten Rate, so ist er nicht signifikant, da der wahre erwartete Wert mit 95-prozentiger Wahrscheinlichkeit überall innerhalb der Intervallgrenzen liegen kann.

Risikoadjustierung für den Indikator

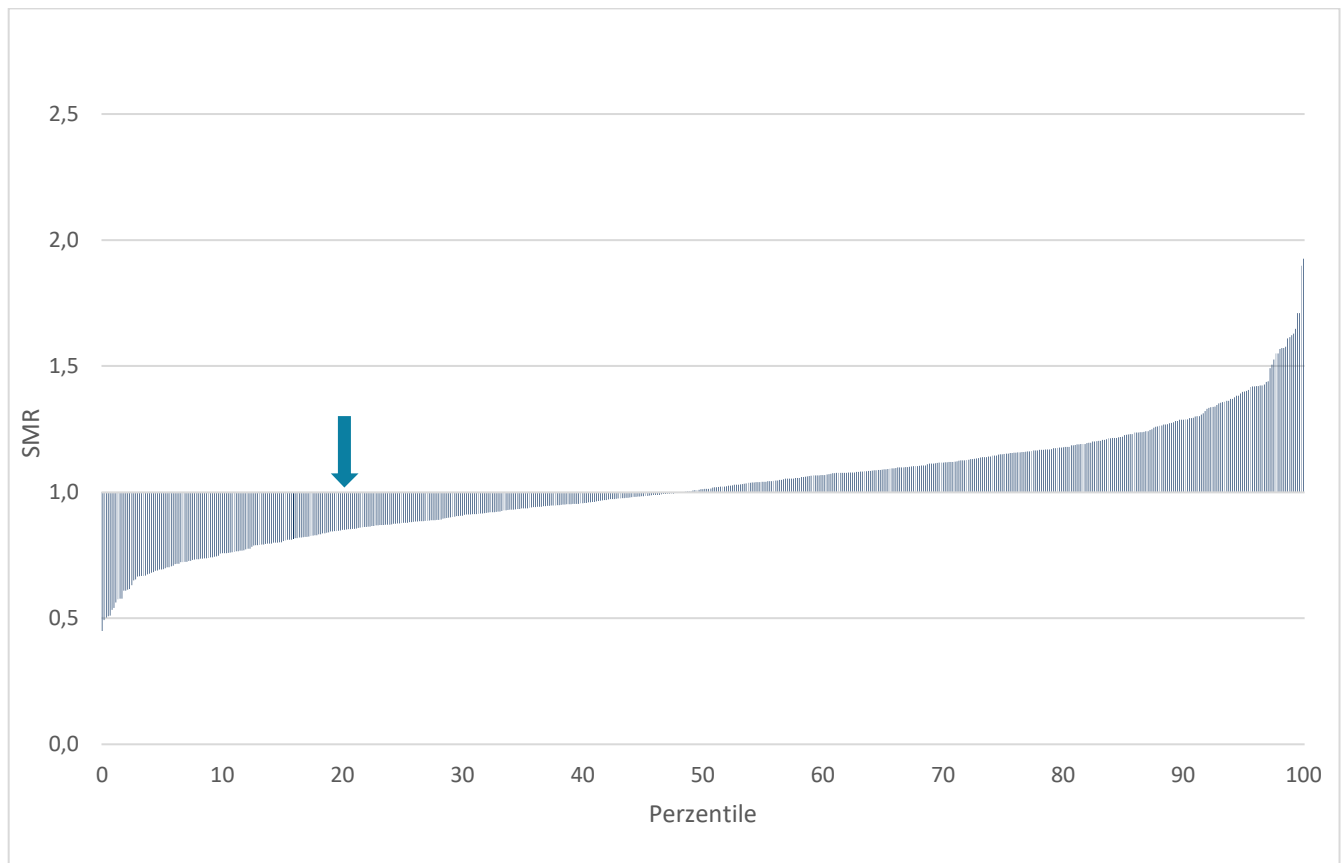
Zum fairen Krankenhausvergleich wurde der Indikator anhand folgender Risikofaktoren adjustiert:

- Geschlecht
- Alter 3. Quintil (65-73 Jahre)
- Alter 4. Quintil (74-80 Jahre)
- Alter 5. Quintil (über 81 Jahre)
- BMI 30.-34
- NSTEMI (I21.4)

- PCI
- CABG
- 1 Stent in eine Arterie
- mind. 2 Stents in eine Arterie
- mind. 2 Stents in mehrere Arterien
- Akutes Nierenversagen, Stadium 1
- Akutes Nierenversagen, Stadium 2
- Akutes Nierenversagen, Stadium 3
- Atherosklerotische Herzkrankheit: Zwei-Gefäß-Erkrankung
- Atherosklerotische Herzkrankheit: Drei-Gefäß-Erkrankung
- Atherosklerotische Herzkrankheit: Stenose des linken Hauptstammes
- Bösartige Neubildung
- Chronische Lungenerkrankung
- Chronische Nierenkrankheit, Stadium 1-2
- Demenz/Alzheimer
- Diabetes mellitus mit Insulinpflicht (2 Quartale zuvor mit mind. 1mal PZN)
- Diabetes mellitus ohne Insulinpflicht
- Dialyse im Vorbeobachtungszeitraum
- Herz-Kreislauf-Stillstand vor Aufnahme in das Krankenhaus
- Hirninfarkt
- Kammerflattern und Kammerflimmern
- NHYA > 1
- Periphere Gefäßkrankheit
- Schlaganfall
- Schock
- Antithrombotika

5.1.2.4 MACCE innerhalb von 365 Tage nach Aufnahme

Abbildung 11: MACCE innerhalb von 365 Tage bei AMI, Standardisierte Mortalitäts-/Morbiditätsverhältnis, MR (2017-2020)

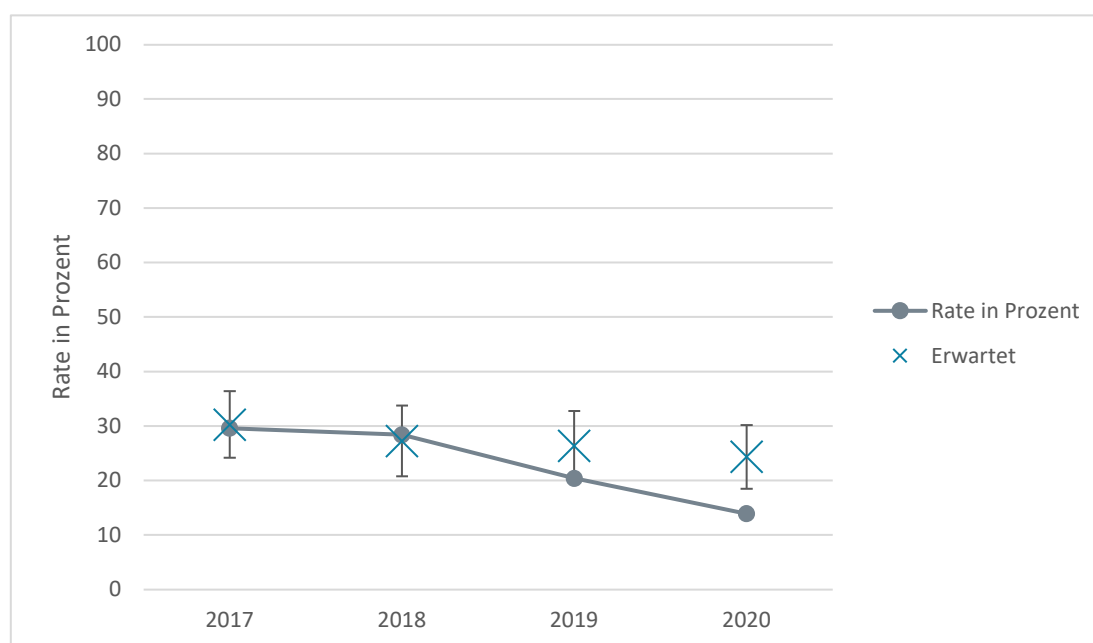


Die Markierung zeigt den Rang Ihres Krankenhauses in Bezug auf die jeweilige Kennzahl im Vergleich zu allen Krankenhäusern. Dabei gilt: je größer die Kennzahl eines Krankenhauses, desto höher sein Rangplatz. Liegt Ihr Krankenhaus auf Rang 60 (60. Perzentil), so bedeutet das, dass 40 Prozent der Krankenhäuser einen höheren Kennzahlenwert haben als Ihr Haus. Der SMR-Wert beschreibt das Verhältnis zwischen den Komplikationen bzw. unerwünschten Folgeereignissen in einem Krankenhaus, die tatsächlich beobachtet wurden, und denjenigen, die statistisch zu erwarten waren. Dabei bedeutet SMR 1,0 eine durchschnittliche Anzahl von Ereignissen. Ein Wert von 2 bedeutet, dass in einem Krankenhaus doppelt so viele Ereignisse aufgetreten sind, wie statistisch zu erwarten waren. Dagegen bedeutet ein SMR-Wert von 0,5, dass in einem Krankenhaus nur die Hälfte der erwarteten Ereignisse auftrat.

Tabelle 7: MACCE innerhalb von 365 Tage bei AMI (2017-2020)

Jahre	Beobachtet		Erwartet [KI]	SMR	
	Ihr Krankenhaus	Bund	Ihr Krankenhaus	SMR [KI]	Perzentil
2017	29,6%	26,2%	30,3% [24,2-36,4]	1,0 [0,8-1,2]	41,5%
2018	28,4%	25,8%	27,3% [20,8-33,8]	1,0 [0,8-1,3]	53,2%
2019	20,4%	24,2%	26,4% [20,0-32,8]	0,8 [0,5-1,0]	21,8%
2020	13,9%	24,4%	24,4% [18,5-30,2]	0,6 [0,3-0,8]	7,0%
2017-2020	23,2%	25,0%	27,2% [24,1-30,3]	0,9 [0,7-1,0]	20,9%

Abbildung 12: Trenddarstellung: MACCE innerhalb von 365 Tage bei AMI (2017-2020)



Die Grafik stellt die beobachtete Rate der erwarteten im Jahresverlauf gegenüber. Liegt die beobachtete Rate unter der erwarteten, so werden in Ihrem Krankenhaus weniger unerwünschte Ereignisse beobachtet als zu erwarten wären. Befindet sich der beobachtete Wert im Vertrauensbereich (Konfidenzintervall) der erwarteten Rate, so ist er nicht signifikant, da der wahre erwartete Wert mit 95-prozentiger Wahrscheinlichkeit überall innerhalb der Intervallgrenzen liegen kann.

Risikoadjustierung für den Indikator

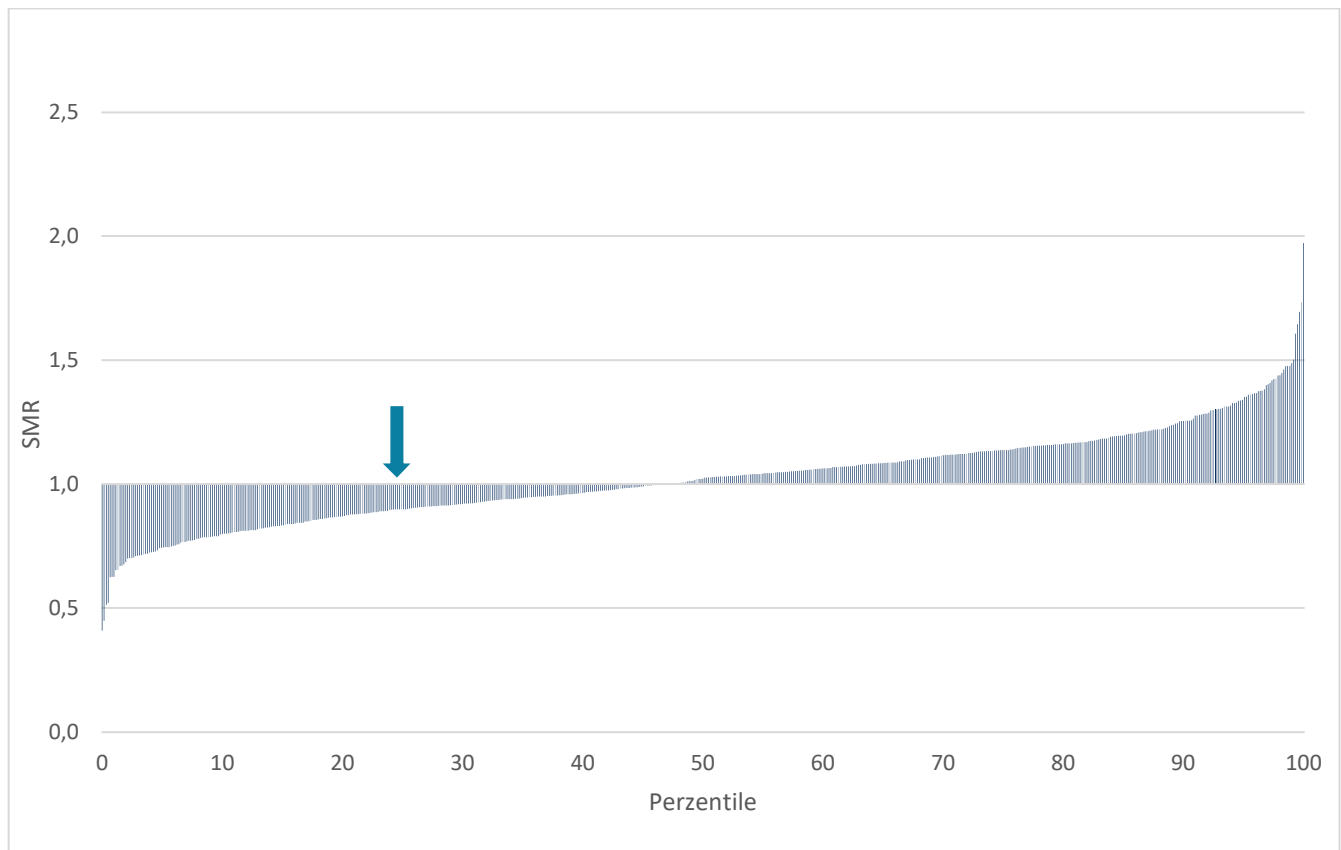
Zum fairen Krankenhausvergleich wurde der Indikator anhand folgender Risikofaktoren adjustiert:

- Geschlecht
- Alter 3. Quintil (65-73 Jahre)
- Alter 4. Quintil (74-80 Jahre)
- Alter 5. Quintil (über 81 Jahre)
- BMI 30-34
- BMI 35-39

- NSTEMI (I21.4)
- PCI
- CABG
- 1 Stent in eine Arterie
- mind. 2 Stents in eine Arterie
- mind. 2 Stents in mehrere Arterien
- Akutes Nierenversagen, Stadium 1
- Akutes Nierenversagen, Stadium 2
- Akutes Nierenversagen, Stadium 3
- Alkoholabusus
- Atherosklerotische Herzkrankheit: Zwei-Gefäß-Erkrankung
- Atherosklerotische Herzkrankheit: Stenose des linken Hauptstammes
- Chronische Lungenerkrankung
- Chronische Nierenkrankheit, Stadium 3-5
- Demenz/Alzheimer
- Diabetes mellitus mit Insulinpflicht (2 Quartale zuvor mit mind. 1mal PZN)
- Diabetes mellitus ohne Insulinpflicht
- Dialyse im Vorbeobachtungszeitraum
- Herz-Kreislauf-Stillstand vor Aufnahme in das Krankenhaus
- Hirninfarkt
- Kammerflattern und Kammerflimmern
- NHYA > 1
- Periphere Gefäßkrankheit
- Schlaganfall
- Schock
- Z.n. Bypass-OP
- Antithrombotika

5.1.2.5 MACCE plus Herzinsuffizienz innerhalb von 365 Tage nach Aufnahme

Abbildung 13: MACCE plus Herzinsuffizienz innerhalb von 365 Tage bei AMI, Standardisierte Mortalitäts-/Morbiditätsverhältnis, MR (2017-2020)

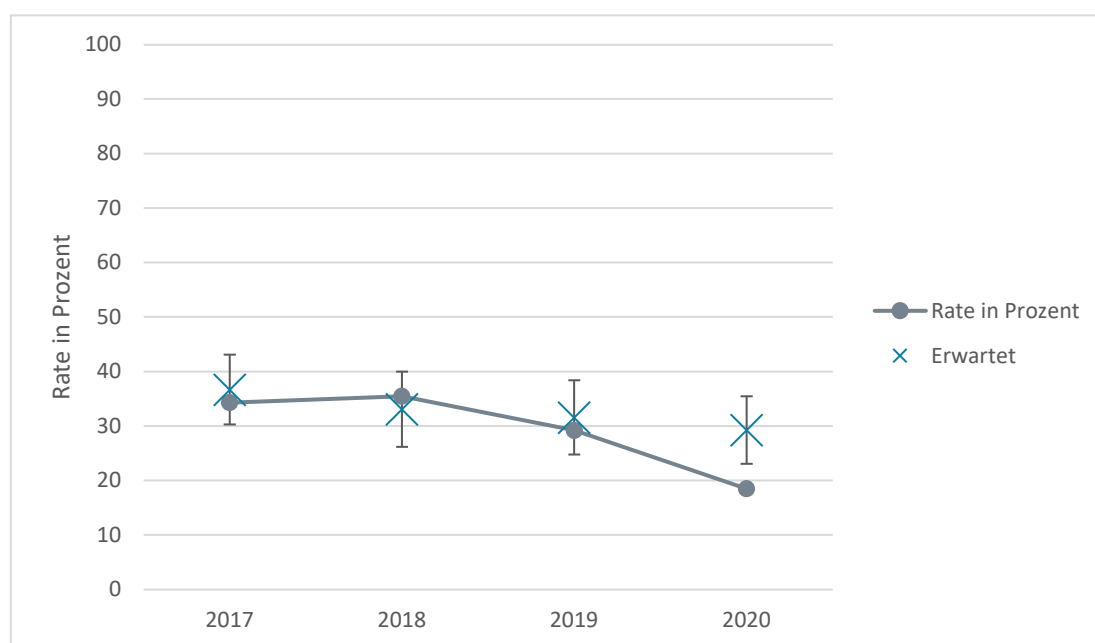


Die Markierung zeigt den Rang Ihres Krankenhauses in Bezug auf die jeweilige Kennzahl im Vergleich zu allen Krankenhäusern. Dabei gilt: je größer die Kennzahl eines Krankenhauses, desto höher sein Rangplatz. Liegt Ihr Krankenhaus auf Rang 60 (60. Perzentil), so bedeutet das, dass 40 Prozent der Krankenhäuser einen höheren Kennzahlenwert haben als Ihr Haus. Der SMR-Wert beschreibt das Verhältnis zwischen den Komplikationen bzw. unerwünschten Folgeereignissen in einem Krankenhaus, die tatsächlich beobachtet wurden, und denjenigen, die statistisch zu erwarten waren. Dabei bedeutet SMR 1,0 eine durchschnittliche Anzahl von Ereignissen. Ein Wert von 2 bedeutet, dass in einem Krankenhaus doppelt so viele Ereignisse aufgetreten sind, wie statistisch zu erwarten waren. Dagegen bedeutet ein SMR-Wert von 0,5, dass in einem Krankenhaus nur die Hälfte der erwarteten Ereignisse auftrat.

Tabelle 8: MACCE plus Herzinsuffizienz innerhalb von 365 Tage bei AMI (2017-2020)

Jahre	Beobachtet		Erwartet [KI]	SMR	
	Ihr Krankenhaus	Bund	Ihr Krankenhaus	SMR [KI]	Perzentil
2017	34,3%	30,9%	36,7% [30,3-43,1]	0,9 [0,8-1,1]	34,2%
2018	35,5%	30,2%	33,1% [26,2-40,0]	1,1 [0,9-1,3]	58,7%
2019	29,2%	28,7%	31,6% [24,8-38,4]	0,9 [0,7-1,1]	39,9%
2020	18,5%	29,3%	29,3% [23,1-35,5]	0,6 [0,4-0,8]	7,0%
2017-2020	29,4%	29,5%	32,8% [29,5-36,1]	0,9 [0,8-1,0]	24,5%

Abbildung 14: Trenddarstellung: MACCE plus Herzinsuffizienz innerhalb von 365 Tage bei AMI (2017-2020)



Die Grafik stellt die beobachtete Rate der erwarteten im Jahresverlauf gegenüber. Liegt die beobachtete Rate unter der erwarteten, so werden in Ihrem Krankenhaus weniger unerwünschte Ereignisse beobachtet als zu erwarten wären. Befindet sich der beobachtete Wert im Vertrauensbereich (Konfidenzintervall) der erwarteten Rate, so ist er nicht signifikant, da der wahre erwartete Wert mit 95-prozentiger Wahrscheinlichkeit überall innerhalb der Intervallgrenzen liegen kann.

Risikoadjustierung für den Indikator

Zum fairen Krankenhausvergleich wurde der Indikator anhand folgender Risikofaktoren adjustiert:

- Geschlecht
- Alter 3. Quintil (65-73 Jahre)
- Alter 4. Quintil (74-80 Jahre)
- Alter 5. Quintil (über 81 Jahre)
- BMI 30.-34
- BMI plus 40

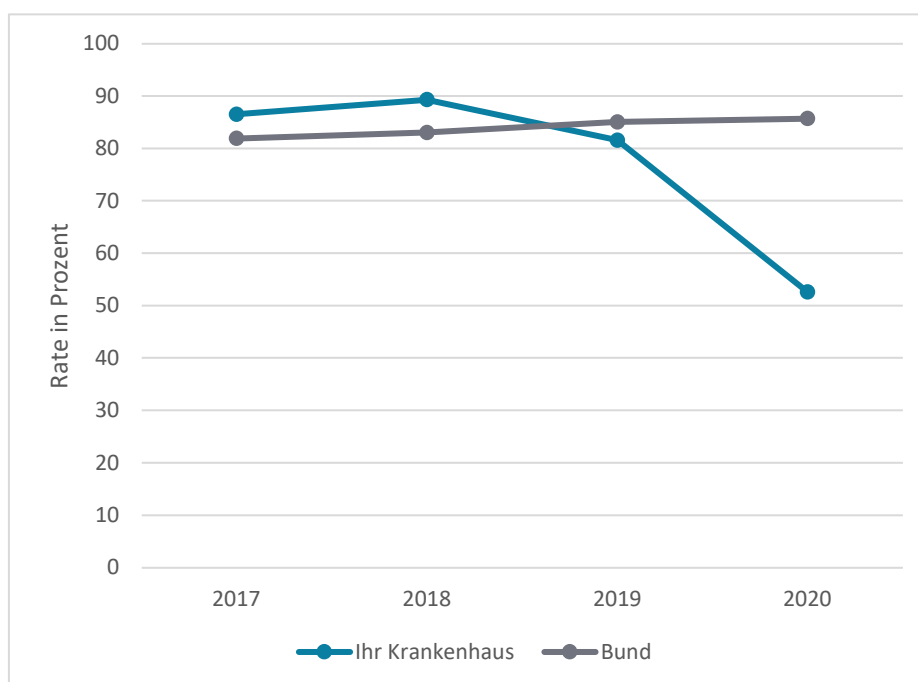
- NSTEMI (I21.4)
- PCI
- CABG
- 1 Stent in eine Arterie
- mind. 2 Stents in eine Arterie
- mind. 2 Stents in mehrere Arterien
- Akutes Nierenversagen, Stadium 1
- Akutes Nierenversagen, Stadium 2
- Akutes Nierenversagen, Stadium 3
- Alkoholabusus
- Atherosklerotische Herzkrankheit: Zwei-Gefäß-Erkrankung
- Atherosklerotische Herzkrankheit: Drei-Gefäß-Erkrankung
- Atherosklerotische Herzkrankheit: Stenose des linken Hauptstammes
- Chronische Lebererkrankung
- Chronische Lungenerkrankung
- Chronische Nierenkrankheit, Stadium 1-2
- Chronische Nierenkrankheit, Stadium 3-5
- Demenz/Alzheimer
- Diabetes mellitus mit Insulinpflicht (2 Quartale zuvor mit mind. 1mal PZN)
- Diabetes mellitus ohne Insulinpflicht
- Dialyse im Vorbeobachtungszeitraum
- Herz-Kreislauf-Stillstand vor Aufnahme in das Krankenhaus
- Hirninfarkt
- Kammerflattern und Kammerflimmern
- NHYA > 1
- Periphere Gefäßkrankheit
- Schlaganfall
- Schock
- Z.n. Bypass-OP
- Antithrombotika

5.1.3 Weitere Kennzahlen

Tabelle 9: Anteil nicht koronarangiographierter Fälle bei AMI (2017-2020)

Beobachtet		
Jahre	Ihr Krankenhaus	Bund
2017	88,9%	81,9%
2018	91,6%	83,1%
2019	87,8%	85,1%
2020	91,5%	85,7%
2017-2020	89,9%	83,9%

Abbildung 15: Trenddarstellung: Anteil nicht koronarangiographierter Fälle bei AMI (2017-2020)



5.1.4 Basisdeskription

Tabelle 10: Basisdeskription der AOK-Fälle mit AMI in Ihrem Krankenhaus und bundesweit (2017-2020)

	Ihr Krankenhaus (N=601)		Bund (N=165130)
	N	%	%
Gesamtzahl N	601	100%	100%
Medianes Alter bei Aufnahme [IQR]	70 [79-61,25]	---	69 [58-79]
Männer (Referenz)	406	67,9%	67,2%
Frauen	192	32,1%	32,8%
Altersquintile			
1.-2. Quintil (20-65 Jahre) (Referenz)	231	38,6%	41,9%
3. Quintil (65-73 Jahre)	127	21,2%	19,8%
4. Quintil (74-80 Jahre)	136	22,7%	20,8%
5. Quintil (über 81 Jahre)	104	17,4%	17,5%
Art des Myokardinfarkts (hierarchisiert innerhalb der Verlegungskette)			
STEMI (I21.0-I21.2)	241	40,3%	38,1%

	Ihr Krankenhaus (N=601)		Bund (N=165130)
NSTEMI (I21.4)	353	59,0%	61,1%
Other (I21.3, I21.9)	4	0,7%	0,8%
<i>Intervention (nur im Indexfall)</i>			
Koronarangiographie	598	100,0%	100,0%
PCI	490	81,9%	81,6%
CABG	0	0,0%	1,2%
1 Stent in eine Arterie	231	38,6%	40,9%
mind. 2 Stents in eine Arterie	186	31,1%	30,4%
mind. 2 Stents in mehrere Arterien	103	17,2%	11,6%
<i>Komorbiditäten im Vorbeobachtungszeitraum (ambulant & stationär)</i>			
Akutes Nierenversagen, Stadium 1	44	7,4%	3,5%
Akutes Nierenversagen, Stadium 2	10	1,7%	1,6%
Akutes Nierenversagen, Stadium 3	21	3,5%	2,2%
Alkoholabusus	18	3,0%	1,1%
Atherosklerotische Herzkrankheit: Zwei-Gefäß-Erkrankung	195	32,6%	31,3%
Atherosklerotische Herzkrankheit: Drei-Gefäß-Erkrankung	259	43,3%	41,4%
Atherosklerotische Herzkrankheit: Stenose des linken Hauptstammes	33	5,5%	6,5%
BMI 30-34	119	19,9%	15,0%
BMI 35-39	40	6,7%	10,0%
BMI plus 40	20	3,3%	4,8%
Bösartige Neubildung	128	21,4%	23,8%
Chronische Lebererkrankung	96	16,1%	14,4%
Chronische Lungenerkrankung	102	17,1%	27,1%
Chronische Nierenkrankheit, Stadium 1-2	179	29,9%	24,1%
Chronische Nierenkrankheit, Stadium 3-5	144	24,1%	20,6%
Demenz/Alzheimer	37	6,2%	4,4%
Diabetes mellitus			
- mit Insulinpflicht (2 Quartale zuvor mit mind. 1mal PZN)	140	23,4%	24,7%
- ohne Insulinpflicht	105	17,6%	17,6%
Dialyse im Vorbeobachtungszeitraum	11	1,8%	1,3%

	Ihr Krankenhaus (N=601)		Bund (N=165130)
Herz-Kreislauf-Stillstand vor Aufnahme in das Krankenhaus	18	3,0%	2,0%
Hirnfarkt	27	4,5%	4,7%
Kammerflattern und Kammerflimmern	35	5,9%	4,6%
NHYA > 1	376	62,9%	38,6%
Periphere Gefäßkrankheit	49	8,2%	6,2%
Schlaganfall	48	8,0%	9,2%
Schock	58	9,7%	7,1%
Z.n. Bypass-OP	39	6,5%	7,7%
<i>Pharmakotherapie im Vorbeobachtungszeitraum</i>			
Antithrombotika	208	34,8%	31,4%

5.2 Endoprothetische und osteosynthetische Behandlung proximaler Humerusfrakturen (PHF)

Betrachtet werden die Fälle mit endoprothetischer und osteosynthetischer Behandlung proximaler Humerusfrakturen. Die exakten Aufgreifkriterien sind in Kapitel 3.3.2 beschrieben.

5.2.1 Krankenhäuser und Fälle

Tabelle 11: Krankenhäuser und AOK-Fälle mit PHF (2017-2020)

Jahre	Ihr Krankenhaus			Bund				
	eingeschlossene Fälle	Perzentil	Anzahl Krankenhäuser	eingeschlossene Fälle	25. Perzentil	50. Perzentil	75. Perzentil	Max
2017	21	82%	582	8898	9	13	19	132
2018	39	98%	582	8902	9	13	19	114
2019	30	94%	582	8789	9	13	18	103
2020	27	94%	580	8323	8	12	18	98
2017-2020	119	95%	583	34912	38	50	70	447

In dieser Tabelle sehen Sie, wie viele AOK-Fälle in Ihrem Krankenhaus eingeschlossen wurden. Der Perzentilwert gibt an wie viele Krankenhäuser in Deutschland weniger Fälle behandelt haben.

Abbildung 16: AOK-Fälle mit PHF nach Krankenhäusern (2017-2020)

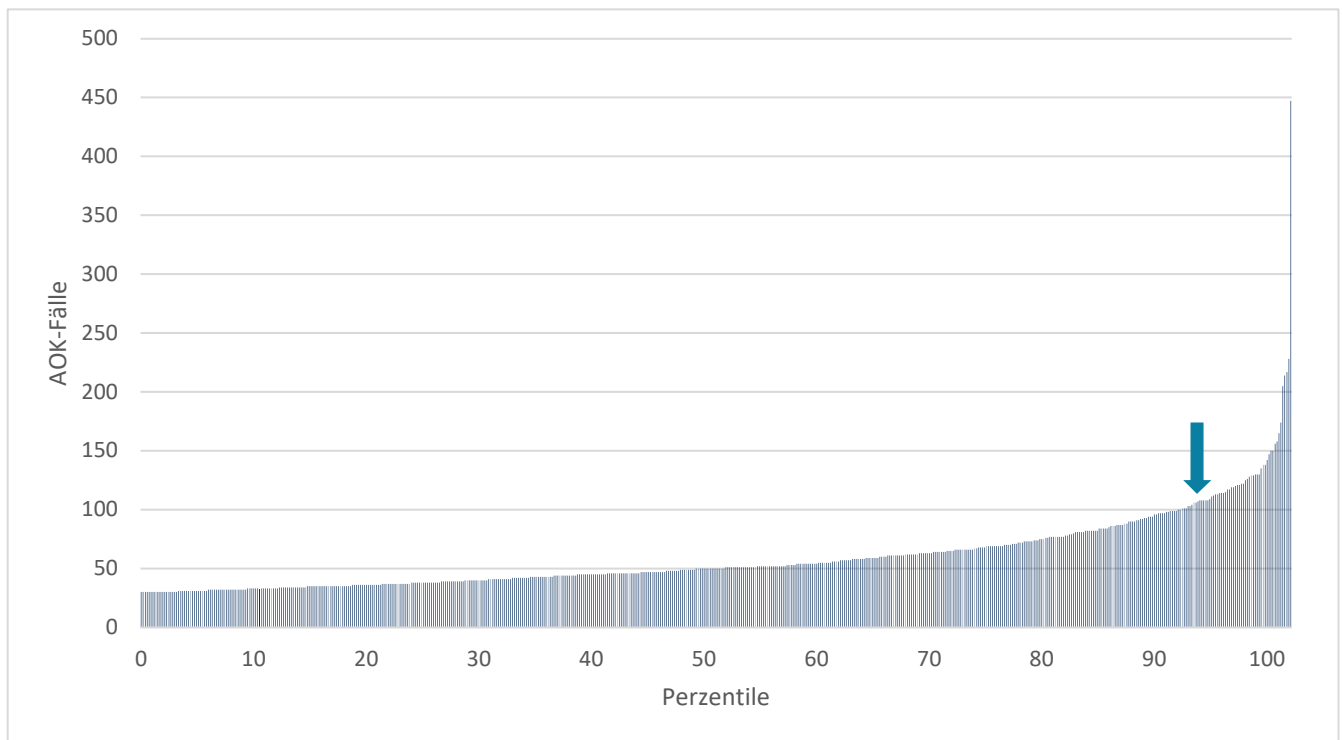
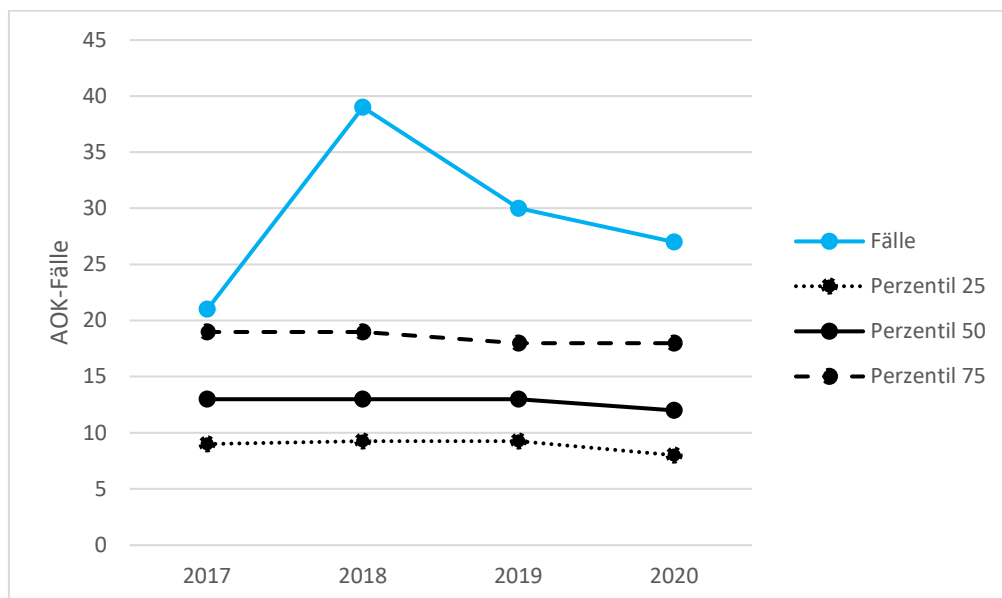


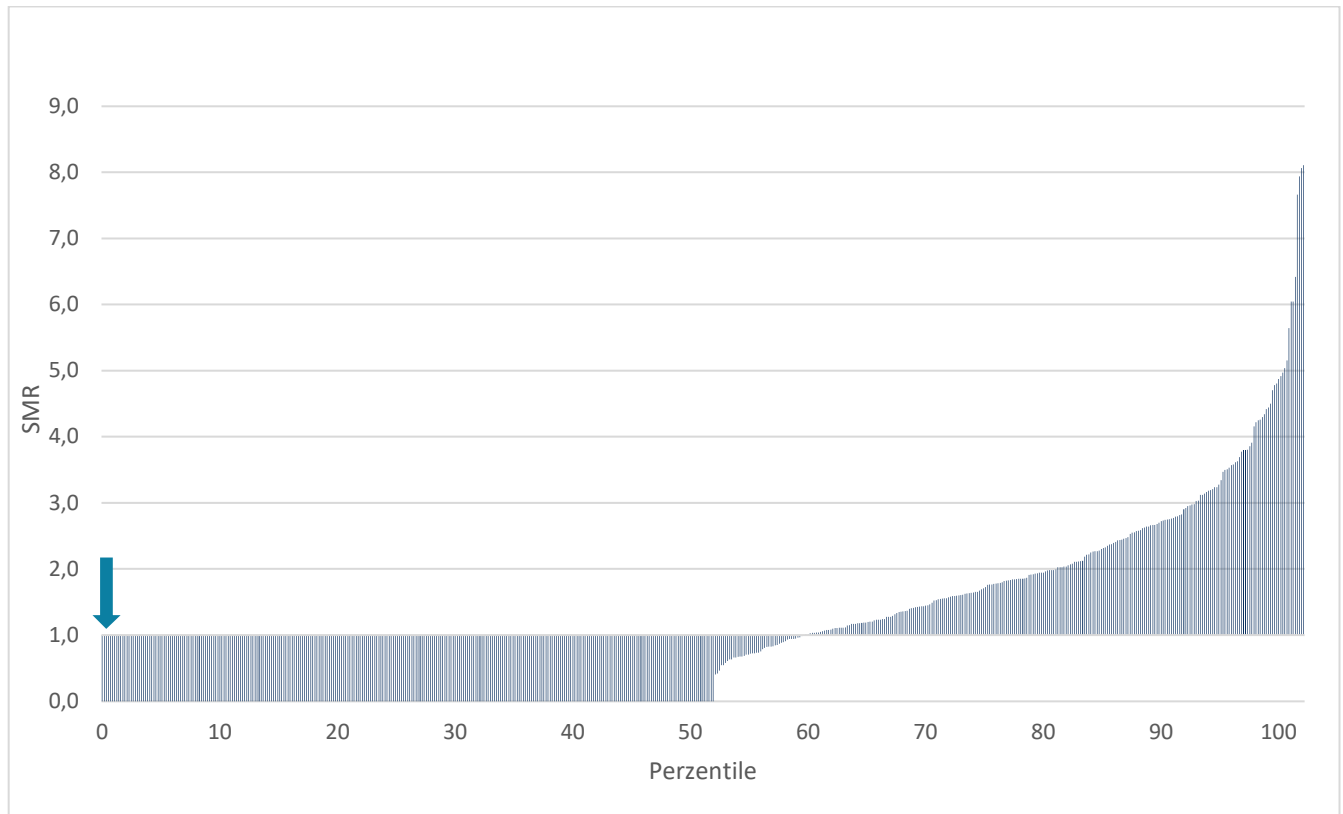
Abbildung 17: AOK-Fälle mit PHF in Ihrem Krankenhaus (2017-2020)



5.2.2 Indikatoren

5.2.2.1 Sterblichkeit im Indexaufenthalt

Abbildung 18: Sterblichkeit im Indexaufenthalt bei PHF, Standardisierte Mortalitäts-/Morbiditätsverhältnis, MR (2017-2020)

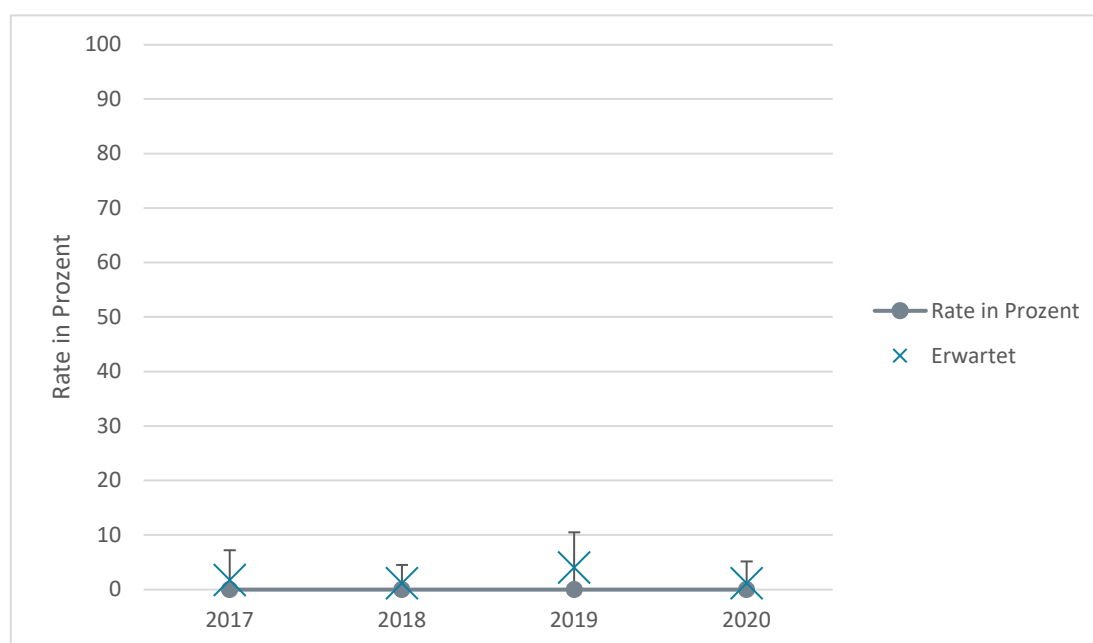


Die Markierung zeigt den Rang Ihres Krankenhauses in Bezug auf die jeweilige Kennzahl im Vergleich zu allen Krankenhäusern. Dabei gilt: je größer die Kennzahl eines Krankenhauses, desto höher sein Rangplatz. Liegt Ihr Krankenhaus auf Rang 60 (60. Perzentil), so bedeutet das, dass 40 Prozent der Krankenhäuser einen höheren Kennzahlenwert haben als Ihr Haus. Der SMR-Wert beschreibt das Verhältnis zwischen den Komplikationen bzw. unerwünschten Folgeereignissen in einem Krankenhaus, die tatsächlich beobachtet wurden, und denjenigen, die statistisch zu erwarten waren. Dabei bedeutet SMR 1,0 eine durchschnittliche Anzahl von Ereignissen. Ein Wert von 2 bedeutet, dass in einem Krankenhaus doppelt so viele Ereignisse aufgetreten sind, wie statistisch zu erwarten waren. Dagegen bedeutet ein SMR-Wert von 0,5, dass in einem Krankenhaus nur die Hälfte der erwarteten Ereignisse auftrat.

Tabelle 12: Sterblichkeit im Indexaufenthalt bei PHF (2017-2020)

Jahre	Beobachtet		Erwartet [KI]	SMR	
	Ihr Krankenhaus	Bund	Ihr Krankenhaus	SMR [KI]	Perzentil
2017	0,0%	1,5%	1,8% [0,0-7,2]	1,0 [0,0-3,1]	0,0%
2018	0,0%	1,4%	1,2% [0,0-4,5]	1,0 [0,0-2,8]	0,0%
2019	0,0%	1,0%	4,1% [0,0-10,5]	1,0 [0,0-1,6]	0,0%
2020	0,0%	1,3%	1,2% [0,0-5,2]	1,0 [0,0-1,0]	0,0%
2017-2020	0,0%	1,3%	2,0% [0,0-4,4]	1,0 [0,0-1,2]	0,0%

Abbildung 19: Trenddarstellung: Sterblichkeit im Indexaufenthalt bei PHF (2017-2020)



Die Grafik stellt die beobachtete Rate der erwarteten im Jahresverlauf gegenüber. Liegt die beobachtete Rate unter der erwarteten, so werden in Ihrem Krankenhaus weniger unerwünschte Ereignisse beobachtet als zu erwarten wären. Befindet sich der beobachtete Wert im Vertrauensbereich (Konfidenzintervall) der erwarteten Rate, so ist er nicht signifikant, da der wahre erwartete Wert mit 95-prozentiger Wahrscheinlichkeit überall innerhalb der Intervallgrenzen liegen kann.

Risikoadjustierung für den Indikator

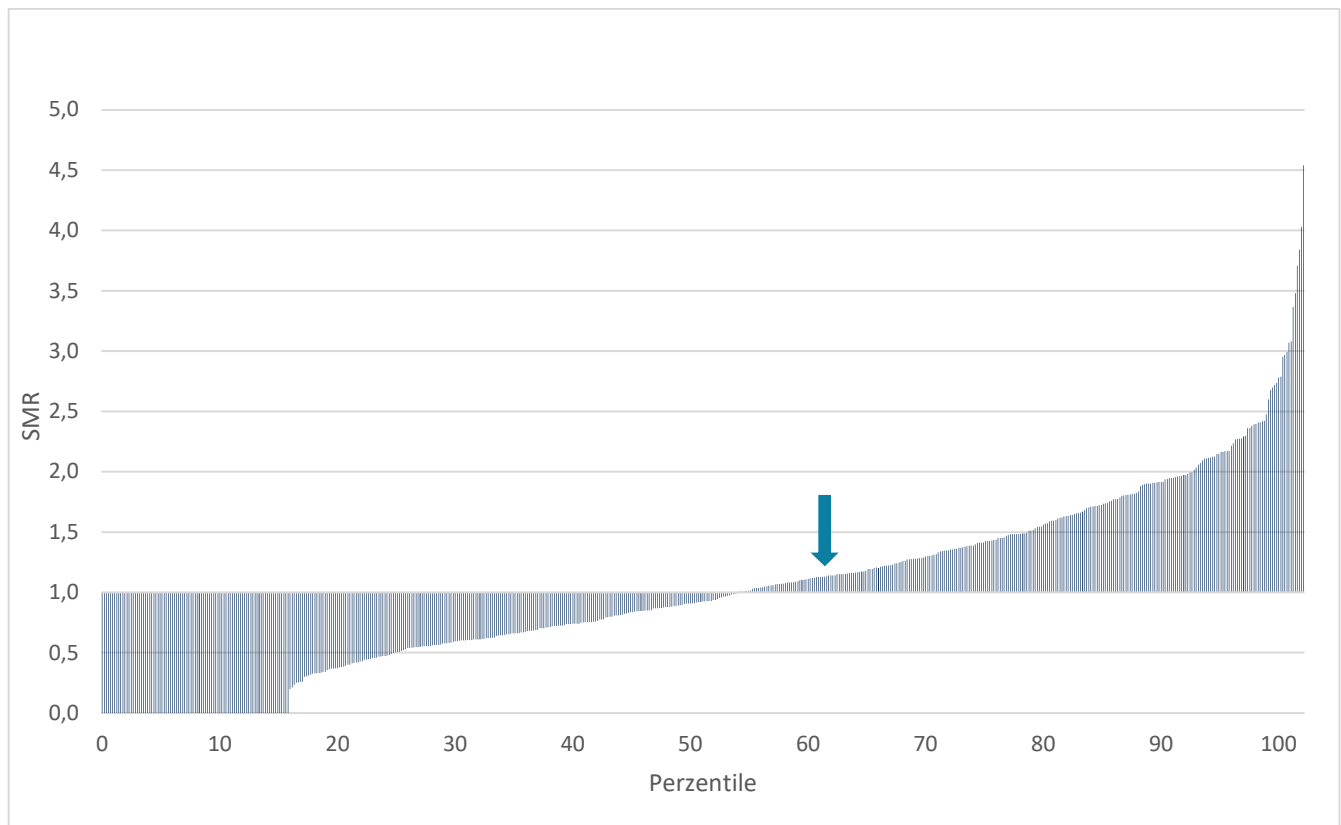
Zum fairen Krankenhausvergleich wurde der Indikator anhand folgender Risikofaktoren adjustiert:

- Geschlecht
- >84 Jahre (8.-10. Quintil)
- HFR Score 5-15
- HFR Score >15
- Adipositas
- Bisphosphonate (90 Tage vor Indexaufenthalt)

- Vitamin D/Kalzium (90 Tage vor Indexaufenthalt)
- Kongestive Herzinsuffizienz
- Vorhofflimmern und Vorhofflattern

5.2.2.2 Sterblichkeit innerhalb von 90 Tagen nach Aufnahme

Abbildung 20: Sterblichkeit innerhalb von 90 Tagen bei PHF, Standardisierte Mortalitäts-/Morbiditätsverhältnis, MR (2017-2020)

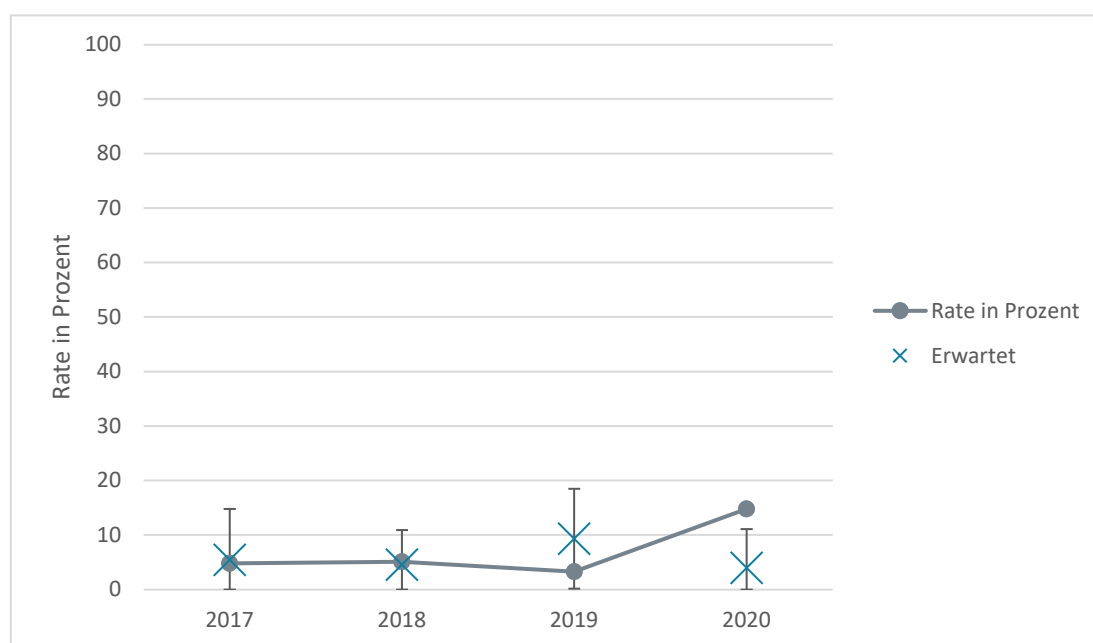


Die Markierung zeigt den Rang Ihres Krankenhauses in Bezug auf die jeweilige Kennzahl im Vergleich zu allen Krankenhäusern. Dabei gilt: je größer die Kennzahl eines Krankenhauses, desto höher sein Rangplatz. Liegt Ihr Krankenhaus auf Rang 60 (60. Perzentil), so bedeutet das, dass 40 Prozent der Krankenhäuser einen höheren Kennzahlenwert haben als Ihr Haus. Der SMR-Wert beschreibt das Verhältnis zwischen den Komplikationen bzw. unerwünschten Folgeereignissen in einem Krankenhaus, die tatsächlich beobachtet wurden, und denjenigen, die statistisch zu erwarten waren. Dabei bedeutet SMR 1,0 eine durchschnittliche Anzahl von Ereignissen. Ein Wert von 2 bedeutet, dass in einem Krankenhaus doppelt so viele Ereignisse aufgetreten sind, wie statistisch zu erwarten waren. Dagegen bedeutet ein SMR-Wert von 0,5, dass in einem Krankenhaus nur die Hälfte der erwarteten Ereignisse auftrat.

Tabelle 13: Sterblichkeit innerhalb von 90 Tagen bei PHF (2017-2020)

Jahre	Beobachtet		Erwartet [KI]	SMR	
	Ihr Krankenhaus	Bund	Ihr Krankenhaus	SMR [KI]	Perzentil
2017	≤4,8%	4,0%	5,5% [0,0-14,8]	0,9 [0,0-2,5]	60,3%
2018	5,1%	4,1%	4,6% [0,0-10,9]	1,1 [0,0-2,5]	63,9%
2019	≤3,3%	3,4%	9,4% [0,2-18,5]	0,4 [0,0-1,3]	63,9%
2020	14,8%	4,3%	4,0% [0,0-11,1]	3,7 [1,9-1,9]	93,1%
2017-2020	≤6,8%	4,0%	5,9% [1,9-9,8]	1,2 [0,5-1,8]	62,8%

Abbildung 21: Trenddarstellung: Sterblichkeit innerhalb von 90 Tagen bei PHF (2017-2020)



Die Grafik stellt die beobachtete Rate der erwarteten im Jahresverlauf gegenüber. Liegt die beobachtete Rate unter der erwarteten, so werden in Ihrem Krankenhaus weniger unerwünschte Ereignisse beobachtet als zu erwarten wären. Befindet sich der beobachtete Wert im Vertrauensbereich (Konfidenzintervall) der erwarteten Rate, so ist er nicht signifikant, da der wahre erwartete Wert mit 95-prozentiger Wahrscheinlichkeit überall innerhalb der Intervallgrenzen liegen kann.

Risikoadjustierung für den Indikator

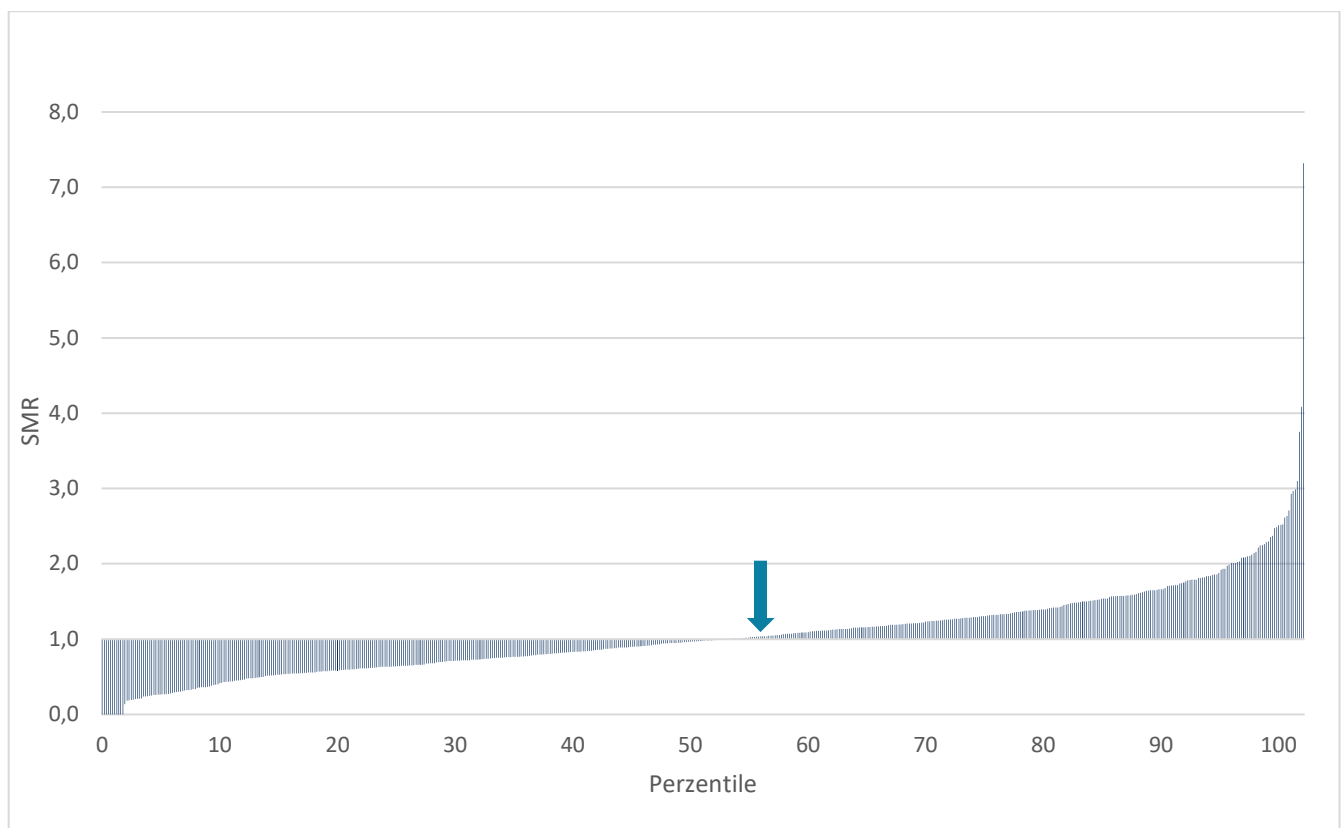
Zum fairen Krankenhausvergleich wurde der Indikator anhand folgender Risikofaktoren adjustiert:

- Geschlecht
- 75-79 Jahre (4.-6. Quintil)
- 80-84 Jahre (6.-8. Quintil)
- >84 Jahre (8.-10. Quintil)
- Geschlossene Reposition mit Nagel oder anderen
- HFR Score 5-15

- HFR Score >15
- Adipositas
- Nikotinabusus
- Ruptur der Rotatorenmanschette
- Antikoagulanzen (90 Tage vor Indexaufenthalt)
- Opiode (90 Tage vor Indexaufenthalt)
- Kongestive Herzinsuffizienz
- Vorhofflimmern und Vorhofflattern

5.2.2.3 Frühe chirurgische Komplikationen und Revisionsoperationen innerhalb von 90 Tage nach Aufnahme

Abbildung 22: Frühe chirurgische Komplikationen und Revisionsoperationen innerhalb von 90 Tage bei PHF, Standardisierte Mortalitäts-/Morbiditätsverhältnis, MR (2017-2020)

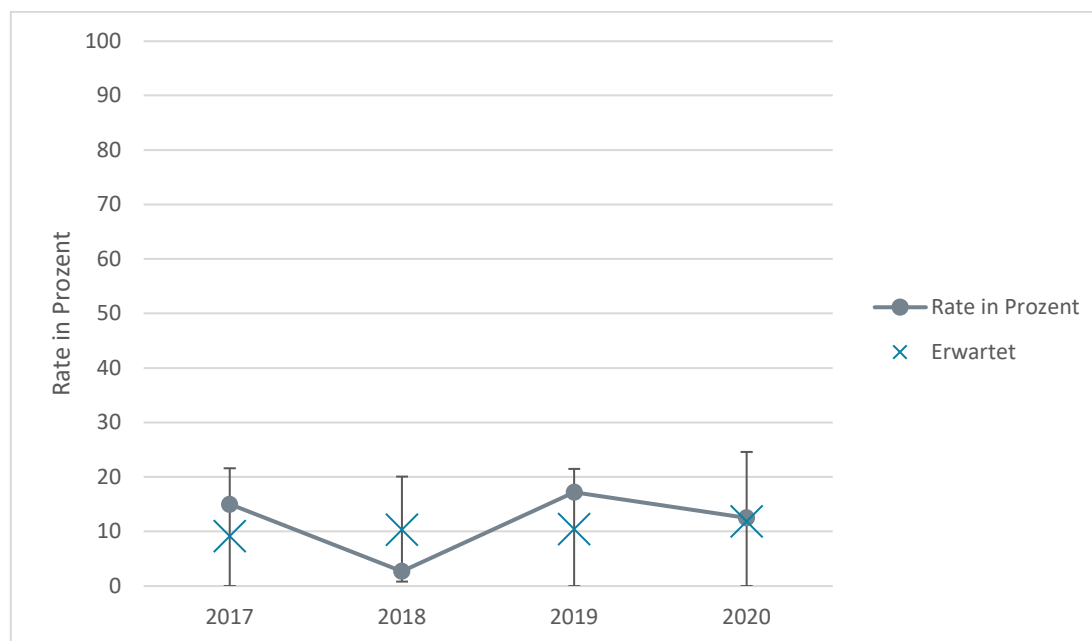


Die Markierung zeigt den Rang Ihres Krankenhauses in Bezug auf die jeweilige Kennzahl im Vergleich zu allen Krankenhäusern. Dabei gilt: je größer die Kennzahl eines Krankenhauses, desto höher sein Rangplatz. Liegt Ihr Krankenhaus auf Rang 60 (60. Perzentil), so bedeutet das, dass 40 Prozent der Krankenhäuser einen höheren Kennzahlenwert haben als Ihr Haus. Der SMR-Wert beschreibt das Verhältnis zwischen den Komplikationen bzw. unerwünschten Folgeereignissen in einem Krankenhaus, die tatsächlich beobachtet wurden, und denjenigen, die statistisch zu erwarten waren. Dabei bedeutet SMR 1,0 eine durchschnittliche Anzahl von Ereignissen. Ein Wert von 2 bedeutet, dass in einem Krankenhaus doppelt so viele Ereignisse aufgetreten sind, wie statistisch zu erwarten waren. Dagegen bedeutet ein SMR-Wert von 0,5, dass in einem Krankenhaus nur die Hälfte der erwarteten Ereignisse auftrat.

Tabelle 14: Frühe chirurgische Komplikationen und Revisionsoperationen innerhalb von 90 Tage bei PHF (2017-2020)

Jahre	Beobachtet		Erwartet [KI]	SMR	
	Ihr Krankenhaus	Bund	Ihr Krankenhaus	SMR [KI]	Perzentil
2017	15,0%	10,7%	9,2% [0,0-21,6]	1,6 [0,3-3,0]	73,7%
2018	≤2,6%	10,7%	10,4% [0,8-20,1]	0,3 [0,0-1,2]	27,5%
2019	17,2%	10,5%	10,5% [0,0-21,5]	1,6 [0,6-2,7]	76,5%
2020	12,5%	10,5%	11,9% [0,0-24,6]	1,0 [0,0-1,0]	56,6%
2017-2020	≤10,9%	10,6%	10,6% [4,9-16,2]	1,0 [0,5-1,6]	54,7%

Abbildung 23: Trenddarstellung: Frühe chirurgische Komplikationen und Revisionsoperationen innerhalb von 90 Tage bei PHF (2017-2020)



Die Grafik stellt die beobachtete Rate der erwarteten im Jahresverlauf gegenüber. Liegt die beobachtete Rate unter der erwarteten, so werden in Ihrem Krankenhaus weniger unerwünschte Ereignisse beobachtet als zu erwarten wären. Befindet sich der beobachtete Wert im Vertrauensbereich (Konfidenzintervall) der erwarteten Rate, so ist er nicht signifikant, da der wahre erwartete Wert mit 95-prozentiger Wahrscheinlichkeit überall innerhalb der Intervallgrenzen liegen kann.

Risikoadjustierung für den Indikator

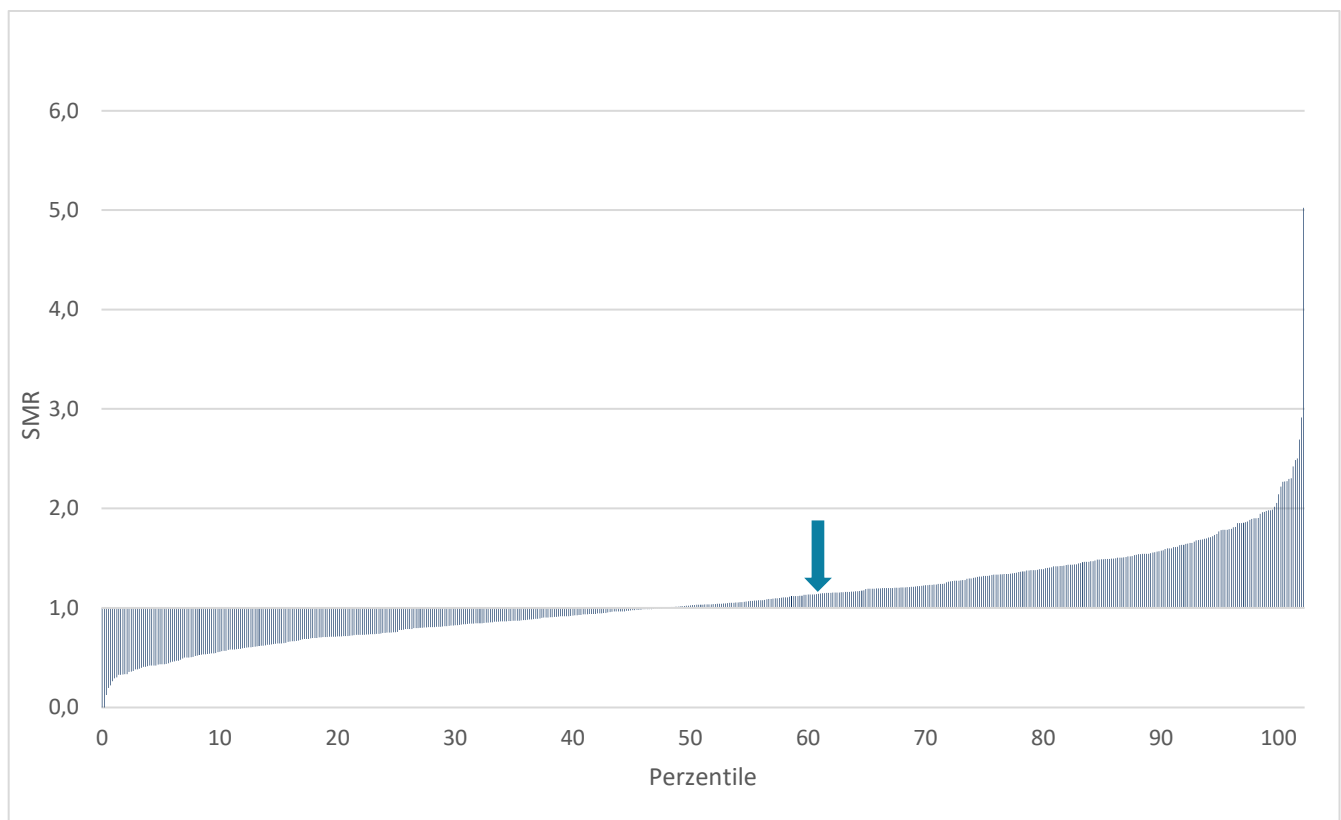
Zum fairen Krankenhausvergleich wurde der Indikator anhand folgender Risikofaktoren adjustiert:

- Geschlecht
- 75-79 Jahre (4.-6. Quintil)
- 80-84 Jahre (6.-8. Quintil)
- >84 Jahre (8.-10. Quintil)
- Inverse Endoprothese

- Humeruskopfprothese, konventionell (nicht invers)
- Winkelstabile Plattenosteosynthese
- Offene Reposition und intramedulläre Nagelosteosynthese bei multifragmentären Frakturen
- Offene Reposition und andere Behandlung von Mehrfragmentfrakturen
- Offene Reposition und Plattenosteosynthese bei monofragmentären Frakturen
- Offene Reposition und intramedulläre Nagelosteosynthese bei monofragmentären Frakturen, Schraube und K-Draht
- Geschlossene Reposition mit Nagel oder anderen
- HFR Score 5-15
- HFR Score >15
- Adipositas
- Nikotinabusus
- Analgetika (14 Tage vor Indexaufenthalt)
- Opioide (90 Tage vor Indexaufenthalt)
- Kongestive Herzinsuffizienz
- Vorhofflimmern und Vorhofflattern

5.2.2.4 Alle chirurgischen Komplikationen und Revisionsoperationen innerhalb von 365 Tage nach Aufnahme

Abbildung 24: Alle chirurgischen Komplikationen und Revisionsoperationen innerhalb von 365 Tage bei PHF, Standardisierte Mortalitäts-/Morbiditätsverhältnis, MR (2017-2020)



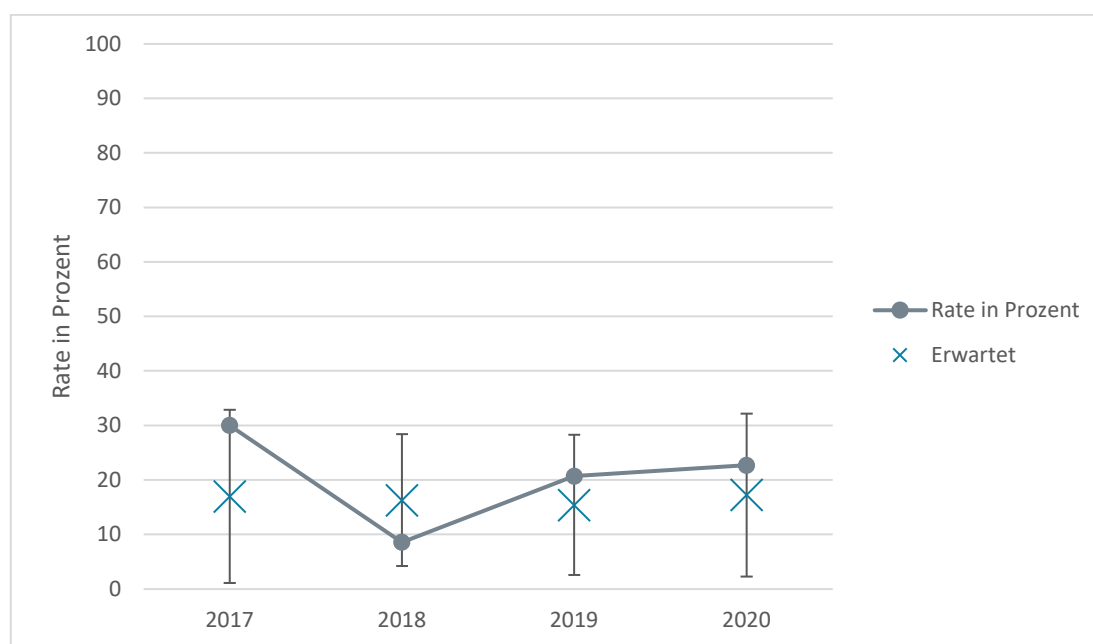
Die Markierung zeigt den Rang Ihres Krankenhauses in Bezug auf die jeweilige Kennzahl im Vergleich zu allen Krankenhäusern. Dabei gilt: je größer die Kennzahl eines Krankenhauses, desto höher sein Rangplatz. Liegt Ihr Krankenhaus auf Rang 60 (60. Perzentil), so bedeutet das, dass 40 Prozent der Krankenhäuser einen höheren Kennzahlenwert haben als Ihr Haus. Der

SMR-Wert beschreibt das Verhältnis zwischen den Komplikationen bzw. unerwünschten Folgeereignissen in einem Krankenhaus, die tatsächlich beobachtet wurden, und denjenigen, die statistisch zu erwarten waren. Dabei bedeutet SMR 1,0 eine durchschnittliche Anzahl von Ereignissen. Ein Wert von 2 bedeutet, dass in einem Krankenhaus doppelt so viele Ereignisse aufgetreten sind, wie statistisch zu erwarten waren. Dagegen bedeutet ein SMR-Wert von 0,5, dass in einem Krankenhaus nur die Hälfte der erwarteten Ereignisse auftrat.

Tabelle 15: Alle chirurgischen Komplikationen und Revisionsoperationen innerhalb von 365 Tage bei PHF (2017-2020)

Jahre	Beobachtet		Erwartet [KI]	SMR	
	Ihr Krankenhaus	Bund	Ihr Krankenhaus	SMR [KI]	Perzentil
2017	30,0%	18,6%	17,0% [1,1-32,9]	1,8 [0,8-2,7]	81,3%
2018	8,6%	18,7%	16,3% [4,2-28,4]	0,5 [0,0-1,3]	23,0%
2019	20,7%	17,3%	15,4% [2,6-28,3]	1,3 [0,5-2,2]	66,5%
2020	22,7%	17,0%	17,3% [2,3-32,2]	1,3 [0,5-0,5]	68,1%
2017-2020	18,9%	17,9%	16,4% [9,5-23,2]	1,2 [0,7-1,6]	60,5%

Abbildung 25: Trenddarstellung: Alle chirurgischen Komplikationen und Revisionsoperationen innerhalb von 365 Tage bei PHF (2017-2020)



Die Grafik stellt die beobachtete Rate der erwarteten im Jahresverlauf gegenüber. Liegt die beobachtete Rate unter der erwarteten, so werden in Ihrem Krankenhaus weniger unerwünschte Ereignisse beobachtet als zu erwarten wären. Befindet sich der beobachtete Wert im Vertrauensbereich (Konfidenzintervall) der erwarteten Rate, so ist er nicht signifikant, da der wahre erwartete Wert mit 95-prozentiger Wahrscheinlichkeit überall innerhalb der Intervallgrenzen liegen kann.

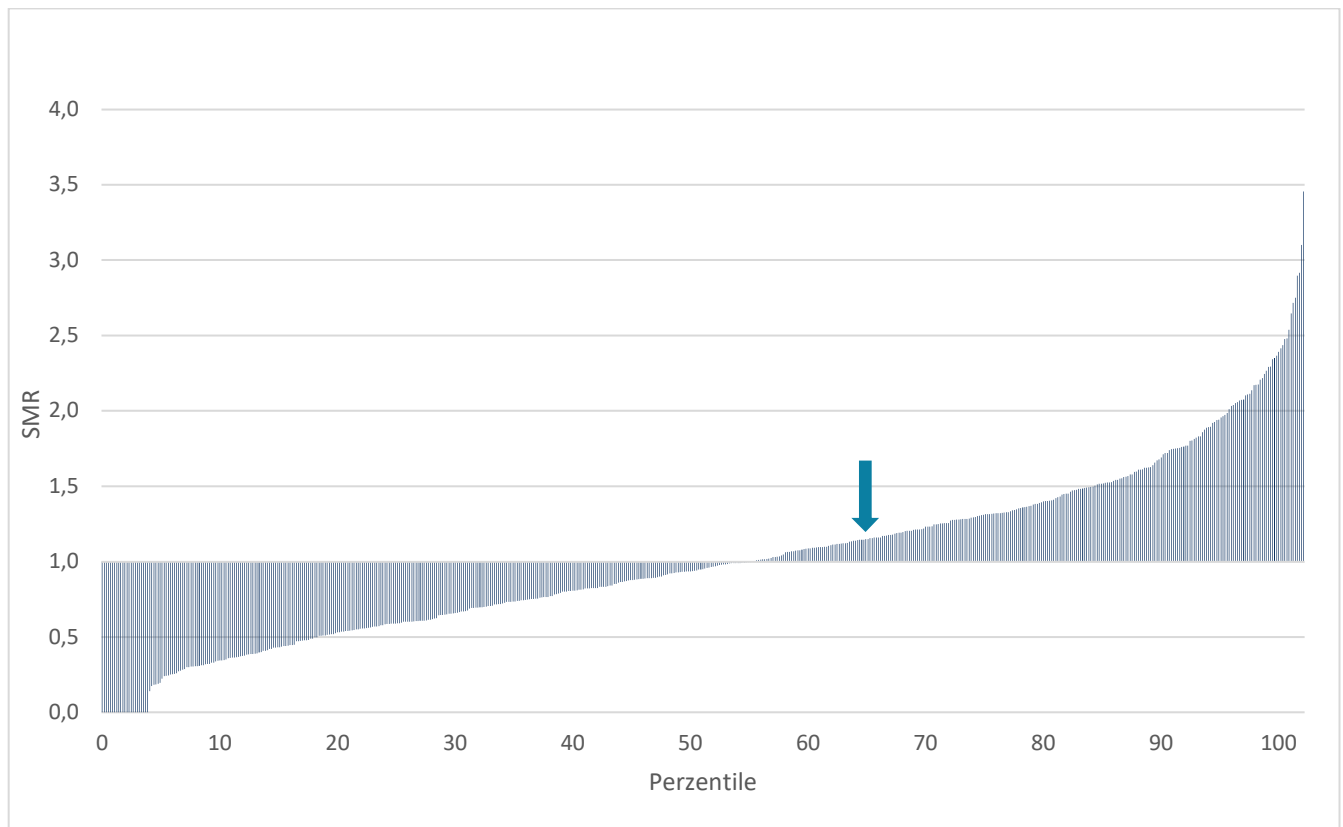
Risikoadjustierung für den Indikator

Zum fairen Krankenhausvergleich wurde der Indikator anhand folgender Risikofaktoren adjustiert:

- Geschlecht
- 80-84 Jahre (6.-8. Quintil)
- Inverse Endoprothese
- Humeruskopfprothese, konventionell (nicht invers)
- Winkelstabile Plattenosteosynthese
- Offene Reposition und intramedulläre Nagelosteosynthese bei multifragmentären Frakturen
- Offene Reposition und andere Behandlung von Mehrfragmentfrakturen
- Offene Reposition und Plattenosteosynthese bei monofragmentären Frakturen
- Offene Reposition und intramedulläre Nagelosteosynthese bei monofragmentären Frakturen, Schraube und K-Draht
- Geschlossene Reposition mit Nagel oder anderen
- HFR Score 5-15
- HFR Score >15
- Adipositas
- Nikotinabusus
- Analgetika (14 Tage vor Indexaufenthalt)
- Opiode (90 Tage vor Indexaufenthalt)
- Vitamin D/Kalzium (90 Tage vor Indexaufenthalt)
- Atherosklerose
- Kongestive Herzinsuffizienz
- Vorhofflimmern und Vorhofflattern

5.2.2.5 Allgemeine Komplikationen während des Indexaufenthalts

Abbildung 26: Allgemeine Komplikationen während des Indexaufenthalts bei PHF, Standardisierte Mortalitäts-/Morbiditätsverhältnis, MR (2017-2020)

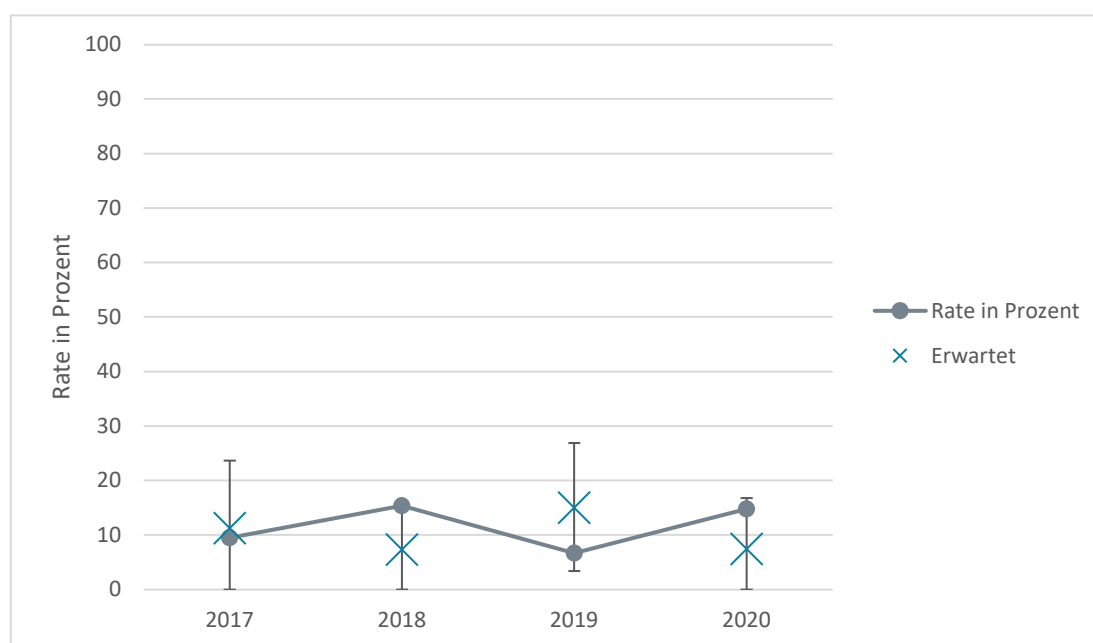


Die Markierung zeigt den Rang Ihres Krankenhauses in Bezug auf die jeweilige Kennzahl im Vergleich zu allen Krankenhäusern. Dabei gilt: je größer die Kennzahl eines Krankenhauses, desto höher sein Rangplatz. Liegt Ihr Krankenhaus auf Rang 60 (60. Perzentil), so bedeutet das, dass 40 Prozent der Krankenhäuser einen höheren Kennzahlenwert haben als Ihr Haus. Der SMR-Wert beschreibt das Verhältnis zwischen den Komplikationen bzw. unerwünschten Folgeereignissen in einem Krankenhaus, die tatsächlich beobachtet wurden, und denjenigen, die statistisch zu erwarten waren. Dabei bedeutet SMR 1,0 eine durchschnittliche Anzahl von Ereignissen. Ein Wert von 2 bedeutet, dass in einem Krankenhaus doppelt so viele Ereignisse aufgetreten sind, wie statistisch zu erwarten waren. Dagegen bedeutet ein SMR-Wert von 0,5, dass in einem Krankenhaus nur die Hälfte der erwarteten Ereignisse auftrat.

Tabelle 16: Allgemeine Komplikationen während des Indexaufenthalts bei PHF (2017-2020)

Jahre	Beobachtet		Erwartet [KI]	SMR	
	Ihr Krankenhaus	Bund	Ihr Krankenhaus	SMR [KI]	Perzentil
2017	9,5%	7,8%	11,3% [0,0-23,7]	0,8 [0,0-1,9]	48,5%
2018	15,4%	7,9%	7,4% [0,0-15,2]	2,1 [1,0-3,2]	83,7%
2019	6,7%	6,9%	15,1% [3,4-26,9]	0,4 [0,0-1,2]	42,6%
2020	14,8%	7,1%	7,5% [0,0-16,8]	2,0 [0,7-0,7]	84,7%
2017-2020	12,0%	7,4%	10,1% [5,1-15,1]	1,2 [0,7-1,7]	65,9%

Abbildung 27: Trenddarstellung: Allgemeine Komplikationen während des Indexaufenthalts bei PHF (2017-2020)



Die Grafik stellt die beobachtete Rate der erwarteten im Jahresverlauf gegenüber. Liegt die beobachtete Rate unter der erwarteten, so werden in Ihrem Krankenhaus weniger unerwünschte Ereignisse beobachtet als zu erwarten wären. Befindet sich der beobachtete Wert im Vertrauensbereich (Konfidenzintervall) der erwarteten Rate, so ist er nicht signifikant, da der wahre erwartete Wert mit 95-prozentiger Wahrscheinlichkeit überall innerhalb der Intervallgrenzen liegen kann.

Risikoadjustierung für den Indikator

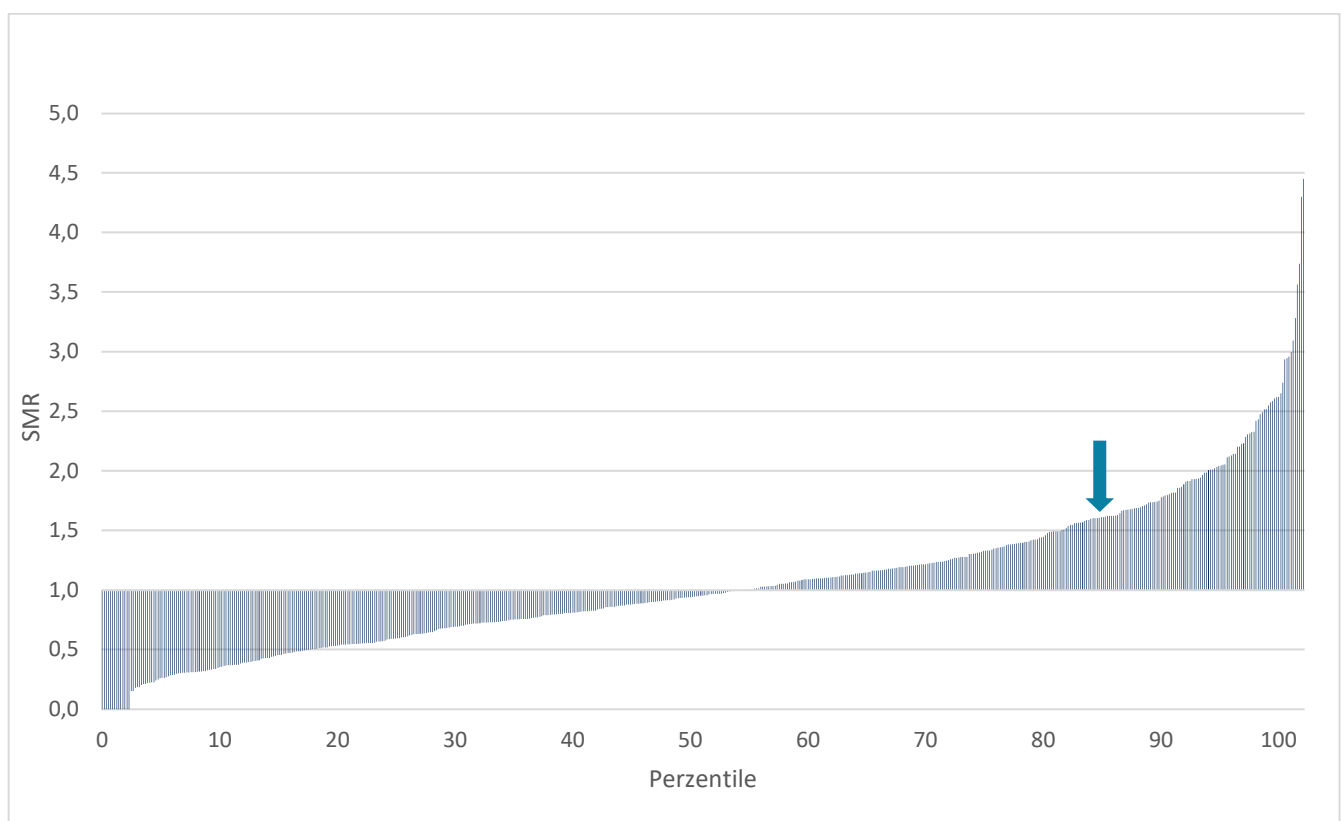
Zum fairen Krankenhausvergleich wurde der Indikator anhand folgender Risikofaktoren adjustiert:

- Geschlecht
- 80-84 Jahre (6.-8. Quintil)
- >84 Jahre (8.-10. Quintil)
- Inverse Endoprothese
- Geschlossene Reposition mit Nagel oder anderen
- HFR Score 5-15

- HFR Score >15
- Analgetika (14 Tage vor Indexaufenthalt)
- Antikoagulanzen (90 Tage vor Indexaufenthalt)
- Bisphosphonate (90 Tage vor Indexaufenthalt)
- Atherosklerose
- Kongestive Herzinsuffizienz
- Vorhofflimmern und Vorhofflattern

5.2.2.6 Allgemeine Komplikationen innerhalb von 90 Tagen nach Aufnahme

Abbildung 28: Allgemeine Komplikationen innerhalb von 90 Tagen bei PHF, Standardisierte Mortalitäts-/Morbiditätsverhältnis, MR (2017-2020)

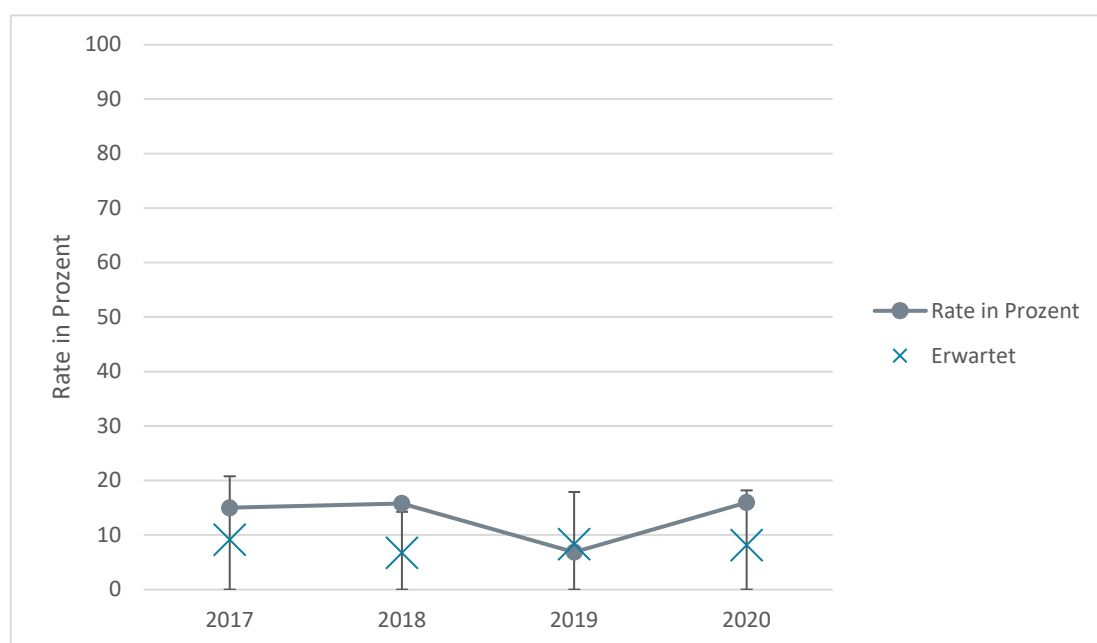


Die Markierung zeigt den Rang Ihres Krankenhauses in Bezug auf die jeweilige Kennzahl im Vergleich zu allen Krankenhäusern. Dabei gilt: je größer die Kennzahl eines Krankenhauses, desto höher sein Rangplatz. Liegt Ihr Krankenhaus auf Rang 60 (60. Perzentil), so bedeutet das, dass 40 Prozent der Krankenhäuser einen höheren Kennzahlenwert haben als Ihr Haus. Der SMR-Wert beschreibt das Verhältnis zwischen den Komplikationen bzw. unerwünschten Folgeereignissen in einem Krankenhaus, die tatsächlich beobachtet wurden, und denjenigen, die statistisch zu erwarten waren. Dabei bedeutet SMR 1,0 eine durchschnittliche Anzahl von Ereignissen. Ein Wert von 2 bedeutet, dass in einem Krankenhaus doppelt so viele Ereignisse aufgetreten sind, wie statistisch zu erwarten waren. Dagegen bedeutet ein SMR-Wert von 0,5, dass in einem Krankenhaus nur die Hälfte der erwarteten Ereignisse auftrat.

Tabelle 17: Allgemeine Komplikationen innerhalb von 90 Tagen bei PHF (2017-2020)

Jahre	Beobachtet		Erwartet [KI]	SMR	
	Ihr Krankenhaus	Bund	Ihr Krankenhaus	SMR [KI]	Perzentil
2017	15,0%	9,2%	9,2% [0,0-20,8]	1,6 [0,4-2,9]	73,9%
2018	15,8%	9,4%	6,8% [0,0-14,3]	2,3 [1,2-3,5]	84,2%
2019	6,9%	8,2%	8,4% [0,0-17,9]	0,8 [0,0-2,0]	49,7%
2020	16,0%	8,3%	8,2% [0,0-18,2]	2,0 [0,7-0,7]	83,1%
2017-2020	13,4%	8,8%	7,9% [3,3-12,6]	1,7 [1,1-2,3]	85,9%

Abbildung 29: Trenddarstellung: Allgemeine Komplikationen innerhalb von 90 Tagen bei PHF (2017-2020)



Die Grafik stellt die beobachtete Rate der erwarteten im Jahresverlauf gegenüber. Liegt die beobachtete Rate unter der erwarteten, so werden in Ihrem Krankenhaus weniger unerwünschte Ereignisse beobachtet als zu erwarten wären. Befindet sich der beobachtete Wert im Vertrauensbereich (Konfidenzintervall) der erwarteten Rate, so ist er nicht signifikant, da der wahre erwartete Wert mit 95-prozentiger Wahrscheinlichkeit überall innerhalb der Intervallgrenzen liegen kann.

Risikoadjustierung für den Indikator

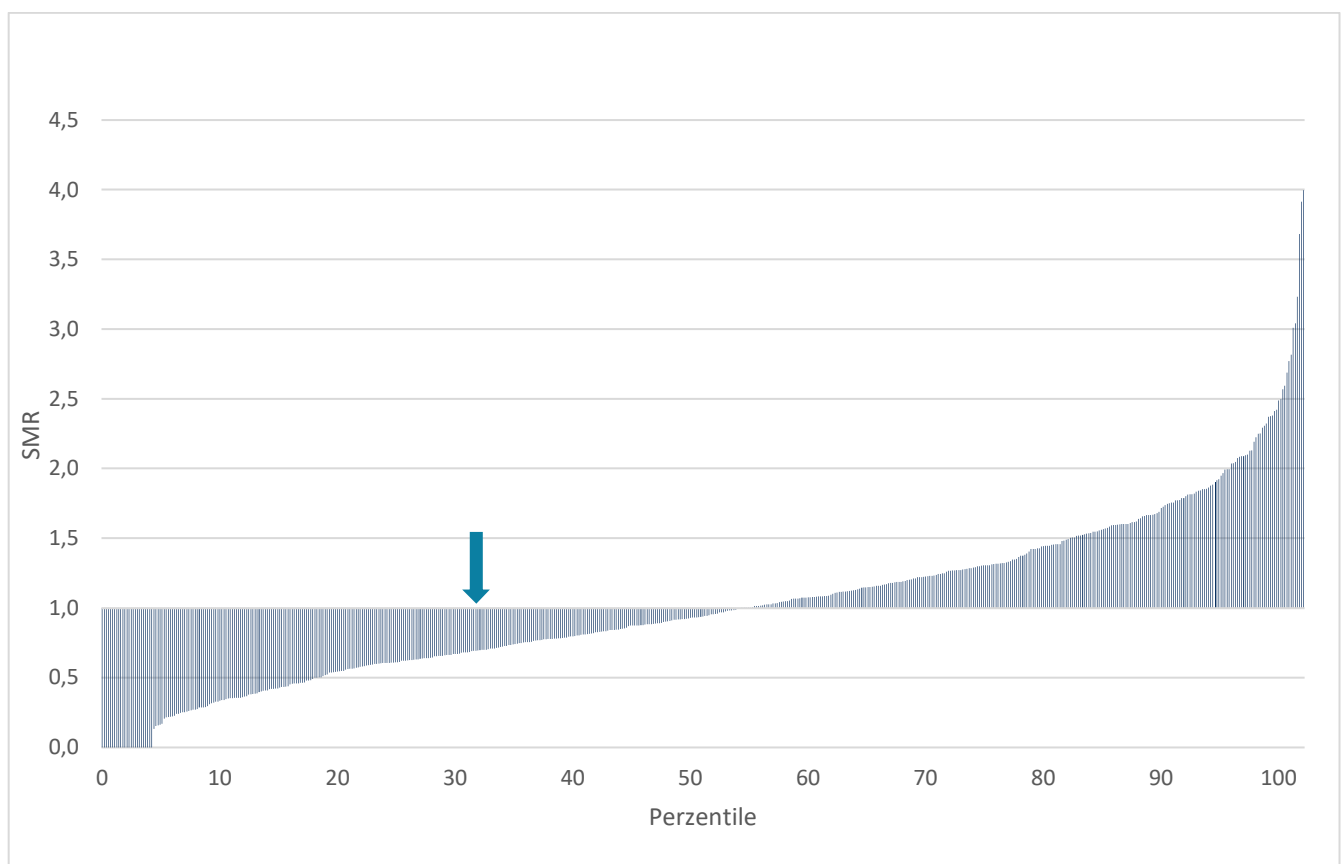
Zum fairen Krankenhausvergleich wurde der Indikator anhand folgender Risikofaktoren adjustiert:

- Geschlecht
- 80-84 Jahre (6.-8. Quintil)
- >84 Jahre (8.-10. Quintil)
- Inverse Endoprothese
- Geschlossene Reposition mit Nagel oder anderen
- HFR Score 5-15

- HFR Score >15
- Antikoagulanzen (90 Tage vor Indexaufenthalt)
- Bisphosphonate (90 Tage vor Indexaufenthalt)
- Atherosklerose
- Kongestive Herzinsuffizienz
- Vorhofflimmern und Vorhofflattern

5.2.2.7 Weitere Komplikationen während des Indexaufenthalts

Abbildung 30: Weitere Komplikationen während des Indexaufenthalts bei PHF, Standardisierte Mortalitäts-/Morbiditätsverhältnis, MR (2017-2020)

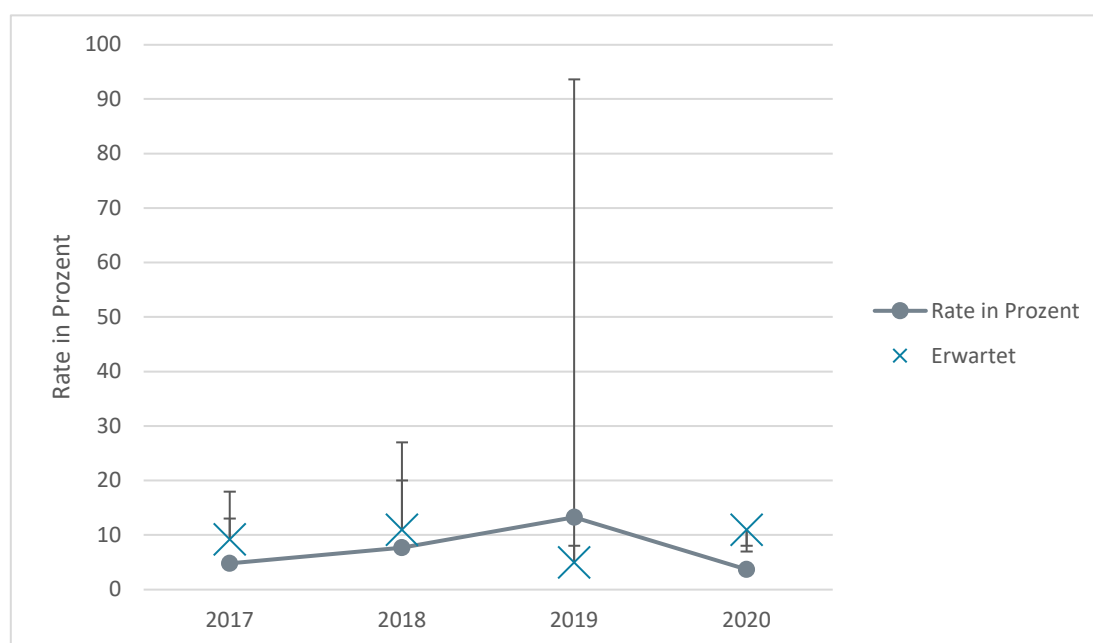


Die Markierung zeigt den Rang Ihres Krankenhauses in Bezug auf die jeweilige Kennzahl im Vergleich zu allen Krankenhäusern. Dabei gilt: je größer die Kennzahl eines Krankenhauses, desto höher sein Rangplatz. Liegt Ihr Krankenhaus auf Rang 60 (60. Perzentil), so bedeutet das, dass 40 Prozent der Krankenhäuser einen höheren Kennzahlenwert haben als Ihr Haus. Der SMR-Wert beschreibt das Verhältnis zwischen den Komplikationen bzw. unerwünschten Folgeereignissen in einem Krankenhaus, die tatsächlich beobachtet wurden, und denjenigen, die statistisch zu erwarten waren. Dabei bedeutet SMR 1,0 eine durchschnittliche Anzahl von Ereignissen. Ein Wert von 2 bedeutet, dass in einem Krankenhaus doppelt so viele Ereignisse aufgetreten sind, wie statistisch zu erwarten waren. Dagegen bedeutet ein SMR-Wert von 0,5, dass in einem Krankenhaus nur die Hälfte der erwarteten Ereignisse auftrat.

Tabelle 18: Weitere Komplikationen während des Indexaufenthalts bei PHF (2017-2020)

Jahre	Beobachtet		Erwartet [KI]	SMR	
	Ihr Krankenhaus	Bund	Ihr Krankenhaus	SMR [KI]	Perzentil
2017	≤4,8%	8,9%	11,2% [0,0-24,0]	0,4 [0,0-1,6]	35,7%
2018	7,7%	8,8%	8,7% [0,1-17,2]	0,9 [0,0-1,9]	51,0%
2019	13,3%	8,0%	15,0% [3,3-26,8]	0,9 [0,1-1,7]	52,4%
2020	≤3,7%	8,0%	8,6% [0,0-18,7]	0,4 [0,0-1,0]	41,0%
2017-2020	≤7,7%	8,4%	10,7% [5,5-16,0]	0,7 [0,2-1,2]	32,9%

Abbildung 31: Trenddarstellung: Weitere Komplikationen während des Indexaufenthalts bei PHF (2017-2020)



Die Grafik stellt die beobachtete Rate der erwarteten im Jahresverlauf gegenüber. Liegt die beobachtete Rate unter der erwarteten, so werden in Ihrem Krankenhaus weniger unerwünschte Ereignisse beobachtet als zu erwarten wären. Befindet sich der beobachtete Wert im Vertrauensbereich (Konfidenzintervall) der erwarteten Rate, so ist er nicht signifikant, da der wahre erwartete Wert mit 95-prozentiger Wahrscheinlichkeit überall innerhalb der Intervallgrenzen liegen kann.

Risikoadjustierung für den Indikator

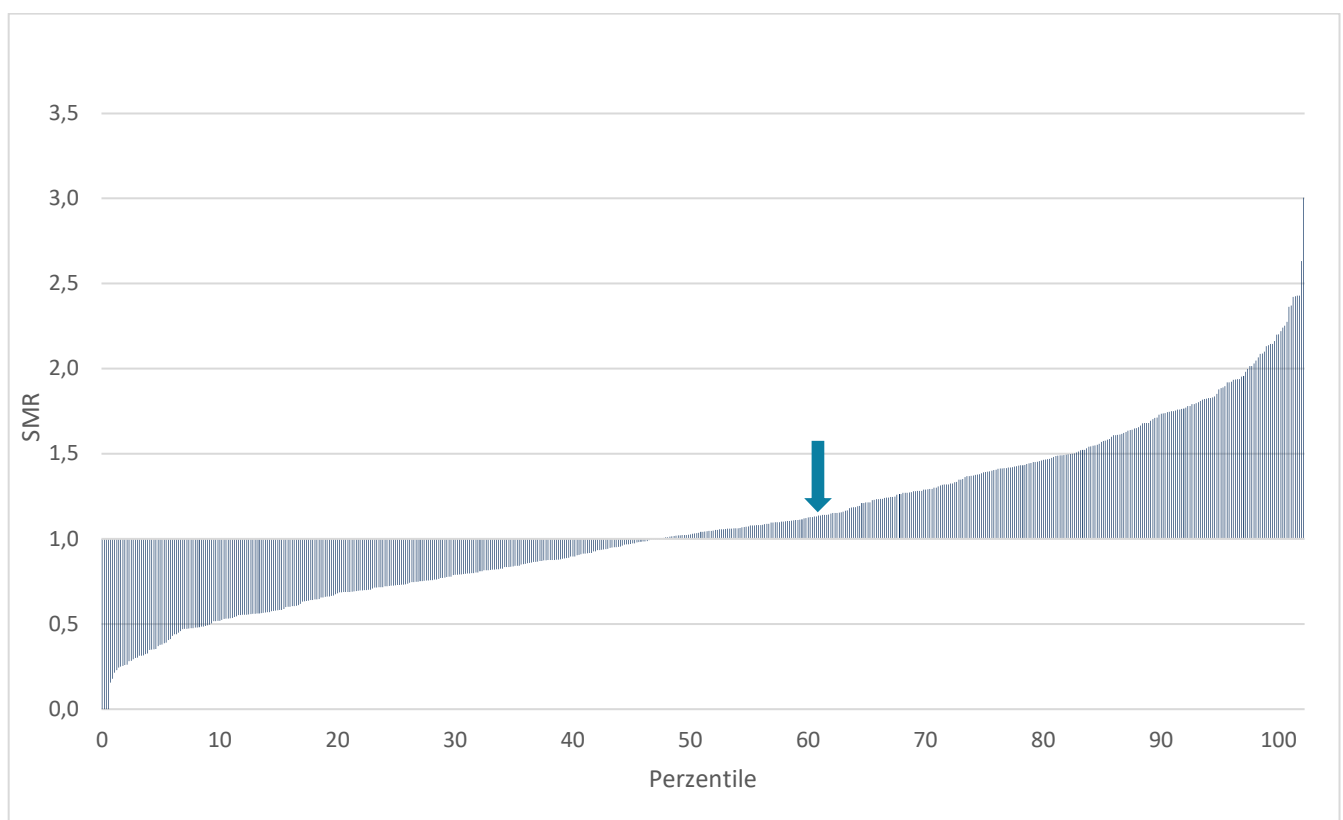
Zum fairen Krankenhausvergleich wurde der Indikator anhand folgender Risikofaktoren adjustiert:

- Geschlecht
- 75-79 Jahre (4.-6. Quintil)
- 80-84 Jahre (6.-8. Quintil)
- >84 Jahre (8.-10. Quintil)
- Inverse Endoprothese
- Humeruskopfprothese, konventionell (nicht invers)

- HFR Score 5-15
- HFR Score >15
- Adipositas
- Antikoagulanzen (90 Tage vor Indexaufenthalt)
- Opioide (90 Tage vor Indexaufenthalt)
- Atherosklerose
- Kongestive Herzinsuffizienz
- Vorhofflimmern und Vorhofflattern

5.2.2.8 Jede sekundäre Operation (ipsilateral) innerhalb von 365 Tagen nach Aufnahme

Abbildung 32: Jede sekundäre Operation (ipsilateral) innerhalb von 365 Tagen bei PHF, Standardisierte Mortalitäts-/Morbiditätsverhältnis, MR (2017-2020)

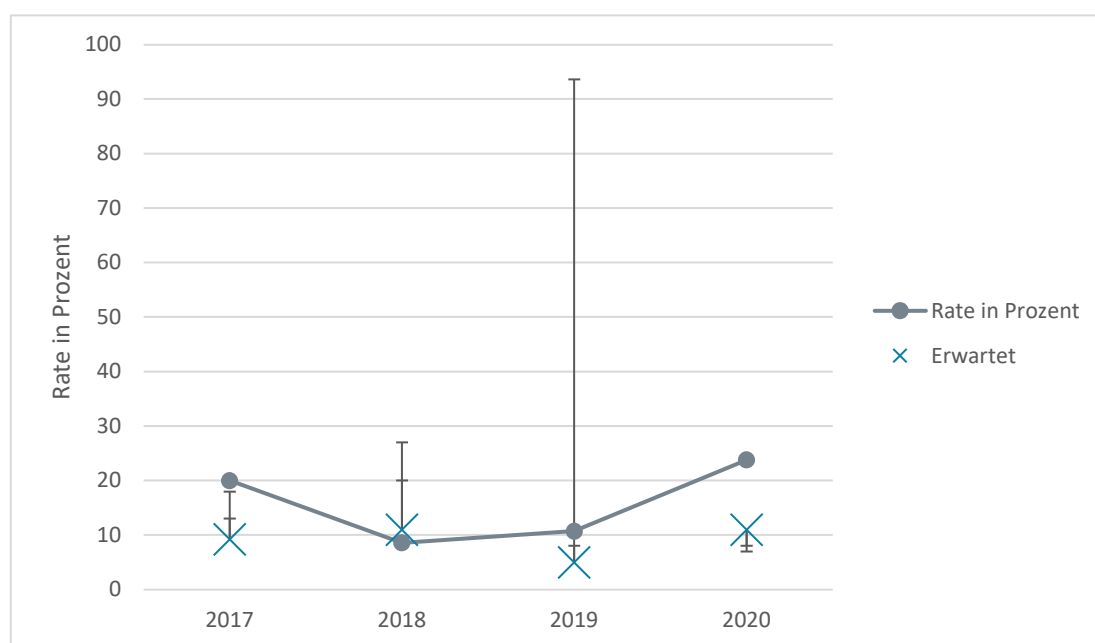


Die Markierung zeigt den Rang Ihres Krankenhauses in Bezug auf die jeweilige Kennzahl im Vergleich zu allen Krankenhäusern. Dabei gilt: je größer die Kennzahl eines Krankenhauses, desto höher sein Rangplatz. Liegt Ihr Krankenhaus auf Rang 60 (60. Perzentil), so bedeutet das, dass 40 Prozent der Krankenhäuser einen höheren Kennzahlenwert haben als Ihr Haus. Der SMR-Wert beschreibt das Verhältnis zwischen den Komplikationen bzw. unerwünschten Folgeereignissen in einem Krankenhaus, die tatsächlich beobachtet wurden, und denjenigen, die statistisch zu erwarten waren. Dabei bedeutet SMR 1,0 eine durchschnittliche Anzahl von Ereignissen. Ein Wert von 2 bedeutet, dass in einem Krankenhaus doppelt so viele Ereignisse aufgetreten sind, wie statistisch zu erwarten waren. Dagegen bedeutet ein SMR-Wert von 0,5, dass in einem Krankenhaus nur die Hälfte der erwarteten Ereignisse auftrat.

Tabelle 19: Jede sekundäre Operation (ipsilateral) innerhalb von 365 Tagen bei PHF (2017-2020)

Jahre	Beobachtet		Erwartet [KI]	SMR	
	Ihr Krankenhaus	Bund	Ihr Krankenhaus	SMR [KI]	Perzentil
2017	20,0%	14,8%	11,9% [0,0-25,8]	1,7 [0,5-2,9]	75,9%
2018	8,6%	14,3%	13,5% [2,4-24,6]	0,6 [0,0-1,5]	32,0%
2019	10,7%	13,3%	12,5% [0,5-24,6]	0,9 [0,0-1,8]	44,7%
2020	23,8%	12,8%	11,7% [0,0-25,1]	2,0 [0,9-0,9]	87,1%
2017-2020	14,4%	13,8%	12,6% [6,3-18,8]	1,1 [0,7-1,6]	60,5%

Abbildung 33: Trenddarstellung: Jede sekundäre Operation (ipsilateral) innerhalb von 365 Tagen bei PHF (2017-2020)



Die Grafik stellt die beobachtete Rate der erwarteten im Jahresverlauf gegenüber. Liegt die beobachtete Rate unter der erwarteten, so werden in Ihrem Krankenhaus weniger unerwünschte Ereignisse beobachtet als zu erwarten wären. Befindet sich der beobachtete Wert im Vertrauensbereich (Konfidenzintervall) der erwarteten Rate, so ist er nicht signifikant, da der wahre erwartete Wert mit 95-prozentiger Wahrscheinlichkeit überall innerhalb der Intervallgrenzen liegen kann.

Risikoadjustierung für den Indikator

Zum fairen Krankenhausvergleich wurde der Indikator anhand folgender Risikofaktoren adjustiert:

- Geschlecht
- 80-84 Jahre (6.-8. Quintil)
- >84 Jahre (8.-10. Quintil)
- Inverse Endoprothese
- Humeruskopfprothese, konventionell (nicht invers)
- Winkelstabile Plattenosteosynthese

- Offene Reposition und intramedulläre Nagelosteosynthese bei multifragmentären Frakturen
- Offene Reposition und andere Behandlung von Mehrfragmentfrakturen
- Offene Reposition und Plattenosteosynthese bei monofragmentären Frakturen
- Offene Reposition und intramedulläre Nagelosteosynthese bei monofragmentären Frakturen, Schraube und K-Draht
- Geschlossene Reposition mit Nagel oder anderen
- HFR Score 5-15
- HFR Score >15
- Adipositas
- Nikotinabusus
- Analgetika (14 Tage vor Indexaufenthalt)
- Opioide (90 Tage vor Indexaufenthalt)
- Kongestive Herzinsuffizienz
- Vorhofflimmern und Vorhofflattern

5.2.3 Weitere Kennzahlen

Tabelle 20: Prozesskennzahlen im Indexaufenthalt bei PHF (2017-2020)

Prozesskennzahlen	Ihr Krankenhaus					Bund
	2017	2018	2019	2020	2017-2020	2017-2020
Präoperative Verweildauer (Mittelwert (Std))	4,2 (3,3)	3,5 (4,8)	4,3 (2,9)	3,3 (2,7)	3,8 (3,7)	2,4 (3,0)
Geriatrisches Co-Management bei über 70-Jährigen (%)	22,2%	48,1%	55,0%	40,0%	42,4%	22,4%

Tabelle 21: Kennzahlen im Nachbeobachtungszeitraum bei PHF (2017-2020)

Kennzahlen im Nachbeobachtungszeitraum	Ihr Krankenhaus					Bund
	2017	2018	2019	2020	2017-2020	2017-2020
Osteoporose	50,0%	42,9%	46,4%	52,4%	47,1%	37,8%
Sekundäre (osteoporotische) Fraktur	10,0%	17,1%	32,1%	9,5%	18,3%	22,4%
Wechsel von Osteosynthese auf Prothese	5,0%	≤2,6%	≤3,3%	4,8%	≤0,9%	1,4%
Überdurchschnittlich viel Physiotherapie (> 4,8 Rezepte)	45,0%	42,9%	28,6%	52,4%	41,3%	42,3%
Überdurchschnittlich lang Physiotherapie (nach dem 6. Monat)	35,0%	31,4%	21,4%	33,3%	29,8%	35,2%
Dauerhafte Schmerztherapie	≤4,8%	8,6%	7,1%	≤3,7%	4,8%	2,7%

5.2.4 Basisdeskription

Tabelle 22: Basisdeskription der AOK-Fälle mit PHF in Ihrem Krankenhaus und bundesweit (2017-2020)

	Ihr Krankenhaus (N=119)		Alle Krankenhäuser (N=34912)
	N	%	%
Gesamtzahl N	119	100%	100%
Medianes Alter bei Aufnahme [IQR]	78 [81-69]	---	75 [67-83]
Männer (Referenz)	90	76,9%	19,7%
Frauen	27	23,1%	80,3%
<i>Altersquintile</i>			
51-74 (1.-4. Quintil) (Referenz)	99	83,8%	42,5%
75-79 Jahre (4.-6. Quintil)	9	7,7%	18,2%
80-84 Jahre (6.-8. Quintil)	5	4,3%	20,4%
> 84 Jahre (8.-10. Quintil)	5	4,3%	18,8%
<i>Eingriffsart</i>			
Winkelstabile Plattenosteosynthese (Referenz)	8	6,8%	39,7%
Inverse Endoprothese	3	2,6%	25,4%
Humeruskopfprothese, konventionell (nicht invers)	5	4,3%	3,0%
Offene Reposition und intramedulläre Nagelosteosynthese bei multifragmentären Frakturen	0	0,0%	3,4%
Offene Reposition und andere Behandlung von Mehrfragmentfrakturen	0	0,0%	7,9%
Offene Reposition und Plattenosteosynthese bei monofragmentären Frakturen	17	13,7%	6,7%
Offene Reposition und intramedulläre Nagelosteosynthese bei monofragmentären Frakturen, Schraube und K-Draht	0	0,0%	2,3%
Geschlossene Reposition mit Nagel oder anderen	3	0,9%	11,5%
<i>Hospital Frailty Score im Indexaufenthalt</i>			
HFR Score < 5 (Referenz)	15	12,8%	64,4%
HFR Score 5-15	14	12,0%	32,4%
HFR Score >15	4	3,4%	3,2%

	Ihr Krankenhaus (N=119)		Alle Krankenhäuser (N=34912)
<i>Komorbiditäten im Vorbeobachtungszeitraum (ambulant & stationär)</i>			
Adipositas	16	13,7%	29,8%
Nikotinabusus	na	≤0,9%	10,1%
Ruptur der Rotatorenmanschette	na	≤0,9%	3,8%
<i>Medikation im Vorbeobachtungszeitraum (90/14 Tage vor Index)</i>			
Analgetika (14 Tage)	5	4,3%	15,2%
Antikoagulanzen (90 Tage)	8	6,8%	20,2%
Bisphosphonate (90 Tage)	2	1,7%	3,6%
Opioide (90 Tage)	3	2,6%	13,2%
Vitamin D/Kalzium (90 Tage)	na	≤0,9%	2,9%
<i>Elixhauser Komorbiditiäten im Indexaufenthalt</i>			
Atherosklerose	na	≤0,9%	2,3%
Hypertonie	22	18,8%	63,4%
Kongestive Herzinsuffizienz	6	5,1%	10,0%
Sonstige chronische Polyarthritis	na	≤0,9%	1,5%
Vorhofflimmern und Vorhofflattern	5	4,3%	13,3%

5.3 Hirninfarkt/intrazerebrale Blutung (I61) (STROKE)

Betrachtet werden die Fälle mit Hirninfarkt/intrazerebrale Blutung mit der Hauptdiagnose intrazerebrale Blutung (ICD-10 I61). Die exakten Aufgreifkriterien sind in Kapitel 3.3.3 beschrieben.

5.3.1 Krankenhäuser und Fälle

Tabelle 23: Krankenhäuser und AOK-Fälle mit STROKE I61 (2017-2020)

Ihr Krankenhaus				Alle eingeschlossenen Kliniken				
Jahre	eingeschlossene Fälle	Perzentil	Anzahl Krankenhäuser	eingeschlossene Fälle	25. Perzentil	50. Perzentil	75. Perzentil	Max
2017	0	0%	6	107	11	15	18	45
2018	22	71%	7	142	13	16	25	44
2019	25	71%	7	141	14	22	26	37
2020	17	86%	7	96	10	12	17	27
2017-2020	64	57%	7	486	50	64	68	153

In dieser Tabelle sehen Sie, wie viele AOK-Fälle in Ihrem Krankenhaus eingeschlossen wurden. Der Perzentilwert gibt an wie viele am Hybrid-QI teilnehmende Krankenhäuser weniger Fälle behandelt haben.

Abbildung 34: AOK-Fälle mit STROKE I61 nach Krankenhäusern (2017-2020)

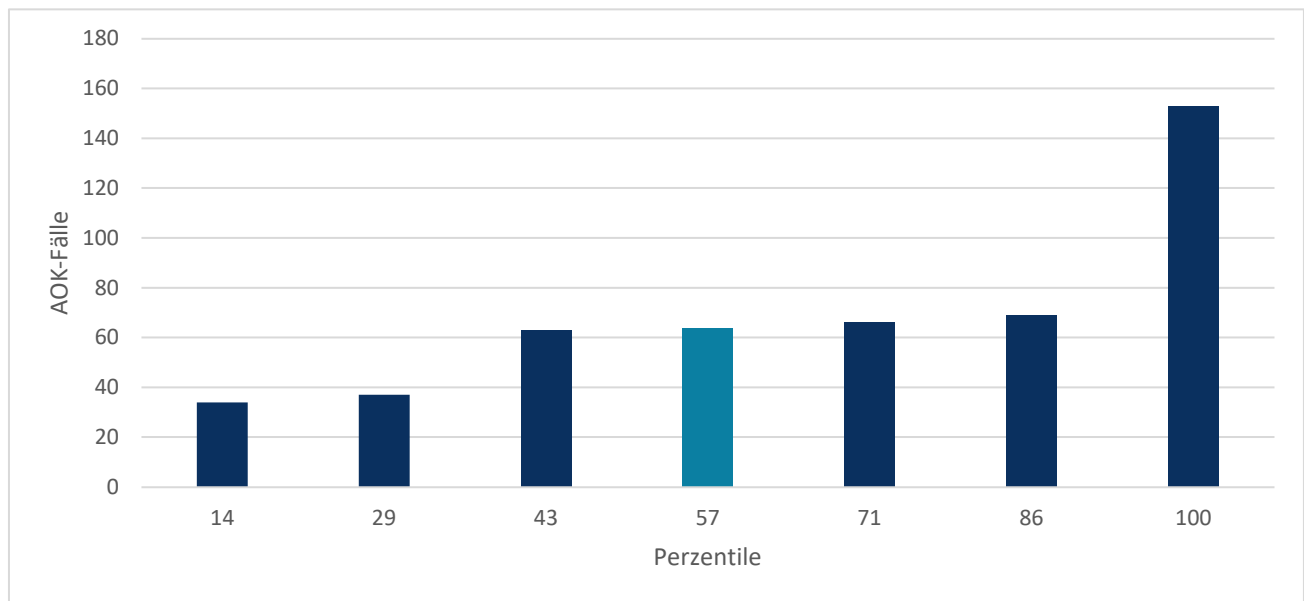
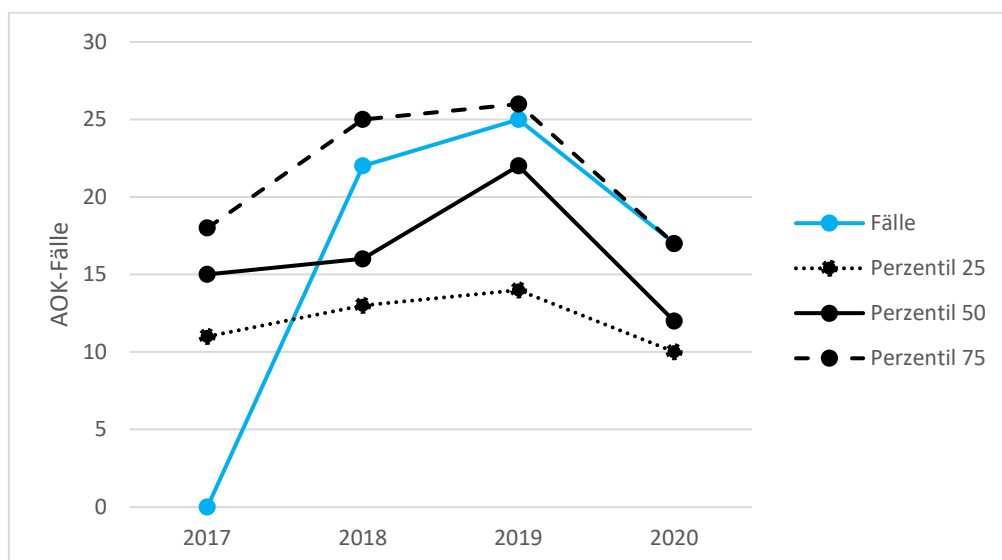


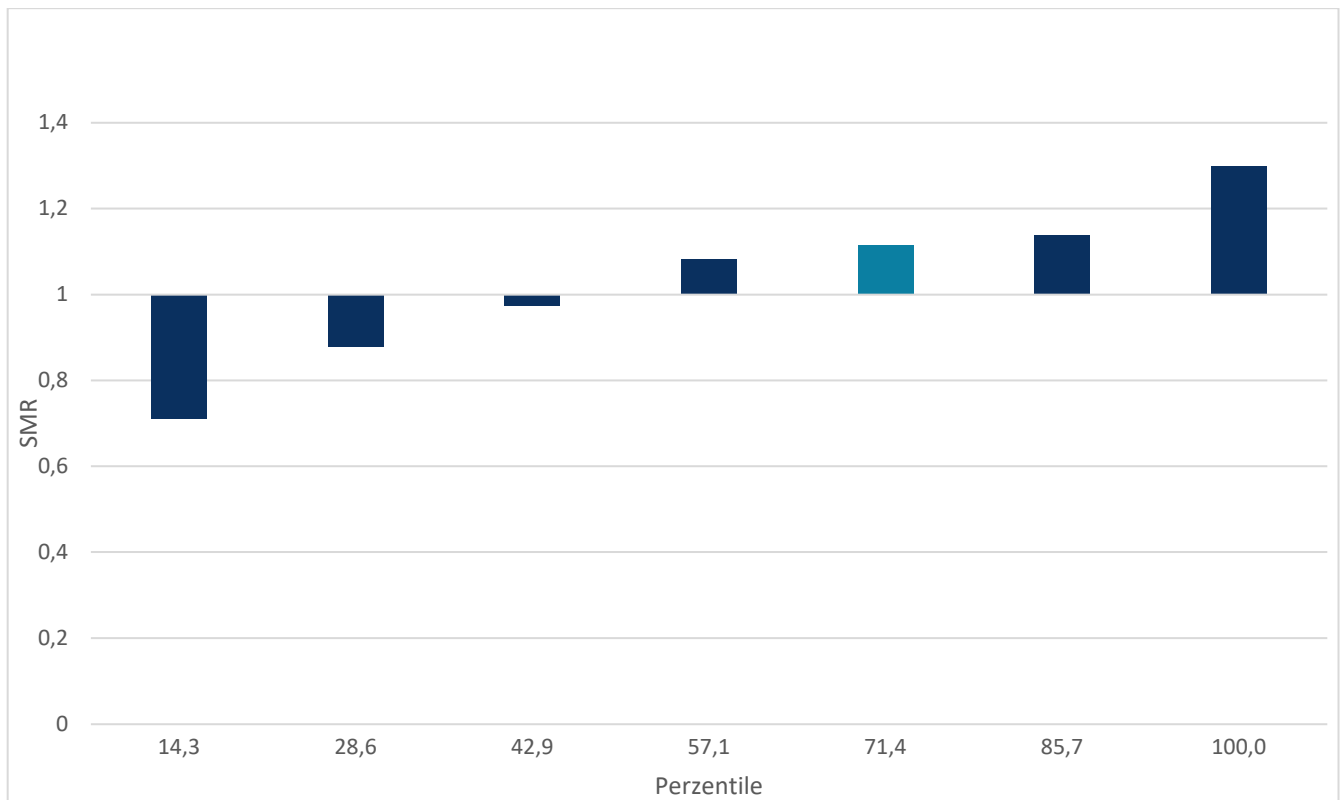
Abbildung 35: AOK-Fälle mit STROKE I61 in Ihrem Krankenhaus (2017-2020)



5.3.2 Indikatoren

5.3.2.1 Sterblichkeit innerhalb von 30 Tagen

Abbildung 36: Sterblichkeit innerhalb von 30 Tagen bei STROKE I61, Standardisierte Mortalitäts-/Morbiditätsverhältnis, MR (2017-2020)

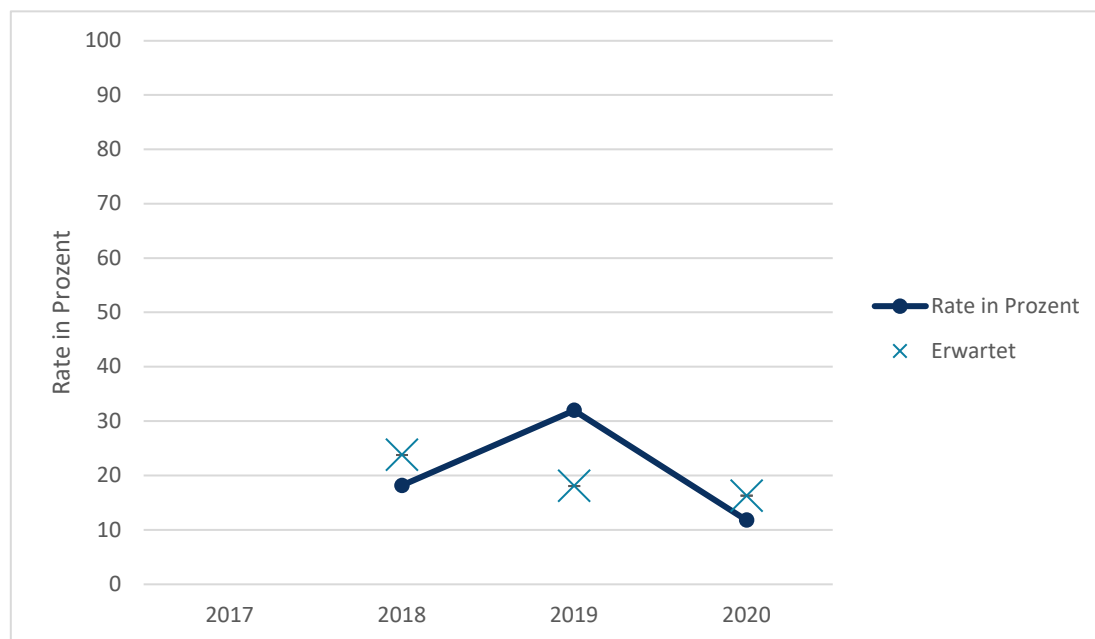


Die Markierung zeigt den Rang Ihres Krankenhauses in Bezug auf die jeweilige Kennzahl im Vergleich zu allen teilnehmenden Krankenhäusern. Dabei gilt: je größer die Kennzahl eines Krankenhauses, desto höher sein Rangplatz. Liegt Ihr Krankenhaus auf Rang 60 (60. Perzentil), so bedeutet das, dass 40 Prozent der Krankenhäuser einen höheren Kennzahlenwert haben als Ihr Haus. Der SMR-Wert beschreibt das Verhältnis zwischen den Komplikationen bzw. unerwünschten Folgeereignissen in einem Krankenhaus, die tatsächlich beobachtet wurden, und denjenigen, die statistisch zu erwarten waren. Dabei bedeutet SMR 1,0 eine durchschnittliche Anzahl von Ereignissen. Ein Wert von 2 bedeutet, dass in einem Krankenhaus doppelt so viele Ereignisse aufgetreten sind, wie statistisch zu erwarten waren. Dagegen bedeutet ein SMR-Wert von 0,5, dass in einem Krankenhaus nur die Hälfte der erwarteten Ereignisse auftrat.

Tabelle 24: Sterblichkeit innerhalb von 30 Tagen bei STROKE I61 (2017-2020)

Jahre	Beobachtet		Erwartet [KI]	SMR	
	Ihr Krankenhaus	Alle eingeschlossenen Krankenhäuser	Ihr Krankenhaus	SMR [KI]	Perzentil
2017	-	17,8%	-	-	-
2018	18,2%	25,4%	23,8% [na]	0,8 [0,2-2,0]	28,6%
2019	32,0%	24,8%	18,1% [na]	1,8 [0,8-3,5]	100,0%
2020	11,8%	30,2%	16,3% [na]	0,7 [0,1-2,6]	14,3%
2017-2020	21,9%	24,5%	19,6% [na]	1,1 [0,6-1,9]	71,4%

Abbildung 37: Trenddarstellung: Sterblichkeit innerhalb von 30 Tagen bei STROKE I61 (2017-2020)



Die Grafik stellt die beobachtete Rate der erwarteten im Jahresverlauf gegenüber. Liegt die beobachtete Rate unter der erwarteten, so werden in Ihrem Krankenhaus weniger unerwünschte Ereignisse beobachtet als zu erwarten wären. Befindet sich der beobachtete Wert im Vertrauensbereich (Konfidenzintervall) der erwarteten Rate, so ist er nicht signifikant, da der wahre erwartete Wert mit 95-prozentiger Wahrscheinlichkeit überall innerhalb der Intervallgrenzen liegen kann.

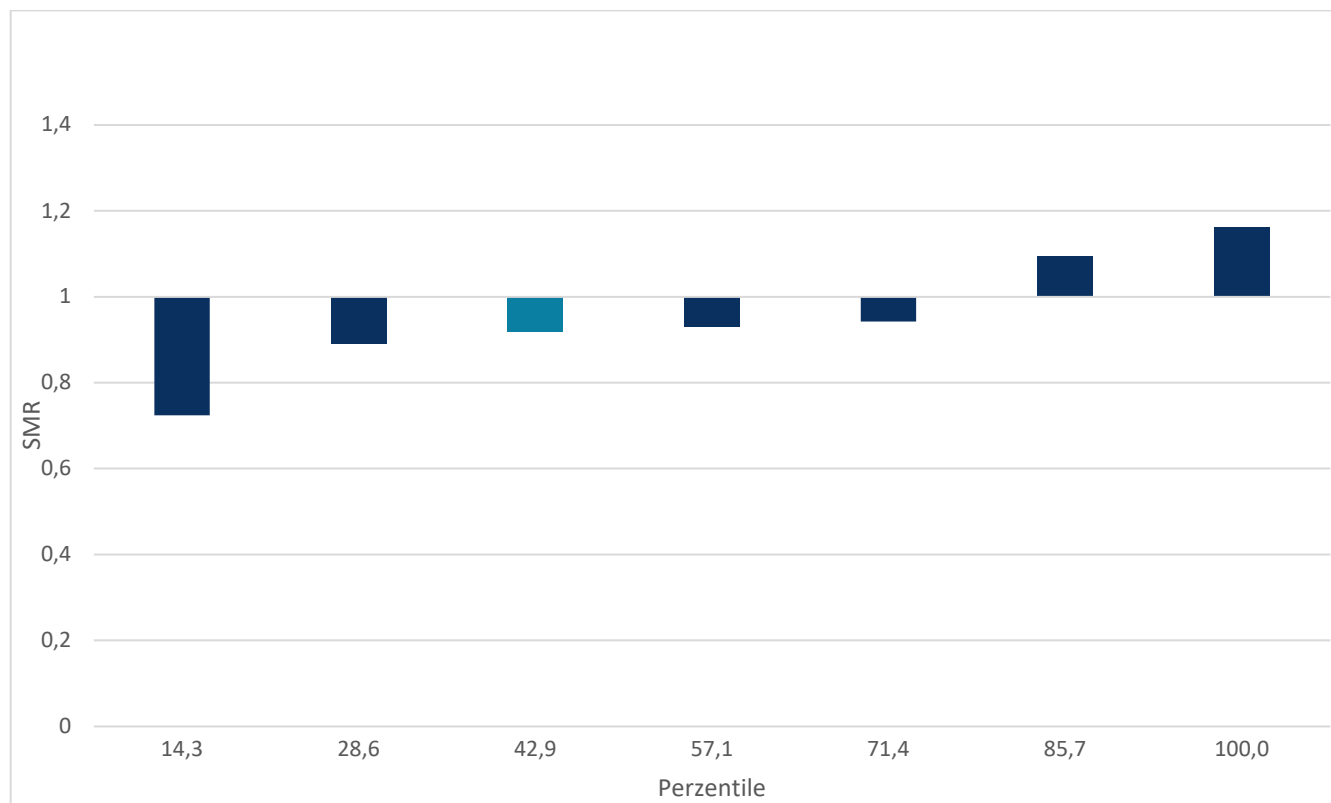
Risikoadjustierung für den Indikator

Zum fairen Krankenhausvergleich wurde der Indikator anhand folgender Risikofaktoren adjustiert:

- Alter bei Aufnahme
- NIHSS
- Erythropoetin
- Östrogentherapie
- Post-Schlaganfall-Depression
- chronische Rhinosinusitis
- Geschlecht
- Andere Eisenmangelanämien
- periphere arterielle Verschlusskrankheit
- obstruktives Schlafapnoe-Syndrom
- Vorhofflimmern und Flattern
- Kardiale Implantation
- Pflegegrad bei Aufnahme
- Angiotensin-Rezeptor-Blocker kombiniert
- Demenz

5.3.2.2 Reinfarkt innerhalb von 90 Tagen

Abbildung 38: Reinfarkt innerhalb von 90 Tagen bei STROKE I61, Standardisierte Mortalitäts-/Morbiditätsverhältnis, MR (2017-2020)

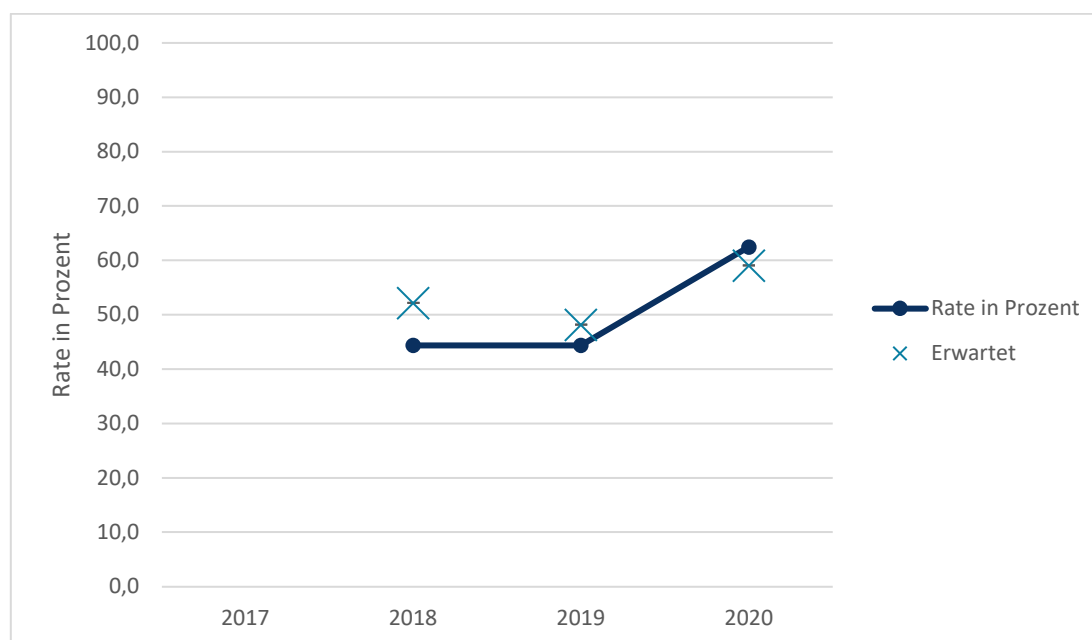


Die Markierung zeigt den Rang Ihres Krankenhauses in Bezug auf die jeweilige Kennzahl im Vergleich zu allen teilnehmenden Krankenhäusern. Dabei gilt: je größer die Kennzahl eines Krankenhauses, desto höher sein Rangplatz. Liegt Ihr Krankenhaus auf Rang 60 (60. Perzentil), so bedeutet das, dass 40 Prozent der Krankenhäuser einen höheren Kennzahlenwert haben als Ihr Haus. Der SMR-Wert beschreibt das Verhältnis zwischen den Komplikationen bzw. unerwünschten Folgeereignissen in einem Krankenhaus, die tatsächlich beobachtet wurden, und denjenigen, die statistisch zu erwarten waren. Dabei bedeutet SMR 1,0 eine durchschnittliche Anzahl von Ereignissen. Ein Wert von 2 bedeutet, dass in einem Krankenhaus doppelt so viele Ereignisse aufgetreten sind, wie statistisch zu erwarten waren. Dagegen bedeutet ein SMR-Wert von 0,5, dass in einem Krankenhaus nur die Hälfte der erwarteten Ereignisse auftrat.

Tabelle 25: Reinfarkt innerhalb von 90 Tagen bei STROKE I61 (2017-2020)

Jahre	Beobachtet		Erwartet [KI]		SMR	
	Ihr Krankenhaus	Alle eingeschlossenen Krankenhäuser	Ihr Krankenhaus	SMR [KI]	Perzentil	
2017	-	51,1%	-	-	-	-
2018	44,4%	60,0%	52,2% [na]	0,9 [0,4-1,7]		28,6%
2019	44,4%	57,5%	48,2% [na]	0,9 [0,4-1,8]		57,1%
2020	62,5%	60,0%	59,1% [na]	1,1 [0,5-1,9]		57,1%
2017-2020	50,0%	57,2%	52,9% [na]	0,9 [0,6-1,4]		42,9%

Abbildung 39: Trenddarstellung: Reinfarkt innerhalb von 90 Tagen bei STROKE I61 (2017-2020)



Die Grafik stellt die beobachtete Rate der erwarteten im Jahresverlauf gegenüber. Liegt die beobachtete Rate unter der erwarteten, so werden in Ihrem Krankenhaus weniger unerwünschte Ereignisse beobachtet als zu erwarten wären. Befindet sich der beobachtete Wert im Vertrauensbereich (Konfidenzintervall) der erwarteten Rate, so ist er nicht signifikant, da der wahre erwartete Wert mit 95-prozentiger Wahrscheinlichkeit überall innerhalb der Intervallgrenzen liegen kann.

Risikoadjustierung für den Indikator

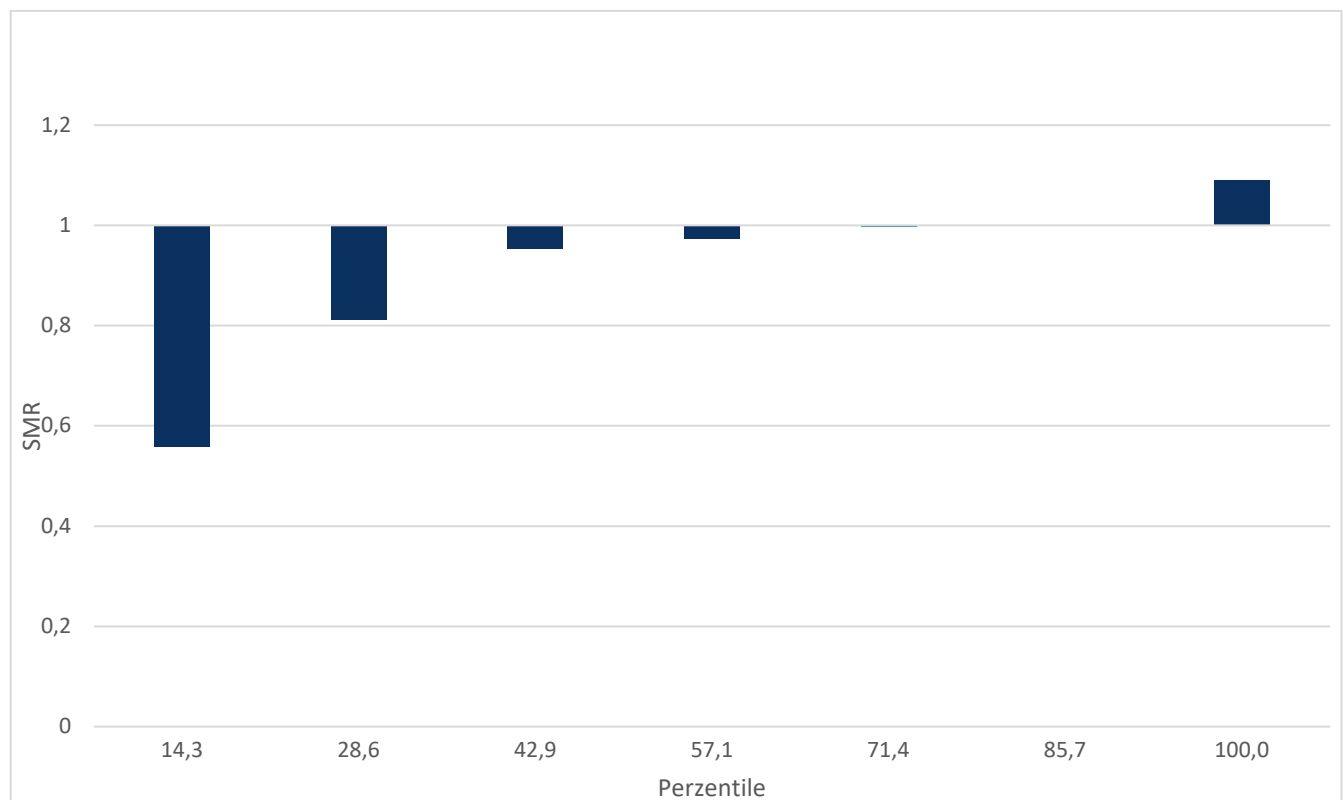
Zum fairen Krankenhausvergleich wurde der Indikator anhand folgender Risikofaktoren adjustiert:

- Eisenmangelanämie nach Blutverlust (chronisch)
- Andere Eisenmangelanämien
- NIHSS
- Alter bei Aufnahme
- ST-Hebungsinfarkt

- zerebrale Atherosklerose
- obstruktives Schlafapnoe-Syndrom
- Gerinnungsstörungen
- chronische Rhinosinusitis
- Lungenembolie
- Anämie
- Hypertonie
- Erythropoetin
- Beta-Blocker kombiniert
- Niereninsuffizienz
- Vorhofflimmern und Flattern
- Antipsychotika

5.3.2.3 Pflegegraderhöhung innerhalb von 180 Tagen

Abbildung 40: Pflegegraderhöhung innerhalb von 180 Tagen bei STROKE I61, Standardisierte Mortalitäts-/Morbiditätsverhältnis, MR (2017-2020)



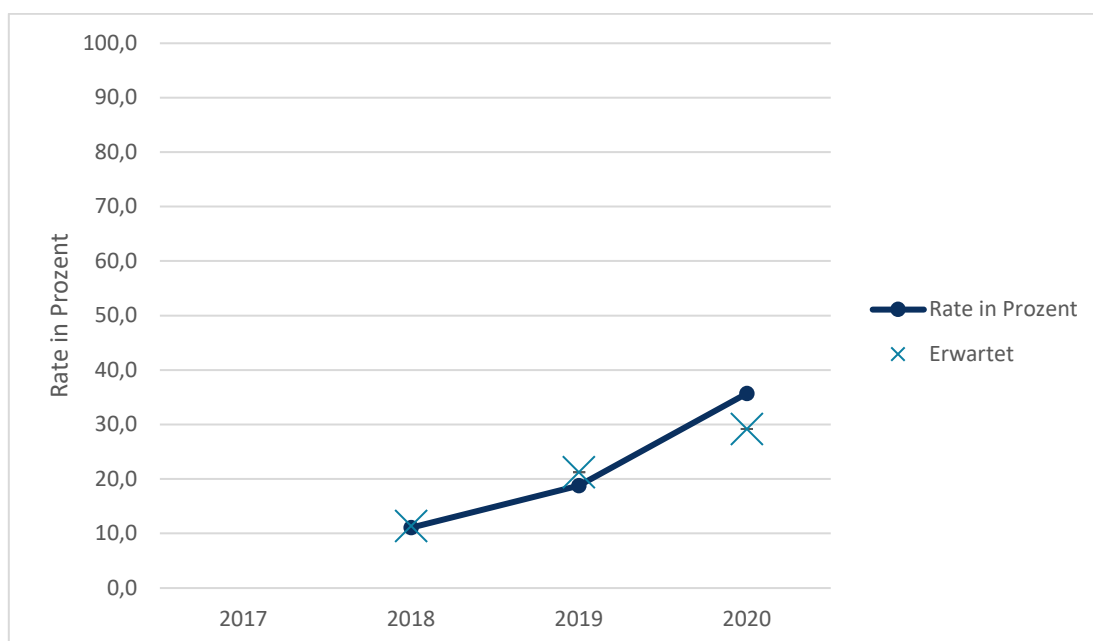
Die Markierung zeigt den Rang Ihres Krankenhauses in Bezug auf die jeweilige Kennzahl im Vergleich zu allen teilnehmenden Krankenhäusern. Dabei gilt: je größer die Kennzahl eines Krankenhauses, desto höher sein Rangplatz. Liegt Ihr Krankenhaus auf Rang 60 (60. Perzentil), so bedeutet das, dass 40 Prozent der Krankenhäuser einen höheren Kennzahlenwert haben als Ihr Haus. Der SMR-Wert beschreibt das Verhältnis zwischen den Komplikationen bzw. unerwünschten Folgeereignissen in einem Krankenhaus, die tatsächlich beobachtet wurden, und denjenigen, die statistisch zu erwarten waren. Dabei bedeutet SMR 1,0

eine durchschnittliche Anzahl von Ereignissen. Ein Wert von 2 bedeutet, dass in einem Krankenhaus doppelt so viele Ereignisse aufgetreten sind, wie statistisch zu erwarten waren. Dagegen bedeutet ein SMR-Wert von 0,5, dass in einem Krankenhaus nur die Hälfte der erwarteten Ereignisse auftrat.

Tabelle 26: Pflegegraderhöhung innerhalb von 180 Tagen bei STROKE I61 (2017-2020)

Jahre	Beobachtet		Erwartet [KI]		SMR	
	Ihr Krankenhaus	Alle eingeschlossenen Krankenhäuser	Ihr Krankenhaus	SMR [KI]	Perzentil	
2017	-	20,2%	-	-	-	-
2018	11,1%	20,6%	11,4% [na]	1,0 [0,1-3,5]	57,1%	
2019	18,8%	19,6%	21,3% [na]	0,9 [0,2-2,6]	57,1%	
2020	35,7%	27,4%	29,2% [na]	1,2 [0,4-2,9]	71,4%	
2017-2020	20,8%	21,5%	19,9% [na]	1,0 [0,5-1,9]	71,4%	

Abbildung 41: Trenddarstellung: Pflegegraderhöhung innerhalb von 180 Tagen bei STROKE I61 (2017-2020)



Die Grafik stellt die beobachtete Rate der erwarteten im Jahresverlauf gegenüber. Liegt die beobachtete Rate unter der erwarteten, so werden in Ihrem Krankenhaus weniger unerwünschte Ereignisse beobachtet als zu erwarten wären. Befindet sich der beobachtete Wert im Vertrauensbereich (Konfidenzintervall) der erwarteten Rate, so ist er nicht signifikant, da der wahre erwartete Wert mit 95-prozentiger Wahrscheinlichkeit überall innerhalb der Intervallgrenzen liegen kann.

Risikoadjustierung für den Indikator

Zum fairen Krankenhausvergleich wurde der Indikator anhand folgender Risikofaktoren adjustiert:

- Erythropoetin
- Alter bei Aufnahme
- NIHSS
- Pflegegrad bei Aufnahme
- Eisenmangelanämie nach Blutverlust (chronisch)
- Ernährungsdefizit
- Kardiale Implantation
- Östrogentherapie
- Lungenembolie
- Beta-Blocker kombiniert
- Antipsychotika
- Post-Schlaganfall-Depression
- Andere Eisenmangelanämien
- Angiotensin-Rezeptor-Blocker kombiniert
- periphere arterielle Verschlusskrankheit
- Gerinnungsstörungen
- Demenz
- Vorhofflimmern und Flattern
- chronische Rhinosinusitis

5.3.3 Basisdeskription

Tabelle 27: Basisdeskription der AOK-Fälle mit STROKE I61 in Ihrem Krankenhaus und in allen teilnehmenden Krankenhäusern (2017-2020)

	Ihr Krankenhaus (N=66)		Alle Krankenhäuser (N=511)
	N	%	%
Gesamtzahl N	66	100,0%	100,0%
Medianes Alter bei Aufnahme [IQR]	79,9 [53-97]	---	78,9 [25-97]
Männer (Referenz)	31	56,3%	51,1%
Frauen	29	43,8%	48,9%
Altersquintile			
1. Quintil (25-66 Jahre)	11	28,1%	20,0%
2. Quintil (66-75 Jahre)	8	12,5%	20,0%
3. Quintil (75-81 Jahre)	12	18,8%	20,0%
4. Quintil (81-86 Jahre)	13	18,8%	20,0%
5. Quintil (über 86 Jahre)	14	21,9%	20,2%
Pflegegrad			

	Ihr Krankenhaus (N=66)		Alle Krankenhäuser (N=511)
Keiner	45	70,3%	61,1%
Grad 1	2	3,1%	2,7%
Grad 2	2	3,1%	12,5%
Grad 3	10	14,1%	11,9%
Grad 4	4	6,3%	8,4%
Grad 5	2	3,1%	3,3%
<i>Risikofaktoren im Vorbeobachtungszeitraum und Indexaufenthalt (ambulant & stationär)</i>			
Anämie	na	≤1,6%	12,5%
Andere Eisenmangelanämien	na	≤1,6%	1,4%
Angiotensin-Rezeptor-Blocker kombiniert	12	18,8%	12,7%
Angiotensin-Rezeptor-Blocker rein	19	29,7%	52,1%
Antikoagulanzen	36	56,3%	57,3%
Antipsychotika	11	17,2%	2,7%
Beta-Blocker kombiniert	na	≤1,6%	27,0%
Beta-Blocker rein	33	51,6%	22,9%
Chronische Rhinosinusitis	na	≤1,6%	5,3%
Demenz	15	21,9%	61,8%
Diabetes	16	25,0%	13,1%
Dialyse	na	≤1,6%	23,7%
Eisenmangelanämie nach Blutverlust (chronisch)	na	≤1,6%	7,4%
Ernährungsdefizit	3	4,7%	11,7%
Erythropoetin	na	≤1,6%	1,6%
Gerinnungsstörungen	3	4,7%	10,6%
Hypercholesterinämie	41	64,1%	6,8%
Hypertensive Nierenkrankheit mit Niereninsuffizienz	na	≤1,6%	7,6%
Hypertonie	9	14,1%	3,3%
Kardiale Implantation	4	4,7%	40,9%
Lungenembolie	na	≤1,6%	25,4%

	Ihr Krankenhaus (N=66)		Alle Krankenhäuser (N=511)
Niereninsuffizienz	18	28,1%	0,4%
Nikotinabusus	na	≤1,6%	4,5%
Obstruktives Schlafapnoe-Syndrom	na	≤1,6%	1,0%
Östrogene	2	3,1%	11,5%
Periphere arterielle Verschlusskrankheit	5	6,3%	1,4%
Post-Schlaganfall-Depression	6	9,4%	20,0%
Statine	30	46,9%	2,9%
ST-Hebungsinfarkt	3	4,7%	1,6%
Thrombozytopenie	na	≤1,6%	2,2%
Vorhofflimmern und Flattern	14	21,9%	4,9%
Zerebrale Atherosklerose	6	9,4%	9,0%
<i>Klinische Parameter</i>			
NIHSS (bei Aufnahme)			
Gesamtzahl N	64	100,0%	100,0%
0-5 Punkte	18	28,1%	33,1%

5.4 Hirninfarkt/intrazerebrale Blutung (I63) (STROKE)

Betrachtet werden die Fälle mit Hirninfarkt/intrazerebrale Blutung mit der Hauptdiagnose Hirninfarkt (ICD-10 I63). Die exakten Aufgreifkriterien sind in Kapitel 3.3.3 beschrieben.

5.4.1 Krankenhäuser und Fälle

Tabelle 28: Krankenhäuser und AOK-Fälle mit STROKE I63 (2017-2020)

Ihr Krankenhaus				Alle eingeschlossenen Kliniken (N=10)				
Jahre	eingeschlossene Fälle	Perzentil	Anzahl Krankenhäuser	eingeschlossene Fälle	25. Perzentil	50. Perzentil	75. Perzentil	Max
2017	0	0%	6	958	139	166	196	273
2018	182	75%	8	1259	119	159	187	283
2019	193	88%	8	1147	115	137	162	240
2020	156	89%	9	1131	81	127	148	212
2017-2020	531	44%	9	4495	293	537	604	1008

In dieser Tabelle sehen Sie, wie viele AOK-Fälle in Ihrem Krankenhaus eingeschlossen wurden. Der Perzentilwert gibt an wie viele am Hybrid-QI teilnehmende Krankenhäuser weniger Fälle behandelt haben.

Abbildung 42: AOK-Fälle mit STROKE I63 nach Krankenhäusern (2017-2020)

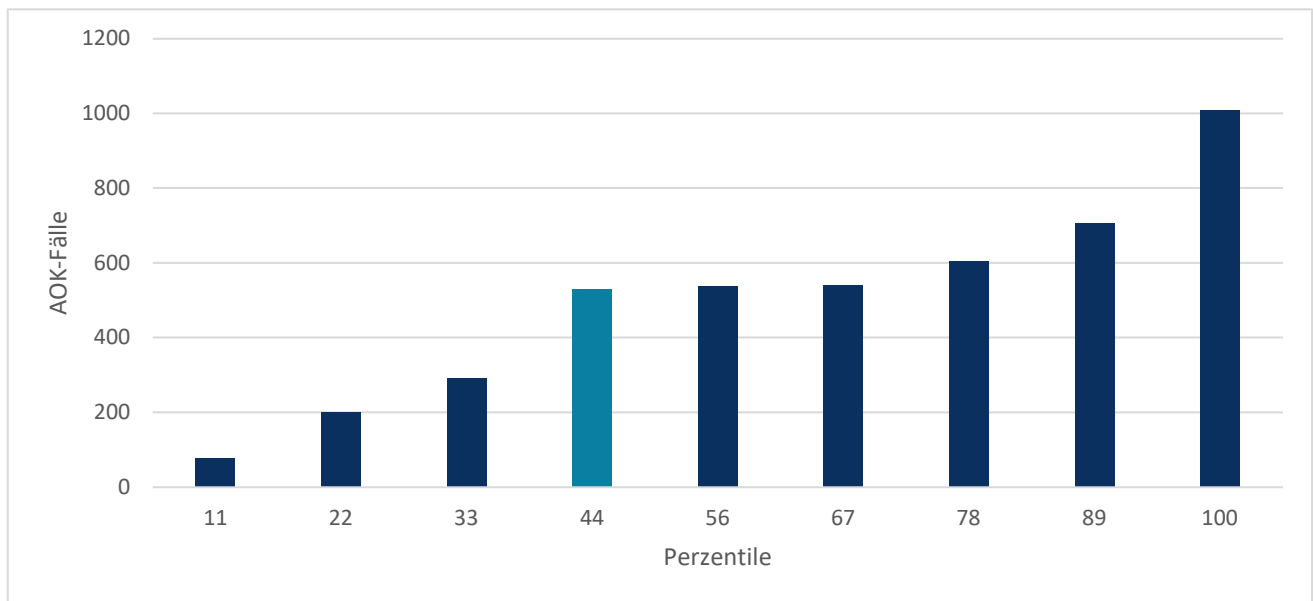
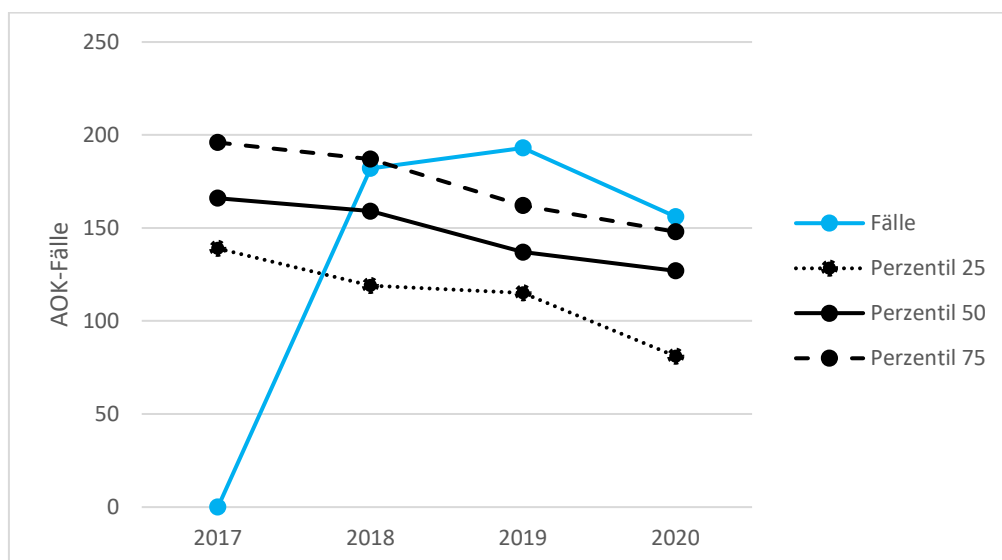


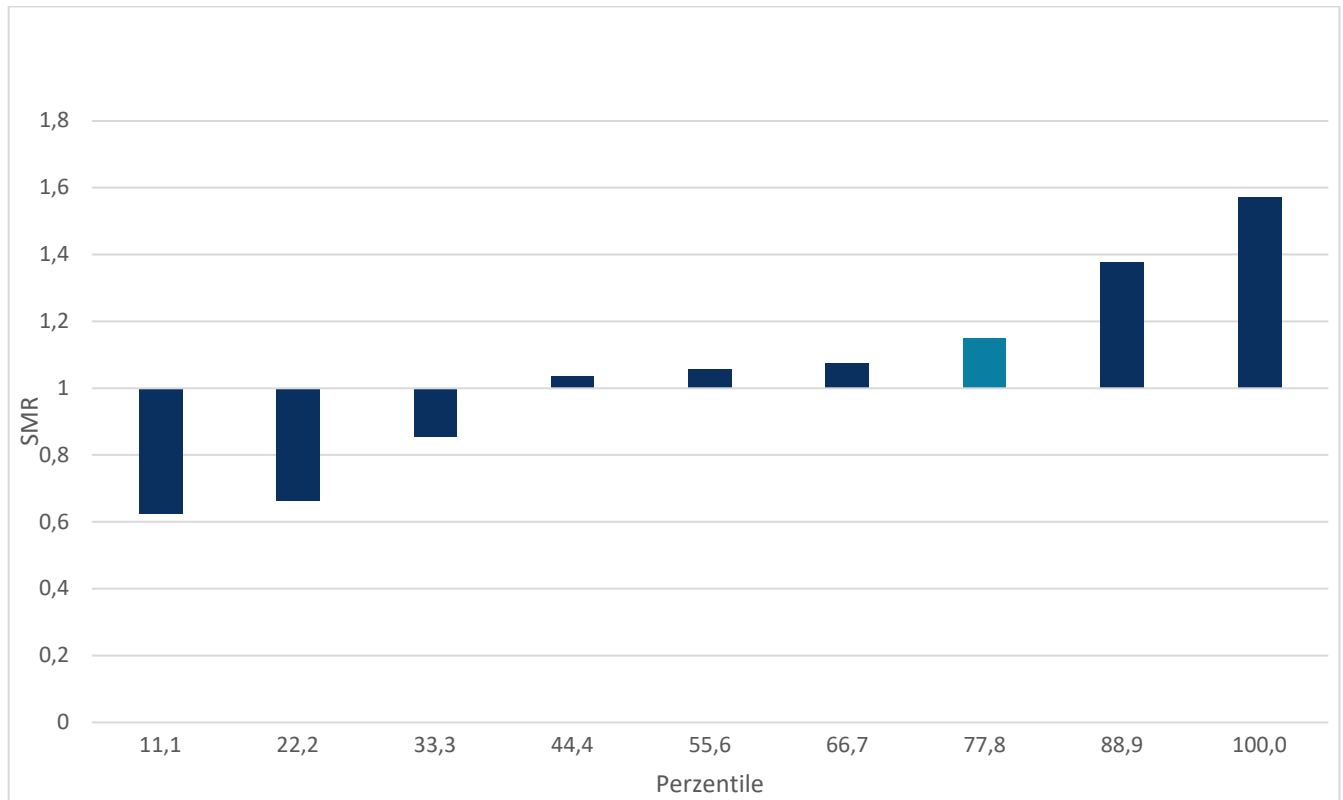
Abbildung 43: AOK-Fälle mit STROKE I63 in Ihrem Krankenhaus (2017-2020)



5.4.2 Indikatoren

5.4.2.1 Sterblichkeit innerhalb von 30 Tagen

Abbildung 44: Sterblichkeit innerhalb von 30 Tagen bei STROKE I63, Standardisierte Mortalitäts-/Morbiditätsverhältnis, MR (2017-2020)

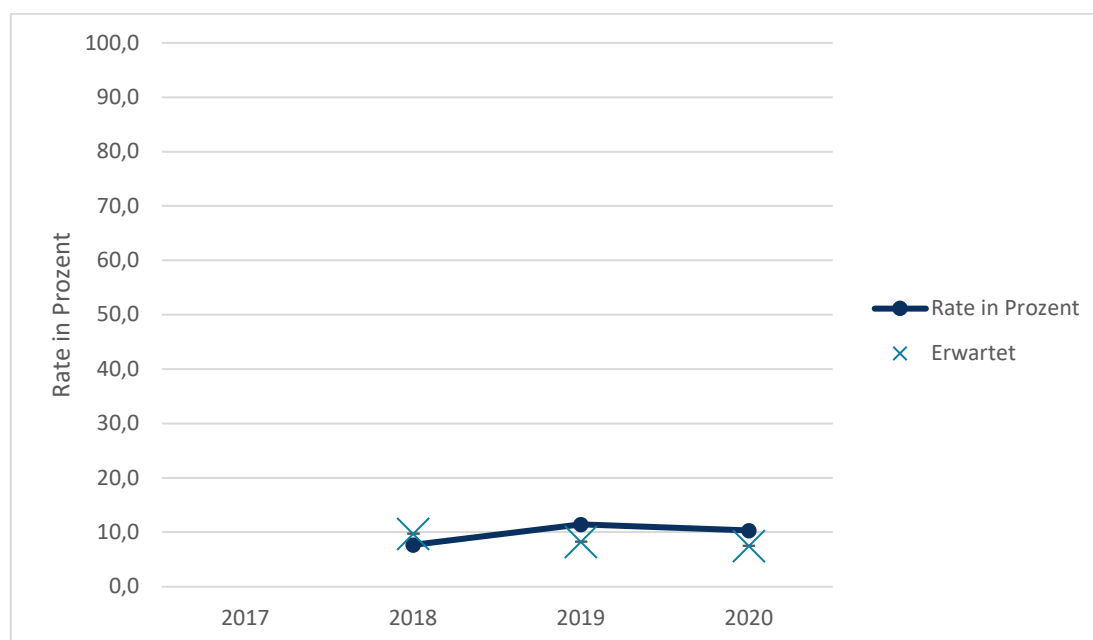


Die Markierung zeigt den Rang Ihres Krankenhauses in Bezug auf die jeweilige Kennzahl im Vergleich zu allen teilnehmenden Krankenhäusern. Dabei gilt: je größer die Kennzahl eines Krankenhauses, desto höher sein Rangplatz. Liegt Ihr Krankenhaus auf Rang 60 (60. Perzentil), so bedeutet das, dass 40 Prozent der Krankenhäuser einen höheren Kennzahlenwert haben als Ihr Haus. Der SMR-Wert beschreibt das Verhältnis zwischen den Komplikationen bzw. unerwünschten Folgeereignissen in einem Krankenhaus, die tatsächlich beobachtet wurden, und denjenigen, die statistisch zu erwarten waren. Dabei bedeutet SMR 1,0 eine durchschnittliche Anzahl von Ereignissen. Ein Wert von 2 bedeutet, dass in einem Krankenhaus doppelt so viele Ereignisse aufgetreten sind, wie statistisch zu erwarten waren. Dagegen bedeutet ein SMR-Wert von 0,5, dass in einem Krankenhaus nur die Hälfte der erwarteten Ereignisse auftrat.

Tabelle 29: Sterblichkeit innerhalb von 30 Tagen bei STROKE I63 (2017-2020)

Jahre	Beobachtet		Erwartet [KI]		SMR
	Ihr Krankenhaus	Alle eingeschlossenen Krankenhäuser	Ihr Krankenhaus	SMR [KI]	Perzentil
2017	-	10,6%	-	-	-
2018	7,7%	11,8%	9,7% [na]	0,8 [0,4-1,3]	25,0%
2019	11,5%	12,4%	8,3% [na]	1,4 [0,9-2,1]	75,0%
2020	10,3%	12,2%	7,5% [na]	1,4 [0,8-2,2]	77,8%
2017-2020	9,8%	11,8%	8,6% [na]	1,1 [0,9-1,5]	77,8%

Abbildung 45: Trenddarstellung: Sterblichkeit innerhalb von 30 Tagen bei STROKE I63 (2017-2020)



Die Grafik stellt die beobachtete Rate der erwarteten im Jahresverlauf gegenüber. Liegt die beobachtete Rate unter der erwarteten, so werden in Ihrem Krankenhaus weniger unerwünschte Ereignisse beobachtet als zu erwarten wären. Befindet sich der beobachtete Wert im Vertrauensbereich (Konfidenzintervall) der erwarteten Rate, so ist er nicht signifikant, da der wahre erwartete Wert mit 95-prozentiger Wahrscheinlichkeit überall innerhalb der Intervallgrenzen liegen kann.

Risikoadjustierung für den Indikator

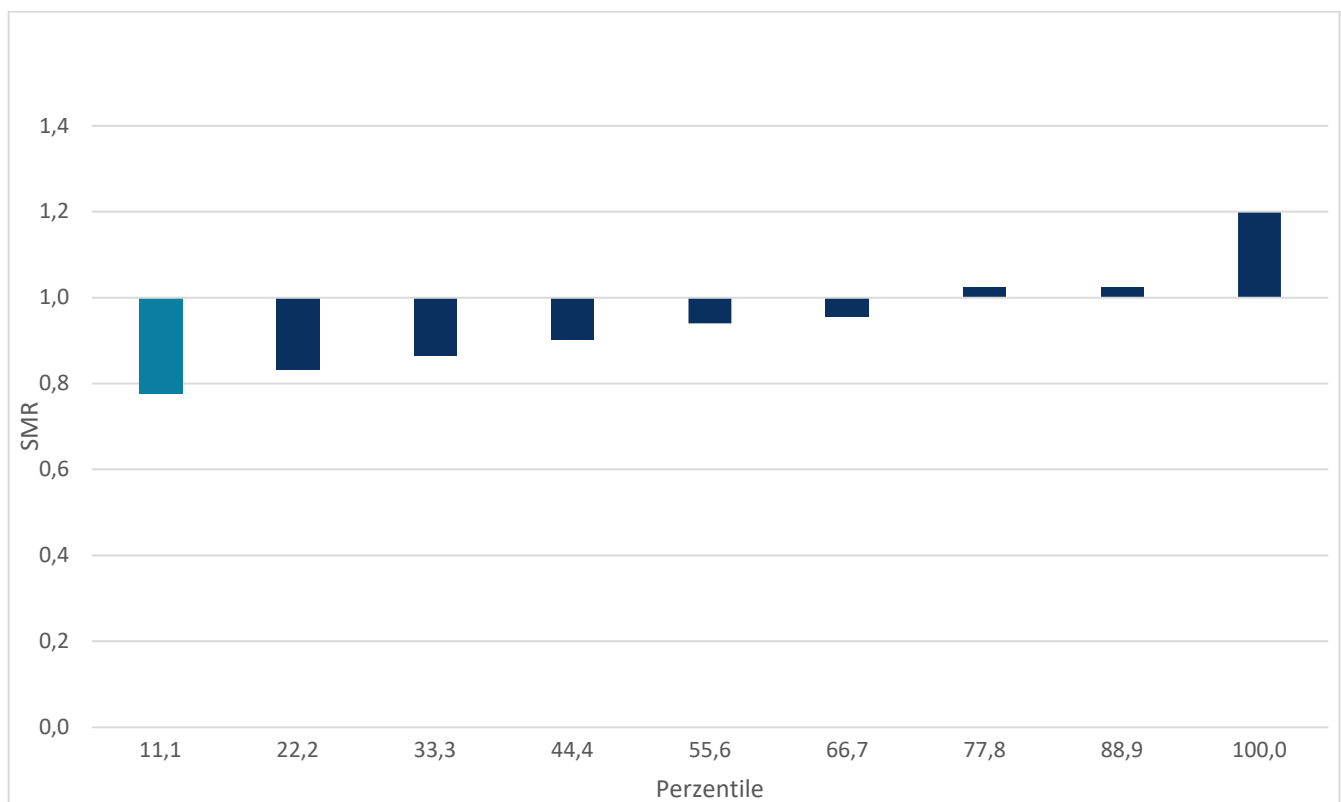
Zum fairen Krankenhausvergleich wurde der Indikator anhand folgender Risikofaktoren adjustiert:

- NIHSS
- Alter bei Aufnahme
- Beta-Blocker kombiniert
- Pflegegrad bei Aufnahme
- hypertensive Nierenkrankheit mit Niereninsuffizienz

- Erkrankungen der Leber
- Lungenembolie
- Anämie
- Kardiale Implantation
- Thrombozytopenie
- periphere arterielle Verschlusskrankheit
- Östrogentherapie
- Hypercholesterinämie
- Ernährungsdefizit
- Thrombektomie im Indexaufenthalt
- Post-Schlaganfall-Depression
- Eisenmangelanämie nach Blutverlust (chronisch)

5.4.2.2 Reinfarkt innerhalb von 90 Tagen

Abbildung 46: Reinfarkt innerhalb von 90 Tagen bei STROKE I63, Standardisierte Mortalitäts-/Morbiditätsverhältnis, MR (2017-2020)

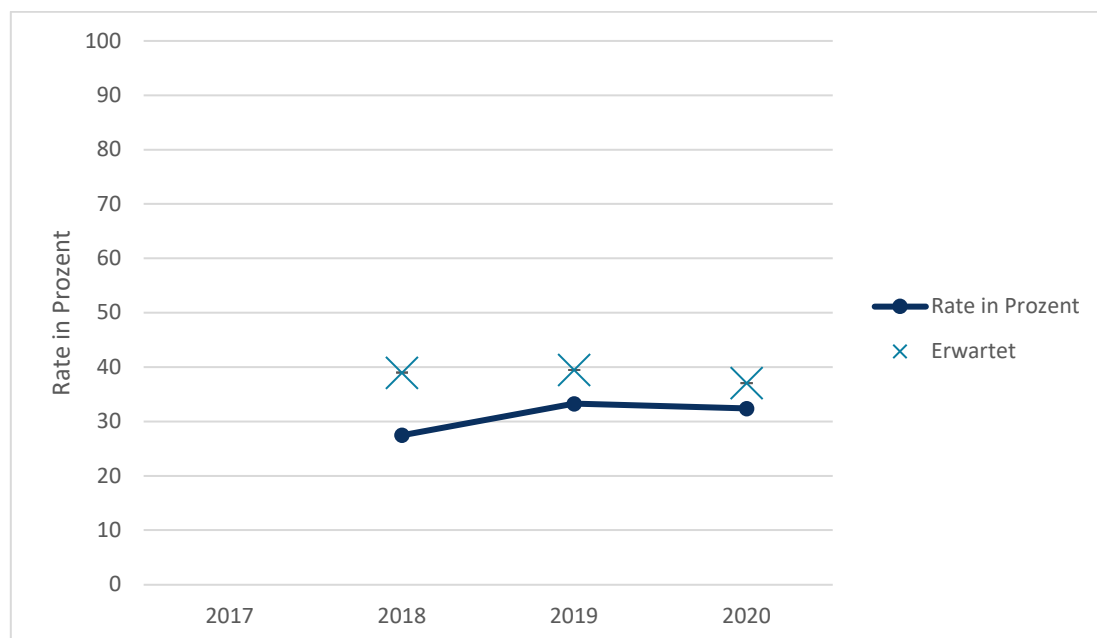


Die Markierung zeigt den Rang Ihres Krankenhauses in Bezug auf die jeweilige Kennzahl im Vergleich zu allen teilnehmenden Krankenhäusern. Dabei gilt: je größer die Kennzahl eines Krankenhauses, desto höher sein Rangplatz. Liegt Ihr Krankenhaus auf Rang 60 (60. Perzentil), so bedeutet das, dass 40 Prozent der Krankenhäuser einen höheren Kennzahlenwert haben als Ihr Haus. Der SMR-Wert beschreibt das Verhältnis zwischen den Komplikationen bzw. unerwünschten Folgeereignissen in einem Krankenhaus, die tatsächlich beobachtet wurden, und denjenigen, die statistisch zu erwarten waren. Dabei bedeutet SMR 1,0 eine durchschnittliche Anzahl von Ereignissen. Ein Wert von 2 bedeutet, dass in einem Krankenhaus doppelt so viele Ereignisse aufgetreten sind, wie statistisch zu erwarten waren. Dagegen bedeutet ein SMR-Wert von 0,5, dass in einem Krankenhaus nur die Hälfte der erwarteten Ereignisse auftrat.

Tabelle 30: Reinfarkt innerhalb von 90 Tagen bei STROKE I63 (2017-2020)

Jahre	Beobachtet		Erwartet [KI]		SMR	
	Ihr Krankenhaus	Alle eingeschlossenen Krankenhäuser	Ihr Krankenhaus	SMR [KI]	Perzentil	
2017	-	42,6%	-	-	-	-
2018	27,5%	41,4%	39,0% [na]	0,7 [0,5-0,9]	12,5%	
2019	33,3%	40,6%	39,5% [na]	0,8 [0,6-1,1]	25,0%	
2020	32,4%	37,4%	37,1% [na]	0,9 [0,6-1,2]	33,3%	
2017-2020	31,0%	40,4%	38,7% [na]	0,8 [0,7-0,9]	11,1%	

Abbildung 47: Trenddarstellung: Reinfarkt innerhalb von 90 Tagen bei STROKE I63 (2017-2020)



Die Grafik stellt die beobachtete Rate der erwarteten im Jahresverlauf gegenüber. Liegt die beobachtete Rate unter der erwarteten, so werden in Ihrem Krankenhaus weniger unerwünschte Ereignisse beobachtet als zu erwarten wären. Befindet sich der beobachtete Wert im Vertrauensbereich (Konfidenzintervall) der erwarteten Rate, so ist er nicht signifikant, da der wahre erwartete Wert mit 95-prozentiger Wahrscheinlichkeit überall innerhalb der Intervallgrenzen liegen kann.

Risikoadjustierung für den Indikator

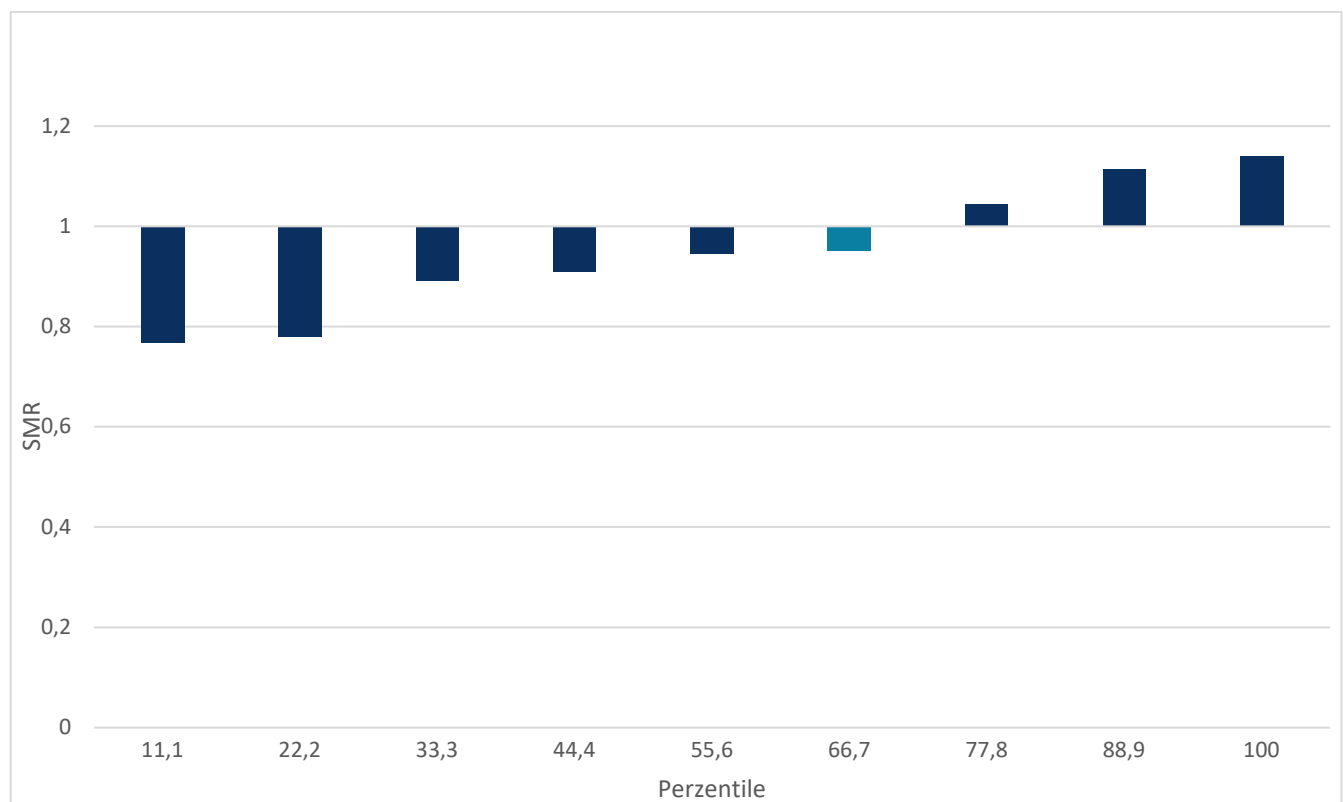
Zum fairen Krankenhausvergleich wurde der Indikator anhand folgender Risikofaktoren adjustiert:

- NIHSS
- hypertensive Nierenkrankheit mit Niereninsuffizienz
- Thrombozytopenie
- Erkrankungen der Leber
- ST-Hebungsinfarkt

- Alter bei Aufnahme
- Pflegegrad bei Aufnahme
- Post-Schlaganfall-Depression
- Lungenembolie
- Ernährungsdefizit
- Hypertonie
- Kardiale Implantation
- zerebrale Atherosklerose
- Statine

5.4.2.3 Pflegegraderhöhung innerhalb von 180 Tagen

Abbildung 48: Pflegegraderhöhung innerhalb von 180 Tagen bei STROKE I63, Standardisierte Mortalitäts-/Morbiditätsverhältnis, MR (2017-2020)

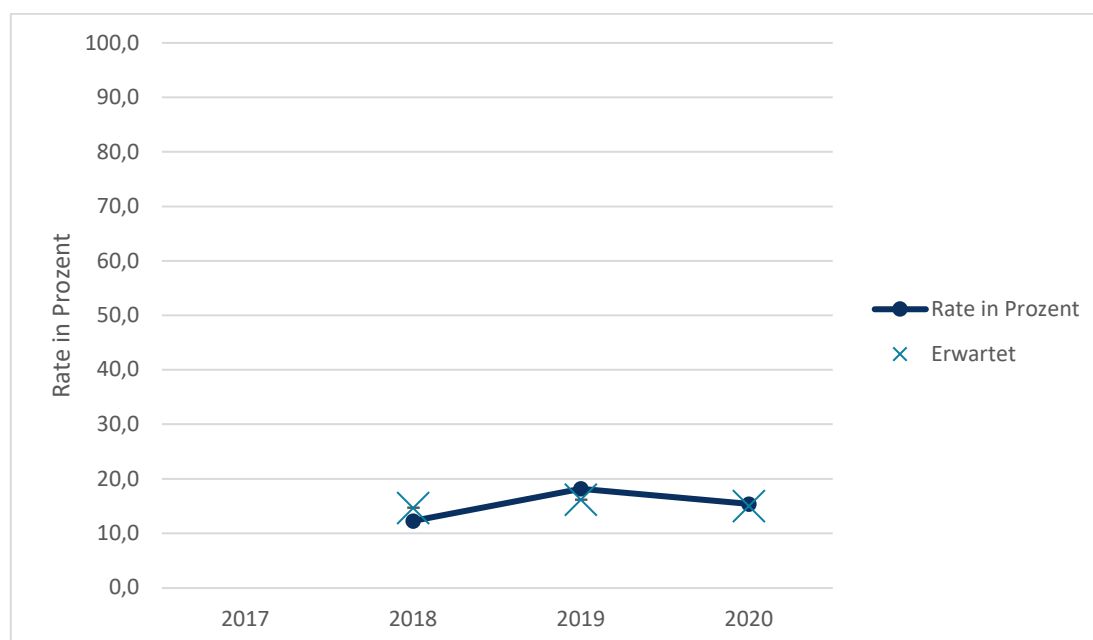


Die Markierung zeigt den Rang Ihres Krankenhauses in Bezug auf die jeweilige Kennzahl im Vergleich zu allen teilnehmenden Krankenhäusern. Dabei gilt: je größer die Kennzahl eines Krankenhauses, desto höher sein Rangplatz. Liegt Ihr Krankenhaus auf Rang 60 (60. Perzentil), so bedeutet das, dass 40 Prozent der Krankenhäuser einen höheren Kennzahlenwert haben als Ihr Haus. Der SMR-Wert beschreibt das Verhältnis zwischen den Komplikationen bzw. unerwünschten Folgeereignissen in einem Krankenhaus, die tatsächlich beobachtet wurden, und denjenigen, die statistisch zu erwarten waren. Dabei bedeutet SMR 1,0 eine durchschnittliche Anzahl von Ereignissen. Ein Wert von 2 bedeutet, dass in einem Krankenhaus doppelt so viele Ereignisse aufgetreten sind, wie statistisch zu erwarten waren. Dagegen bedeutet ein SMR-Wert von 0,5, dass in einem Krankenhaus nur die Hälfte der erwarteten Ereignisse auftrat.

Tabelle 31: Pflegegraderhöhung innerhalb von 180 Tagen bei STROKE I63 (2017-2020)

Jahre	Beobachtet		Erwartet [KI]	SMR	
	Ihr Krankenhaus	Alle eingeschlossenen Krankenhäuser	Ihr Krankenhaus	SMR [KI]	Perzentil
2017	-	16,9%	-	-	-
2018	12,3%	15,4%	14,7% [na]	0,8 [0,5-1,3]	50,0%
2019	18,2%	17,8%	16,2% [na]	1,1 [0,8-1,6]	87,5%
2020	15,4%	17,6%	15,0% [na]	1,0 [0,6-1,6]	66,7%
2017-2020	15,3%	16,9%	15,3% [na]	1,0 [0,8-1,3]	66,7%

Abbildung 49: Trenddarstellung: Pflegegraderhöhung innerhalb von 180 Tagen bei STROKE I63 (2017-2020)



Die Grafik stellt die beobachtete Rate der erwarteten im Jahresverlauf gegenüber. Liegt die beobachtete Rate unter der erwarteten, so werden in Ihrem Krankenhaus weniger unerwünschte Ereignisse beobachtet als zu erwarten wären. Befindet sich der beobachtete Wert im Vertrauensbereich (Konfidenzintervall) der erwarteten Rate, so ist er nicht signifikant, da der wahre erwartete Wert mit 95-prozentiger Wahrscheinlichkeit überall innerhalb der Intervallgrenzen liegen kann.

Risikoadjustierung für den Indikator

Zum fairen Krankenhausvergleich wurde der Indikator anhand folgender Risikofaktoren adjustiert:

- Alter bei Aufnahme
- Pflegegrad bei Aufnahme
- NIHSS
- Dialyse
- Lungenembolie

- hypertensive Nierenkrankheit mit Niereninsuffizienz
- chronische Rhinosinusitis
- Beta-Blocker kombiniert
- Kardiale Implantation
- Ernährungsdefizit
- Gerinnungsstörungen
- obstruktives Schlafapnoe-Syndrom
- Erkrankungen der Leber
- periphere arterielle Verschlusskrankheit
- Östrogentherapie
- Diabetes

5.4.3 Basisdeskription

Tabelle 32: Basisdeskription der AOK-Fälle mit STROKE I63 in Ihrem Krankenhaus und in allen teilnehmenden Krankenhäusern (2017-2020)

	Ihr Krankenhaus (N=535)		Alle Krankenhäuser (N=4501)
	N	%	%
Gesamtzahl N	535	100,0	100,0%
Medianes Alter bei Aufnahme [IQR]	77,8 [39-98]	---	78,0 [19-102]
Männer (Referenz)	266	49,9%	50,7%
Frauen	267	50,1%	49,3%
<i>Altersquintile</i>			
1. Quintil (19-64 Jahre)	104	19,6%	20,0%
2. Quintil (64-74 Jahre)	117	22,0%	20,0%
3. Quintil (74-81 Jahre)	106	20,0%	19,9%
4. Quintil (81-86 Jahre)	100	18,8%	20,0%
5. Quintil (über 86 Jahre)	104	19,6%	20,0%
<i>Pflegegrad</i>			
Keiner	395	74,4%	64,7%
Grad 1	18	3,4%	3,2%
Grad 2	60	11,3%	14,4%
Grad 3	33	6,2%	10,1%
Grad 4	20	3,8%	6,0%

	Ihr Krankenhaus (N=535)		Alle Krankenhäuser (N=4501)
Grad 5	5	0,9%	1,6%
Thrombektomie im Indexaufenthalt	8	1,5%	10,7%
<i>Prädiktoren (bewertet 2 Jahre zuvor, einschließlich Index)</i>			
Anämie	11	2,1%	2,2%
Andere Eisenmangelanämien	14	2,6%	2,6%
Angiotensin-Rezeptor-Blocker kombiniert	110	20,7%	13,4%
Angiotensin-Rezeptor-Blocker rein	130	24,1%	18,9%
Antikoagulanzen	197	37,1%	43,7%
Antipsychotika	44	8,3%	11,2%
Beta-Blocker kombiniert	23	4,3%	3,1%
Beta-Blocker rein	260	49,0%	52,2%
Chronische Rhinosinusitis	29	5,5%	3,8%
Demenz	88	16,6%	17,3%
Diabetes	119	22,0%	23,9%
Dialyse	3	0,6%	0,8%
Eisenmangelanämie nach Blutverlust (chronisch)	4	0,8%	1,8%
Ernährungsdefizit	25	4,7%	4,1%
Erythropoetin	8	1,5%	0,8%
Gerinnungsstörungen	24	4,5%	4,3%
Hypercholesterinämie	455	85,7%	74,9%
Hypertensive Nierenkrankheit mit Niereninsuffizienz	6	1,1%	1,2%
Hypertonie	97	18,3%	12,2%
Kardiale Implantation	40	7,5%	8,4%
Lungenembolie	na	≤0,2%	0,6%
Niereninsuffizienz	115	21,7%	22,8%
Nikotinabusus	55	10,4%	17,2%
Obstruktives Schlafapnoe-Syndrom	16	3,0%	4,7%
Östrogene	14	2,6%	3,4%
Periphere arterielle Verschlusskrankheit	61	11,5%	12,7%

	Ihr Krankenhaus (N=535)		Alle Krankenhäuser (N=4501)
Post-Schlaganfall-Depression	35	6,6%	8,9%
Statine	188	35,4%	36,1%
ST-Hebungsinfarkt	35	6,6%	6,8%
Thrombozytopenie	6	0,8%	1,1%
Vorhofflimmern und Flattern	77	14,5%	17,1%
Zerebrale Atherosklerose	19	3,6%	8,4%
<i>Klinische Parameter</i>			
NIHSS (bei Aufnahme)			
Gesamtzahl N	531	100,0%	100,0%
0-5 Punkte	265	49,9%	57,1%

5.5 Kolon-/Rektumoperation bei Karzinom (KRK)

Betrachtet werden die Fälle mit Kolon-/Rektumoperation bei Karzinom. Die exakten Aufgreifkriterien sind in Kapitel 3.3.4 beschrieben.

5.5.1 Krankenhäuser und Fälle

Tabelle 33: Krankenhäuser und AOK-Fälle mit KRK (2017-2020)

Ihr Krankenhaus			Alle eingeschlossenen Kliniken (N=12)					
Jahre	eingeschlossene Fälle	Perzentil	Anzahl Krankenhäuser	eingeschlossene Fälle	25. Perzentil	50. Perzentil	75. Perzentil	Max
2017	0	0%	6	60	4	11	16	18
2018	14	50%	8	107	9	14	16	23
2019	26	88%	8	138	11	17	22	27
2020	25	100%	8	129	13	16	18	25
2017-2020	63	88%	8	434	45	57	62	77

In dieser Tabelle sehen Sie, wie viele AOK-Fälle in Ihrem Krankenhaus eingeschlossen wurden. Der Perzentilwert gibt an wie viele am Hybrid-QI teilnehmende Krankenhäuser weniger Fälle behandelt haben.

Abbildung 50: AOK-Fälle mit KRK nach Krankenhäusern (2017-2020)

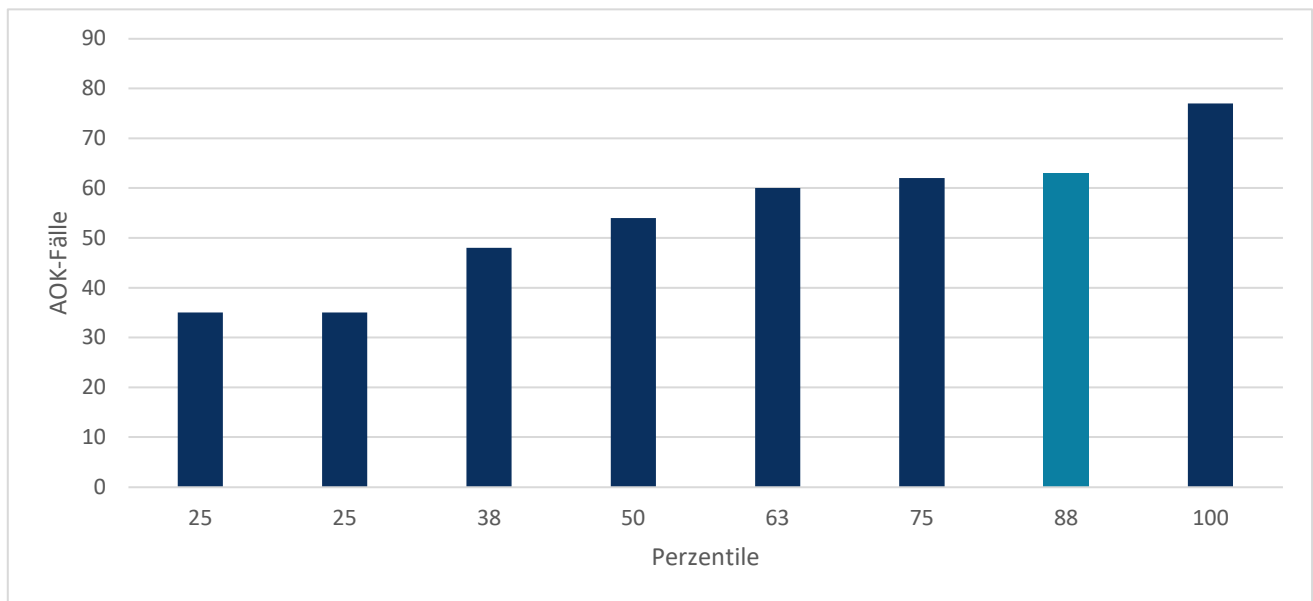
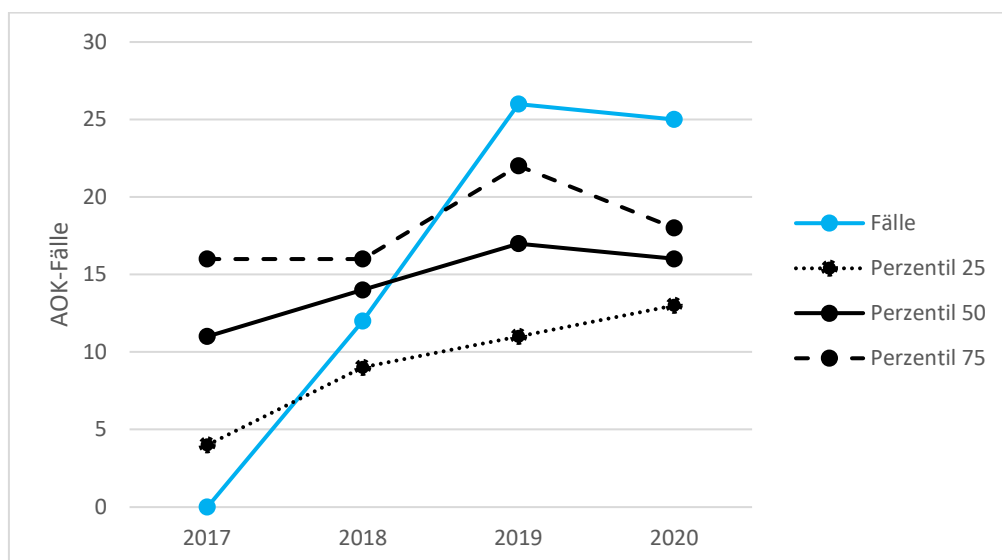


Abbildung 51: AOK-Fälle mit KRK in Ihrem Krankenhaus (2017-2020)



5.5.2 Basisdeskription

Tabelle 34: Basisdeskription der AOK-Fälle mit KRK in Ihrem Krankenhaus und in allen teilnehmenden Krankenhäusern (2017-2020)

	Ihr Krankenhaus (N=67)		Alle Krankenhäuser (N=494)
	N	%	%
Gesamtzahl N	67	100,0%	100,0%
Medianes Alter bei Aufnahme [IQR]	72,7 [48-91]	---	73,1 [29-97]
Männer (Referenz)	29	44,4%	57,3%
Frauen	36	55,6%	42,7%
Altersquintile			
1. Quintil (29-63 Jahre)	17	27,0%	20,0%
2. Quintil (63-70 Jahre)	10	15,9%	20,0%
3. Quintil (70-77 Jahre)	14	22,2%	19,8%
4. Quintil (77-82 Jahre)	8	12,7%	20,0%
5. Quintil (über 82 Jahre)	14	22,2%	20,0%
Pflegegrad			
Keiner	59	90,5%	74,7%
Grad 1	2	3,2%	4,0%
Grad 2	2	3,2%	12,6%
Grad 3	na	≤1,6%	5,3%
Grad 4	na	≤1,6%	2,4%
Grad 5	na	≤1,6%	1,0%
OP-Verfahren			
Offen	29	46,0%	53,2%
Laparoskopisch	21	30,2%	36,8%
Wechsel	15	23,8%	8,3%
Keine Angabe	na	≤1,6%	1,6%
Notfalleinweisung	25	39,7%	32,4%
Medianer Aufenthalt im Indexfall in Tagen [IQR]	14,0 [4-56]	---	13,0 [2-71]
Risikofaktoren im Vorbeobachtungszeitraum (ambulant & stationär)			
Abnorme Gewichtsabnahme	na	≤1,6%	2,4%

	Ihr Krankenhaus (N=67)		Alle Krankenhäuser (N=494)
Antithrombotische Mittel	15	23,8%	37,2%
Bluthochdruckmittel	50	79,4%	74,5%
Colitis ulcerosa	na	≤1,6%	0,2%
COPD	4	6,3%	6,9%
Corticosteroide	na	≤1,6%	0,8%
Ernährungsdefizit	4	6,3%	6,3%
Glucocorticoide	3	4,8%	6,5%
Hemiparese	na	≤1,6%	1,0%
Herzinsuffizienz	11	17,5%	18,0%
Hypothyreose	5	7,9%	9,9%
Ischaemische Herzkrankheiten	15	23,8%	20,0%
Koagulopathien	3	4,8%	4,7%
Leberkrankheiten	3	4,8%	1,2%
Morbus Crohn	na	≤1,6%	0,4%
Niereninsuffizienz	8	12,7%	21,1%
Nikotinabusus	5	7,9%	13,6%
Polyposis coli (FAP)	5	7,9%	4,9%
Prednisolon	2	3,2%	4,3%
Pulmonale Herzkrankheit	5	7,9%	3,2%
Störungen des Wasser- und Elektrolythaushaltes	11	17,5%	15,0%
Zweittumor	4	6,3%	10,9%
<i>Klinische Parameter</i>			
TNM			
T0	0	0,0%	1,8%
T1	4	6,3%	8,7%
T2	9	14,3%	17,4%
T3	39	61,9%	55,1%
T4	11	17,5%	17,0%

Literaturverzeichnis

1. Yale New Haven Health Services Corporation/Center for Outcomes Research & Evaluation (YNHHSC/CORE). Hybrid Hospital-Wide Readmission Measure with Electronic Health Record Extracted Risk Factors (Version 1.2) 2023; verfügbar unter: <https://www.cms.gov/files/document/hybrid-hospital-wide-readmission-measure-electronic-health-record-extracted-risk-factors.pdf-0>
2. Wissenschaftliches Institut der AOK. Qualitätssicherung der stationären Versorgung mit Routinedaten (QSR) - Abschlussbericht. 2007; verfügbar unter: https://www.qualitaetssicherung-mit-routinedaten.de/imperia/md/qsr/publikationen/wido_kra_qsr-abschlussbericht_0407.pdf
3. Geraedts, M., et al., DNVF-Memorandum III „Methoden für die Versorgungsforschung“, Teil 3: Methoden der Qualitäts- und Patientensicherheitsforschung. Das Gesundheitswesen, 2017. 79: p. e95-e124.
4. Garza M, Del Fiore G, Tenenbaum J, Walden A, Zozus MN. Evaluating common data models for use with a longitudinal community registry. J Biomed Inf. 2016;64:333–41. doi: 10.1016/j.jbi.2016.10.016.
5. Reinecke I, Zoch M, Reich C, Sedlmayr M, Bathelt F. The usage of OHDSI OMOP - A Scoping Review. Stud Health Technol Inf. 2021;283:95–103. doi: 10.3233/SHTI210546.
6. Schofer N, Jeschke E, Kröger J, Baberg H, Falk V, Gummert JF, Hamm CW, Möckel M, Goßling A, Malzahn J, Günster C, Blankenberg S. Risk-related short-term clinical outcomes after transcatheter aortic valve implantation and their impact on early mortality: an analysis of claims-based data from Germany. Clin Res Cardiol. 2022 Aug;111(8):934-943. doi: 10.1007/s00392-022-02009-y.

Glossar (Abkürzungen/Erläuterungen)

AMI	Akuter Myokardinfarkt mit Koronarangiographie
AOK	AOK - Die Gesundheitskasse
CCT	Craniale Computertomographie
CDM	Common Data Model
DIZ	Datenintegrationszentrum der Universitätsmedizin Dresden
eGFR	geschätzte glomeruläre Filtrationsrate
ETL	Extract-Transform-Load
FKZ	Förderkennzeichen
Hb	Hämoglobin
HFRS	Hospital Frailty Risk Score
Hybrid-QI	Hybride Qualitätsindikatoren mittels Machine Learning
ICD-10	International Classification of Diseases (deutsche Version)
ID	Identifikationsnummer
IMB	Zentrum für Medizinische Informatik / Institut für Medizinische Informatik und Biometrie (IMB) der Universitätsmedizin Dresden
IK	Institutionskennzeichen
KI	95%-Konfidenzintervalle
KRK	Kolon-/Rektumoperation bei Karzinom
KVNR	Krankenversichertennummer
MACCE	Schwere kardiale und zerebrovaskuläre Komplikationen (Major adverse cardiac and cerebrovascular events)
mRS	modified Ranking Scale
MRT	Magnetresonanztomographie
NIHSS	National Institutes of Health Stroke Scale
NSTEMI	Nicht-ST-Hebungsherzinfarkt
OMOP	Observational Medical Outcomes Partnership
OPS	Operationen- und Prozedurenschlüssel
OR	Odds Ratio
PHF	Endoprothetische und osteosynthetische Behandlung proximaler Humerusfrakturen
PR-AUC	Precision Recall-Area Under the Curve
QI	Qualitätsindikator
ROC-AUC	Receiver Operating Characteristic-Area Under the Curve
SGB	Sozialgesetzbuch
SMR	Standardisierte Mortalitätsrate
STEMI	ST-Hebungsherzinfarkt
STROKE	Hirnfarkt/intrazerebrale Blutung
TNM	Tumorgröße, Nodalstatus, Fernmetastasen (Classification of Malignant Tumors)

TUD	Technische Universität Dresden
UICC	Union Internationale Contre le Cancer
WIdO	Wissenschaftliches Institut der AOK
ZEGV	Zentrum für evidenzbasierte Gesundheitsversorgung

Anhang

Anhang Tabelle 1: AMI: Definition des Infarkts, Risikofaktoren und Outcomes

<i>Art des Myokardinfarkts</i>	<i>ICD/OPS/ATC</i>	<i>Codes</i>	<i>Einschränkungen</i>
STEMI	ICD	I21.0-I21.2	
NSTEMI	ICD	I21.4	
Sonstige	ICD	I21.9	
<i>Eingriffsarten</i>	<i>ICD/OPS/ATC</i>	<i>Codes</i>	<i>Einschränkungen</i>
Perkutane Koronarintervention (PCI)	OPS	8-837.0-8-837.2, 8-837.5, 8-837.k-8-837.q, 8-837.t-8-837.w, 8-83d.0-8-83d.2	
Koronare Bypass-Operation (CABG)	OPS	5-361-5-363	
Koronarangiographie	OPS	1-275.0-1-275.5	
1 Stent in eine Arterie	OPS	8-837.k0, 8-837.m0, 8-837.w0, 8-83d.00, 8-83d.10, 8-83d.20	

Mindestens 2 Stents in eine Arterie	OPS	8-837.k3, 8-837.k5, 8-837.k7, 8-837.k9, 8-837.kb, 8-837.m1, 8-837.m3, 8-837.m5, 8-837.m7, 8-837.m9, 8-837.w1, 8-837.w3, 8-837.w5, 8-837.w7, 8-837.w9, 8-83d.01, 8-83d.03, 8-83d.05, 8-83d.07, 8-83d.09, 8-83d.11, 8-83d.13, 8-83d.15, 8-83d.17, 8-83d.19, 8-83d.21, 8-83d.23, 8-83d.25, 8-83d.27, 8-83d.29	
Mindestens 2 Stents in mehrere Arterien	OPS	8-837.k4, 8-837.k6, 8-837.k8, 8-837.ka, 8-837.kc, 8-837.m2, 8-837.m4, 8-837.m6, 8-837.m8, 8-837.ma, 8-837.w2, 8-837.w4, 8-837.w6, 8-837.w8, 8-837.wa, 8-83d.02, 8-83d.04, 8-83d.06, 8-83d.08, 8-83d.0a, 8-83d.12, 8-83d.14, 8-83d.16, 8-83d.18, 8-83d.1a, 8-83d.22, 8-83d.24, 8-83d.26, 8-83d.28, 8-83d.2a	
Komorbiditäten	ICD/OPS/ATC	Codes	Einschränkungen
Akutes Nierenversagen	ICD	N17.01, N17.11, N17.21, N17.81, N17.91	
Akutes Nierenversagen	ICD	N17.02, N17.12, N17.22, N17.82, N17.92	
Akutes Nierenversagen	ICD	N17.03, N17.13, N17.23, N17.83, N17.93	
Alkoholmissbrauch	ICD	F10	

Atherosklerotische Herzerkrankung: Stenose des linken Hauptstamms	ICD	I25.14	
Atherosklerotische Herzkrankheit: Dreigefäßerkrankung	ICD	I25.13	
Atherosklerotische Herzkrankheit: Zwei-Gefäß-Krankheit	ICD	I25.12	
AV-Block 3. Grades	ICD	I44.2	
Bluthochdruck mit Komplikation	ICD	I11	
Bluthochdruck ohne Komplikation	ICD	I10	
Bösartige Neubildung	ICD	C0-C9	
Chronische Lebererkrankung	ICD	B18, I86.4, I98.2, K70, K73, K74, K76.0, K76.1, K76.5, K76.6, K76.7, Q44.6, Q44.7	
Chronische Lungenerkrankung	ICD	J41, J42, J44, J45, J47	
Chronische Nierenerkrankung	ICD	I12.0, I13.1, N18.1, N18.2, N18.8, N18.9, N19, N25.0	
Chronische Nierenerkrankung	ICD	N18.3-5	
Defizienzanämie	ICD	D50.8	
Demenz/Alzheimer-Krankheit	ICD	F00-F02, F05.1, G30, G31.1	
Diabetes mit Insulinpflicht	ICD	E10-E14	In den zwei Quartalen vor Aufnahme in den Indexaufenthalt insulinbezo- genes Rezept eingelöst.
Diabetes- ohne Insulinpflicht	ICD&ATC	E10-E14	

Dialyse im vorangegangenen Beobachtungszeitraum	ICD&OPS	ICD: N18.5, Z49, Z99.2; OPS: 8-853-8-857	
Eisenmangelanämie nach Blutverlust (chronisch)	ICD	D50.0	
Herzkammerflattern und Herzkammerflimmern	ICD	I49.0	
Herz-Kreislauf-Stillstand vor der Einlieferung ins Krankenhaus	ICD	U69.13	
Herzrhythmusstörungen ohne Kammerflattern/Kammerflimmern	ICD	I44.1, I44.3, I45.6, I45.9, I47, I48, R00.0, R00.1, R00.8, T82.1, Z45.0, Z95.0, I49.1, I49.2, I49.3, I49.4, I49.5, I49.8, I49.9	
Hirnfarkt	ICD	I63	
Nach Bypass-Operation	ICD	Z95.1	
Nach PCI	ICD	8-837.0-8-837.2, 8-837.5, 8-837.k-8-837.q, 8-837.t-8-837.w, 8-83d.0-8-83d.2	In den zwei Jahren vor dem Indexaufenthalt.
NHYA > 1	ICD	I50.12-4	
Periphere Gefäßerkrankung	ICD	I70	
Reinfarkt	ICD	I21	In den zwei Jahren vor dem Indexaufenthalt.
Schlaganfall	ICD	I61, I64, I69	
Schock	ICD	R57.0, R57.8, R57.9	
Pharmazeutische Therapie in der Vorbeobachtungszeit	ICD/OPS/ATC	Codes	Einschränkungen

Antithrombotika	ATC	B01AA, B01AB, B01AC, B01AE, B01AF, B01AX05	
Laborwerte am Aufnahmetag			
Hämoglobin <= 10 g/dl			
eGFR <= 60 ml/min/1.73qm			
Outcomes	ICD/OPS/ATC	Codes	Einschränkungen
MACCE	ICD	G45, I21-22, I63-64	
MACCE plus Herzinsuffizienz	ICD	G45, I21-22, I63-64, I50	

Anhang Tabelle 2: PHF: Definition der Eingriffsarten, Risikofaktoren und Outcomes

Eingriffsart hierarchisiert	ICD/OPS/ATC	Codes	Einschränkungen
Inverse Endoprothese	OPS	5-824.21	
Humeruskopfprothese, konventionell (nicht invers)	OPS	5-824.01, 5-824.20	
Winkelstabile Plattenosteosynthese	OPS	5-794.21, 5-794.k1	
Offene Reposition und in-tramedulläre Nagelosteosynthese bei multifragmentären Frakturen	OPS	5-794.a1, 5-794.b1	
Offene Reposition und andere Behandlung von Mehrfragmentfrakturen	OPS	5-794.01, 5-794.11	
Offene Reposition und Plattenosteosynthese bei monofragmentären Frakturen	OPS	5-793.31, 5-793.k1	
Offene Reposition und in-tramedulläre Nagelosteosynthese bei monofragmentären Frakturen, Schraube und K-Draht	OPS	5-793.a1, 5-793.b1, 5-793.11, 5-793.21	
Geschlossene Reposition mit Nagel oder anderen	OPS	5-790.01, 5-790.11, 5-790.91, 5-790.31, 5-790.41, 5-790.51, 5-790.k1, 5-790.n1	
Risikofaktoren			
Komorbiditäten im Vorbeobachtungszeitraum (ambulant & stationär)	ICD/OPS/ATC	Codes	Einschränkungen

Nikotinabusus	ICD	F17	
Ruptur der Rotatorenmanschette	ICD	M75.1, S46.0	
<i>Elixhauser Komorbiditäten im Indexaufenthalt</i>	<i>ICD/OPS/ATC</i>	<i>Codes</i>	<i>Einschränkungen</i>
Adipositas	ICD	E66	
Atherosklerose	ICD	I70	
Diabetes mellitus, Typ 1: Mit Koma	ICD	E10.0	
Diabetes mellitus, Typ 1: Mit Nierenkomplikationen	ICD	E10.2	
Bluthochdruck	ICD	I11, I10	
Herzinsuffizienz	ICD	I50	
Koronare Herzkrankheit	ICD	I25.5	
Seropositive chronische Polyarthrit	ICD	M05	
Andere chronische Polyarthrit	ICD	M06	
Vorhofflimmern und Vorhofflattern	ICD	I48	
<i>Pharmakotherapie im Vorbeobachtungszeitraum (14/90 Tage vor Aufnahme)</i>	<i>ICD/OPS/ATC</i>	<i>Codes</i>	<i>Einschränkungen</i>
Analgetika (14 Tage)	ATC	N02	
Antibiotika (14 Tage)	ATC	J01	
Antikoagulanzen (90 Tage)	ATC	B01AA, B01AB, B01AC, B01AE, B01AF, B01AX	
Bisphosphonate (90 Tage)	ATC	M05BA, M05BB	

Denosumab (90 Tage)	ATC	M05BX04	
Opioide (90 Tage)	ATC	N02A	
Selektive Östrogenrezeptormodulatoren (90 Tage)	ATC	G03XC	
Vitamin D/Kalzium (90 Tage)	ATC	M05BX04	
Outcomes			
Frühe chirurgische Komplikationen und Revisionsoperationen	ICD/OPS/ATC	Codes	Einschränkungen
Chirurgische Zwischenfälle	ICD	Y69I, Y84.9, Y82.8	
Debridement	OPS	5-819.10	
Dislokation des Implantats	ICD	T84.10, T84.00	
Gefäßverletzungen	OPS	5-388.1-2, 5-395.1-2, 5-397.1-2	
Hämatom nach der Operation	ICD	T81.0	
Infektion	ICD	T84.5, T84.6, T84.7, M86.01, M86.11, M86.21, M86.31, M86.41, M86.51, M86.61, M86.81, M86.91	
Infektion mit antibiotikaresistenten Keimen	ICD&OPS	ICD: U80-83; OPS: 8-987	
Knöcherne Einheilung bei Fehlstellung	OPS	5-781.01, 5-781.11, 5-781.21, 5-781.31, 5-781.41, 5-781.51, 5-781.61, 5-781.81, 5-781.91	
Kompartiment-Syndrom	ICD	S41.86I	
Mechanische Fehlfunktion oder Materialversagen/Lockerung	ICD	T84.00, T84.10, T85.88, T85.9	

Nervenverletzungen	OPS	5-040.1, 5-040.2, 5-040.3, 5-041.1, 5-041.2, 5-041.3, 5-044.1, 5-044.2, 5-044.3, 5-045.1, 5-045.2, 5-045.3, 5-046.1, 5-046.2, 5-046.3, 5-047.1, 5-047.2, 5-047.3, 5-048.1, 5-048.2, 5-048.3, 5-049.1, 5-049.2, 5-049.3, 5-04b.1, 5-04b.2, 5-04b.3, 5-050.1, 5-050.2, 5-050.3, 5-051.1, 5-051.2, 5-051.3, 5-052.1, 5-052.2, 5-052.3, 5-053.1, 5-053.2, 5-053.3, 5-054.1, 5-054.2, 5-054.3, 5-055.1, 5-055.2, 5-055.3, 5-056.1, 5-056.2, 5-056.3, 5-057.1, 5-057.2, 5-057.3
Periprothetische oder periimplantäre Frakturen	ICD	M96.6, T84.00, T84.10
Revisionseingriffe	OPS	5-824.21, 5-825.0-1, 5-825.8, 5-825.k0-1, 5-825.kx, 5-825.1, 5-787.01 - 5-787.31, 5-787.k1, 5-810.40, 5-78a.01, 5-78a.11, 5-78a.21, 5-78a.k1, 5-785.01 - 1, 5-789.31, 5-794.21, 5-794.k1, 5-824.21, 5-825.00, 5-825.10 - 1, 5-825.1, 5-825.12, 5-825.1, 5-825.2-1, 5-825.k, 5-825.k0, 5-825.k1, 5-825.kx, 5-825.1, 5-78a.01 - 5-78a.21, 5-78a.31, 5-78a.k1, 5-785.01, 5-785.11, 5-789.31, 5-794.11, 5-794.31, 5-794.41, 5-794.71, 5-794.81, 5-824.01, 5-793.01 - 5-793.21, 5-793.31 - 5-793.51, 5-793.a1, 5-793.b1, 5-793.h1, 5-793.k1
Verlagerung	OPS	8-201.0

Alle chirurgischen Komplikationen und Revisionsoperationen	ICD/OPS/ATC	Codes	Einschränkungen
Amputation der oberen Gliedmaßen, ipsilateral (Schulter oder Oberarm)	OPS	5-862.1, 5-862.2	
Arthrolyse	OPS	5-800.60, 5-810.20, 5-810.90	
Chirurgische Frühkomplikationen und Revisionen	ICD/OPS	Alle Outcomes von „Frühe chirurgische Komplikationen & Revisionen“	
Dekompression des subakromialen Raums	OPS	5-814.3	
Gelenkschaden/Knorpelschaden	OPS	5-782.11, 5-782.21, 5-782.31, 5-782.41, 5-782.51, 5-782.61, 5-782.a1, 5-782.b1, 5-781.a1, 5-784.01, 5-784.11, 5-784.21, 5-784.31, 5-784.41, 5-784.71, 5-784.81, 5-784.b1	
Infektion	OPS	5-780.41, 5-780.51, 5-780.61, 5-780.71, 5-780.81, 5-780.91, 5-800.20, 5-800.30, 5-800.a0, 5-800.b0, 5-810.10, 5-810.70, 5-810.80, 8-989, 8-989.0, 8-989.1, 8-989.2, 8-989.3, 8-989.4, 8-989.5, 8-989.6	In Kombination mit einer sekundären Operation.
Infektion mit antibiotikaresistenten Keimen	ICD&OPS	ICD: U80-83; OPS: 8-987	In Kombination mit einer sekundären Operation.
Knöcherne Heilung bei Fehlstellung	OPS	5-781.01, 5-781.11, 5-781.21, 5-781.31, 5-781.41, 5-781.51, 5-781.61, 5-781.81, 5-781.91	

Nervenverletzungen

OPS

5-040.1, 5-041.1, 5-044.1, 5-045.1, 5-046.1, 5-047.1, 5-048.1, 5-049.1, 5-04b.1, 5-050.1, 5-051.1, 5-052.1, 5-053.1, 5-054.1, 5-055.1, 5-056.1, 5-057.1, 5-388.11, 5-388.12, 5-395.11, 5-95.12, 5-397.11, 5-397.12, 5-780.01, 5-780.11, 5-780.21, 5-780.31, 5-780.41, 5-780.51, 5-80.61, 5-780.71, 5-780.81, 5-780.91, 5-780.x1, 5-781.01, 5-781.11, 5-781.21, 5-781.31, 5-781.41, 5-781.51, 5-781.61, 5-781.71, 5-781.81, 5-781.91, 5-781.a1, 5-781.x1, 5-782.11, 5-782.21, 5-82.31, 5-782.41, 5-782.51, 5-782.62, 5-782.72, 5-782.82, 5-782.92, 5-782.a1, 5-782.b1, 5-782.x1, 5-784.01, 5-784.11, 5-784.21, 5-784.31, 5-784.41, 5-784.51, 5-784.61, 5-784.71, 5-784.81, 5-84.92, 5-784.a1, 5-784.b1, 5-784.c1, 5-784.d1, 5-784.e1, 5-784.f1, 5-784.x1, 5-785.01, 5-85.11, 5-785.21, 5-785.31, 5-785.41, 5-785.51, 5-785.61, 5-785.71, 5-787.01, 5-787.11, 5-87.21, 5-787.31, 5-787.41, 5-787.51, 5-787.61, 5-787.71, 5-787.81, 5-787.91, 5-787.c1, 5-787.g1, 5-87.k1, 5-787.m1, 5-787.n1, 5-787.x1, 5-789.01, 5-789.31, 5-789.41, 5-789.b1, 5-789.c1, 5-89.x1, 5-78a.01, 5-78a.11, 5-78a.21, 5-78a.31, 5-78a.41, 5-78a.51, 5-78a.61, 5-78a.71, 5-8a.81, 5-78a.91, 5-78a.c1, 5-78a.g1, 5-78a.k1,

5-78a.m1, 5-78a.n1, 5-78a.x1, 5-791.02, 5-91.12, 5-791.22, 5-791.32, 5-791.42, 5-791.52, 5-791.62, 5-791.72, 5-791.82, 5-791.92, 5-91.c2, 5-791.d2, 5-791.g2, 5-791.h2, 5-791.k2, 5-791.m2, 5-791.n2, 5-791.x2, 5-792.02, 5-92.12, 5-792.22, 5-792.32, 5-792.42, 5-792.52, 5-792.62, 5-792.72, 5-792.82, 5-792.92, 5-92.g2, 5-792.h2, 5-792.k2, 5-792.m2, 5-792.n2, 5-792.x2, 5-793.01, 5-793.11, 5-793.21, 5-93.31, 5-793.41, 5-793.51, 5-793.61, 5-793.71, 5-793.81, 5-793.91, 5-793.a1, 5-793.b1, 5-93.c1, 5-793.g1, 5-793.h1, 5-793.k1, 5-793.m1, 5-793.n1, 5-793.x1, 5-794.01, 5-794.11, 5-94.21, 5-794.31, 5-794.41, 5-794.51, 5-794.61, 5-794.71, 5-794.81, 5-794.a1, 5-794.b1, 5-94.c1, 5-794.g1, 5-794.h1, 5-794.k1, 5-794.m1, 5-794.n1, 5-794.x1, 5-79a.00, 5-79a.10, 5-9a.60, 5-79a.70, 5-79a.80, 5-79a.e0, 5-79a.g0, 5-79a.x0, 5-79b.00, 5-79b.10, 5-79b.20, 5-79b.60, 5-79b.70, 5-79b.80, 5-79b.e0, 5-79b.g0, 5-79b.h0, 5-79b.x0, 5-800.00, 5-00.10, 5-800.20, 5-800.30, 5-800.40, 5-800.50, 5-800.60, 5-800.70, 5-800.80, 5-800.90, 5-800.a0, 5-800.b0, 5-800.c0, 5-800.x0, 5-801.00, 5-801.30, 5-801.40, 5-801.b0, 5-801.c0, 5-801.g0, 5-801.h0,

5-801.k0, 5-801.m0, 5-801.n0, 5-801.p0, 5-801.x0, 5-805.0, 5-805.1, 05.05.2002, 5-805.3, 5-805.4, 5-805.5, 5-805.6, 5-805.7, 5-805.8, 5-805.9, 5-805.a, 5-805.b, 5-05.x, 5-805.y, 5-808.4, 5-809.00, 5-809.10, 5-809.20, 5-809.40, 5-809.x0, 5-810.00, 05.10.2010, 5-810.20, 5-810.30, 5-810.40, 5-810.50, 5-810.60, 5-810.70, 5-810.80, 5-810.90, 5-10.x0, 5-811.20, 5-811.30, 5-811.40, 5-811.x0, 5-812.00, 5-812.30, 5-812.90, 5-812.a0, 5-12.e0, 5-812.f0, 5-812.g0, 5-812.h0, 5-812.k0, 5-812.m0, 5-812.x0, 5-814, 5-819.00, 5-819.10, 5-19.20, 5-819.x0, 5-824.0, 5-824.20, 5-824.21, 5-825.00, 5-825.1, 5-825.2, 5-825.20, 5-25.21, 5-825.2x, 5-825.7, 5-825.8, 5-825.h, 5-825.j, 5-825.k, 5-828.11, 5-828.41, 5-828.61, 5-829.j, 5-829.k, 5-850.01, 5-850.11, 5-850.21, 5-850.31, 5-850.41, 5-850.51, 5-850.61, 5-50.71, 5-850.81, 5-850.91, 5-850.a1, 5-850.b1, 5-850.c1, 5-850.d1, 5-850.e1, 5-850.f1, 5-50.g1, 5-850.h1, 5-850.j1, 5-850.x1, 5-851.01, 5-851.11, 5-851.21, 5-851.31, 5-851.41, 5-851.51, 5-851.61, 5-851.71, 5-851.81, 5-851.91, 5-851.a1, 5-851.b1, 5-851.c1, 5-851.d1, 5-851.x1, 5-52.01, 5-852.11, 5-852.21, 5-852.31, 5-852.41, 5-852.51, 5-852.61, 5-852.71, 5-852.81, 5-

		52.91, 5-852.a1, 5-852.b1, 5-852.c1, 5-852.d1, 5-852.h1, 5-852.j1, 5-852.x1, 5-853.01, 5-53.11, 5-853.21, 5-853.31, 5-853.41, 5-853.51, 5-853.61, 5-853.71, 5-853.81, 5-853.91, 5-53.x1, 5-854.01, 5-854.11, 5-854.21, 5-854.31, 5-854.41, 5-854.51, 5-854.61, 5-854.71, 5-54.81, 5-854.91, 5-854.a1, 5-854.x1, 5-855.01, 5-855.11, 5-855.21, 5-855.31, 5-855.41, 5-55.51, 5-855.61, 5-855.71, 5-855.81, 5-855.91, 5-855.a1, 5-855.b1, 5-855.x1, 5-856.01, 5-56.11, 5-856.21, 5-856.31, 5-856.41, 5-856.51, 5-856.61, 5-856.71, 5-856.81, 5-856.91, 5-56.a1, 5-856.x1, 5-859.01, 5-859.11, 5-859.21, 5-859.31, 5-859.x1, 5-862.0, 5-862.1, 5-862.2, 5-86a.3, 5-896.06, 5-896.16, 5-896.26, 5-896.x6, 5-983, 8-115.0	
Nonunion/Pseudoarthrose	OPS	5-782.11, 5-782.21, 5-782.31, 5-782.41, 5-782.51, 5-782.61, 5-782.a1, 5-782.b1, 5-781.a1, 5-784.01, 5-784.11, 5-784.21, 5-784.31, 5-784.41, 5-784.71, 5-784.81, 5-784.b1	Ab dem 7. Monat nach der Aufnahme.
Osteoarthritis	ICD	M25.51	Erst nach der Entlassung aus dem Indexaufenthalt.
Osteonekrose	ICD	M87.21, M87.22, M87.32, M87.82, M87.92	
Postoperative Steifheit, adhäsive Kapsulitis, Schultersteife	OPS	5-800.60, 5-810.20, 5-810.90, 5-800.c0	

Resektionsarthroplastik (zum Einsetzen eines Spacers)	OPS	5-829.3	
Ruptur der Rotatorenmanschette	ICD	M75.1, S46.0	Erst nach der Entlassung aus dem Indexaufenthalt.
Sekundäre Arthroplastik	OPS	5-824.0, 5-824.20, 5-824.21	
Sekundäre Arthroskopie	OPS	5-782.b1, 5-810.00, 5-810.10, 5-810.20, 5-810.40, 5-810.50, 5-810.70, 5-810.80, 5-810.90, 5-811.20, 5-811.30, 5-811.40, 5-814.b, 5-814.c, 5-814.d, 5-814.e, 5-819.00, 5-819.10, 5-819.20, 5-782.b1, 5-784.c1, 5-784.d1, 5-784.e1, 5-784.f1, 5-810.00, 5-810.10, 5-810.20, 5-810.40, 5-810.50, 5-810.70, 5-810.80, 5-810.90, 5-811.20, 5-811.30, 5-811.40, 5-812.00, 5-812.30, 5-812.90, 5-812.a0, 5-812.e0, 5-812.f0, 5-812.g0, 5-812.h0, 5-812.k0 (seit 2011), 5-812.m0, 5-814.0, 5-814.1, 5-814.2, 5-814.3, 5-814.4, 5-812.40, 5-814.5, 5-814.6, 5-814.7, 5-814.8, 5-814.9, 5-814.b, 5-814.c, 5-814.d, 5-814.e, 5-819.00, 5-819.20	

Sekundäre Operation, offen

OPS

5-780.01, 5-780.11, 5-780.21, 5-780.31, 5-780.61, 5-780.x1, 5-782.11, 5-782.21, 5-782.31, 5-782.41, 5-782.51, 5-782.62, 5-782.72, 5-782.82, 5-782.92, 5-782.a1, 5-785.01, 5-785.11, 5-785.21, 5-785.31, 5-785.41, 5-785.51, 5-785.61, 5-785.71, 5-789.b1, 5-791.02, 5-791.12, 5-791.22, 5-792.k2, 5-792.02, 5-792.12, 5-792.22, 5-800.10, 5-800.30, 5-800.40, 5-800.50, 5-800.70, 5-800.80, 5-800.90, 5-800.x0, 5-850.01, 5-850.11, 5-850.21, 5-850.31, 5-850.41, 5-850.51, 5-850.61, 5-850.71, 5-850.81, 5-850.91, 5-850.a1, 5-850.b1, 5-850.c1, 5-850.d1, 5-850.e1, 5-850.f1, 5-850.g1, 5-850.h1, 5-850.j1, 5-850.x1, 5-859.01, 5-859.11, 5-862.1, 5-862.2, 5-892.06, 5-892.07, 5-892.16, 5-892.17, 5-896.06, 5-896.16, 5-896.26, 5-784.01, 5-784.11, 5-784.21, 5-784.31, 5-784.41, 5-784.51, 5-784.61, 5-784.71, 5-784.81, 5-784.a1, 5-784.b1, 5-789.c1, 5-794.01, 5-794.11, 5-794.21, 5-794.41, 5-794.71, 5-794.81, 5-794.k1, 5-801.00, 5-801.30, 5-801.40, 5-801.b0, 5-801.c0, 5-801.g0, 5-801.h0, 5-801.k0, 5-801.m0, 5-801.n0, 5-801.p0, 5-805.6, 5-805.7, 5-805.8, 5-805.9, 5-805.a, 5-851.11, 5-851.21, 5-852.01, 5-852.11, 5-853.01, 5-853.11, 5-855.01, 5-855.11, 5-855.21, 5-855.51,

		5-855.61, 5-855.71, 5-855.81, 5-855.91, 5-855.a1	
Verspätete Einheilung	OPS	5-782.11, 5-782.21, 5-782.31, 5-782.41, 5-782.51, 5-782.61, 5-782.a1, 5-782.b1, 5-781.a1, 5-784.01, 5-784.11, 5-784.21, 5-784.31, 5-784.41, 5-784.71, 5-784.81, 5-784.b1	Nur wenn innerhalb von 6 Monaten nach Aufnahme kodiert.
Allgemeine Komplikationen	ICD/OPS/ATC	Codes	Restrictions
Akuter Myokardinfarkt	ICD	I21, I22	
Akutes Atemnotsyndrom (ARDS)	ICD	J80	
Akutes Leberversagen	ICD	K72.0, K72.7, K72.9	
Akutes Nierenversagen	ICD	N17	
Herzstillstand	ICD&OPS	ICD: I46; OPS: 8-77	
Ischämischer Schlaganfall	ICD	I63-I64	
Pulmonale Embolie	ICD	I26	
Schlaganfall	ICD	I60-I64	
Sepsis	ICD	R65.0, R65.1, R65.9, R57.2 (seit 2011), A41, A40, B37.7	
Thromboembolisches Ereignis	OPS	I80.1, I80.2, I82.2, I82.3, I26, I63, I64	
Tiefe Venenthrombose	ICD	I80.1, I80.2, I82.2, I82.3	
Wiederbelebung	OPS	8-77	
Weitere Komplikationen	ICD/OPS/ATC	Codes	Einschränkungen
Bluttransfusion	OPS	8-800.0, 8-800.1, 8-800.c	

Delirium	ICD&OPS	F05	
Intensivpflege	OPS	8-980, 8-98f	
Schleimbeutelentzündung	ICD	M75.5	
Vaskuläres Trauma	ICD&OPS	ICD: S45.0, S45.1, S55.0, S55.1; OPS: 5-388.11, 5-388.12, 5-395.11, 5- 395.12, 5-397.11, 5-397.12	
<i>Jegliche sekundäre Operation</i>	<i>ICD/OPS/ATC</i>	<i>Codes</i>	<i>Einschränkungen</i>

Jegliche sekundäre Operation (ipsilateral)

OPS

5-040.1, 5-041.1, 5-044.1, 5-045.1, 5-046.1, 5-047.1, 5-048.1, 5-049.1, 5-04b.1, 5-050.1, 5-051.1, 5-052.1, 5-053.1, 5-054.1, 5-055.1, 5-056.1, 5-057.1, 5-388.11, 5-388.12, 5-395.11, 5-95.12, 5-397.11, 5-397.12, 5-780.01, 5-780.11, 5-780.21, 5-780.31, 5-780.41, 5-780.51, 5-80.61, 5-780.71, 5-780.81, 5-780.91, 5-780.x1, 5-781.01, 5-781.11, 5-781.21, 5-781.31, 5-781.41, 5-781.51, 5-781.61, 5-781.71, 5-781.81, 5-781.91, 5-781.a1, 5-781.x1, 5-782.11, 5-782.21, 5-82.31, 5-782.41, 5-782.51, 5-782.62, 5-782.72, 5-782.82, 5-782.92, 5-782.a1, 5-782.b1, 5-782.x1, 5-784.01, 5-784.11, 5-784.21, 5-784.31, 5-784.41, 5-784.51, 5-784.61, 5-784.71, 5-784.81, 5-84.92, 5-784.a1, 5-784.b1, 5-784.c1, 5-784.d1, 5-784.e1, 5-784.f1, 5-784.x1, 5-785.01, 5-85.11, 5-785.21, 5-785.31, 5-785.41, 5-785.51, 5-785.61, 5-785.71, 5-787.01, 5-787.11, 5-87.21, 5-787.31, 5-787.41, 5-787.51, 5-787.61, 5-787.71, 5-787.81, 5-787.91, 5-787.c1, 5-787.g1, 5-87.k1, 5-787.m1, 5-787.n1, 5-787.x1, 5-789.01, 5-789.31, 5-789.41, 5-789.b1, 5-789.c1, 5-89.x1, 5-78a.01, 5-78a.11, 5-78a.21, 5-78a.31, 5-78a.41, 5-78a.51, 5-78a.61, 5-78a.71, 5-8a.81, 5-78a.91, 5-78a.c1, 5-78a.g1, 5-78a.k1,

5-78a.m1, 5-78a.n1, 5-78a.x1, 5-791.02, 5-91.12, 5-791.22, 5-791.32, 5-791.42, 5-791.52, 5-791.62, 5-791.72, 5-791.82, 5-791.92, 5-91.c2, 5-791.d2, 5-791.g2, 5-791.h2, 5-791.k2, 5-791.m2, 5-791.n2, 5-791.x2, 5-792.02, 5-92.12, 5-792.22, 5-792.32, 5-792.42, 5-792.52, 5-792.62, 5-792.72, 5-792.82, 5-792.92, 5-92.g2, 5-792.h2, 5-792.k2, 5-792.m2, 5-792.n2, 5-792.x2, 5-793.01, 5-793.11, 5-793.21, 5-93.31, 5-793.41, 5-793.51, 5-793.61, 5-793.71, 5-793.81, 5-793.91, 5-793.a1, 5-793.b1, 5-93.c1, 5-793.g1, 5-793.h1, 5-793.k1, 5-793.m1, 5-793.n1, 5-793.x1, 5-794.01, 5-794.11, 5-94.21, 5-794.31, 5-794.41, 5-794.51, 5-794.61, 5-794.71, 5-794.81, 5-794.a1, 5-794.b1, 5-94.c1, 5-794.g1, 5-794.h1, 5-794.k1, 5-794.m1, 5-794.n1, 5-794.x1, 5-79a.00, 5-79a.10, 5-9a.60, 5-79a.70, 5-79a.80, 5-79a.e0, 5-79a.g0, 5-79a.x0, 5-79b.00, 5-79b.10, 5-79b.20, 5-79b.60, 5-79b.70, 5-79b.80, 5-79b.e0, 5-79b.g0, 5-79b.h0, 5-79b.x0, 5-800.00, 5-00.10, 5-800.20, 5-800.30, 5-800.40, 5-800.50, 5-800.60, 5-800.70, 5-800.80, 5-800.90, 5-800.a0, 5-800.b0, 5-800.c0, 5-800.x0, 5-801.00, 5-801.30, 5-801.40, 5-801.b0, 5-801.c0, 5-801.g0, 5-801.h0,

5-801.k0, 5-801.m0, 5-801.n0, 5-801.p0, 5-801.x0, 5-805.0, 5-805.1, 5-05.2, 5-805.3, 5-805.4, 5-805.5, 5-805.6, 5-805.7, 5-805.8, 5-805.9, 5-805.a, 5-805.b, 5-05.x, 5-805.y, 5-808.4, 5-809.00, 5-809.10, 5-809.20, 5-809.40, 5-809.x0, 5-810.00, 5-10.10, 5-810.20, 5-810.30, 5-810.40, 5-810.50, 5-810.60, 5-810.70, 5-810.80, 5-810.90, 5-10.x0, 5-811.20, 5-811.30, 5-811.40, 5-811.x0, 5-812.00, 5-812.30, 5-812.90, 5-812.a0, 5-12.e0, 5-812.f0, 5-812.g0, 5-812.h0, 5-812.k0, 5-812.m0, 5-812.x0, 5-814, 5-819.00, 5-819.10, 5-19.20, 5-819.x0, 5-824.0, 5-824.20, 5-824.21, 5-825.00, 5-825.1, 5-825.2, 5-825.20, 5-25.21, 5-825.2x, 5-825.7, 5-825.8, 5-825.h, 5-825.j, 5-825.k, 5-828.11, 5-828.41, 5-828.61, 5-829.j, 5-829.k, 5-850.01, 5-850.11, 5-850.21, 5-850.31, 5-850.41, 5-850.51, 5-850.61, 5-50.71, 5-850.81, 5-850.91, 5-850.a1, 5-850.b1, 5-850.c1, 5-850.d1, 5-850.e1, 5-850.f1, 5-50.g1, 5-850.h1, 5-850.j1, 5-850.x1, 5-851.01, 5-851.11, 5-851.21, 5-851.31, 5-851.41, 5-851.51, 5-851.61, 5-851.71, 5-851.81, 5-851.91, 5-851.a1, 5-851.b1, 5-851.c1, 5-851.d1, 5-851.x1, 5-52.01, 5-852.11, 5-852.21, 5-852.31, 5-852.41, 5-852.51, 5-852.61, 5-852.71, 5-852.81, 5-

52.91, 5-852.a1, 5-852.b1, 5-852.c1,
 5-852.d1, 5-852.h1, 5-852.j1, 5-
 852.x1, 5-853.01, 5-53.11, 5-853.21,
 5-853.31, 5-853.41, 5-853.51, 5-
 853.61, 5-853.71, 5-853.81, 5-853.91,
 5-53.x1, 5-854.01, 5-854.11, 5-
 854.21, 5-854.31, 5-854.41, 5-854.51,
 5-854.61, 5-854.71, 5-54.81, 5-
 854.91, 5-854.a1, 5-854.x1, 5-855.01,
 5-855.11, 5-855.21, 5-855.31, 5-
 855.41, 5-55.51, 5-855.61, 5-855.71,
 5-855.81, 5-855.91, 5-855.a1, 5-
 855.b1, 5-855.x1, 5-856.01, 5-56.11,
 5-856.21, 5-856.31, 5-856.41, 5-
 856.51, 5-856.61, 5-856.71, 5-856.81,
 5-856.91, 5-56.a1, 5-856.x1, 5-
 859.01, 5-859.11, 5-859.21, 5-859.31,
 5-859.x1, 5-862.0, 5-862.1, 5-862.2,
 5-86a.3, 5-896.06, 5-896.16, 5-
 896.26, 5-896.x6, 5-983, 8-115.0

Anhang Tabelle 3: STROKE I61: Definition des Hirninfarkts/intrazerebrale Blutung, Risikofaktoren und Outcomes

<i>Komorbiditäten in der Vorbeobachtungszeit</i>	<i>ICD/OPS/ATC</i>	<i>Codes</i>	<i>Einschränkungen</i>
Anämie	ICD	D50.9, D51-3	
Andere Eisenmangelanämien	ICD	D50.8	
chronische Rhinosinusitis	ICD	J32	
Demenz	ICD	F00-2, F05.1, G30, G31.1	

Dialyse	ICD	Z49.0-2, Z99.2	
Diabetes	ICD	E10-E14	
Eisenmangelanämie nach Blutverlust (chronisch)	ICD	D50.0	
Ernährungsdefizit	ICD	E43, E44, E46	
Gerinnungsstörungen	ICD	D68	
hypertensive Nierenkrankheit mit Niereninsuffizienz	ICD	I12.0	
Hypercholesterinämie	ICD	E78	
Hypertonie	ICD	I10	
Kardiale Implantation	ICD	Z95.0, Z95.2-4, Z95.8, Z95.9	
Lungenembolie	ICD	I26	
Nikotinabusus	ICD	F17	
Niereninsuffizienz	ICD	N18, N19	
obstruktives Schlafapnoe-Syndrom	ICD	G47.31	
periphere arterielle Verschlusskrankheit	ICD	I70.2	
Post-Schlaganfall-Depression	ICD	F06	
ST-Hebungsinfarkt	ICD	I21	
Thrombozytopenie	ICD	D69.1, D69.3-.6	
Vorhofflimmern und Flattern	ICD	I48	
zerebrale Atherosklerose	ICD	I67.2	
Pharmazeutische Therapie in der Vorbeobachtungszeit	ICD/OPS/ATC	Codes	Einschränkungen
Angiotensin-Rezeptor-Blocker kombiniert	ATC	C09D	

Angiotensin-Rezeptor-Blocker rein	ATC	C09CA	
Antikoagulanzen	ATC	B01AA-C, B01AE, B01AF, B01AX	
Antipsychotika	ATC	N05A	
Beta-Blocker kombiniert	ATC	C07B-F	
Beta-Blocker rein	ATC	C07A	
Erythropoetin	ATC	B03XA01	
Östrogene	ATC	G03C, G03F	
Statine	ATC	C10AA	
Outcomes	ICD/OPS/ATC	Codes	Einschränkungen
Reinfarkt innerhalb von 90 Tagen	ICD	I61, I63	erneute KH-Einweisung aufgrund von Schlaganfall innerhalb von 90 Tagen nach Indexereignis

Anhang Tabelle 4: STROKE I63: Definition des Hirninfarkts/intrazerebrale Blutung, Risikofaktoren und Outcomes

Eingriffe im Indexaufenthalt	ICD/OPS/ATC	Codes	Einschränkungen
Thrombektomie	OPS	5-380, 8-836.p, 8-836.8, 8-837.t, 8-838.d, 8-839.83, 8-83b.4, 8-83b.8	
Komorbiditäten im Vorbeobachtungszeitraum	ICD/OPS/ATC	Codes	Einschränkungen
Anämie	ICD	D50.9, D51-3	
Andere Eisenmangelanämien	ICD	D50.8	
chronische Rhinosinusitis	ICD	J32	
Demenz	ICD	F00-2, F05.1, G30, G31.1	
Dialyse	ICD	Z49.0-2, Z99.2	
Diabetes	ICD	E10-E14	
Eisenmangelanämie nach Blutverlust (chronisch)	ICD	D50.0	
Ernährungsdefizit	ICD	E43, E44, E46	
Gerinnungsstörungen	ICD	D68	
hypertensive Nierenkrankheit mit Niereninsuffizienz	ICD	I12.0	
Hypercholesterinämie	ICD	E78	
Hypertonie	ICD	I10	
Kardiale Implantation	ICD	Z95.0, Z95.2-4, Z95.8, Z95.9	
Lungenembolie	ICD	I26	

Nikotinabusus	ICD	F17	
Niereninsuffizienz	ICD	N18, N19	
obstruktives Schlafapnoe-Syndrom	ICD	G47.31	
periphere arterielle Verschlusskrankheit	ICD	I70.2	
Post-Schlaganfall-Depression	ICD	F06	
ST-Hebungsinfarkt	ICD	I21	
Thrombozytopenie	ICD	D69.1, D69.3-.6	
Vorhofflimmern und Flattern	ICD	I48	
zerebrale Atherosklerose	ICD	I67.2	
Pharmazeutische Therapie im Vorbeobachtungszeitraum	ICD/OPS/ATC	Codes	Einschränkungen
Angiotensin-Rezeptor-Blocker kombiniert	ATC	C09D	
Angiotensin-Rezeptor-Blocker rein	ATC	C09CA	
Antikoagulanzen	ATC	B01AA-C, B01AE, B01AF, B01AX	
Antipsychotika	ATC	N05A	
Beta-Blocker kombiniert	ATC	C07B-F	
Beta-Blocker rein	ATC	C07A	
Erythropoetin	ATC	B03XA01	
Östrogene	ATC	G03C, G03F	
Statine	ATC	C10AA	
Outcomes	ICD/OPS/ATC	Codes	Einschränkungen

Reinfarkt innerhalb von 90 Tagen	ICD	I61, I63	erneute KH-Einweisung aufgrund von Schlaganfall innerhalb von 90 Tagen nach Indexereignis
----------------------------------	-----	----------	---

Anhang Tabelle 5: KRK: Definition der Operationsart, Risikofaktoren und Outcomes

Eingriffsart im Indexaufenthalt	ICD/OPS/ATC	Codes	Einschränkungen
offen	OPS	5-455.01, 5-455.02, 5-455.03, 5-455.04, 5-455.11, 5-455.12, 5-455.13, 5-455.14, 5-455.21, 5-455.22, 5-455.23, 5-455.24, 5-455.31, 5-455.41, 5-455.42, 5-455.43, 5-455.44, 5-455.51, 5-455.52, 5-455.53, 5-455.54, 5-455.61, 5-455.62, 5-455.63, 5-455.64, 5-455.71, 5-455.72, 5-455.73, 5-455.74, 5-455.81, 5-455.82, 5-455.83, 5-455.84, 5-455.91, 5-455.92, 5-455.93, 5-455.94, 5-455.a1, 5-455.a2, 5-455.a3, 5-455.a4, 5-455.b1, 5-455.b2, 5-455.b3, 5-455.b4, 5-455.c1, 5-455.c2, 5-455.c3, 5-455.c4, 5-455.d1, 5-455.d2, 5-455.d3, 5-455.d4, 5-455.x1, 5-455.x2, 5-455.x3, 5-455.x4, 5-484.01, 5-484.02, 5-484.11, 5-484.12, 5-484.21, 5-484.22, 5-484.31, 5-484.32, 5-484.41, 5-484.42, 5-484.51, 5-484.52, 5-484.61, 5-484.62, 5-484.71, 5-484.72, 5-484.x1, 5-484.x2, 5-485.01, 5-485.21	
laparoskopisch	OPS	5-541.0, 5-455.05, 5-455.06, 5-455.15, 5-455.16, 5-455.25, 5-455.26, 5-455.35, 5-455.45, 5-455.46, 5-455.55, 5-455.56, 5-455.65, 5-455.66, 5-455.75, 5-455.76, 5-455.85, 5-455.86, 5-455.95, 5-455.96, 5-455.a5, 5-455.a6, 5-455.b5, 5-455.b6, 5-455.c5, 5-455.c6, 5-455.d5, 5-455.d6, 5-455.x5, 5-455.x6, 5-484.05, 5-484.06, 5-484.15, 5-484.16, 5-484.25, 5-484.26, 5-484.35, 5-484.36, 5-484.45, 5-484.46, 5-484.55, 5-484.56, 5-484.65, 5-484.66, 5-484.75, 5-484.76, 5-484.x5, 5-484.x6	
Wechsel	OPS	5-455.07, 5-455.17, 5-455.27, 5-455.37, 5-455.47, 5-455.57, 5-455.67, 5-455.77, 5-455.87, 5-455.97, 5-455.a7, 5-455.b7, 5-455.c7, 5-455.d7, 5-455.x7, 5-484.08, 5-484.09, 5-484.18, 5-484.19, 5-484.28, 5-484.29, 5-484.38, 5-484.39, 5-484.48, 5-484.49, 5-484.58, 5-484.59, 5-484.68, 5-484.69, 5-484.78, 5-484.79, 5-484.x8, 5-484.x9, 5-485.02, 5-485.22	

Komorbiditäten in der Vorbeobachtungszeit	ICD/OPS/ATC	Codes	Einschränkungen
Abnorme Gewichtsabnahme	ICD	R63.4	
Colitis ulcerosa	ICD	K51	
chronisch obstruktive Lungenerkrankung (COPD)	ICD	J44	
Ernährungsdefizit	ICD	E43, E44, E46	
Hemiparese	ICD	G81	
Herzinsuffizienz	ICD	I50	
Hypothyreose	ICD	E03	
Ischaemische Herzkrankheiten	ICD	I20-25	
Koagulopathien	ICD	D68	
Leberkrankheiten	ICD	K70	
Morbus Crohn	ICD	K50	
Nikotinabusus	ICD	F17	
Niereninsuffizienz	ICD	N18, N19	
Polyposis coli (FAP)	ICD	D12.6	
Pulmonale Herzkrankheit	ICD	I27	
Störungen des Wasser- und Elektrolythaushaltes	ICD	E87	
Zweitumor	ICD	C00-97 (ohne C18-21, C44, C77-9)	
Pharmazeutische Therapie in der Vorbeobachtungszeit	ICD/OPS/ATC	Codes	Einschränkungen
Antithrombotische Mittel	ATC	B01	
Bluthochdruckmittel	ATC	C02-9	

Corticosteroide	ATC	C05AA
Gluocorticoide	ATC	H02AB
Prednisolon	ATC	C05AA04, H02AB06

Anlage 3: Definition der Leistungsbereiche

Definition der Leistungsbereiche

Leistungsbereich	ICD	OPS	Alter	Ausschlusskriterien	Verlegungen	Routinedatenbasierte Risikofaktoren	Klinische Risikofaktoren
AMI	I21	1-275.0, 1-275.1, 1-275.2, 1-275.3, 1-275.4, 1-275.5	≥20 years		Patienten mit mehrfachen Verlegungen innerhalb eines Tages wurden ausgeschlossen.	Männer (Referenz), Frauen, STEMI (Referenz), NSTEMI, 3. Quintil (65-73 Jahre), 4. Quintil (74-80 Jahre), 5. Quintil (über 81 Jahre), BMI 30-34, BMI 35-39, BMI über 40, atherosklerotische Herzerkrankung: Zweigefäßerkrankung, atherosklerotische Herzerkrankung: Dreigefäßerkrankung, atherosklerotische Herzerkrankung: Stenose des linken Hauptstammes, Herz-Kreislauf-Stillstand vor der Aufnahme ins Krankenhaus, Kammerflattern und Kammerflimmern, Schock, NHYA > 1, chronische Nierenerkrankung (Stadium 1-2), chronische Nierenerkrankung (Stadium 3-5), akutes Nierenversagen (Stadium 1), akutes Nierenversagen (Stadium 2), akutes Nierenversagen (Stadium 3), nach Bypass-Operation, 1 Stent in einer Arterie (Referenz: kein Stent), mindestens 2 Stents in einer Arterie (Referenz: kein Stent), mindestens 2 Stents in mehreren Arterien (Referenz: kein Stent), bösartige Neubildung, Demenz/Alzheimer-Krankheit, Diabetes mit Insulinbedarf, Diabetes ohne Insulinbedarf, Dialyse im vorangegangenen Beobachtungszeitraum, chronische Lebererkrankung, chronische Lungenerkrankung, Hirninfarkt, Schlaganfall, Alkoholmissbrauch, periphere Gefäßerkrankungen, Antithrombotika	Hämoglobinwert (Hb) von ≤10 g/dl am Aufnahmetag, geschätzte glomeruläre Filtrationsrate (eGFR) von ≤60 ml/min/1,73qm am Aufnahmetag

PHF	S42.2	5-794.21, 5-794.k1, 5-824.21, 5-824.01, 5-824.20, 5-794.a1, 5-794.b1, 5-794.01, 5-794.11, 5-793.31, 5-793.k1, 5-793.a1, 5-793.b1, 5-793.11, 5-793.21, 5-790.01, 5-790.11, 5-790.91, 5-790.31, 5-790.41, 5-790.51, 5-790.k1, 5-790.n1	≥51 Jahre	- fehlende oder bilaterale Lokalisation - Diagnose von Polytrauma, Krebs, juveniler Arthritis, Knochenzysten oder Knochenbrüchen mit Neoplasmen - ipsilaterale Operation in der Vorbeobachtungszeit	Männer (Referenz), Frauen, 51-74 (1.-4. Quantil) (Referenz), 75-79 Jahre (4.-6. Quantil), 80-84 Jahre (6.-8. Quantil), > 84 Jahre (8.-10. Quantil), Osteosynthese mit Platte (Referenz), inverse Endoprothese, Oberarmkopfprothese, konventionell (nicht invers), Osteosynthese mit intramedullärem Nagel einer Mehrfachfraktur, sonstige Behandlung einer Mehrfachfraktur, Behandlung mit Platte einer Einzelfraktur, offene Reposition mit Marknagel/Schraube, geschlossene Reposition mit Platte/Nagel/andere, HFRS mit mittlerem Risiko (5-15), HFRS mit hohem Risiko (>15), Nikotinabusus, Ruptur der Rotatorenmanschette, Analgetika (14 Tage), Antibiotika (14 Tage), Antikoagulanzen (90 Tage), Bisphosphonate (90 Tage), Denosumab (90 Tage), Opioide (90 Tage), selektive Östrogenrezeptormodulatoren (90 Tage), Vitamin D/Kalzium (90 Tage), Adipositas, Atherosklerose, Diabetes mellitus Typ 1: Mit Koma, Diabetes mellitus, Typ 1: Mit Nierenkomplikationen, Bluthochdruck, kongestive Herzinsuffizienz, koronare Herzkrankheit, seropositive chronische Polyarthrititis, andere chronische Polyarthrititis, Vorhofflimmern und Vorhofflattern	
-----	-------	--	-----------	---	---	--

STROKE	I61		≥18 Jahre	- Aufenthaltsdauer ≤3 Stunden	Fälle, die nach drei Stunden verlegt wurden, wurden nicht berücksichtigt.	Geschlecht, Alter, Demenz, Hypercholesterinämie, Nikotinabusus, obstruktives Schlafapnoe-Syndrom, periphere arterielle Verschlusskrankheit, Depression nach Schlaganfall, chronische Rhinitis, STEMI, Stenose (zerebrale Atherosklerose), Lungenembolie, Eisenmangelanämie nach Blutverlust (chronisch), andere Eisenmangelanämien, Dialyse, Herzimplantation, Diabetes, Thrombozytopenie, Anämie, Niereninsuffizienz, Bluthochdruck, Vorhofflimmern und -flattern, Lebererkrankungen, Nährstoffmangel, Koagulopathien, Pflegestufe, Medikamente: Antikoagulanzen, Statine, Angiotensin- Rezeptorblocker pur/kombiniert, Betablocker pur/kombiniert, Antipsychotika, Östrogentherapie	National Institutes of Health Stroke Scale (NIHSS)
STROKE	I63		≥18 Jahre	- Aufenthaltsdauer ≤3 Stunden	Fälle, die nach drei Stunden verlegt wurden, wurden nicht berücksichtigt.	Geschlecht, Alter, Demenz, Hypercholesterinämie, Nikotinabusus, obstruktives Schlafapnoe-Syndrom, Endokarditis, Vaskulopathien, hypertensive Nierenerkrankung mit Niereninsuffizienz, Erythrozytopenie, periphere arterielle Verschlusskrankheit, Depression nach Schlaganfall, chronische Rhinitis, STEMI, Stenose (zerebrale Atherosklerose), Lungenembolie, Eisenmangelanämie nach Blutverlust (chronisch), andere Eisenmangelanämien, Dialyse, Herzimplantation, Diabetes, Thrombozytopenie, Anämie, Niereninsuffizienz, Bluthochdruck, Vorhofflimmern und -flattern, Lebererkrankungen, Nährstoffmangel, Koagulopathien, Pflegestufe, Thrombektomie während des Indexaufenthalts,	National Institutes of Health Stroke Scale (NIHSS)

						Medikamente: Antikoagulanzen, Statine, Angiotensin-Rezeptorblocker pur/kombiniert, Betablocker pur/kombiniert, Antipsychotika, Östrogentherapie	
CRC	C18-20	5-455, 5-484, 5-485	≥18 Jahre	- Personen mit einem zusätzlichen Darmkrebs-Diagnosecode (C18-21) zusammen mit ihrer CRC-Hauptdiagnose wurden ausgeschlossen.	Verlegungen wurden nicht berücksichtigt. Das Krankenhaus, das die Kolonresektion durchgeführt hat, ist für die Qualität verantwortlich.	Geschlecht, Alter, Nikotinabusus, Ernährungsmangel, Polyposis coli (FAP), COPD, Störungen des Wasser- und Elektrolythaushalts, Lungenherzkrankheiten, Hypothyreose, Niereninsuffizienz, andere Tumore, ischämische Herzkrankheiten, Koagulopathien, Pflegestufe, Notfalleinweisung ins Krankenhaus, chirurgisches Verfahren (offen, laparoskopisch, alternierend), Medikamente: Antihypertensiva, Antithrombotika, Prednisolon	TNM classification ("tumor", "nodes", "metastases")