

Diplomarbeit

**Inzidenz und Charakteristika des unerwarteten
HerzKreislaufstillstands in der Steiermark
Eine retrospektive Auswertung von verschiedenen Datenquellen**

eingereicht von

Marco Seebacher

zur Erlangung des akademischen Grades

Doktor der gesamten Heilkunde

(Dr. med. univ.)

an der

Medizinischen Universität Graz

ausgeführt an der

Universitätsklinik für Anästhesiologie und Intensivmedizin

unter der Anleitung von

Univ. FA Dr.med.univ. Simon Orlob

Ao. Univ.-Prof.ⁱⁿ Dr.ⁱⁿmed.univ. Sonja Fruhwald

Graz, am 23.12.2024

Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre ehrenwörtlich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst habe, andere als die angegebenen Quellen nicht verwendet habe und die den benutzten Quellen wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe.

Des Weiteren erkläre ich hiermit, dass, sofern bei der Erstellung dieser Arbeit Künstliche Intelligenz (KI) Werkzeuge zur Generierung und/oder Korrektur bestimmter Textpassagen verwendet wurden, dieser Einsatz unter Einhaltung ethischer Grundsätze, akademischer Integrität und den Vorgaben meiner Universität erfolgte, sowie in Folge dies transparent gemacht und in angemessener Weise gekennzeichnet wurde.

Graz, am 23.12.2024

Marco Seebacher eh.

Danksagungen

An dieser Stelle möchte ich mich von ganzem Herzen bei all jenen bedanken, die mich bei der Ausarbeitung dieser Arbeit und auch während meines Studiums unterstützt haben. Mein besonderer Dank gilt:

Meinen Eltern Karina und Johann,

welche mir immer und überall zur Seite stehen und mir zudem die Möglichkeit und Unterstützung geboten haben mein Medizinstudium zu absolvieren.

Univ. FA Dr.med.univ. Simon Orlob,

der mir als Diplomarbeitsbetreuer stets mit Rat und Tat zur Seite gestanden ist. Besonders bedanken möchte ich mich für all die aufgewandte Zeit sowie die Geduld, die er mir bei all meinen Anliegen entgegengebracht hat. Zudem möchte ich auch Frau Univ.-Prof.ⁱⁿ Dr.ⁱⁿmed.univ. Sonja Fruhwald für die aufgewandte Zeit und die gute Zusammenarbeit danken.

Ich möchte zudem noch dem Medizinercorps Graz und allen beteiligten Personen danken, die es mir ermöglicht haben, so viele schöne Erfahrungen - sowohl medizinisch als auch menschlich – im Rettungsdienst zu sammeln und mein Interesse und Begeisterung für die (Notfall-)Medizin geweckt haben.

Ein letzter Dank gilt meinen Studienkolleginnen und Studienkollegen sowie meinen Freundinnen und Freunden, die mir immer mit Rat und Tat zur Seite gestanden sind und ohne die meine Studienzeit nur halb so viel Spaß gemacht hätte.

Zusammenfassung

Einleitung

Der unerwartete Herz-Kreislauf-Stillstand außerhalb von Gesundheitseinrichtungen (OHCA) ist eine der häufigsten Todesursachen in Europa. Trotz dieser Häufigkeit stellt der OHCA aufgrund des unvorhersehbaren Beginnes und der zeitkritischen Situation in der Erforschung eine große Herausforderung dar. Bis zum jetzigen Zeitpunkt hat österreichweit nur das Bundesland Tirol angekündigt, ein flächendeckendes Reanimationsregister zu etablieren. Für die Steiermark fehlen entsprechende Daten. Das Ziel dieser retrospektiven Arbeit ist es, einen Überblick über die epidemiologische Situation eines unerwarteten Herz-Kreislauf-Stillstands in der Steiermark zu gewinnen.

Material und Methoden

Ziel war es, eine retrospektive Analyse aus mehreren Datenquellen entlang des Behandlungspfades von unerwarteten Herz-Kreislauf-Stillständen für den Zeitraum 2012 – 2021 durchzuführen. Nach knapp einem Jahr an Datenanfragen stand uns eine Quelle für die Analysen zur Verfügung: das Krankenhausinformationssystem (Open-Medocs) der KAGes. Der Datenexport aus dieser Quelle geschah für Patientinnen und Patienten, welche in dem 10-jährigen Zeitraum mit einer Behandlungsdiagnose „I46 – Herzstillstand“ nach ICD-10 kodiert wurden.

Ergebnisse

Von 01.01.2012 bis 31.12.2021 wurden insgesamt 3.221 Personen identifiziert, welche die Einschlusskriterien erfüllten. Davon sind 3.017 Personen mit einem steirischen Wohnsitz hinterlegt. Es zeigt sich eine durchschnittliche Inzidenz von 24,8 Fällen pro 100.000 Einwohner pro Jahr für Patientinnen und Patienten, die mit einer ICD-10-Diagnose I46 behandelt wurden [95%-Konfidenzintervall 23,7–25,9]. Die Inzidenzen für die einzelnen Bezirke liegen über einen weiten Bereich verstreut; die höchste gemittelte Inzidenz hat der Bezirk Bruck-Mürzzuschlag mit 35,0 Personen/100.000/Jahr, während die niedrigste gemittelte Inzidenz im Bezirk Murau mit 9,2 Personen/100.000/Jahr liegt. Das mediane Alter der Patientinnen und Patienten liegt bei 71 Jahren (Interquartilsabstand 60–80 Jahre). Insgesamt liegt der Anteil an weiblichen Patientinnen bei 36,1%. Die mediane Aufenthaltsdauer im Krankenhaus liegt bei 7,4 Tagen (Interquartilsabstand 2,3–16,7 Tage).

Insgesamt werden 79,7% der Fälle auf einer Intensivstation behandelt. Es zeigt sich für alle Patientinnen und Patienten ein 24-Stunden-Überleben von 79,9% und ein 30-Tage-Überleben von 50,8%. Es können insgesamt 44,9% aller Patientinnen und Patienten lebend entlassen werden.

Conclusio

Diese Auswertung hat uns vor große Herausforderungen, eine komplexe Datenbeschaffung und in weiterer Folge auch vor zahlreiche Limitationen gestellt. Diese Herausforderungen können in Zukunft nur durch eine strukturierte, prospektive Sammlung von prä- und innerklinischen Daten in einem Reanimationsregister gemeistert werden. Es zeigt sich daher klar die Notwendigkeit für ein flächendeckendes, steirisches Reanimationsregister.

Abstract

Introduction

Out-of-hospital cardiac arrest (OHCA) is one of the leading causes of death in Europe. Even in 2024, OHCA remains a major challenge for research due to its unpredictable onset and time-critical nature. Currently, in Austria only the federal state Tyrol has announced plans for establishing a statewide resuscitation register. These data are missing for the federal state Styria. The aim of this retrospective analysis is to gain insights into the epidemiological situation of OHCA in Styria.

Material and Methods

The objective of this study was to conduct a retrospective analysis of cardiac arrests from several data sources for the period 2012 - 2021. However, after nearly a year of requesting data, one source was available: The electronic hospital information system of KAGes (Open-Medocs). The data export from this source was done for patients who were coded with a treatment diagnosis of I46 (cardiac arrest) according to the ICD-10.

Results

From 2012 to 2021, a total of 3,221 individuals were identified who met the inclusion criteria. Of these, 3,017 people are registered with a Styrian residence. This corresponds to an average incidence of 24.8 cases per 100,000 population per year for people who were treated with an ICD-10 diagnosis I46 in a public hospital in Styria [95%-CI 23.7–25.9]. The incidences for the individual districts within Styria varied widely; the highest average incidence was observed in the Bruck-Mürzzuschlag district with 35.0 people/100,000/year, while the lowest average incidence is in the Murau district with 9.2 people/100,000/year. The median age of all patients is 71 years (interquartile range 60–80 years). Overall, 36.1% of all patients are female. The median length of stay in the hospital is 7.4 days (interquartile range 2.3–16.7 days). 79.7% of cases are treated at an intensive care unit. The 24-hour survival rate for all patients is 79.9% and the 30-day survival rate is 50.8%. Ultimately, 44.9% of patients are discharged alive.

Conclusion

This study faced numerous challenges, complex data acquisition and, as a result, numerous limitations. In the future, these challenges require a structured collection of data as part of a resuscitation register. Thus, there is a clear need for a statewide Styrian resuscitation register.

Inhaltsverzeichnis

EIDESSTATTLICHE ERKLÄRUNG.....	II
DANKSAGUNGEN.....	III
ZUSAMMENFASSUNG.....	IV
ABSTRACT.....	VI
INHALTSVERZEICHNIS.....	VIII
ABKÜRZUNGEN UND DEREN ERKLÄRUNG.....	1
ABBILDUNGSVERZEICHNIS.....	2
TABELLENVERZEICHNIS.....	3
1 EINLEITUNG.....	4
1.1 <i>Definitionen.....</i>	4
1.2 <i>Epidemiologie des OHCA.....</i>	6
1.2.1 <i>Globale Epidemiologie.....</i>	6
1.2.2 <i>Epidemiologie in Europa.....</i>	6
1.2.3 <i>Epidemiologie in Österreich.....</i>	7
1.3 <i>Die Kardiopulmonale Reanimation (CPR).....</i>	8
1.3.1 <i>Überlebenskette – chain of survival.....</i>	9
1.3.2 <i>Früherkennung eines OHCA und Notruf.....</i>	9
1.3.3 <i>Frühe Kardiopulmonale Reanimation (CPR).....</i>	10
1.3.4 <i>Frühe Defibrillation mittels AED.....</i>	12
1.4 <i>Kodierung eines unerwarteten Herz-Kreislauf-Stillstands.....</i>	14
1.4.1 <i>National Advisory Committee for Aeronautics (NACA)-Score.....</i>	14
1.4.2 <i>International Classification of Diseases-10 (ICD-10).....</i>	15
1.5 <i>Reanimationsregister.....</i>	16
1.5.1 <i>Medizinische Register.....</i>	16
1.5.2 <i>Reanimations-Register.....</i>	16
1.5.3 <i>Utstein-Style.....</i>	18
1.6 <i>Fragestellung und Studienziel.....</i>	19
2 MATERIAL UND METHODEN.....	20
2.1 <i>Studiendesign.....</i>	21
2.2 <i>Ein- und Ausschlusskriterien der Patientinnen und Patienten.....</i>	21
2.3 <i>Daten.....</i>	22
2.4 <i>Methoden, Messungen und Statistische Analysen.....</i>	23
2.4.1 <i>Hauptfragestellung.....</i>	23
2.4.2 <i>Nebenfragestellung.....</i>	23
2.4.3 <i>Statistikprogramme.....</i>	24

2.5	<i>Datenschutz</i>	24
3	RESULTATE	25
3.1	<i>Beschreibung des Patientenkollektivs</i>	25
3.1.1	Krankenhausinformationssystem (Open-Medocs) der KAGes.....	25
3.2	<i>Hauptfragestellung/Primäre Fragestellung</i>	26
3.2.1	Fallzahlen behandelter Personen mit einem Herzstillstand.....	26
3.2.2	Inzidenz der behandelten Personen mit einem Herzstillstand.....	27
3.3	<i>Nebenfragestellungen/Sekundäre Fragestellungen</i>	34
3.3.1	Alter der Patientinnen und Patienten.....	34
3.3.2	Verteilung nach Geschlecht.....	34
3.3.3	Alterspyramide der Patientinnen und Patienten.....	35
3.3.4	Weitere Versorgung im Krankenhaus.....	36
4	DISKUSSION	42
4.1	<i>Vergleich mit bestehender Literatur und Limitationen</i>	42
4.1.1	Hauptfragestellung/Primäre Fragestellung.....	42
4.1.2	Nebenfragestellungen/Sekundäre Fragestellungen.....	44
4.2	<i>Schlussfolgerungen und Ausblick</i>	50
	LITERATURVERZEICHNIS	52

Abkürzungen und deren Erklärung

AED	automated external defibrillator, automatisierter externer Defibrillator
ALS	Advanced Life Support, Erweiterte lebensrettende Maßnahmen
BLS	Basic Life Support, Basismaßnahmen zur Wiederbelebung
bzw.	beziehungsweise
CCU	Coronary Care Unit, Kardiologische Intensivstation
CPC	Cerebral Performance Category
CPR	cardiopulmonary resuscitation, kardiopulmonale Reanimation
EMS	Emergency Medical Service, Rettungsdienst
ERC	European Resuscitation Council
ESC	European Society of Cardiology
GRR	German Resuscitation Registry, Deutsches Reanimationsregister
ICD-10	International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems (10. Version)
ICU	Intensive Care Unit, Intensivstation
IHCA	In-hospital cardiac arrest
ILCOR	International Liaison Committee on Resuscitation
IQR	Interquartilsabstand (Q1-Q3)
KAGes	Steiermärkische Krankenanstaltengesellschaft m. b. H.
KI	Konfidenzintervall
LKH	Landeskrankenhaus
MEDOCS	Krankenhausinformationssystem der KAGes
NACA	National Advisory Committee for Aeronautics, NACA-S-Score
OHCA	out-of-hospital cardiac arrest
OR	Odds Ratio, Quotenverhältnis
RCT	Randomized controlled trial, randomisierte kontrollierte Studie
ROSC	return of spontaneous circulation, Rückkehr eines Spontankreislaufes
SCA	Sudden cardiac arrest, unerwarteter Herz-Kreislauf-Stillstand

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Grafik über die Abdeckung durch Reanimationsregister in den europäischen Staaten-----	17
Abbildung 2: Kernelemente und ergänzende Elemente gemäß Utstein-Style-----	19
Abbildung 3: Flowchart der exportierten Daten aus dem KIS der KAGes (Open-Medocs)-----	25
Abbildung 4: Fallzahlen der behandelten PatientInnen mit ICD-10-Code I46 in KAGes-Spitälern-----	26
Abbildung 5: Liniendiagramm der Inzidenz an ICD-10 I46-Behandlungen in KAGes-Spitälern-----	28
Abbildung 6: Fallzahlen entsprechend den Postleitzahlen in der Steiermark (2012-2021)-----	29
Abbildung 7: Streudiagramm der gemittelten Inzidenzen an ICD-10 I46-Behandlungen pro Bezirk-----	30
Abbildung 8: Heatmap der Inzidenzen pro Bezirk pro Jahr für ICD-10 I46-Behandlungen-----	31
Abbildung 9: Steiermark-Karte der Fallzahlen mit ICD-10 I46-Behandlungen in KAGes-Spitälern-----	31
Abbildung 10: Steiermark-Karte der Inzidenzen an ICD-10 I46-Behandlungen in KAGes-Spitälern-----	31
Abbildung 11: Liniendiagramme der Inzidenzen von ICD-10 I46-Behandlungen-----	33
Abbildung 12: Boxplot des Alters bei Aufnahme mit einem ICD-10 Code I46-----	34
Abbildung 13: Alterspyramide für PatientInnen mit einem ICD-10-Code I46-----	35
Abbildung 14: Boxplot der Aufenthaltsdauer-----	36
Abbildung 15: Boxplot der Aufenthaltsdauer (ohne Ausreißer)-----	36
Abbildung 16: Boxplot der Intensiv-Aufenthaltsdauer-----	37
Abbildung 17: Boxplot der Intensiv-Aufenthaltsdauer (ohne Ausreißer)-----	37
Abbildung 18: Kaplan-Meier-Überlebenskurve (30-Tage-Überleben)-----	39
Abbildung 19: Streudiagramm der Inzidenzen mit einer Lebend-Entlassung-----	40
Abbildung 20: Kaplan-Meier-Überlebenskurve separat für das LKH-Univ. Klinikum Graz und die restlichen KAGes Krankenhäuser (30-Tage-Überleben)-----	41

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Übersicht über die behandelten Studien zu Inzidenz und Outcome-----	8
Tabelle 2: Übersicht über den NACA-S-Score-----	14
Tabelle 3: Exportierte Variablen der KIS (Open-Medocs)-Datensätze-----	22
Tabelle 4: Jährliche Inzidenz an ICD-10 I46-Behandlungen in KAGes-Spitälern (2012-2021)-----	27
Tabelle 5: Die zwölf häufigsten Aufnahmediagnosen bei einer zusätzlichen Behandlungsdiagnose I46-----	38

1 Einleitung

1.1 Definitionen

Der unerwartete Herz-Kreislauf-Stillstand ist eine der häufigsten Todesursachen in Europa (1). Bei einem Herz-Kreislauf-Stillstand kommt es zum Sistieren einer effizienten Herzfunktion und somit in weiterer Folge auch zum Sistieren der Blutzirkulation mit konsekutiver Gewebshypoxie sowie der Gefahr des Hirntods und Organversagens (2).

Dies unterstreicht die Notwendigkeit einer raschen Therapie durch effektive Wiederbelebungsmaßnahmen. Faktoren, die das Überleben bei einem Herzstillstand beeinflussen, werden mittlerweile durch die Reanimationsforschung immer besser verstanden. Dazu zählen zum Beispiel eine initiale Laien-CPR, die Qualität der Herzdruckmassage oder ein initial schockbarer Rhythmus (3).

Der wahrscheinlich größte Meilenstein in der Reanimationsforschung war die Veröffentlichung der ersten Utstein-Empfehlungen in den 1990er Jahren (4). Das Ziel war es, dieselben Definitionen bei der Datenerfassung zu verwenden, um systemübergreifende und internationale Vergleiche zu erleichtern. Diese Empfehlungen wurden mehrmals überarbeitet und zuletzt im Jahr 2024 publiziert (5). Um in der folgenden Arbeit ebenfalls eine einheitliche Sprache zu verwenden, werden einige dieser Definitionen nachfolgend näher erläutert:

Ein unerwarteter Herz-Kreislauf-Stillstand („sudden cardiac arrest“, SCA) wird definiert als Zustand ohne Hinweise auf einen Kreislauf („absence of signs of circulation“) – festgestellt durch den Rettungsdienst. Zudem fallen aber auch Patientinnen und Patienten unter diese Definition, welche einen unerwarteten Herz-Kreislauf-Stillstand erlitten haben und bereits vor Eintreffen des Rettungsdienstes durch eine erfolgreiche Defibrillation eines Laien wieder einen Kreislauf erlangt haben (5) .

Ein Wiederbelebungsversuch eines unerwarteten Herz-Kreislauf-Stillstands wird definiert als Bestrebungen, das Leben durch eine Herz-Lungen-Wiederbelebungs („cardiopulmonary resuscitation“, CPR), Defibrillation und sonstige erweiterte Notfallversorgung durch entsandte Rettungskräfte zu erhalten oder wiederherzustellen (5) .

Des Weiteren wird zwischen einem unerwarteten Herz-Kreislauf-Stillstand innerhalb sowie außerhalb von Gesundheitseinrichtungen unterschieden („Out-of-hospital cardiac arrest“ /

OHCA und „In-hospital cardiac arrest“ / IHCA). Da beide Untergruppen mit unterschiedlichen Herausforderungen verbunden sind, sollen diese laut Utstein-Empfehlungen auch gesondert betrachtet werden (5).

Der initiale Herzrhythmus wird in den Utstein-Empfehlungen 2024 definiert als der erste Herzrhythmus, welcher nach Anlegen eines Defibrillators vorherrscht. Es wird unterschieden zwischen schockbaren Rhythmen (Kammerflimmern und pulslose ventrikulärer Tachykardie) und nicht-schockbaren Rhythmen (pulslose elektrische Aktivität und Asystolie). Zusätzlich können entsprechend den Utstein-Empfehlungen 2024 auch folgende Rhythmen ausgewählt werden: Bradykardie, AED-schockbarer Rhythmus, AED-nicht-schockbarer Rhythmus und Implantierbarer Kardioverter-Defibrillator-schockbarer Rhythmus (5).

Auch die vermutete Ursache stellt eine entscheidende Information für die Reanimationsforschung dar. Sie ist in den Utstein-Empfehlungen definiert als wahrscheinlichste, primäre Ursache des Herz-Kreislauf-Stillstands. Es kann dabei zwischen verschiedenen Gruppen ausgewählt werden: „Medizinisch, Trauma, Intoxikation/Drogenüberdosis, Ertrinken/Elektronunfall und Asphyxie“. In der Gruppe „Medizinisch“ kann zudem auch noch aus verschiedenen Untergruppen ausgewählt werden. Insbesondere die Untergruppe „vermutlich kardiale Ursache“ ist von großem Interesse, da in den ursprünglichen Utstein-Empfehlungen vor 2004 nur diese Gruppe von OHCA's betrachtet wurde. Erst nach 2004 wurden die Empfehlungen auf alle OHCA's unabhängig der Ursache ausgeweitet (3,5).

Da in dieser Arbeit epidemiologische Daten analysiert werden, wird noch kurz auf die epidemiologischen Kennzahlen Inzidenz und Prävalenz eingegangen: Die Inzidenz entspricht dabei der Anzahl neuer Erkrankungsfälle einer bestimmten Erkrankung bezogen auf 100.000 Einwohner innerhalb eines bestimmten Zeitraums. Sie wird berechnet als Quotient der Anzahl neuer Fälle während eines bestimmten Zeitraums dividiert durch die Population (6). Die Prävalenz bezieht sich hingegen auf die Gesamtanzahl der Fälle (sowohl neue als auch bereits bestehende Fälle) einer Krankheit, die in einer bestimmten Population zu einem bestimmten Zeitpunkt oder über einen bestimmten Zeitraum vorhanden sind (7).

1.2 Epidemiologie des OHCA

1.2.1 Globale Epidemiologie

Das Vorkommen von prähospitalen unerwarteten Herzstillständen variiert erheblich zwischen den unterschiedlichen Studien und wird zudem stark von regionalen Gegebenheiten beeinflusst. Ein Systematic Review von Berdowski et al. verglich 67 prospektive Studien weltweit und analysierte damit insgesamt 178.440 OHCA. Daraus wurden die Inzidenzen und das Outcome eines OHCA für die verschiedenen Kontinente und Länder errechnet. Die Inzidenz eines unerwarteten Herz-Kreislauf-Stillstands mit eingeleiteten Wiederbelebensmaßnahmen pro 100.000 Einwohnern pro Jahr lag dabei in Europa (40,6) niedriger als in Asien (45,9), Nordamerika (47,3) und Australien (51,1). Die Autoren schlussfolgerten, dass ein besseres Verständnis dieser starken Variabilität grundlegend für die Verbesserung von Prävention und Maßnahmen bei plötzlichen Herzstillständen sei (8).

1.2.2 Epidemiologie in Europa

Die ausführlichste Arbeit zur Epidemiologie des unerwarteten Herzstillstands in Europa wurde von Gräsner et al. veröffentlicht (9). In der „EuReCa ONE“ Studie wurden die Daten von bestätigten OHCA innerhalb eines Monats (Oktober 2014) von 248 verschiedenen Regionen aus 27 europäischen Ländern gesammelt; insgesamt konnten somit die Daten von 10.682 dokumentierten OHCA erhoben werden. Die Studie deckte dabei Gebiete mit einer geschätzten Bevölkerung von 174 Millionen der damals 514 Millionen in Europa lebenden Bevölkerung ab. Dies entspricht in etwa 34%.

Die gemittelte Inzidenz eines OHCA über alle Regionen wurde in der „EuReCa ONE“ Studie mit 84/100.000/Jahr angegeben, während die Inzidenz von OHCA mit Wiederbelebungsversuchen bei 49/100.000/Jahr lag (zwischen 19,0 und 104,0). Beide Inzidenzen zeigten eine erhebliche regionale Variabilität.

Die Patientinnen und Patienten mit eingeleiteten Wiederbelebensmaßnahmen wurden in der „EuReCa ONE“ Studie näher aufgeschlüsselt: Der Median lag bei 70,0 Jahren (Bereich 0–104 Jahre) und die Mehrheit der Personen war männlich (66,3%). Ein Großteil der Wiederbelebensmaßnahmen fand im häuslichen Umfeld statt (69,4%). In 54,3% der Fälle wurde der Herz-Kreislauf-Stillstand von Laien und in 11,9% vom Rettungsdienst beobachtet. Die Inzidenz eines ROSC lag zwischen 6,0 und 32,0/100.000/Jahr. Die ROSC-

Rate entsprach gemittelt 28,6% aller Patientinnen und Patienten mit Wiederbelebungsmaßnahmen. 10,3% der Patientinnen und Patienten mit begonnener Reanimation konnten lebend aus dem Krankenhaus entlassen werden (9).

1.2.3 Epidemiologie in Österreich

Die österreichische Bevölkerung wurde in der „EuReCa ONE“ Studie zu 18% abgebildet. Die Inzidenz eines OHCA wurde mit 55/100.000/Jahr und die Inzidenz von OHCA mit Wiederbelebungsversuchen wurde mit 42/100.000/Jahr angegeben. Damit sind beide Inzidenzen leicht niedriger als im gesamt-europäischen Vergleich (9).

Ein ähnliches Ergebnis lieferte auch eine österreichische Studie von Nürnberger et al., welche Reanimationen im Großraum Wien in den Jahren 2009 und 2010 analysierte. Die Inzidenz von eingeleiteten Wiederbelebungsmaßnahmen lag dort bei 42,6/100.000/Jahr. Man findet jedoch eine große Diskrepanz bei der Inzidenz eines OHCA mit 206,8/100.000/Jahr. Die Autoren vermuteten dahinter die Tatsache, dass der Wiener Notarztrettungsdienst im Gegensatz zu anderen europäischen Systemen auch Todesfeststellungen durchführen musste, bei denen keine Wiederbelebungsmaßnahmen mehr gestartet wurden (10).

Bei genauerer Analyse wurde in dieser Wiener Studie bei Patientinnen und Patienten mit begonnenen Wiederbelebungsmaßnahmen ein medianes Alter von 68 Jahren (IQR 55–79 Jahre) ermittelt. Auch hier zeigte sich wie im europäischen Vergleich eine Mehrheit an männlichen Patienten (63%) und die Reanimationen fanden zu 64,1% im häuslichen Umfeld statt. In 48,5% der Fälle wurde der Herz-Kreislauf-Stillstand von Laien beobachtet. Die ROSC-Rate entsprach 29,9% aller Patientinnen und Patienten mit Wiederbelebungsmaßnahmen und war damit ähnlich wie im europäischen Vergleich; ein anhaltender ROSC über 20 Minuten konnte in 24,9% der Fälle erreicht werden. 11,3% der Patientinnen und Patienten mit begonnener CPR konnten lebend aus dem Krankenhaus entlassen werden, wobei 8,7% der Fälle mit gutem neurologischem Outcome entlassen werden konnten („cerebral performance category“ 1 und 2).

Abschließend zeigt **Tabelle 1** eine Zusammenfassung der Inzidenzen und Outcome-Daten der erwähnten Studien in Anlehnung an die Grafik in der Arbeit von Schindler (8–11).

Daten/Quellen	Inzidenz OHCA/ EMS attended OHCA	Inzidenz behandelter OHCA/ EMS treated OHCA	ROSC (%) von allen behandelten OHCA	Kammerflimmern (%) von allen behandelten OHCA	Überlebensrate/ Survival to discharge (%) von allen behandelten OHCA
<i>Berdowski et al.</i>					
– Asien	52,5	45,9	x	11,2	2,2
– Australien	112,9	51,1	x	39,8	10,7
– Europa	86,4	40,6	x	35,2	9,4
– Nordamerika	98,1	47,3	x	28,1	6,3
<i>Gräsner et al.</i>					
– Europa	84,0	49,0	28,6	22,2	10,3
– Österreich	55,0	42,0	x	x	x
<i>Nürnbergger et al.</i>					
– Wien	206,8	42,6	29,9	30,8	11,3

Table 1: Übersicht über die behandelten Studien zu Inzidenz und Outcome von PatientInnen mit OHCA. Inzidenz pro 100.000 Einwohner pro Jahr, VF: ventricular fibrillation/Kammerflimmern, EMS: emergency medical services/Rettungsdienst. Quelle: in Anlehnung an Schindler (2018)

1.3 Die Kardiopulmonale Reanimation (CPR)

Die Kardiopulmonale Reanimation (CPR) mit externer Herzdruckmassage und Beatmung wurde erstmals in den 1960er Jahren in einer Arbeitsgruppe rund um Peter Safar beschrieben (12). In Europa begann 1992 das European Resuscitation Council (ERC) Empfehlungen zu Reanimation und Wiederbelebungsmaßnahmen auszusprechen. Eine Überarbeitung dieser Leitlinie wurde zuletzt am 25. März 2021 zum insgesamt siebten Mal publiziert (13). Seit 2000 basieren diese Empfehlungen unmittelbar auf dem „International Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science With Treatment Recommendations“ der internationalen Fachgesellschaft ILCOR (International Liaison Committee on Resuscitation). Diese präsentiert jährlich Empfehlungen basierend auf den aktuellen Publikationen der medizinischen Forschung.

1.3.1 Überlebenskette – chain of survival

Die initialen Reanimations-Maßnahmen, die zu einem besseren Überleben führen, werden in den ERC-Guidelines 2021 und den jährlichen Publikationen des ILCOR näher beschrieben und als Überlebenskette zusammengefasst. Eine Arbeit von Waalewijn et al. untersuchte das Überleben von Patientinnen und Patienten mit Herz-Kreislauf-Stillstand in Abhängigkeit zu den einzelnen Komponenten der Überlebenskette (14). Dazu zählen die frühe Erkennung eines unerwarteten Herz-Kreislauf-Stillstands durch Laien („Bystander“) und der anschließende Notruf, die sofortige Durchführung einer Kardiopulmonale Reanimation und die frühe Defibrillation mittels AED (automatisierter externer Defibrillator). In weiterer Folge sind auch frühe, erweiterte Reanimationsmaßnahmen durch den Rettungsdienst („Advanced Life Support“) sowie eine adäquate Postreanimationsbehandlung entscheidend. Parallel dazu kommt auch den Leitstellenmitarbeiterinnen und Leitstellenmitarbeitern eine entscheidende Rolle zu, denn diese können anrufende Personen telefonisch zur CPR anleiten („dispatcher-instructed CPR“) und zudem das entsprechende Rettungsmittel entsenden (3).

1.3.2 Früherkennung eines OHCA und Notruf

Ein Kreislaufstillstand wird in den ERC-Guidelines 2021 als Symptomkomplex von Bewusstlosigkeit und fehlender bzw. nicht normaler Atmung („unresponsive person with absent or abnormal breathing“) beschrieben (15). Das Bewusstsein soll laut Leitlinien mittels Ansprache und sanftem Schütteln überprüft werden. Für die Atemkontrolle müssen die Atemwege frei gemacht werden; dies kann durch ein Überstrecken des Kopfes erfolgen. Gemäß den ERC-Leitlinien 2021 können auch andere Krankheitsbilder einem Symptomkomplex von Bewusstlosigkeit und fehlender Atmung ähneln, jedoch wiegt die erhöhte Mortalität bei einem nicht behandelten Kreislaufstillstand schwerer als eine Übertherapie in den seltenen anderen Fällen (15). Andere Methoden zur Detektion eines Herz-Kreislauf-Stillstandes wie zum Beispiel Pulstasten werden bei einer schwierigen Beurteilbarkeit nicht mehr empfohlen (15). Bahr et al. überprüfte 1997 die Zeit, in welcher Laien an einer schlanken, jungen, gesunden Person einen Puls ertasteten. Die Zeit lag im Durchschnitt bei 9,46 Sekunden, weshalb der Stellenwert des Pulstastens deutlich sank (16).

In einer Periarrest-Situation können verschiedene Zustandsbilder ein richtiges Erkennen eines Herz-Kreislauf-Stillstandes deutlich erschweren. Die ERC listet dabei in erster Linie Symptomkomplexe wie die Schnappatmung („agonal breathing“) aber auch krampfartige

Bewegungen der Patientinnen und Patienten („seizure-like movements“) (15). Die Schnappatmung stellt dabei die größte Herausforderung dar, da sie bei bis zu 50% der Kreislaufstillstände zu Beginn auftreten kann (15).

Brinkrolf et al. publizierten eine Arbeit, in welcher die Ersthelfer eines Herz-Kreislauf-Stillstands wenige Tage bis Wochen danach telefonisch kontaktiert wurden. In den telefonischen Interviews wurden offene Fragen zur Situation vor Ort gestellt. Das Atemmuster wurde als Schnappatmung kategorisiert, wenn die Ersthelfer folgende Begriffe in ihren Antworten benutzen: „gaspings“, „few deep breath“, „long pauses between breath“, „as in breathlessness“ oder „in bursts“. Es zeigten sich deutlich weniger Laien-Reanimation bei Patientinnen und Patienten mit Schnappatmung, da diese oftmals als Lebenszeichen fehlinterpretiert wurden. Bei Vorliegen einer Schnappatmung wurde lediglich in 54,3% der Fälle eine Laien-Reanimation gestartet, bei Apnoe hingegen in 82,6% der Fälle (17).

Eine besondere Rolle nehmen die Leitstellenmitarbeiterinnen und Leitstellenmitarbeiter ein. Brinkrolf et al. zeigten in ihrer Arbeit auch, dass bei einer telefonisch angeleiteten CPR („dispatcher-instructed CPR“) auch tatsächlich 84,6% der Laien bei Eintreffen des Rettungsdienstes eine Reanimation durchführten (17).

1.3.3 Frühe Kardiopulmonale Reanimation (CPR)

Durch eine Herzdruckmassage wird im Kreislaufstillstand eine minimale Blutversorgung der lebenswichtigen Organe aufrechterhalten. Die eingangs erwähnte Studie von Waalewijn et al. zeigte bereits 2001, dass eine Verzögerung der Laienreanimation einen erheblichen Einfluss auf das Überleben hat. Eine Verzögerung von mehr als 3 Minuten führte bereits zu einem Rückgang der Überlebensrate um etwa 50% (14). Eine rezentere Studie von Ingela et al. aus dem Swedish Cardiac Arrest Registry zeigte, dass die Durchführung einer Laien-CPR vor dem Eintreffen des Rettungsdienstes bei Patientinnen und Patienten zu einer doppelt so hohen 30-Tage-Überlebensrate nach einem außerklinischen Herzstillstand als bei Patientinnen und Patienten ohne CPR vor dem Eintreffen des Rettungsdienstes führte (10,5% und 4% mit $P < 0,001$). Dafür wurden insgesamt 30.381 beobachtete Herzstillstände im Zeitraum vom 1. Januar 1990 bis zum 31. Dezember 2011 analysiert (18). Auch Gräsner et al. konnte in der „EuReCa TWO“ Studie einen deutlichen Überlebensvorteil durch den unmittelbaren Start von Wiederbelebungsmaßnahmen bei einem außerklinischen Kreislaufstillstand zeigen (19).

Es gilt daher die Empfehlung, dass so früh wie möglich eine hochwertige Herzdruckmassage durch den Laien begonnen werden soll („bystander-initiated cardiopulmonary resuscitation“). Der Anteil an Reanimationen mit Laien-CPR liegt in der „EuReCa TWO“ Studie in Europa bei etwa 58%, jedoch zeigten sich auch hier große regionale Unterschiede (19). Im Update of the Utstein Template von 2024 wird eine Bystander CPR definiert als Herz-Lungen-Wiederbelebung durch Personen vor Ort, welche nicht als Teil eines organisierten Notfallrettungssystems alarmiert wurden (5).

Ingela et al. konnten dahingehend zeigen, dass Laien, welche noch vor dem Rettungsdienst Wiederbelebungsmaßnahmen durchführten, den Notruf zuvor auch rascher abgesetzt hatten. Dies deutet laut den Autoren darauf hin, dass Laien mit Wiederbelebungstraining auch besser in der Lage sind, einen Herzstillstand zu erkennen und Maßnahmen zu ergreifen als Laien ohne ein solches Training (18). Aus diesen Gründen empfiehlt das European Research Council Programme wie den „European Restart a Heart Day“ oder „Kids Save Lives“, um das Bewusstsein um die Bedeutung der kardiopulmonalen Reanimation in der Bevölkerung zu steigern und das Wissen zu verbessern (20). Die Bevölkerung bildet dabei das entscheidende Bindeglied zwischen dem Auftreten eines plötzlichen Herz-Kreislauf-Stillstands und dem Eintreffen des Rettungsdienstes.

Die hochwertige Herzdruckmassage selbst setzt sich dabei aus optimalem Untergrund, Druckpunkt, Drucktiefe, Brustwandentlastung und Frequenz zusammen (15). Die empfohlene Handposition für den Druckpunkt liegt entsprechend den ERC-Leitlinien 2021 in der Mitte des Brustkorbs; dies entspricht der unteren Hälfte des Brustbeins („weak recommendation, very low–certainty evidence“) (15). Das ILCOR und ERC berufen sich zum einen auf eine Crossover-Studie von Cha et al., welche einen verbesserten arteriellen systolischen Spitzendruck und ein höheres endtidales Kohlenstoffdioxid (etCO₂) zeigte, wenn die Kompressionen über dem unteren Brustbeindrittel erfolgten (21). Es zeigte sich auch in weiteren Arbeiten mit bildgebenden Verfahren, dass bei den meisten Erwachsenen der maximale Ventrikelquerschnitt in etwa unter dem unteren Drittel des Sternums liegt (22).

Die aktuellen Empfehlungen zu Drucktiefe, Brustwandentlastung und Frequenz beruhen auf einer systemischen Übersichtsarbeit von Considine et al. (23). In dieser zeigte sich aber auch der Bedarf an weiterer Forschung im Bereich der Herzdruckmassage, denn durch die Interaktion der einzelnen Komponenten während einer Herzdruckmassage können Empfehlungen zurzeit nur mit schwacher Evidenz ausgesprochen werden. Zurzeit wird vom

ILCOR und der ERC eine adäquate Drucktiefe der Thoraxkompressionen von 5cm unter Vermeidung exzessiver Thoraxkompressionen von mehr als 6cm beim durchschnittlichen Erwachsenen empfohlen. Zudem soll eine vollständige Entlastung des Brustkorbes nach jeder Kompression und eine Frequenz von 100-120 pro Minute erfolgen (15) .

Die Integration der Atemspende in den BLS-Algorithmus wurde in den letzten Jahren immer wieder diskutiert und auch immer wieder verglichen mit einer Reanimation, bei der nur Thoraxkompressionen ohne Atemspenden erfolgen („compression-only CPR“). Die ERC 2021 empfiehlt im Basic Life Support für Erwachsene grundsätzlich den 30:2 Algorithmus: Auf 30 Kompressionen folgen zwei Atemspenden, insofern sich der Ersthelfer dazu in der Lage fühlt („weak recommendation, very low-quality evidence“) (15). Diesen Empfehlungen liegt die systemische Übersichtsarbeit von Ashoor et al. zugrunde (24). Gräsner et al. zeigten zudem auch in der „EuReCa TWO“ Studie einen Überlebensvorteil („survival to hospital discharge“), wenn eine Beatmung durch den Ersthelfer durchgeführt wurde (14% vs. 8%) (19).

1.3.4 Frühe Defibrillation mittels AED

Ein AED (automatisierter externer Defibrillator) ist ein tragbares Gerät mit Klebeelektroden, welches den Herzrhythmus von Patientinnen und Patienten automatisch analysiert und gegebenenfalls nach manueller Betätigung einen elektrischen Schock abgibt. Sobald ein AED verfügbar ist, sollte gemäß den ERC-Guidelines 2021 so früh wie möglich eine automatische Herzrhythmusanalyse und bei Notwendigkeit auch eine Schockabgabe durch das Gerät erfolgen (15). Bei einem OHCA findet sich in der „EuReCa TWO“ Studie in 20% der Personen initial ein schockbarer Rhythmus (Kammerflimmern oder pulslose ventrikuläre Tachykardie) (19). Diese malignen Rhythmusstörungen können durch eine Schockabgabe terminiert werden.

Die Leitlinien der ERC 2021 sprechen eine Empfehlung für frei zugängliche Defibrillatoren im öffentlichen Raum aus. Wesentliche Maßnahmen stellen eine bessere Verfügbarkeit insbesondere an stark frequentierten Orten („public access defibrillation“) aber auch eine generell bessere öffentliche Wahrnehmung dar (15).

Nürnberger et al. beobachteten einen Einsatz eines AEDs im Rahmen der Laien-Reanimation in 4% der Fälle (10). Die „EuReCa TWO“ Studie unterschied bei der Verwendung der

Defibrillatoren nicht zwischen Laien, First Respondern oder Rettungsdienst, weshalb daraus keine genauen Zahlen erhebbbar sind (19). Die Copenhagen-Oslo-Stockholm-Amsterdam (COSTA) Arbeitsgruppe untersuchte die Defibrillationsstrategien bei Patientinnen und Patienten mit überlebtem Herz-Kreislauf-Stillstand und initial schockbaren Rhythmus und zeigte, dass 19% die erste AED-Schockabgabe bereits durch Laien erhalten haben. Zudem beschreibt diese Arbeitsgruppe in weiteren 20% der Fälle die erste AED-Schockabgabe durch einen mitalarmierten First Responder. Es zeigte sich, dass Überlebende eines SCA in 39% der Fälle bereits vor Eintreffen des Rettungsdienstes durch einen AED geschockt wurden. Diese frühzeitigen Schockabgaben korrelieren mit der Überlebensrate von Patientinnen und Patienten mit initial schockbarem Rhythmus. Eine entscheidende Rolle wird daher in Zukunft den First Respondern (Freiwillige Helfer, Polizei, Feuerwehr) zugeschrieben (25).

Holmberg et al. analysierte 2017 in einer Metaanalyse die Verwendung von AEDs durch Laien sowie deren klinisches Outcome nach OHCA. Es wurden dabei drei RCTs, 44 Beobachtungsstudien und 13 „cost-effectiveness“ Studien eingeschlossen. Es zeigte sich eine erhöhte Überlebenswahrscheinlichkeit nach AED-Schockabgabe durch Laien („survival to hospital discharge“, alle Rhythmen OR: 1,73; 95% KI 1,36–2,18) sowie ein günstigeres neurologisches Outcome (alle Rhythmen OR: 2,12; 95% KI 1,36–3,29) (26).

Mit der derzeitigen wissenschaftlichen Erkenntnis lassen sich also bis zu diesem Zeitpunkt mehrere Elemente definieren, welche im Rahmen einer Laienversorgung mit einer erhöhten Überlebenswahrscheinlichkeit korrelieren. Weitere Forschung ist jedoch nötig, um die Variabilität und die verschiedenen einzelnen Faktoren für die Überlebenswahrscheinlichkeit eines OHCA in Zukunft besser erklären zu können (3).

1.4 Kodierung eines unerwarteten Herz-Kreislauf-Stillstands

1.4.1 National Advisory Committee for Aeronautics (NACA)-Score

Der NACA-Index wurde vom National Advisory Committee of Aeronautics in den späten 1960er Jahren erstmalig veröffentlicht, um Verletzungen insbesondere im Krankenhaus zu kategorisieren. Es wurden dabei acht Schweregrade definiert, denen wiederum bestimmte Gruppen von Verletzungen zugeordnet wurden (27,28). In den 1980er Jahren erfolgte zudem durch Tryba et al. eine Zuordnung von internistischen Krankheitsbildern und somit wurde der NACA-Index auch für die Präklinik anwendbar. Es konnten nun alle Notfallpatientinnen und Notfallpatienten aufgrund ihrer Verletzungsdiagnosen einem dieser acht Schweregrade zugeordnet werden (29). In **Tabelle 2** werden diese Schweregrade des NACA-S-Scores gelistet (30).

Heute wird der NACA-Index in vielen deutschsprachigen Rettungsdiensten angewendet, so auch in der Steiermark. Der NACA-Index dient dabei der Beschreibung der Schweregrade von Verletzungen bzw. Erkrankungen innerhalb des NotfallpatientInnen-Kollektivs.

<i>NACA 0</i>	<i>No injury or disease</i>
<i>NACA 1</i>	<i>Injuries/diseases without any need for acute physicians care</i>
<i>NACA 2</i>	<i>Injuries/diseases requiring examination and therapy by a physician, but hospital admission is not indicated</i>
<i>NACA 3</i>	<i>Injuries/diseases without acute threat to life but requiring hospital admission</i>
<i>NACA 4</i>	<i>Injuries/diseases that can possibly lead to deterioration of vital signs</i>
<i>NACA 5</i>	<i>Injuries/diseases with acute threat to life</i>
<i>NACA 6</i>	<i>Injuries/diseases transported after successful resuscitation of vital signs</i>
<i>NACA 7</i>	<i>Lethal injuries or diseases (with or without resuscitation attempts)</i>

Tabelle 2: Übersicht über den NACA-S-Score (Severity), Quelle: in Anlehnung an Bonatti 1995

In dieser Arbeit sollen Patientinnen und Patienten mit der Kategorisierung NACA VI oder NACA VII näher analysiert werden. Es handelt sich folgend um Personen mit einem Herz-Kreislauf-Stillstand, welche durch Wiederbelebungsmaßnahmen wieder einen Kreislauf erlangten (=NACA VI) bzw. durch ihre Verletzung oder Erkrankung verstarben (=NACA VII).

1.4.2 International Classification of Diseases-10 (ICD-10)

Es handelt sich bei der International Classification of Diseases-10 um eine medizinische Klassifikationsliste der Weltgesundheitsorganisation (WHO). Die englischsprachige Originalausgabe wurde in den 1990er Jahren als International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems veröffentlicht. Durch eine einheitliche Dokumentation und Kodierung mittels ICD entsteht eine Datenquelle, welche für statistische Analysen, Versorgungsforschung und epidemiologischen Betrachtungen auf nationaler und internationaler Ebene genutzt werden kann (31).

In der Republik Österreich wurde im Jahr 2000 der Beschluss gefasst, den Diagnoseschlüssel ICD-10 verbindlich in erster Linie zur leistungsorientierten Krankenanstaltenfinanzierung einzuführen. Die zurzeit in der Republik Österreich gültige Ausgabe (ICD-10 BMSGPK 2024) wurde zuletzt am 1. Jänner 2024 veröffentlicht (31). Diese enthält eine dreistellige allgemeine sowie eine vierstellige ausführliche Systematik. Nachstehend werden der ICD-10-Code I46 und dessen Subklassifizierungen aus der Version des BMSGPK von 2024 aufgeschlüsselt:

- I46 Herzstillstand
 - *Exkl.: Als Komplikation bei:*
 - *Abort, Extrauterin gravidität oder Molenschwangerschaft (O00-O07, O08.8)*
 - *geburtshilflichen Operationen und Maßnahmen (O75.4)*
 - *Kardiogener Schock (R57.0)*
- I46.0 Herzstillstand mit erfolgreicher Wiederbelebung
- I46.1 Plötzlicher Herztod, so beschrieben
 - *Exkl.: Plötzlicher Tod (bei):*
 - *Erregungsleitungsstörung (I44-I45)*
 - *Myokardinfarkt (I21-I22)*
 - *o.n.A. (R96.-)*
- I46.9 Herzstillstand, nicht näher bezeichnet

1.5 Reanimationsregister

1.5.1 Medizinische Register

Es handelt sich bei einem medizinischen Register um ein organisiertes System zur Sammlung von Beobachtungsdaten von Patientinnen und Patienten in einer Datenbank (32). Die Sammlung von zuverlässigen gesundheitswissenschaftlichen Daten ist essenziell für die Planung und Steuerung im Gesundheitssystem. In der Arbeit „Register in Österreich und deren Verwendung zur Verbesserung der Gesundheitsversorgung“ des Austrian Institute for Health Technology Assessment werden dabei verschiedene Register-Arten unterschieden (32):

- Epidemiologische Register haben einen Fokus auf die Prävalenz und Inzidenz von Krankheiten. Zudem werden oft Risikofaktoren der Krankheiten analysiert.
- Qualitätsregister dienen der Sammlung und dem Monitoring von Gesundheitsversorgungsinformationen mit dem Ziel der Verbesserung der Gesundheitsversorgung für spezifische Krankheiten.
- Zuletzt gibt es noch produktspezifische Register für Medizinprodukte und Arzneimittel. Diese dienen der Überwachung der Sicherheit von Medizinprodukten und Arzneimitteln.

1.5.2 Reanimations-Register

Die ERC-Guidelines 2021 empfehlen bevölkerungsbezogene Reanimations-Register, um Inzidenz, Behandlungen und auch das Outcome bei unerwarteten Herz-Kreislauf-Stillständen näher analysieren zu können. **Abbildung 1** zeigt dabei in Anlehnung an die ERC-Leitlinie 2021 eine Grafik, in welcher die aktuelle Abdeckung mit Registern in den europäischen Staaten dargestellt wird. Die dunkelblaue Farbe signalisiert dabei ein nationales Register, welches das ganze Land abdeckt. Die mittelblaue Farbe zeigt ein nationales Register, welches Teile des Landes abdeckt und die hellblaue Farbe zeigt Länder mit nur lokalen Registern (1).

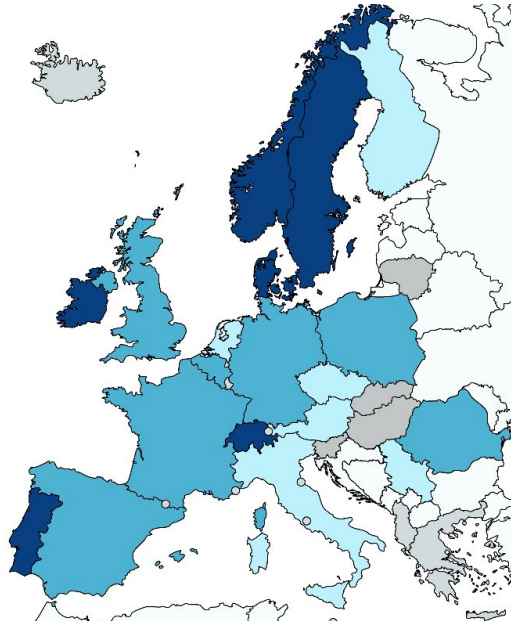


Abbildung 1: Grafik über die Abdeckung durch Reanimationsregister in den einzelnen europäischen Staaten, Legende: dunkelblaue Farbe = nationales Register, mittelblaue Farbe = nationales Register (Teile des Landes), hellblaue Farbe = (mehrere) lokale Register, grau = kein lokales Register; Quelle: in Anlehnung an die ERC-Guidelines 2021: „Epidemiology of cardiac arrest in Europe“ (2021)

Schweden wird zum Beispiel durch ein nationales Herzstillstands-Register abgedeckt. Dieses umfasst mittlerweile mehr als 90% aller Personen mit außerklinischem Herzstillstand und anschließend durchgeführter Wiederbelebensmaßnahmen (18). Die Teilnahme erfolgt freiwillig, dennoch nehmen mittlerweile alle EMS-Systeme Schwedens teil. Finanziert wird das Register durch die schwedische Regierung und die Kommunen (33).

Österreich wird in der Grafik mit einer hellblauen Farbe dargestellt und ist somit nur regional von Reanimationsregistern abgedeckt (1). In der Arbeit „Register in Österreich und deren Verwendung zur Verbesserung der Gesundheitsversorgung“ wird auch der Status quo in Österreich erhoben. Auf Nachfrage bei dem Österreichischen Rat für Wiederbelebung (ARC) nehmen zurzeit österreichweit nur wenige prähospitale Notarztstützpunkte und Kliniken am deutschen Reanimationsregister (GRR) teil. Der ARC und die österreichische Gesellschaft für Anästhesiologie, Reanimation und Intensivmedizin (ÖGARI) sind grundsätzlich bestrebt ein nationales Register zu etablieren (32).

Die Erfassung von Daten in Registern wird in den ERC-Leitlinien 2021 entsprechend den Utstein-Empfehlungen empfohlen (1).

1.5.3 Utstein-Style

Um bei unerwarteten Herz-Kreislauf-Stillständen eine einheitliche Datenerfassung mit denselben Datenpunkten und denselben Definitionen zu ermöglichen, wurde bereits in den 1990er Jahren die erste Fassung der Utstein-Empfehlungen veröffentlicht. Die American Heart Association (AHA), das European Resuscitation Councils (ERC), der Heart and Stroke Foundation of Canada und das Australian Resuscitation Councils (ARC) einigten sich damals auf Standards zur Dokumentation von Reanimationen. Das Ziel war es, ein besseres Verständnis der Epidemiologie zu gewinnen und systemübergreifende Vergleiche zu erleichtern, um in weiterer Folge etwaige begünstigende Faktoren für das Überleben zu erkennen (4).

Zu Beginn konzentrierten sich die Utstein-Empfehlungen auf die Sammlung von Daten zu Herzkreislaufstillständen mit initial schockbarem Rhythmus. Die Empfehlungen wurden in den kommenden Jahren mehrmals vom inzwischen gegründeten ILCOR überarbeitet, wobei die Empfehlungen 2004 auch auf alle behandelten Herzstillstände unabhängig vom ersten Rhythmus ausgeweitet wurden. Ziel war es die Komplexität zu reduzieren und die Datenelemente basierend auf den Fortschritten in der Reanimationswissenschaft zu aktualisieren. Zuletzt wurden die Utstein-Empfehlungen für einen OHCA von Bray et al. 2024 publiziert (5). Es gibt darüber hinaus aber auch noch weitere internationale Standards zur Dokumentation entsprechend dem Utstein-Style zum Beispiel für „Cardiac Arrest in Pregnancy“ aus dem Jahr 2015 (5).

Im „Update of the Utstein Out-of-Hospital Cardiac Arrest Registry Template“ aus dem Jahr 2024 wurden ähnlich dem letzten Update aus dem Jahr 2015 mehrere Bereiche definiert: System, Dispatch, Patient, Process und Outcome. Diese Bereiche enthalten jeweils Kernelemente und auch ergänzende bzw. zusätzliche Elemente. Kernelemente sollen in allen Registern und Studien erfasst werden und dienen somit als empfohlener Mindeststandard für Qualitätssicherungs- und Verbesserungszwecke. Kernelemente haben eine grundlegende Bedeutung für die Reanimationsforschung; es wurde aber auch deren praktische Durchführbarkeit im realen Rettungsdienst berücksichtigt. Beispiele dafür sind initialer Herzrhythmus oder Zeit bis zum Eintreffen der Rettungsmittel. Ergänzende oder zusätzliche Daten wurden als Elemente definiert, deren Erfassung zwar wünschenswert, aber nicht zwingend erforderlich ist. Darunter finden sich in erster Linie Elemente, die insbesondere für die Reanimationsforschung relevant sind. Beispiele hierfür sind Art des Gefäßzuganges oder

Vorerkrankungen der Patientinnen und Patienten. **Abbildung 2** zeigt die Kernelemente sowie die erweiterten Elemente in Anlehnung an die Grafik in der Arbeit von Bray et al. (5):

	SYSTEM	DISPATCH	PATIENT	PROCESS	OUTCOMES
CORE	<ul style="list-style-type: none"> Population served Cardiac arrests attended Resuscitation attempted Resuscitation not attempted System description 	<ul style="list-style-type: none"> Dispatcher OHCA recognition Dispatcher CPR instructions 	<ul style="list-style-type: none"> Age Sex Witnessed arrest Arrest location Bystander CPR Bystander AED use First arresting rhythm Presumed cause 	<ul style="list-style-type: none"> Times: Response time Time to first defibrillation Drugs given Presence of STEMI Coronary angiogram Resuscitation attempted Hospital type 	<ul style="list-style-type: none"> Survived event Any ROSC event Transported to hospital Survival to discharge or 30-days Neurological outcome at discharge or 30-days
SUPPLEMENTARY	<ul style="list-style-type: none"> System description 	<ul style="list-style-type: none"> Time to dispatcher OHCA recognition Volunteer community responders alerted Volunteer community responders accepted alert 	<ul style="list-style-type: none"> CPR first Defibrillated first Prior functioning Comorbidities VAD Cardioverter defibrillator 	<ul style="list-style-type: none"> Time to first compression Prehospital airway Number of shocks Time to drugs Vascular access type Mechanical CPR Extracorporeal CPR Hospital volume 12-lead ECG interpretation Temperature control Post-arrest pyrexia Mechanical support Vasopressors/inotropes Neuroprognostic tests 	<ul style="list-style-type: none"> Scene outcome Hospital arrival outcome Treatment withdrawal Context of death Date and time of death Organ donation Survival status post-discharge Health-related quality-of-life

Abbildung 2: Kernelemente und ergänzende Elemente gemäß Utstein-Style
 Quelle: in Anlehnung an „2024 Update of the Utstein Out-of-Hospital Cardiac Arrest Registry Template (2024)“

1.6 Fragestellung und Studienziel

Wie im Kapitel 1.2 *Epidemiologie des OHCA* dargestellt, zeigt sich europaweit eine starke Variabilität der Inzidenzen in den verschiedenen Regionen.

Die umfassendste Arbeit über die Epidemiologie eines OHCA in Europa stellt die „EuReCa ONE“ Studie aus dem Jahr 2016 dar (9). Die österreichische Bevölkerung wurde in dieser Studie nur zu 18% abgebildet. Für die Steiermark gibt es in dieser Arbeit flächendeckend keine Analysen oder Ergebnisse. Darüber hinaus gibt es in der Steiermark auch kein Reanimationsregister, um etwaige epidemiologische Fragen zu beantworten.

Diese Arbeit hat deshalb das Ziel, sich der epidemiologischen Fragestellung der Inzidenz des OHCA und der Inzidenz der Rückkehr eines Spontankreislaufs (ROSC) bei präklinischen Herz-Kreislauf-Stillständen in der Steiermark für die Jahre 2012 - 2021 durch die retrospektive Auswertung von verschiedenen Datenquellen zu nähern.

2 Material und Methoden

Die Steiermark ist das zweitgrößte Bundesland Österreichs und hat in etwa 1,25 Millionen Einwohnerinnen und Einwohner sowie eine Fläche von rund 16.400 km². Die Steiermark ist dabei in 13 Bezirke gegliedert (davon eine Statutarstadt: Graz) (34). In dem 10-jährigen Beobachtungszeitraum ist die Einwohnerzahl von 1.208.696 im Jahr 2012 auf 1.247.077 im Jahr 2021 gestiegen (35,36).

Die notfallmedizinische Versorgung erfolgt in der Steiermark durch ein boden- sowie luftgebundenes Notarztrettungswesen. Dazu zählen insgesamt 20 Notarzteinsatzfahrzeuge und 4 Notarzt-Hubschrauber (37).

Die Krankenhauslandschaft wird in der Steiermark durch die Steiermärkische Krankenanstaltengesellschaft m.b.H. (KAGes) geführt. Die unternehmerische Kernaufgabe der KAGes besteht in der Errichtung, dem Betrieb und in der Führung von Landeskrankenanstalten im Land Steiermark. Die KAGes gliedert sich dabei weiter in Krankenhausverbände mit jeweils mehreren Standorten (38):

- Landeskrankenhaus Univ.-Klinikum Graz
 - Univ.-Klinikum Graz mit 19 Kliniken & 36 Abteilungen (Maximalversorger)
 - Landeskrankenhaus Weiz im Verbund mit dem LKH-Univ. Klinikum Graz
- Landeskrankenhaus Graz II
 - mit den Standorten Süd, West und Enzenbach
- Landeskrankenhaus Hochsteiermark
 - mit den Standorten Leoben, Bruck a.d. Mur und Mürzzuschlag
- Landeskrankenhaus Murtal
 - mit den Standorten Judenburg, Knittelfeld und Stolzalpe
- Landeskrankenhaus Oststeiermark
 - mit den Standorten Feldbach, Fürstenfeld und Hartberg
- Landeskrankenhaus Rottenmann-Bad Aussee
 - mit den Standorten Rottenmann und Bad Aussee
- Landeskrankenhaus Südsteiermark
 - mit den Standorten Bad Radkersburg und Wagna
- Landeskrankenhaus Weststeiermark
 - mit den Standorten Deutschlandsberg und Voitsberg

2.1 Studiendesign

Es handelt sich um eine retrospektive Auswertung von verschiedenen Datenquellen zur Ermittlung der Inzidenz eines OHCA und der Inzidenz der Rückkehr eines Spontankreislaufs (ROSC) bei präklinischen Herz-Kreislaufstillständen in der Steiermark für die Jahre 2012 - 2021.

Für die Abfrage von relevanten Fällen wurden Analysen aus den folgenden präklinischen und innerklinischen Datenbanken entsprechend der Versorgungskette vorbereitet:

- 1.) Datenbank der Koordinationsstelle für Notfallmedizin des Landes Steiermark
- 2.) Open-Medocs der KAGes

Das Studienprotokoll wurde von der Ethikkommission der Medizinischen Universität Graz am 15. Februar 2024 mit einem positiven Votum bestätigt (EK-Nummer 36-148 ex 23/24).

2.2 Ein- und Ausschlusskriterien der Patientinnen und Patienten

Für die Abfrage von relevanten Fällen wurden Analysen aus oben genannten Datenbanken mit folgenden Filtern geplant:

1.) Datenbank der Koordinationsstelle für Notfallmedizin des Landes Steiermark:

Geplant war die Auswertung der Daten aus der Datenbank des Landes Steiermark im Zeitraum von 2012 - 2021. Einschlusskriterien dafür sind erwachsene Personen, die mit einem NACA VI oder NACA VII hinterlegt sind.

2.) Krankenhausinformationssystem der KAGes (Open-Medocs):

Inkludiert werden Personen aus dem Krankenhausinformationssystem der KAGes, die im Zeitraum von 2012 – 2021 mit dem ICD-10-Code I46 (Herzstillstand) und dessen Subklassifizierungen als Behandlungsdiagnose in den steirischen Landeskrankenhäusern kodiert wurden.

Ausgeschlossen von der statistischen Analyse werden Patientinnen und Patienten mit einem Alter von unter 18 Jahren.

2.3 Daten

Die Datenanalyse war bis zur Abgabe dieser Arbeit aus dem Krankenhausinformationssystem (Open-Medocs) der KAGes möglich. Als Filter diente der ICD-10-Code I46 als Behandlungsdiagnose bei Patientinnen und Patienten, die in einem steirischen Landeskrankenhaus behandelt wurden. Dabei wurden von den einzelnen Krankenhausverbänden Excel-Dateien übermittelt. Darin enthalten sind mehrdimensionale Daten. Den Patientinnen und Patienten sind jeweils mehrere Aufnahmen zugeordnet, wobei bei jeder Aufnahme wieder mehrere Diagnosen, Zeitangaben und Behandlungen hinterlegt sind.

Als Voraussetzung wurde uns kommuniziert, dass aufgrund einer Abmachung zwischen KAGes und Medizinischer Universität Graz nur Daten von Patientinnen und Patienten übermittelt werden können, welche mindestens einmal im Leben am LKH-Univ. Klinikum Graz behandelt wurden - unabhängig von einer Aufnahme mit einem ICD-10-Code I46. Damit geht der Verlust von einigen Daten einher, welche uns von Seiten der KAGes nicht beziffert werden konnten.

Insgesamt wurden die Daten von 3.225 Patientinnen und Patienten übermittelt. Die exportierten Variablen dieser Datensätze sind in der **Tabelle 3** ersichtlich.

KIS (Open-Medocs) Daten

- *primär Variablen*
 - Datum der Aufnahme
 - Alter in Jahren
 - Geschlecht
 - Postleitzahl
- *weitere Variablen*
 - ICU-Aufenthaltsdauer in Tagen
 - Nebendiagnosen
 - Datum der Krankenhauserlassung bzw. Sterbedatum
 - Leistungen (inkl. CT, Herzkatheter, Operationen) mit Art der Untersuchung und Datum

Tabelle 3: Exportierte Variablen der KIS (Open-Medocs)-Datensätze

2.4 Methoden, Messungen und Statistische Analysen

2.4.1 Hauptfragestellung

Zur Beantwortung der Hauptfragestellung wird wie folgt vorgegangen: Es erfolgt zuerst eine Selektion der Patientinnen und Patienten mit einer Behandlungsdiagnose I46 entsprechend den Einschlusskriterien. Über diese Fallzahlen kann in Relation zur Bevölkerung die Inzidenz der Patientinnen und Patienten dargestellt werden, welche mit der Diagnose I46 in einem steirischen Landeskrankenhaus im Zeitraum 2012 - 2021 behandelt wurden. Die Altersstruktur und der Bevölkerungsstand sind von der Website der Landesentwicklung des Landes Steiermark („Wohnbevölkerung - Die Bevölkerungsentwicklung in den steirischen Bezirken“) entnommen (35). Für die Betrachtung auf einer regionalen Ebene werden die Patientinnen und Patienten entsprechend ihren Postleitzahlen den jeweiligen Bezirken zugeordnet. Es erfolgt ebenso eine Darstellung der Fallzahlen und in weiterer Folge eine Berechnung der Inzidenz für den jeweiligen Bezirk. Eine weitere Analyse auf Gemeindeebene scheint aufgrund der insgesamt zu niedrigen Fallzahlen für diese Bereiche nicht sinnvoll. Diese Daten werden zum einen in tabellarischer Form und zum anderen in Grafiken (Heatmaps, Liniendiagramme) dargestellt.

2.4.2 Nebenfragestellung

Es erfolgt zudem eine demografische Beschreibung dieses Patientenkollektivs. Es werden kategoriale Daten wie zum Beispiel das Geschlecht aber auch metrische Variablen wie das Alter ausgewertet. Die kategorialen Daten werden als absolute Häufigkeiten und relative Häufigkeiten in Prozent (%) angegeben. Die Visualisierung der Ergebnisse erfolgt durch Balkendiagramme. Für die metrischen Variablen werden neben der Anzahl auch der Mittelwert mit Standardabweichung bzw. der Median, das 1./3. Quartil und der Interquartilsabstand berechnet. Diese Kennzahlen werden in entsprechenden Grafiken, wie beispielsweise Histogrammen oder Boxplots, dargestellt. Alter und Geschlecht sollen auch gemeinsam in Form einer Alterspyramide visualisiert werden. Für die Berechnung der Überlebenswahrscheinlichkeit wird eine Kaplan-Meier-Kurve für das Überleben in den ersten 30 Tagen erstellt.

2.4.3 Statistikprogramme

Die statistischen Analysen und Grafiken werden mittels Project Jupyter (Jupyter Hub, Jupyter Notebook) mit der Version Python 3.13 durchgeführt bzw. erstellt. Es werden zudem folgende Module mit den jeweiligen Versionen verwendet: Pandas 2.2.3, NumPy 2.1.2, Matplotlib 3.9.2, GeoPandas 1.0.1 und SciPy 1.14.1.

2.5 Datenschutz

Für die Patientinnen und Patienten erfolgt eine Pseudonymisierung mittels fortlaufender Identifikationsnummer. Die Daten werden anschließend auf einem PC mit Zugriffsbeschränkung an der Abteilung für Anästhesiologie und Intensivmedizin und im „MedBioNode“ der Medizinischen Universität Graz mit geschütztem Zugriff gespeichert.

3 Resultate

3.1 Beschreibung des Patientenkollektivs

3.1.1 Krankenhausinformationssystem (Open-Medocs) der KAGes

Insgesamt konnten 3.225 Patientinnen und Patienten identifiziert werden, welche mit einem ICD-10-Code I46 und dessen Subklassifizierungen als Behandlungsdiagnose kodiert wurden. Es ist davon auszugehen, dass Patientinnen und Patienten mit diesem ICD-10-Code als Behandlungsdiagnose entweder durch einen außerklinischen Herz-Kreislauf-Stillstand und anschließendem ROSC/Transport unter laufender Reanimation, einem innerklinischen Herz-Kreislauf-Stillstand oder durch einen Interhospitaltransport nach einem Herz-Kreislauf-Stillstand mit dieser Diagnose in einem Landeskrankenhaus kodiert wurden.

Nach Überprüfung der 3.225 Patientinnen und Patienten wurden insgesamt vier Patientinnen und Patienten durch Nichterfüllen der Einschlusskriterien entfernt (Alter < 18 Jahren bzw. Herz-Kreislauf-Stillstand außerhalb des Untersuchungszeitraums). Es wurden daher in den Analysen insgesamt 3.221 Patientinnen und Patienten berücksichtigt.

Einige der Patientinnen und Patienten hatten mehr als einen Aufenthalt mit dem ICD-10-Code I46 als Behandlungsdiagnose (insgesamt 325 Personen der 3.221 Personen). Die maximale Anzahl an Aufnahmen einer Person mit dieser Behandlungsdiagnose waren insgesamt sieben Aufnahmen. Zusammengefasst sind in diesem Datensatz 3.221 Patientinnen und Patienten mit insgesamt 3.668 Aufnahmen enthalten.

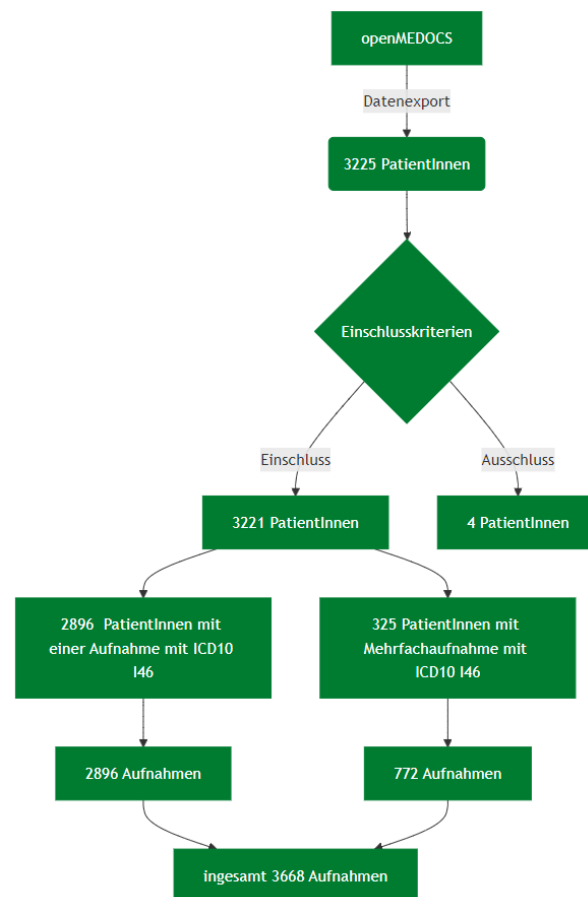


Abbildung 3: Flowchart der exportierten Daten aus dem KIS der KAGes (Open-Medocs)

3.2 Hauptfragestellung/Primäre Fragestellung

Aus den verfügbaren Daten lassen sich keine Aussagen über die Inzidenz eines OHCA im steirischen Rettungsdienst treffen. Die Inzidenz der Rückkehr eines Spontankreislaufs (ROSC) bei Herz-Kreislauf-Stillständen kann unter Berücksichtigung der Limitationen (siehe Diskussion) über die nachfolgend dargestellte Inzidenz der Aufnahmen mit einer Behandlungsdiagnose Herzstillstand angenähert werden.

3.2.1 Fallzahlen behandelte Personen mit einem Herzstillstand

Die jährlichen Fallzahlen der steirischen Landeskrankenhäuser werden in der **Abbildung 4** dargestellt. Aufgrund der Tatsache, dass einige Patientinnen und Patienten mehrere Aufenthalte hatten, wird immer nur die erste Aufnahme mit einem ICD-10-Code I46 zur weiteren Analyse herangezogen.

Es zeigt sich dabei ein undulierender Verlauf. Das Minimum liegt bei 282 Patientinnen und Patienten im Jahr 2016 und das Maximum liegt bei 354 Patientinnen und Patienten im Jahr 2015.

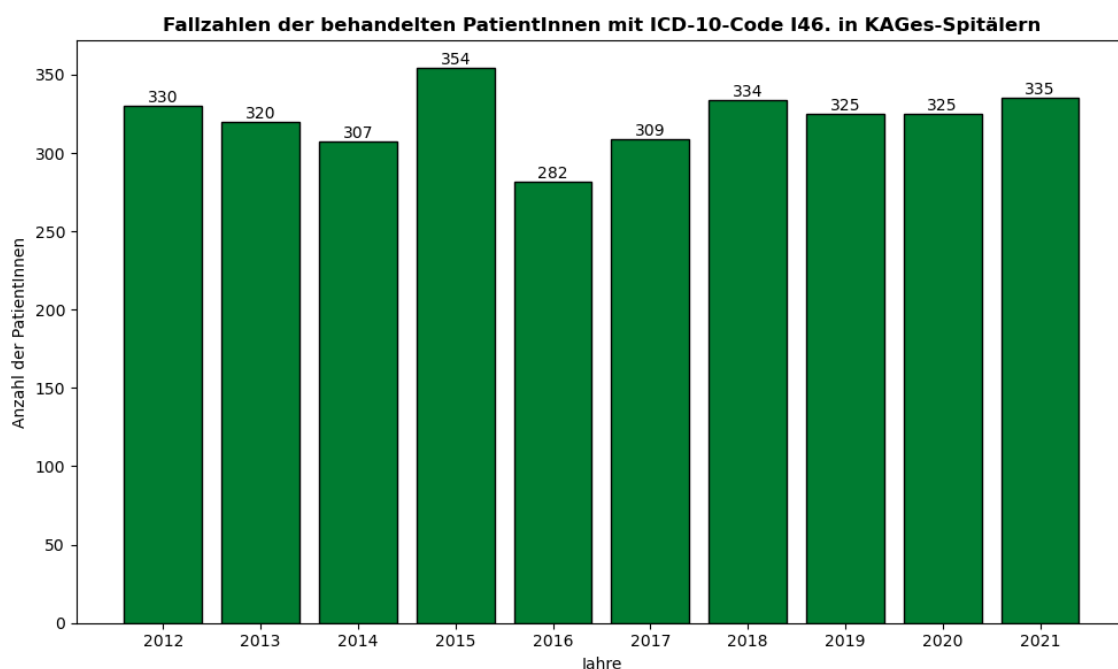


Abbildung 4: Fallzahlen der behandelten PatientInnen mit ICD-10-Code I46 in KAGes-Spitälern

3.2.2 Inzidenz der behandelten Personen mit einem Herzstillstand

Über diese Fallzahlen kann in Relation zur Bevölkerung (39) die Inzidenz der Personen dargestellt werden, welche mit der ICD-10-Diagnose I46 in einem steirischen Landeskrankenhaus im Zeitraum 2012 - 2021 behandelt wurden. In dieser Inzidenzberechnung werden jedoch nur Personen mit einer hinterlegten steirischen Postleitzahl berücksichtigt; dies entspricht 3.017 der insgesamt 3.221 Personen.

Die durchschnittliche Inzidenz für Personen mit einer ICD-10-Diagnose I46 in einem steirischen Landeskrankenhaus im Zeitraum von 2012 bis 2021 behandelt zu werden liegt bei 24,8 Fällen pro 100.000 Einwohner pro Jahr [95%-Konfidenzintervall 23,7–25,9]. Ein Shapiro-Wilk Test zeigt eine Normalverteilung der Daten (p-Wert >0,05). Die jährliche Inzidenz mit 95%-Konfidenzintervall ist in **Tabelle 4** ersichtlich.

Jährliche Inzidenz an ICD-10 I46.-Behandlungen für die Steiermark (2012-2021)

Jahr	Inzidenz pro 100.000 Einwohner	95%-Konfidenzintervall
2012	26.1	23.2 - 29.0
2013	25.4	22.6 - 28.2
2014	23.8	21.1 - 26.5
2015	28.2	25.2 - 31.2
2016	21.8	19.2 - 24.4
2017	23.5	20.8 - 26.2
2018	24.7	21.9 - 27.5
2019	24.5	21.7 - 27.3
2020	24.8	22.0 - 27.6
2021	25.7	22.9 - 28.5

Tabelle 4: *Jährliche Inzidenz an ICD-10 I46-Behandlungen in KAGes-Spitälern (2012-2021); Inzidenz in Personen pro 100.000 Einwohner pro Jahr*

Die Inzidenz zeigt ähnlich den Fallzahlen einen undulierenden zeitlichen Verlauf. Das Minimum liegt dabei im Jahr 2016 bei 21,8 Personen pro 100.000 Einwohnern und das Maximum bei 28,2 Personen pro 100.000 Einwohner im Jahr 2015 für die ganze Steiermark. Die jährlichen Inzidenzen werden zur besseren Übersicht in einem Liniendiagramm mit 95%-Konfidenzintervall in **Abbildung 5** grafisch dargestellt.

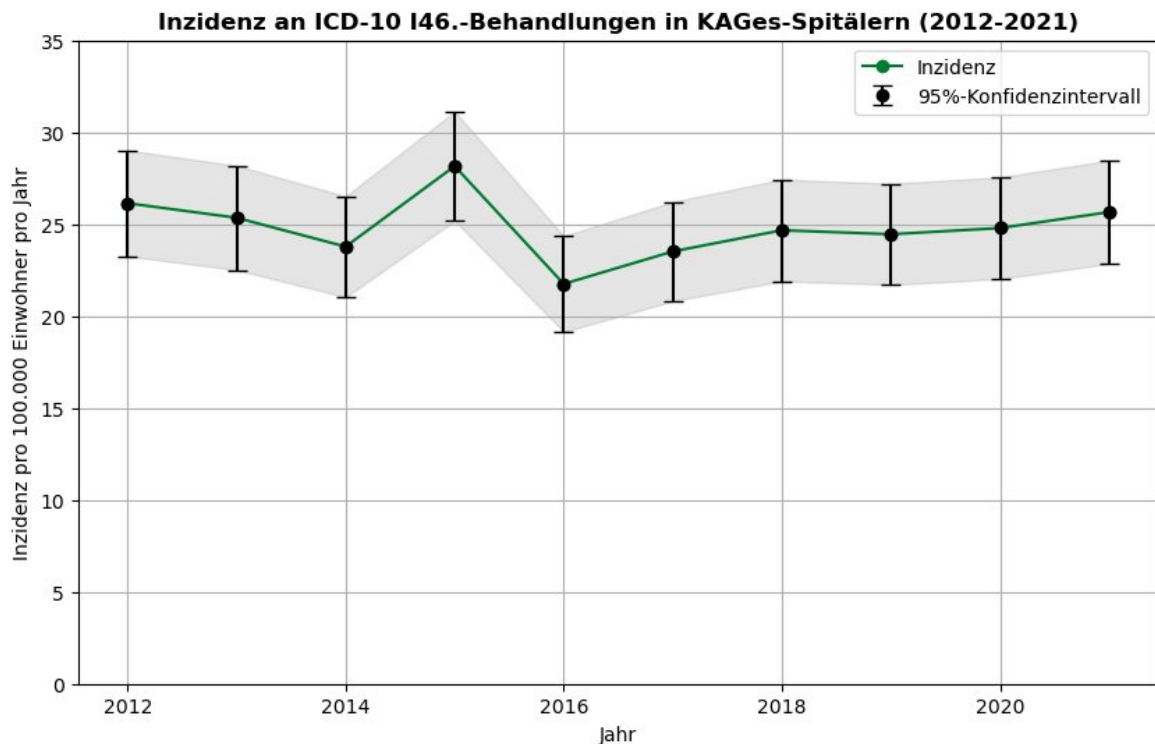


Abbildung 5: Liniendiagramm der Inzidenz an ICD-10 I46-Behandlungen in KAGES-Spitälern

3.2.2.1 Regionale Unterschiede der Inzidenz bei behandelten Personen mit einem HerzKreislaufstillstand

Die Patientinnen und Patienten mit einer entsprechenden ICD-10-Code I46 Diagnose werden entsprechend ihrer hinterlegten Heimatadresse und Postleitzahlen ungeachtet der Örtlichkeiten des HerzKreislaufstillstandes den jeweiligen Gemeinden und Bezirken zugeordnet. Die Postleitzahlen werden aus dem Postlexikon der Österreichischen Post Aktiengesellschaft entnommen (40). Die Postleitzahlen der Nicht-Steirer wurden im weiteren Verlauf ebenso gesichtet, um Fehler in der Zuordnung zu vermeiden.

Die Bezirke Graz-Stadt sowie Graz-Umgebung werden in den Analysen zusammengefasst, da eine scharfe Trennung aufgrund der gemeinsamen Postleitzahlen nicht möglich ist. Über den zehnjährigen Beobachtungszeitraum kam es zudem zu einigen Veränderungen in der regionalen Gliederung der Steiermark. Am 1. Jänner 2013 wurden die Bezirke Bruck a. d. Mur und Mürzzuschlag zum neuen Bezirk Bruck-Mürzzuschlag zusammengelegt. Zudem wurden am 1. Jänner 2013 die Bezirke Hartberg und Fürstenfeld zum Bezirk Hartberg-Fürstenfeld fusioniert und die Bezirke Feldbach und Radkersburg wurden zum Bezirk

Südoststeiermark vereint. Die nachfolgenden Analysen orientieren sich daher an der regionalen Gliederung, welche am Ende des Beobachtungszeitraums im Jahr 2021 gültig war (36).

Die Fallzahlen der Behandlungen werden auf einer Steiermark-Karte entsprechend der Legende dargestellt (siehe **Abbildung 6**). In dieser werden die steirischen Postleitzahl-Regionen inklusive der Stützpunkte des Rettungsdienstes abgebildet. Dabei wurden in dem Beobachtungszeitraum in den steirischen Landeskrankenhäusern 3.017 Personen aus der Steiermark behandelt, während 204 Personen nicht in der Steiermark wohnhaft waren. Es zeigen sich dabei die meisten Fälle im Ballungszentrum der Stadt Graz und im anschließenden Bezirk Graz-Umgebung. Zudem zeigen sich auch im Mürztal dunkel-grün hinterlegte Regionen entsprechend den dortigen Ballungszentren rund um Leoben, Bruck a. d. Mur und Kapfenberg. Darüber hinaus zeigen sich am anderen Spektrum der Skala auch einige Regionen in weißer Farbe. Diese sind in erster Linie an den Bundesländergrenzen der Obersteiermark lokalisiert. Die Limitationen durch diese Grafik und der in weiterer Folge darauf aufbauenden Statistiken werden im anschließenden Diskussionsteil besprochen.

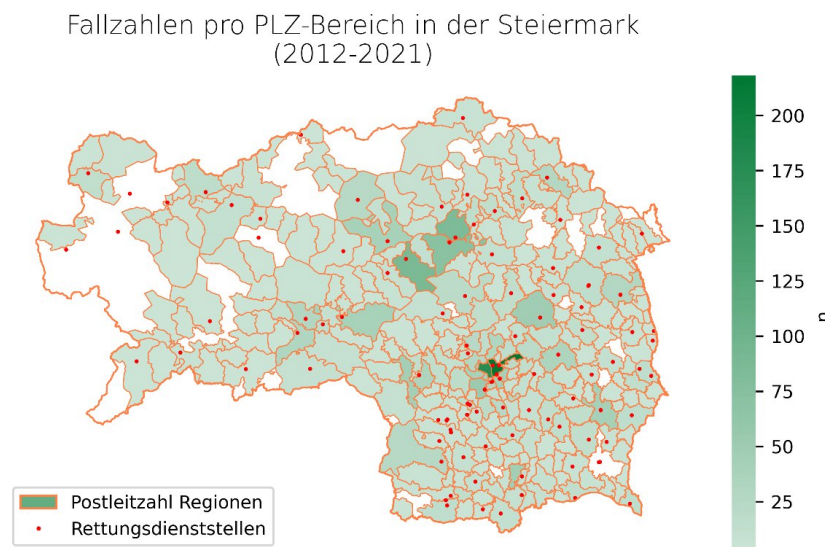


Abbildung 6: Fallzahlen entsprechend den Postleitzahlen in der Steiermark (2012-2021)

Es werden die 3.017 Personen aus der Steiermark entsprechend ihrem Heimatbezirk sowie dem Jahr der ersten Aufnahme zugeordnet. Anhand der Fallzahlen und der Population der verschiedenen Bezirke (36) kann die regionale Inzidenz der Personen berechnet werden,

welche mit einem Herzstillstand in einem steirischen Landeskrankenhaus im Zeitraum 2012 - 2021 behandelt wurden.

Um einen besseren Überblick zu gewinnen, werden die gemittelten Inzidenzen der steirischen Bezirke in einem Streudiagramm dargestellt (siehe **Abbildung 7**). Dabei liegen die Inzidenzen der einzelnen Bezirke über einen weiten Bereich verteilt. Die höchste gemittelte Inzidenz hat dabei der Bezirk Bruck-Mürzzuschlag mit 35,0 Personen/100.000/Jahr, während die niedrigste gemittelte Inzidenz im Bezirk Murau mit 9,2 Personen/100.000/Jahr liegt. Es zeigen sich zudem teils sehr große Konfidenzintervalle. Ein Shapiro-Wilk-Test bestätigt für alle Bezirke eine Normalverteilung mit Ausnahme von Leoben und Leibnitz. Es erfolgt daher die Berechnung der Konfidenzintervalle basierend auf der Standardabweichung.

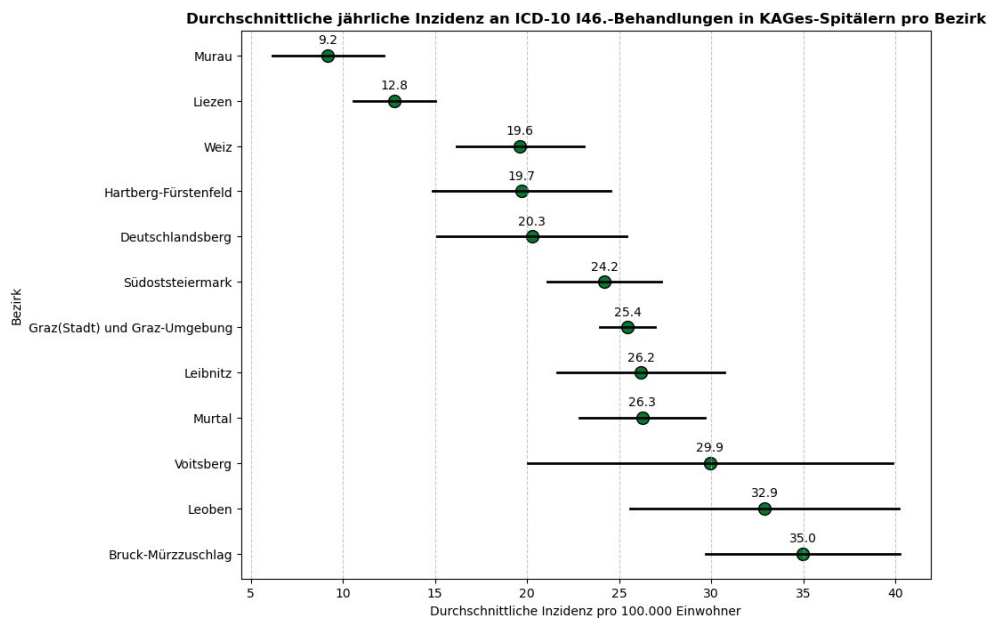


Abbildung 7: Streudiagramm der gemittelten Inzidenzen mit 95%-Konfidenzintervall an ICD-10 I46-Behandlungen in KAGes-Spitälern pro Bezirk

Die Heatmap in **Abbildung 8** zeigt die Inzidenz pro 100.000 Einwohner in den verschiedenen Bezirken für jedes Jahr zwischen 2012 - 2021. In einigen Bezirken, wie etwa in Bruck-Mürzzuschlag, zeigen sich hohe Inzidenzen über mehrere Jahre hinweg, insbesondere in den Jahren 2012 - 2014. Leoben zeigt mit einem Wert von über 60 pro 100.000 Einwohner im Jahr 2013 die höchste Inzidenzrate im Beobachtungszeitraum. Andere Bezirke, wie zum Beispiel Deutschlandsberg, Liezen und Murau, weisen deutlich niedrigere Inzidenzen auf.

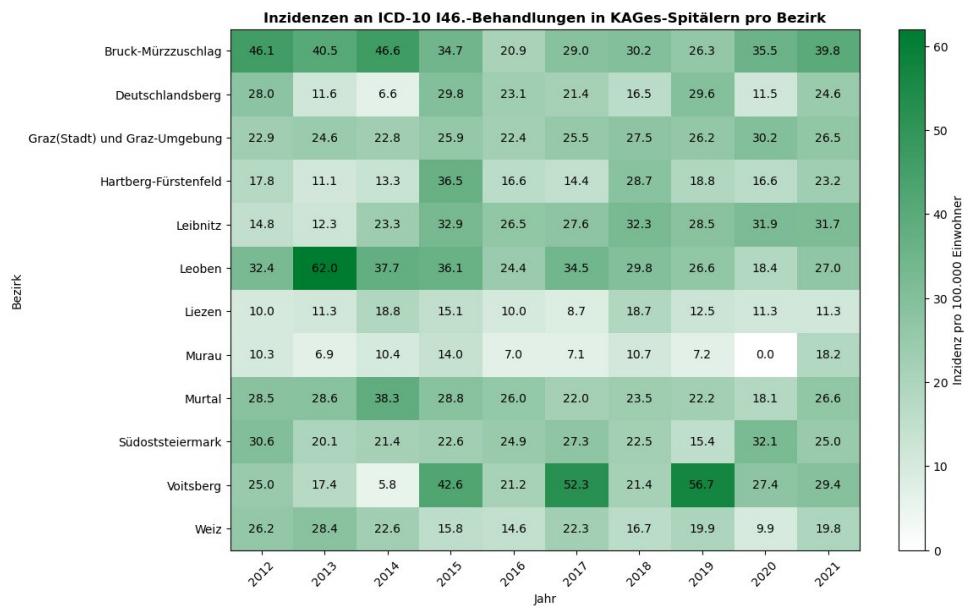


Abbildung 8: Heatmap der Inzidenzen pro Bezirk pro Jahr für ICD-10 I46-Behandlungen

Für eine übersichtlichere Darstellung wurden die Bezirke mit den entsprechenden Fallzahlen und Inzidenzen in **Abbildung 9** und **10** auf einer Steiermark-Karte abgebildet. Die Bezirksgrenzen wurden anhand der vorhandenen Datensätze der Postleitzahlen erstellt und entsprechen damit nicht exakt den tatsächlichen Bezirksgrenzen. Zudem gibt es auch Postleitzahlen, welche mehreren Bezirken zugeordnet sind. Für die Berechnungen und Darstellungen in dieser Arbeit wurden diese Postleitzahlen demjenigen Bezirk zugeordnet, dem sie flächenmäßig überwiegend zugehören. Die Stadt Graz und der umliegende Bezirk Graz-Umgebung werden aufgrund der zahlreichen überlappenden Postleitzahlen gemeinsam ausgewertet.

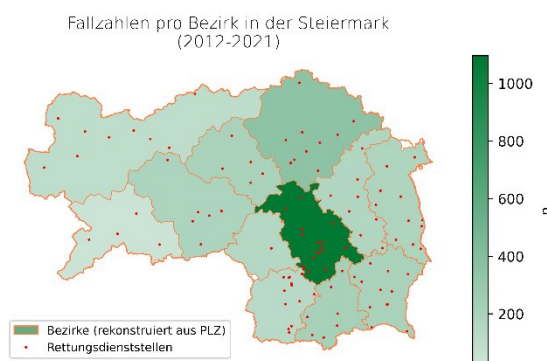


Abbildung 9: Steiermark-Karte der Fallzahlen mit ICD-10 I46-Behandlungen in KAGes-Spitälern

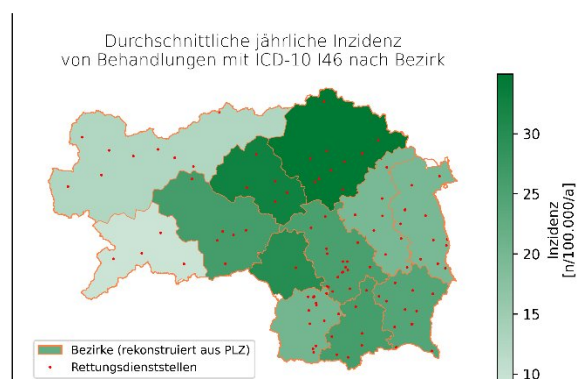
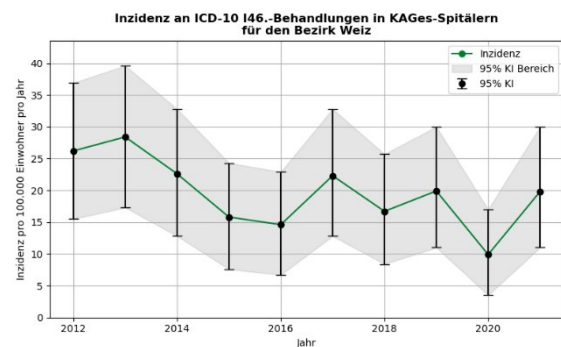
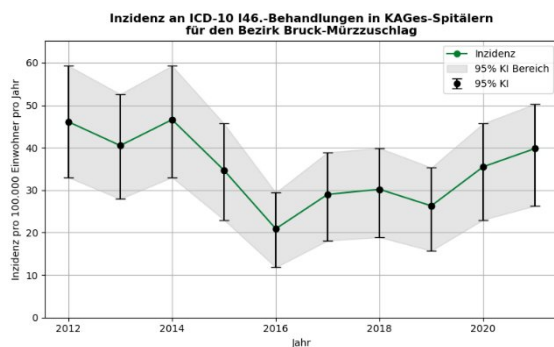
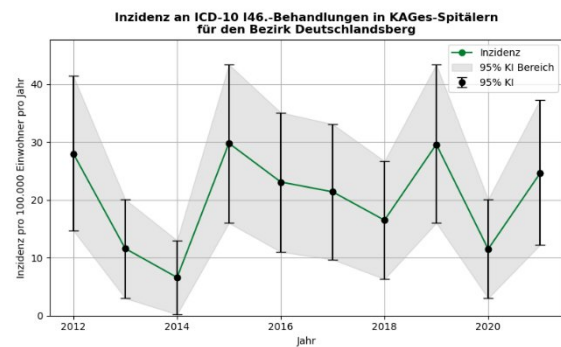
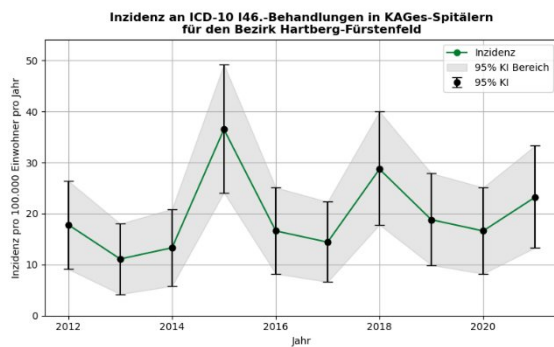
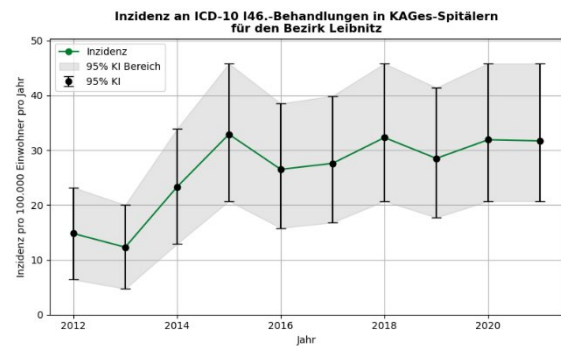
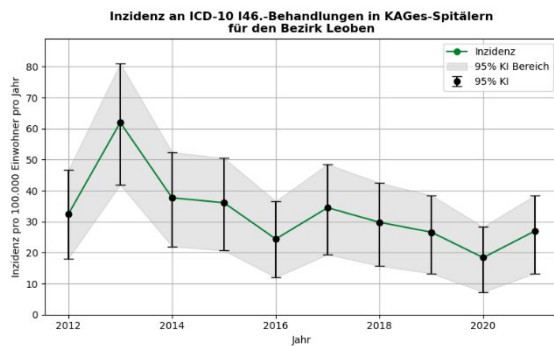


Abbildung 10: Steiermark-Karte der Inzidenzen an ICD-10 I46-Behandlungen in KAGes-Spitälern

Weiters ist auch die Variabilität der Inzidenzen über die Zeit auffallend, weshalb die Inzidenzen zur besseren Darstellung separat für jeden Bezirk auch als Liniendiagramm mit Konfidenzintervall (Poisson-Berechnung) dargestellt werden (siehe **Abbildung 11**). Es zeigt sich insbesondere in den Bezirken Graz-Stadt sowie Graz-Umgebung ein konstanter Verlauf der Inzidenz. Andere Bezirke zeigen im Gegensatz dazu eine deutliche Variabilität in der Inzidenz.



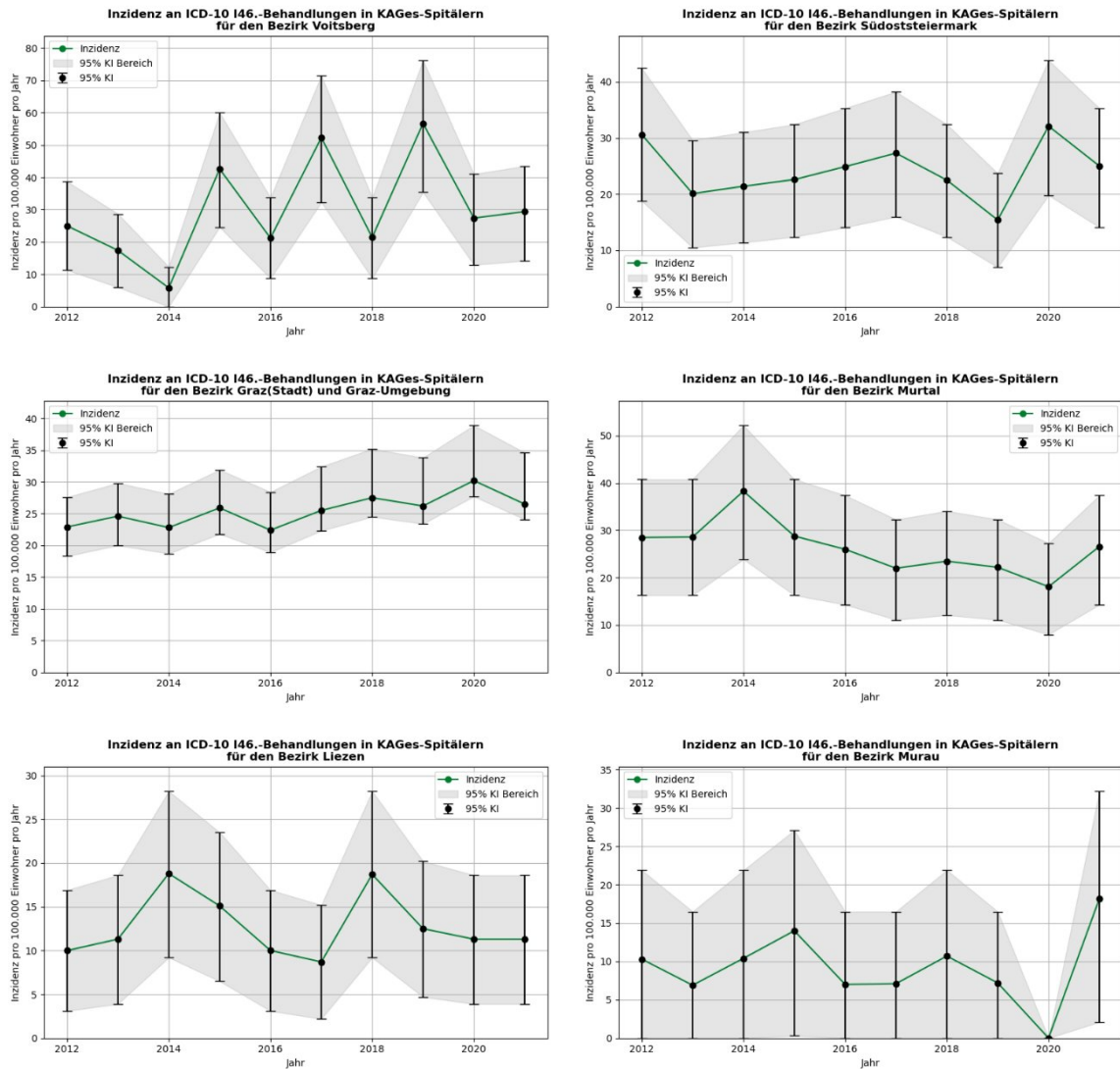


Abbildung 11: Liniendiagramme der Inzidenzen mit 95%-Konfidenzintervall (Poisson-Berechnung) von ICD-10 I46-Behandlungen in KAGes-Spitälern für die steirischen Bezirke
 Legende: grüne Linie=Inzidenz, grauer Bereich=95% KI

3.3 Nebenfragestellungen/Sekundäre Fragestellungen

3.3.1 Alter der Patientinnen und Patienten

Der Median des Alters liegt in diesem Datensatz bei 71,0 Jahren. Das 1. Quartil (25%) beträgt 60,0 Jahre und das 3. Quartil (75%) liegt bei 80,0 Jahren (Interquartilsabstand 20,0 Jahre). Die jüngste Person in unserem Datensatz war gemäß dem Ethikkommissionsvotum 18 Jahre alt, die älteste Person 99 Jahre. Ein Shapiro-Wilk Test zeigt keine Normalverteilung der Daten (p -Wert $<0,05$).

Das Alter in diesem Datensatz entspricht dem Alter bei Aufnahme in ein Krankenhaus und nicht dem konkreten Alter bei einem Herz-Kreislauf-Stillstand, wobei anzunehmen ist, dass nach einem präklinischen Herz-Kreislauf-Stillstand eine zeitnahe Aufnahme in ein Krankenhaus erfolgt. Aufgrund der Tatsache, dass einige Patientinnen und Patienten mehrere Aufenthalte hatten, wurde für die Analyse des Alters stets das Jahr des ersten Aufenthalts mit einem ICD-10-Code I46 herangezogen.

Das Alter wird als Boxplot in **Abbildung 12** dargestellt. Der Boxplot zeigt eine deutliche Rechtsverschiebung in der Altersstruktur.

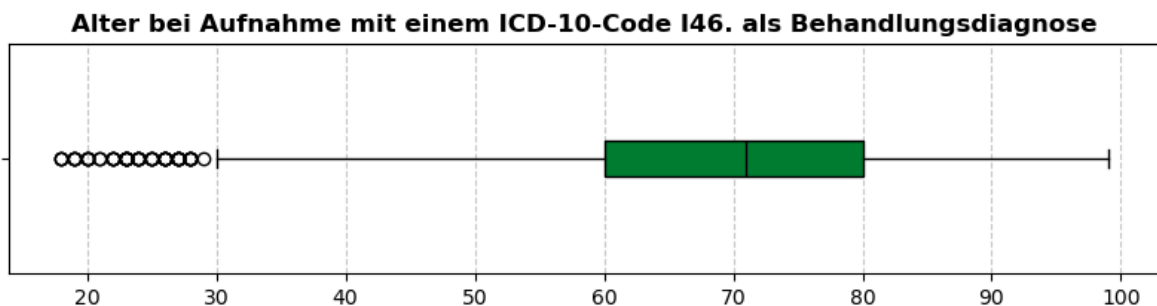


Abbildung 12: Boxplot des Alters bei Aufnahme mit einem ICD-10 Code I46 als Behandlungsdiagnose

3.3.2 Verteilung nach Geschlecht

In der Verteilung der Geschlechter zeigt sich eine deutliche Diskrepanz bei den Patientinnen und Patienten mit einem ICD-10-Code I46 als Behandlungsdiagnose. Insgesamt waren 63,9% der Personen männlich und nur 36,1% weiblich.

3.3.3 Alterspyramide der Patientinnen und Patienten

Die Patientinnen und Patienten mit einer Behandlungsdiagnose Herzstillstand werden nach Altersklassen und Geschlecht in einer Alterspyramide (siehe **Abbildung 13**) abgebildet. Es zeigt sich eine deutliche Verschiebung des PatientInnen-Kollektivs hin zu männlichen Personen im höheren Alter. Im Chi-Quadrat-Test zeigt sich ein signifikanter Unterschied in der Verteilung der Geschlechter über die Altersklassen (p -Wert $<0,05$; 15 Freiheitsgrade). Es dominiert bei den Männern die Altersklasse 70-74 Jahre und bei den Frauen die Altersklasse 80-84 Jahre. Ausgeglichenere Geschlechterverhältnisse gibt es in erster Linie nur bei den jüngeren Patientinnen und Patienten, z.B. in den Altersklassen von 18-19 Jahren, 30-34 Jahren und von 40-44 Jahren. Im höheren Alter >84 Jahren kommt es noch einmal zu einer Umkehr der Geschlechterverhältnisse mit einer Dominanz der Frauen.

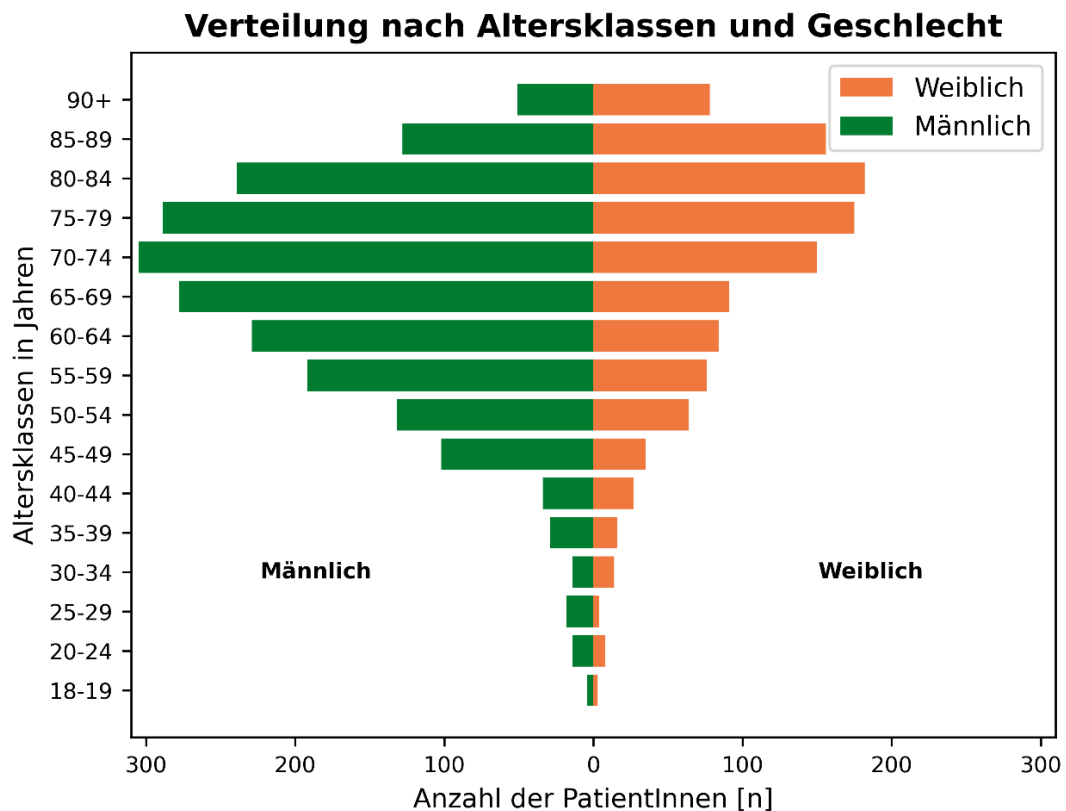


Abbildung 13: Alterspyramide für PatientInnen mit einem ICD-10-Code I46 als Behandlungsdiagnose

3.3.4 Weitere Versorgung im Krankenhaus

3.3.4.1 Aufenthaltsdauer Krankenhaus

Es wird die Aufenthaltsdauer im Krankenhaus von Aufnahme bis zur Entlassung bzw. bis zum Eintreten des Todes bei Patientinnen und Patienten mit einer Behandlungsdiagnose Herzstillstand erfasst und analysiert. Der Median der Aufenthaltsdauer liegt bei 7,4 Tagen. Das 1. Quartil (25%) liegt bei 2,3 Tagen, während das 3. Quartil (75%) bei 16,7 Tagen liegt (Interquartilsabstand 14,4 Tage). Diese Verhältnisse werden auch als Boxplot in den **Abbildungen 14** und **15** dargestellt. Ein Shapiro-Wilk-Test zeigt keine Normalverteilung der Aufenthaltsdauer-Daten (p-Wert <0,05).

Die **Abbildung 14** zeigt dabei die Aufenthaltsdauer im Krankenhaus inklusive der Ausreißer. Ausreißer werden definiert als Werte, die oberhalb bzw. unterhalb des Bereichs $Q1 - (1,5 \times IQR)$ bis $Q3 + (1,5 \times IQR)$ liegen. In einem Boxplot enden die Whisker daher früher, und die Werte, die diesen Bereich überschreiten, werden als Ausreißer markiert. Insgesamt werden in den Aufenthaltsdauer-Daten 6,3% der Werte als Ausreißer kategorisiert. In **Abbildung 15** werden diese Ausreißer zur übersichtlicheren Darstellung ausgeblendet.

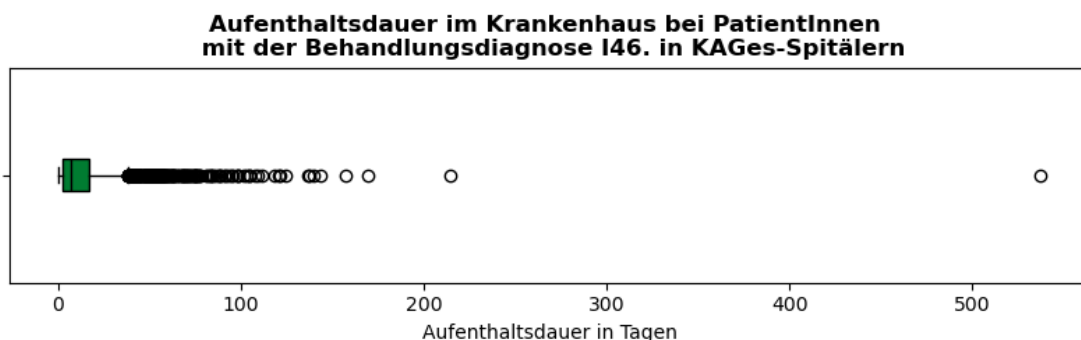


Abbildung 14: Boxplot der Aufenthaltsdauer bei Patientinnen mit der Behandlungsdiagnose I46

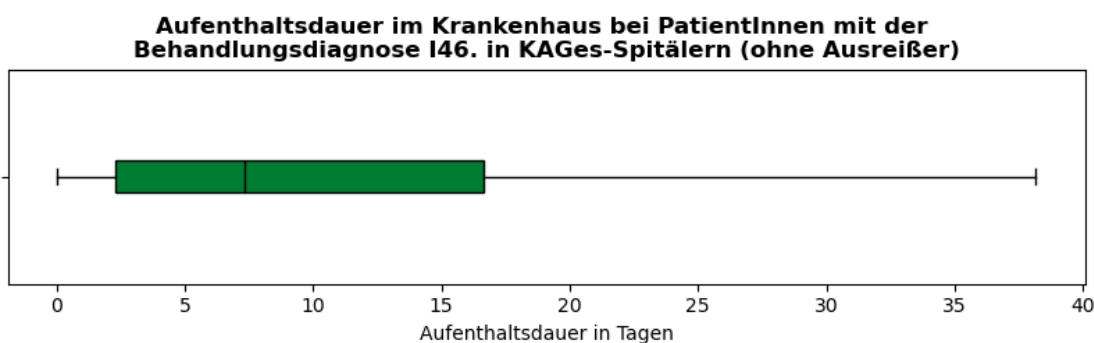


Abbildung 15: Boxplot der Aufenthaltsdauer bei Patientinnen mit der Behandlungsdiagnose I46 (ohne Ausreißer)

3.3.4.2 Aufnahme auf ICU, Aufenthaltsdauer ICU

Insgesamt wurden 2.924 Fälle der 3.668 der Aufnahmen auf einer ICU (= intensive care unit, Intensivstation) behandelt. Dies entspricht 79,7% der Fälle. Der Median der Aufenthaltsdauer liegt bei 4,2 Tagen, während das 1. Quartil (25%) bei 0,9 Tagen und das 3. Quartil (75%) bei 10,9 Tagen liegt (Interquartilsabstand 10 Tage). Ein Shapiro-Wilk-Test zeigt auch bei der ICU-Aufenthaltsdauer keine Normalverteilung (p -Wert $<0,05$). Die **Abbildung 16** zeigt ähnlich wie im Abschnitt zuvor die Aufenthaltsdauer auf einer ICU inklusive der Ausreißer, während in **Abbildung 17** die Ausreißer zur besseren Darstellung entfernt wurden. Insgesamt werden in den ICU-Aufenthaltsdauer-Daten 5,8% der Werte als Ausreißer kategorisiert.

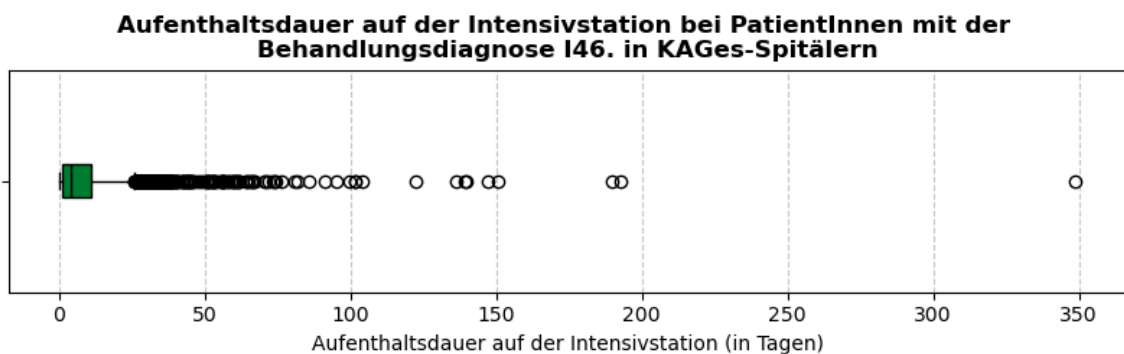


Abbildung 16: Boxplot der Intensiv-Aufenthaltsdauer bei Patientinnen mit der Behandlungsdiagnose I46

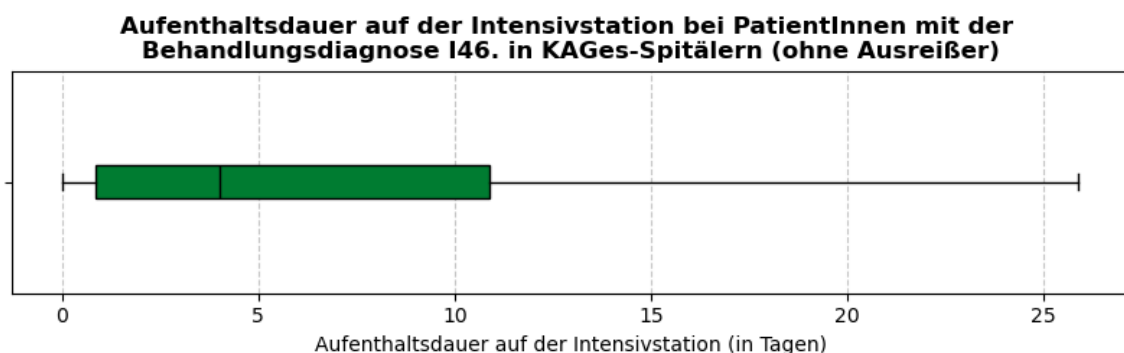


Abbildung 17: Boxplot der Intensiv-Aufenthaltsdauer bei Patientinnen mit der Behandlungsdiagnose I46 (ohne Ausreißer)

3.3.4.3 Aufschlüsselung der 12 häufigsten Aufnahmediagnosen bei einer zusätzlichen Behandlungsdiagnose mit I46

Zum Einschluss in das zu untersuchende Patientenkollektiv ist eine kodierte Behandlungsdiagnose mit dem ICD-10-Code I46 pro Aufenthalt notwendig. Es stellt sich daher die Frage, welche Diagnosen als Aufnahmediagnose für jeden dieser Aufenthalte kodiert wurden. Im Krankenhausinformationssystem der KAGes (Open-MEDOCS) können bei einer Aufnahme grundsätzlich mehrere Aufnahmediagnosen kodiert werden.

In der **Tabelle 5** werden die zwölf häufigsten Aufnahmediagnosen gelistet, bei denen die Diagnose Herzstillstand als Behandlungsdiagnose geführt wird. Insgesamt ist in 30,2% der Aufenthalte mit einer Behandlungsdiagnose I46 auch zusätzlich eine Aufnahmediagnose mit I46 und Subklassifizierungen hinterlegt.

▪ I46. Herzstillstand	30,2%
• I46.9 Herzstillstand, nicht näher bezeichnet	5,4%
• I46.1 Plötzlicher Herztod, so beschrieben	1,7%
▪ I10. Essentielle (primäre) Hypertonie	3,2%
▪ 999.9 sonstige Ursachen exogener Noxen, nicht näher bezeichnet	1,6%
▪ I25.1 Atherosklerotische Herzkrankheit	1,5%
▪ 929.9 Sonstiger Unfall im privaten Bereich	1,3%
▪ I21.0 Akuter transmuraler Myokardinfarkt der Vorderwand	1,3%
▪ R55 Synkope und Kollaps	1,2%
▪ I49.0 Kammerflattern und Kammerflimmern	1,1%
▪ I25.9 Chronische ischämische Herzkrankheit, nicht näher bezeichnet	1,1%
▪ I50.0 Rechtsherzinsuffizienz	1,1%

Tabelle 5: Die zwölf häufigsten Aufnahmediagnosen bei einer zusätzlichen Behandlungsdiagnose I46

3.3.4.4 Überleben bei Aufnahme in ein steirisches Landeskrankenhaus mit einem Herzstillstand

In den Daten der KAGes zeigt sich ein 24-Stunden-Überleben von 79,9% mit einem 95%-Konfidenzintervall nach Greenwood zwischen 78,3% und 81,4%. Von 3.221 Patientinnen und Patienten waren 2.573 Personen nach 24h noch am Leben, während 648 Patientinnen und Patienten in den ersten 24h verstarben. Darüber hinaus zeigt sich ein 30-Tage-Überleben von 50,8% mit einem 95% Konfidenzintervall zwischen 49,0% und 52,5% (Greenwood-Methode).

Die Kaplan-Meier-Kurve in **Abbildung 18** zeigt dabei die kumulative Überlebenschance im Krankenhaus in dem 30-tägigen Zeitraum nach Aufnahme mit einer Behandlungsdiagnose Herzstillstand.

Es zeigt sich insbesondere in den ersten Tagen nach Aufnahme ein steiler Abfall der Kurve. Ab dem fünften Tag nach der Aufnahme beginnt die Kurve zunehmend abzuflachen. Der Verlauf in den letzten 15 Tagen deutet darauf hin, dass die Wahrscheinlichkeit zu überleben bei den verbleibenden Patientinnen und Patienten immer höher wird. 30 Tage nach der Aufnahme sind noch 50,8% der gesamten Patientengruppe am Leben. Insgesamt werden 1.445 Patientinnen und Patienten lebend entlassen; dies entspricht 44,9% aller behandelten Patientinnen und Patienten mit einem Herzstillstand [95% KI 43,2–46,6%].

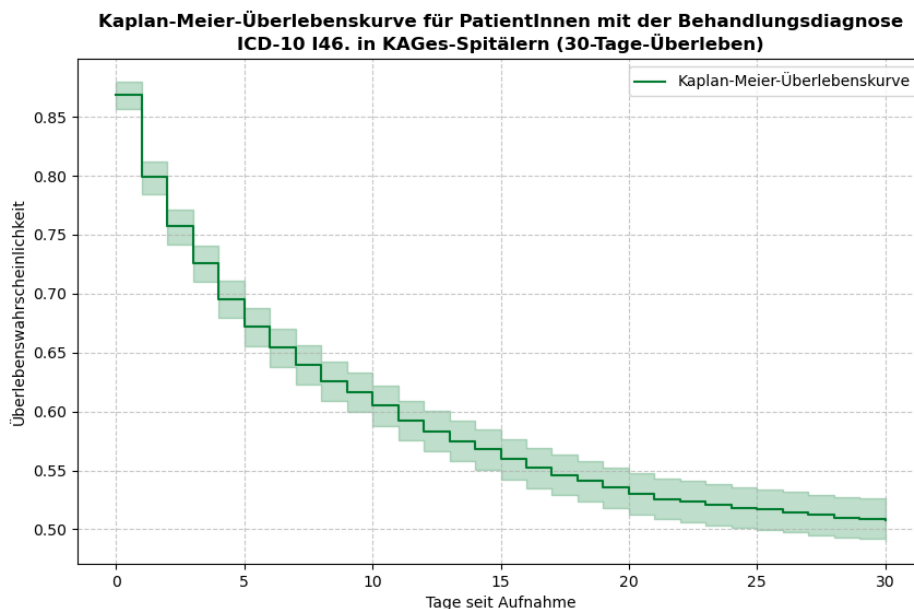


Abbildung 18: Kaplan-Meier-Überlebenskurve für PatientInnen mit der Behandlungsdiagnose ICD-10 I46 in KAGes-Spitälern (30-Tage-Überleben)

Basierend auf den Daten der 1.445 lebend entlassenen Patientinnen und Patienten wird anhand der Bevölkerungsstatistik die Inzidenz berechnet, lebend von einem steirischen Landeskrankenhaus entlassen zu werden. Die durchschnittliche Inzidenz liegt bei 11,8 Fällen pro 100.000 Einwohner pro Jahr [95% KI 11,0–12,6]. Ein Shapiro-Wilk Test zeigt eine Normalverteilung der Daten (p-Wert >0,05).

Zudem werden die Patientinnen und Patienten durch die hinterlegten Postleitzahlen den jeweiligen Bezirken zugeordnet. Die Inzidenz der einzelnen Bezirke mit Konfidenzintervall (Poisson-Verteilung) ist in **Abbildung 19** ersichtlich.

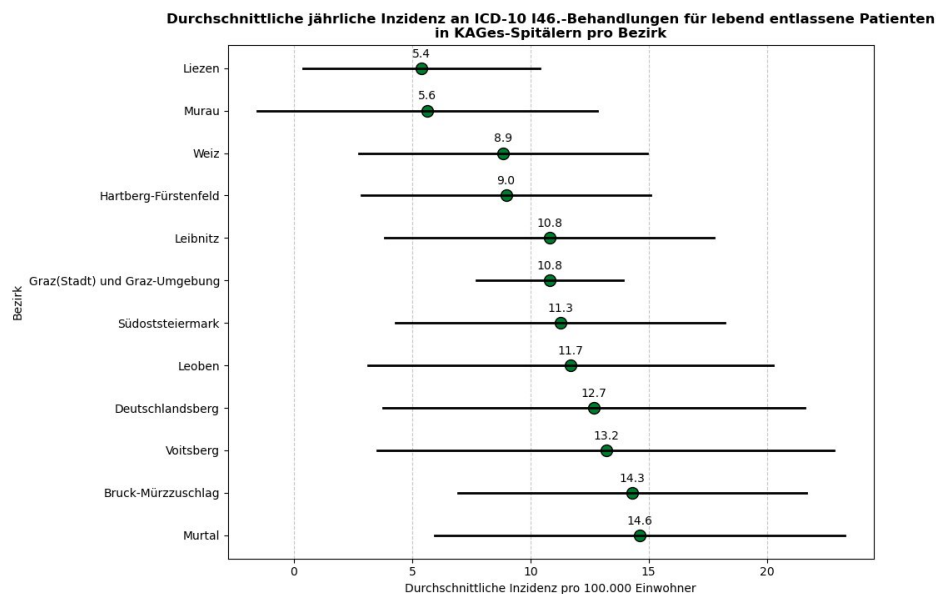


Abbildung 19: Streudiagramm der Inzidenzen mit Konfidenzintervall (Poisson-Verteilung) an ICD-10 I46-Behandlungen mit einer Lebend-Entlassung in KAGes-Spitälern pro Bezirk

3.3.4.5 Vergleich LKH-Univ. Klinikum und periphere Häuser

Es wurde zudem noch die kumulative Überlebenswahrscheinlichkeit im Krankenhaus separat für das LKH-Univ. Klinikum Graz und die restlichen KAGes Krankenhäuser dargestellt (siehe **Abbildung 20**). Es zeigt sich dabei ein 30-Tage-Überleben am LKH-Univ. Klinikum Graz von 56,4% [95% KI 53,9–58,9%] und in den restlichen KAGes Krankenhäuser von 45,9% [95% KI 43,6–48,2%]. Ein Log-Rank-Test bestätigt dabei einen signifikanten Unterschied (p-Wert <0,05).

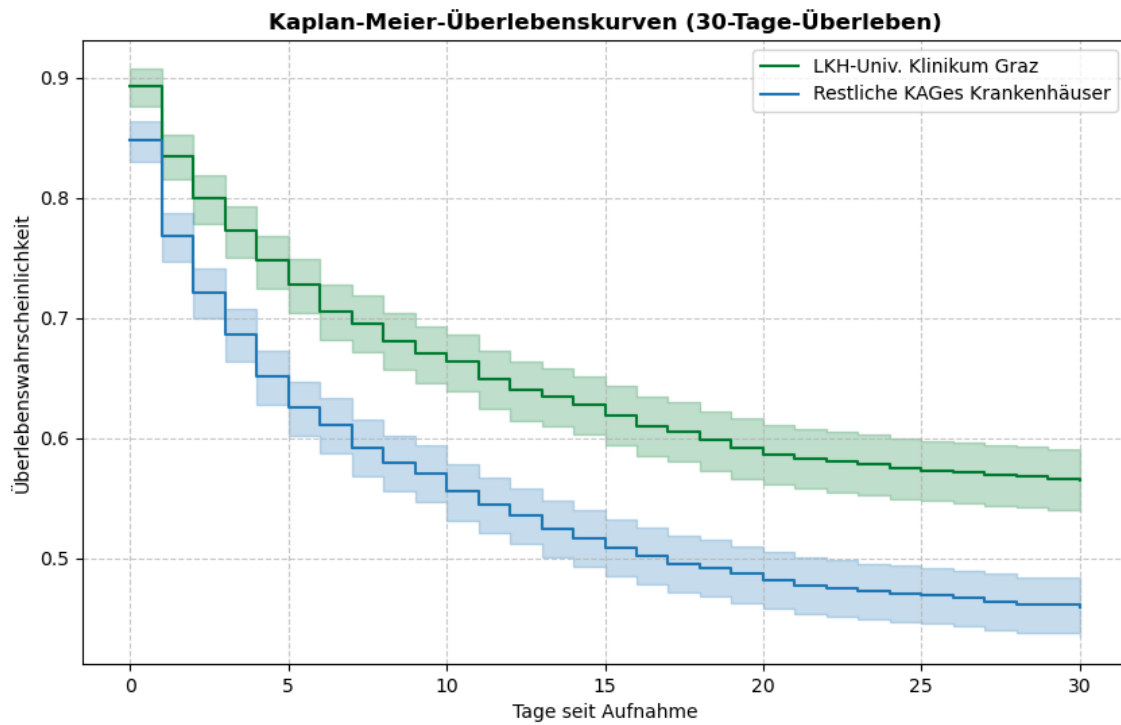


Abbildung 20: Kaplan-Meier-Überlebenskurve für PatientInnen mit der Behandlungsdiagnose ICD-10 I46 separat für das LKH-Univ. Klinikum Graz und die restlichen KAGes Krankenhäuser (30-Tage-Überleben)

4 Diskussion

Unsere Idee war es, entlang des Behandlungspfades für unerwartete Herz-Kreislauf-Stillstände die bisher gesammelten Daten auszuwerten und Erkenntnisse für zukünftige wissenschaftliche Projekte im Bereich der steirischen Reanimationsforschung zu gewinnen. Die Institutionen und Organisationen haben zwar großes Interesse gezeigt, teilten uns aber mit, dass eine Übermittlung der Daten erst zu einem späteren Zeitpunkt möglich sei. Knapp ein Jahr nach den ersten Anfragen werden daher vorerst die bis zu diesem Zeitpunkt (Dezember 2024) eingelangten Daten in dieser Diplomarbeit analysiert und präsentiert. Es sollte erwähnt werden, dass über die eigentliche Fragestellung mit diesen Daten nur grobe Schätzungen getroffen werden können. Das Projekt endet jedoch nicht mit der Abgabe dieser Diplomarbeit und wir hoffen in naher Zukunft weitere Ergebnisse präsentieren zu können.

4.1 Vergleich mit bestehender Literatur und Limitationen

4.1.1 Hauptfragestellung/Primäre Fragestellung

Die Inzidenz der Rückkehr eines Spontankreislaufs (ROSC) bei präklinischen Herz-Kreislauf-Stillständen kann unter Berücksichtigung der Limitationen über die nachfolgend dargestellte Inzidenz der Aufnahmen mit einer Behandlungsdiagnose Herzstillstand angenähert werden.

Die Inzidenz liegt unseren Daten nach bei 24,8/100.000/Jahr [95% KI 23,7–25,9] und damit innerhalb der international verglichenen Spannweite. Die Spannweite für die Inzidenz eines ROSC war in der „EuReCa ONE“-Studie von Gräsner et al. für die verschiedenen europäischen Regionen breit gestreut zwischen 6,0 und 32,0 pro 100.000 Einwohnern (9). Auch in der Steiermark zeigen sich in den unterschiedlichen Bezirken große Spannweiten: Die gemittelten Inzidenzen der Bezirke reichen dabei von 9,2 Personen/100.000/Jahr im Bezirk Murau bis zu 35,0 Personen/100.000/Jahr im Bezirk Bruck-Mürzzuschlag. Zudem zeigt sich insbesondere in Bezirken mit geringen Fallzahlen eine starke Variabilität der Inzidenzen über die Zeit.

In der „EuReCa ONE“ Studie zeigte sich für Österreich eine OHCA-Inzidenz für begonnene Wiederbelebungsmaßnahmen von 42/100.000/Jahr. Es scheint dabei die Inzidenz der Aufnahmen mit einer Behandlungsdiagnose Herzstillstand von 24,8/100.000/Jahr in

Relation doch etwas erhöht. Es sollten deshalb diese Ergebnisse mit Vorsicht betrachtet werden. Mögliche Ursachen für eine Limitation der Ergebnisse werden nachfolgend erläutert:

Es handelt sich zum einen um eine rein retrospektive und deskriptive Auswertung von Daten zur Darstellung der Häufigkeiten. Eine präzise epidemiologische Aussage ist bei dieser retrospektiven Auswertung nur unter der Voraussetzung einer korrekten vorangegangenen Kodierung der ICD-10-Codes möglich. Im Fall einer Kodierung mit dem ICD-10-Code I46 - Herzstillstand als Behandlungsdiagnose sollte dieser auch im Mittelpunkt der Behandlung stehen. Es zeigte sich jedoch, dass einige Patientinnen und Patienten bis zu sieben Aufnahmen mit einer ICD-10-Diagnose I46 als Behandlungsdiagnose aufwiesen. Dies wäre mit bis zu sieben überlebten Herzkreislaufstillständen gleichzusetzen oder aber auch mit mehreren Aufenthalten innerhalb eines Krankenhauses mit wechselnder Aufnahmezahl. Dies ist der Grund für die Annahme, dass Kodierungsfehler bzw. Verlegungen innerhalb eines Krankenhauses mit wechselnder Aufnahmezahl diese Analysen verzerren würden. Wir haben uns daher entschlossen, nur den jeweils ersten Aufenthalt mit einem Herzstillstand als Behandlungsdiagnose für diese Analysen heranzuziehen.

Neben Kodierungsfehlern gibt es zudem auch die Möglichkeit einer Überschätzung der Inzidenz durch eine korrekte Kodierung, da neben OHCA's auch IHCA's und Aufnahmen nach Interhospitaltransporten mit einer ICD-10-Diagnose I46 hinterlegt werden. Aus den Daten ist jedoch eine klare Abgrenzung dieser verschiedenen Szenarien nicht möglich. Dieser Faktor dürfte einer der wesentlichsten Gründe für die Überschätzung der Inzidenz sein.

Darüber hinaus sollten auch die fehlenden Daten thematisiert werden. Diese konnten aufgrund einer Abmachung zwischen KAGes und Medizinischer Universität Graz nicht ausgehändigt werden. Zudem konnte uns auch nicht kommuniziert werden, um wie viele Personen es sich im Detail handelt. Einige Personen mit einem Herzstillstand waren zuvor nicht am LKH-Univ. Klinikum Graz in Behandlung, weshalb diese Personen in dieser Auswertung nicht berücksichtigt werden. Diese fehlenden Daten führen zu einer Verzerrung der Inzidenzen insbesondere in den periphereren Gebieten, da Personen aus diesen Gegenden auch seltener am LKH-Univ. Klinikum Graz in Behandlung waren. Dies könnte zu einer Unterschätzung der Inzidenzen in periphereren Bezirken führen. Ein Hinweis dafür

könnte die Steiermark-Karte in Abbildung 10 sein, da die Inzidenzen mit zunehmender Entfernung von Graz immer weiter sinken.

Ein weiterer Grund für die Unterschätzung der Inzidenz in periphereren Bezirken könnte der PatientInnenstrom in benachbarte Bundesländer sein. Dies trifft insbesondere auf Ortschaften mit örtlicher Nähe zur nördlichen Bundeslandesgrenze zu. Da bei erfolgreichen präklinischen Wiederbelebungsmaßnahmen als Zielkrankenhaus oft überregionale tertiäre Zentren gewählt werden, gibt es insbesondere in der Obersteiermark aus einsatztaktischen Gründen einen PatientInnenstrom hin zu Versorgungszentren in Salzburg und Oberösterreich. Es gibt daher exemplarisch über den 10-jährigen Beobachtungszeitraum keine Patientinnen und Patienten aus den Gemeinden Schladming, Gröbming oder Bad Mitterndorf. Darüber hinaus werden auch mehrere Spitäler in der Steiermark privat geführt, um z.B. das Diakonissen Klinikum in Schladming oder das Krankenhaus der Barmherzigen Brüder in Graz zu nennen, welche in dieser Analyse nicht erfasst werden.

Aufgrund der niedrigen Fallzahlen in bevölkerungsarmen Bezirken kommt es zudem zu einer großen Variabilität zwischen den Inzidenzen der einzelnen Jahre mit breiten Konfidenzintervallen.

4.1.2 Nebenfragestellungen/Sekundäre Fragestellungen

4.1.2.1 Alter und Geschlecht

Es werden in dieser Arbeit die demografischen Faktoren wie Alter und Geschlecht der Patientinnen und Patienten analysiert. Der Median des Alters liegt bei 71,0 Jahren (Bereich 18–99 Jahre; IQR 60–80 Jahre). Diese Ergebnisse sind vergleichbar mit österreichischen und europäischen Arbeiten. Im Jahresbericht des Deutschen Reanimationsregisters (GRR) im Teil „Cardiac Arrest Center 2021“ wurden die demografischen Aspekte von den innerklinischen Daten des GRR veröffentlicht. Dort zeigte sich ein Durchschnittsalter im Jahr 2021 von 66,0 Jahren (41). In der „EuReCa ONE“ Studie zeigte sich ein Median von 70,0 Jahren (Bereich 0–104) (9). In der Wiener Arbeit von Nürnberger et al. zeigte sich bei Patientinnen und Patienten mit begonnenen Wiederbelebungsmaßnahmen ein medianes Alter von 68 Jahren (IQR 55–79 Jahre) (10). Zusammenfassend zeigt sich somit ein ähnliches Alter in diesen Arbeiten.

Es sollte noch erwähnt werden, dass in diesen Analysen aufgrund der Mehrfachaufenthalte von Patientinnen und Patienten jeweils nur das Alter bei der ersten Aufnahme mit der Behandlungsdiagnose Herzstillstand zur weiteren Auswertung herangezogen wurde.

Es zeigt sich zudem in den steirischen Daten eine deutliche Überlegenheit von männlichen Patienten mit insgesamt 63,9%. Ein Chi-Quadrat-Test bestätigt einen signifikanten Unterschied in der Verteilung der Geschlechter über die Altersklassen (p-Wert <0,05, 15 Freiheitsgrade). Dieser hohe Anteil ist vergleichbar mit anderen österreichischen und internationalen Daten. Nürnberger et al. zeigten auch in Wien eine Mehrheit an männlichen Patienten von 63% (10). In der größten europäischen Arbeit der „EuReCa ONE“ Studie wurde ein Anteil von männlichen Patienten bei präklinischen OHCA von insgesamt 66,3% beschrieben (9). Im Jahresbericht des Deutschen Reanimationsregisters (GRR) von 2021 zeigte sich auch in den innerklinischen Daten diese Überlegenheit mit insgesamt 69,1% an männlichen Patienten (41). Diese Unterschiede könnten laut der Arbeit „Cardiovascular disease statistics 2021“ der European Society of Cardiology (ESC) darauf zurückgeführt werden, dass wichtige Risikofaktoren für einen kardial bedingten Herzkreislaufstillstand früher und häufiger bei Männern auftreten. Darüber hinaus spielen genetische und hormonelle Unterschiede eine Rolle (42). Dennoch verdient dieser geschlechtsspezifische Unterschied verstärkt Aufmerksamkeit. Es ist weitere Forschung in diesem Bereich erforderlich, um die zugrunde liegenden Ursachen genauer zu verstehen.

Diese demografischen Aussagen werden jedoch auch durch mehrere Faktoren eingeschränkt: Sie hängen stark von einer korrekten Kodierung der ICD-10-Codes ab, wie bereits im vorigen Kapitel näher erläutert wurde. Zudem enthalten die Daten der KAGes nur das Alter bei Aufnahme in ein Landeskrankenhaus. Dieses Alter entspricht also nicht dem konkreten Alter bei einem Herz-Kreislauf-Stillstand, wobei anzunehmen ist, dass im Falle einer positiven Wiederbelebung eine zeitnahe Aufnahme in ein Krankenhaus erfolgt.

4.1.2.2 *Aufenthaltsdauer Krankenhaus und Aufenthaltsdauer ICU*

Die Aufenthaltsdauer wird für den Zeitraum zwischen Aufnahme bis Entlassung bzw. bis zum Eintreten des Todes bei Patientinnen und Patienten mit einer Behandlungsdiagnose Herzstillstand erfasst und analysiert. Der Median liegt bei 7,4 Tagen (IQR 2,3–16,7 Tage). Ein Shapiro-Wilk-Test zeigt keine Normalverteilung der Aufenthaltsdauer-Daten (p-Wert

<0,05). Insgesamt wurden 2.924 Fälle der 3.668 der Aufnahmen auf einer ICU (= intensive care unit, Intensivstation) behandelt. Dies entspricht 79,7% der Fälle. Wieso die restlichen 20,3% nicht auf einer ICU aufgenommen werden, kann mit diesen Daten nicht beantwortet werden. Mögliche Szenarien wären das Eintreten des Todes bereits in der Notaufnahme ohne Transport auf eine ICU, ein guter Allgemeinzustand der nur die Beobachtung auf einer IMCU (=Intermediate Medical Care Unit) oder Telemetrie-Betten erfordert oder aber auch eine Fehlkodierung mit einem ICD-10-Code I46. Die mediane Aufenthaltsdauer der 2.924 Fälle auf einer Intensivstation lag bei 4,2 Tagen (IQR 0,9–10,9 Tage). Ein Shapiro-Wilk-Test zeigt zudem keine Normalverteilung der Aufenthaltsdauer-Daten (p-Wert <0,05). Eine Arbeit von Fernandes et al. aus dem Jahr 2020 untersuchte 187 ICU-Aufenthalte im Faro Krankenhaus im Süden Portugals. Es zeigte sich eine mediane Aufenthaltsdauer auf der Intensivstation von 3 Tagen (IQR 1–8 Tage) (43). Zusammengefasst zeigen sich damit ähnliche Ergebnisse zu der Arbeit aus Portugal.

4.1.2.3 *Aufschlüsselung der ICD-10 Codes der häufigsten 12*

Aufnahmediagnosen bei einer zusätzlichen Behandlungsdiagnose I46

Es werden die zwölf häufigsten Aufnahmediagnosen bei einem Aufenthalt mit einer Behandlungsdiagnose Herzstillstand gelistet. Insgesamt zeigt sich in 30,2% der analysierten Aufenthalte mit I46 als Behandlungsdiagnose auch eine I46 Aufnahmediagnose. Dementsprechend fehlt bei 69,8% der Aufenthalte eine I46 Aufnahmediagnose. Die meisten nachfolgenden Diagnosen sind grundsätzlich auch mit einem Herz-Kreislauf-Stillstand vereinbar, wie zum Beispiel I49.0 Kammerflattern und Kammerflimmern oder I21.0 Akuter transmuraler Myokardinfarkt der Vorderwand.

Im Krankenhausinformationssystem der KAGes (Open-MEDOCS) können bei einer Aufnahme grundsätzlich mehrere Aufnahmediagnosen kodiert werden; es muss jedoch zumindest eine Aufnahmediagnose eingegeben werden. Behandlungsdiagnosen und Nebendiagnosen können zudem auch später ergänzt werden. Ein mögliches Szenario für diese große Diskrepanz zwischen Aufnahmediagnosen und Behandlungsdiagnosen I46 könnte sein, dass in einer stressigen Situation eine bereits hinterlegte Diagnose als Aufnahmediagnose verwendet wird und die entsprechende I46 Diagnose erst anschließend ergänzt wird. Ein weiteres Szenario würde ein innerklinischer Herz-Kreislauf-Stillstand (IHCA) darstellen, da dieser ebenso zu einer entsprechenden Kodierung führen würde. Aus den vorhandenen Daten ist dahingehend aber keine klare Abgrenzung möglich.

4.1.2.4 Überleben

In den Daten der KAGES zeigt sich ein 24-Stunden-Überleben von 79,9% [95% KI 78,3–81,4%]. Von 3.221 Patientinnen und Patienten waren 2.573 Personen nach 24h noch am Leben, während 648 Patientinnen und Patienten in den ersten 24h verstarben. Im Jahresbericht des Deutschen Reanimationsregisters (GRR) von 2021 zeigt sich hingegen in den innerklinischen Daten ein 24-Stunden-Überleben von 60,8% im Jahr 2021 (41). Es zeigt sich somit in den Daten der KAGES ein deutlich höheres 24-Stunden-Überleben als in den Daten des GRR. Die Limitationen und Gründe dafür werden im Anschluss besprochen.

In den Daten der KAGES zeigt sich zudem ein 30-Tage-Überleben im Krankenhaus von 50,8% [95% KI 49,0–52,5%]. In der Meta-Analyse von Yan et al. wurde die Ein-Monats-Überlebensrate von Patientinnen und Patienten mit einem Herzstillstand außerhalb des Krankenhauses (OHCA) in 33 Studien untersucht. Dabei wurde eine gepoolte Ein-Monats-Überlebensrate von 10,7% [95% KI 9,1–13,3%] beschrieben. Dies kann nicht direkt mit unseren Daten verglichen werden, jedoch zeigte diese Meta-Analyse auch eine gepoolte ROSC-Rate von 29,7% [95% KI 27,6–31,7%] (44). Dadurch entspricht die Ein-Monats-Überlebensrate in etwa einem Drittel der im Krankenhaus aufgenommenen Patientinnen und Patienten und liegt damit auch deutlich unter den 50,6% der KAGES-Daten. Auch in der europäischen Arbeit der „EuReCa ONE“ Studie wurde das 30-Tage-Überleben analysiert. In diesem Datensatz wurden 2.475 Personen in ein Krankenhaus zur Behandlung aufgenommen, 646 Personen wurden aufgrund von fehlenden Daten ausgeschlossen. Von den übrig gebliebenen 1.829 Personen waren nach 30 Tagen noch 569 am Leben oder bereits aus dem Krankenhaus entlassen, dies entspricht insgesamt 31,11% (9). Es zeigen sich also auch hier deutliche Diskrepanzen.

Insgesamt wurden 1.445 Patientinnen und Patienten in der Steiermark lebend entlassen; dies entspricht 44,9% [95% KI 43,2–46,6%] aller behandelten Patientinnen und Patienten mit einem Herzstillstand. Die Überlebensrate bis zur Entlassung variierte in der „EuReCa ONE“ Studie zwischen 6,4% und 66,7%. In der „EuReCa TWO“ Studie wurden 1.809 Personen der 6.842 Personen lebend entlassen; dies entspricht 26,4% (19). Somit liegen unsere Daten zwar innerhalb der weiten Spannweite der „EuReCa ONE“ Studie, jedoch gibt es eine deutliche Diskrepanz zu den Ergebnissen der „EuReCa TWO“ Studie. In der Wiener Studie zeigte Nürnberger et al., dass 479 Patientinnen und Patienten mit präklinischem Herz-Kreislauf-

Stillstand in ein Krankenhaus gebracht wurden. Insgesamt konnten davon 164 Patientinnen und Patienten lebend entlassen werden; dies entspricht 34,2% (10).

Die durchschnittliche Inzidenz für Personen mit einer ICD-10-Diagnose I46 von einem steirischen Landeskrankenhaus lebend entlassen zu werden liegt bei 11,8 Fällen pro 100.000 Einwohner pro Jahr [95% KI 11,0–12,6]. Ein Shapiro-Wilk Test zeigt eine Normalverteilung der Daten (p -Wert $>0,05$). Die „EuReCa ONE“ Studie gibt im Vergleich eine extrapolierte Inzidenz für das Überleben bei aufgenommenen Patientinnen und Patienten zwischen 0,2 und 17,3 pro 100.000 Einwohner pro Jahr an (9). Somit liegt die durchschnittliche Inzidenz der steirischen Daten innerhalb dieses Bereiches.

Zusammengefasst zeigen die Überlebensanalysen der internationalen Meta-Analyse, die großen europäischen Arbeiten zur Epidemiologie des OHCA und auch die Arbeiten aus anderen Bundesländern deutliche Abweichungen zu den Ergebnissen der KAGes-Daten. Hingegen ist die durchschnittliche Inzidenz für Personen, welche lebend entlassen werden, vergleichbar mit der „EuReCa ONE“ Studie.

Wir haben versucht, etwaige Fehler durch Mehrfachaufenthalte in diesen Analysen zu minimieren. Mehrfachaufenthalte, bei denen im Anschluss ein weniger kritisches Krankheitsbild im Fokus der Behandlung steht, würden das Ergebnis des Überlebens verfälschen. Deshalb wurden für die Überlebens-Analysen Mehrfachaufenthalte bereits ausgeschlossen und es wurde immer nur der jeweils erste Aufenthalt mit der Kodierung I46 zur Analyse herangezogen. Trotz dieser Maßnahmen zeigt sich eine deutliche Diskrepanz zwischen den Zahlen der KAGes und den Ergebnissen der internationalen Arbeiten.

Die deutlichen Unterschiede könnten sich zum Beispiel aus fehlenden Nachbeobachtungsdaten ergeben, denn der Tod einer Person nach Entlassung aus dem Krankenhaus wird in den Daten der KAGes nicht erfasst; sehr wohl aber in den internationalen Arbeiten.

Zudem könnte der unbekannte Selektionsbias ein entscheidender Faktor sein. Aus den vorliegenden Daten lässt sich der Schweregrad der Erkrankung bei diesen Patientinnen und Patienten nicht ableiten. Eine Verzerrung der Stichprobe könnte sich daher aus verschiedenen Szenarien entwickeln. Zum Beispiel kann mit diesen Daten nicht abgeschätzt werden, wie großzügig präklinisches Personal Patientinnen und Patienten mit Herz-Kreislauf-Stillstand bereits außerhalb der Klinik für tot erklärt oder welche noch unter

Reanimation in ein Krankenhaus gebracht werden. Daraus könnten sich zum Beispiel relevante Auswirkungen auf die durchgeführten Analysen ergeben.

Zur genaueren Einordnung der Ergebnisse wären zudem weitere Daten zum neurologischen Outcome („Cerebral Performance Category“ oder „Modified Rankin Scale“) interessant. Diese Informationen sind in den uns vorliegenden Datensätzen jedoch nicht enthalten. Es zeigt sich somit auch klar die Notwendigkeit für weitere Forschung in diesem Bereich.

4.1.2.5 Vergleich LKH-Univ. Klinikum und periphere Häuser

Es wurde zudem die kumulative Überlebenswahrscheinlichkeit im Krankenhaus separat für das LKH-Univ. Klinikum Graz und die restlichen KAGes Krankenhäuser dargestellt. Es zeigt sich dabei ein 30-Tage-Überleben am LKH-Univ. Klinikum Graz von 56,4% [95% KI 53,9–58,9%] und in den restlichen KAGes Krankenhäuser von 45,9% [95% KI 43,6–48,2%]. Ein Log-Rank-Test zeigt dabei einen signifikanten Unterschied (p-Wert <0,05). Diese Ergebnisse sind jedoch mit großer Vorsicht zu betrachten. Diese Analysen werden durch zahlreiche Variablen beeinflusst, welche in weiterer Folge mit Hilfe einer Logistischen Regression überprüft werden müssen. Diese Variablen stehen uns mit diesen Daten aber nicht zur Verfügung und eine weiterführende Analyse ist daher nicht möglich. Um diese Unterschiede besser erklären zu können, wäre auch dahingehend weitere Forschung nötig.

4.2 Schlussfolgerungen und Ausblick

Es hat sich gezeigt, dass uns diese Fragestellungen vor sehr große Herausforderungen, eine komplexe Datenbeschaffung und in weiterer Folge auch vor zahlreiche Limitationen gestellt haben. Darüber hinaus ist es leider nicht möglich komplexere Aussagen über die Qualität der Versorgung zu treffen und tiefergehenden wissenschaftliche Fragen zu beantworten; Grund dafür dürfte unter anderem die Datenstruktur sein. Die ICD-10 Kodierung ist in Österreich in erster Linie zur leistungsorientierten Krankenanstaltenfinanzierung etabliert worden. Es können damit zwar grobe epidemiologische Fragen beantwortet werden, jedoch lassen sich mit diesen Daten keine komplexen statistischen Aussagen treffen.

Diese Herausforderungen können in Zukunft nur durch eine landesweite, strukturierte Sammlung von prä- und innerklinischen Daten entsprechend den international gültigen Standards (Utstein Resuscitation Registry Templates for Out-of-Hospital Cardiac Arrest) im Rahmen eines Reanimationsregisters gemeistert werden. Der Herz-Kreislauf-Stillstand stellt als einer der zeitkritischsten Notfälle in der Behandlung als auch in der Erforschung eine große Herausforderung dar. Der unvorhersehbare Beginn und die zeitkritische Situation erschweren die Durchführung von klassischen, prospektiven Studienmethoden (45). Wiederbelebungsregister würden die Möglichkeit bieten, den Mangel an hochwertigen Daten zu plötzlichen Herz-Kreislauf-Stillständen deutlich zu reduzieren. Durch die Teilnahme an einem etablierten Register könnten zudem die Herausforderungen bei der Datenakquise im Alltag durch bereits vorhandene Strukturen minimiert werden. Diese Herausforderungen werden in dem Artikel „The value of resuscitation registries“ von Jan-Thorsten Gräsner vom Institut für Rettungs- und Notfallmedizin des Universitätsklinikums Schleswig-Holstein aufgearbeitet (45).

In einem solchen Reanimationsregister sollen idealerweise neben den aktuellen Utstein Resuscitation Templates für präklinische Daten auch Monitor- und Defibrillatordaten für eine erweiterte Qualitätssicherung und erweiterte wissenschaftliche Fragestellungen gesammelt werden. Es braucht darüber hinaus aber auch innerklinische Daten und Überlebensdaten (Überleben bei Krankenhausentlassung, 30-Tage-Überleben), Daten zum neurologischen Outcome (CPC oder mRS) und zudem auch weiterführende Daten nach der Krankenhausentlassung.

Das Bundesland Tirol hat im Bereich der Reanimationsforschung in Österreich vor Kurzem eine Vorreiterrolle eingenommen. Tirol hat diese Herausforderungen erkannt und Ende

Oktober 2024 eine bundeslandweite Teilnahme am Deutschen Reanimationsregister (GRR) angekündigt, wie die Tiroler Gesundheits-Landesrätin Cornelia Hagele in einer Pressemitteilung betonte (46).

Als großes internationales Vorbild können Schweden, Neuseeland oder Australien angesehen werden. Schweden wird zum Beispiel durch ein nationales Herzstillstands-Register abgedeckt (18). Auch Australien und Neuseeland werden mittlerweile zu 100% durch das dortige „Epistry“ (=“Epidemiological Registry“) des Australasian Resuscitation Outcomes Consortium (Aus-ROC) abgedeckt (47).

Peter Safar, ein emigrierter österreichisch-US-amerikanischer Anästhesist, hat die kardiopulmonale Reanimation - wie wir sie heute kennen - erstmals den 1960er Jahren beschrieben. Er wird daher gerne auch als „Father of modern CPR“ bezeichnet. Von ihm wurden auch die „Laws for the Navigation of Life“ propagiert (48). Eines dieser Prinzipien sollten auch wir uns für unsere zukünftigen Projekte zu Herzen nehmen:

„If it's worth doing, it's got to be done now!“

Literaturverzeichnis

1. Gräsner JT, Herlitz J, Tjelmeland IBM, Wnent J, Masterson S, Lilja G, et al. European Resuscitation Council Guidelines 2021: Epidemiology of cardiac arrest in Europe. *Resuscitation*. 2021;161:61–79.
2. Koppenberg J. Pschyrembel Online: Herz-Kreislauf-Stillstand [Internet]. 2021 [cited 2024 Sep 19]. Available from: <https://www-1pschyrembel-1de-10013b4c10bd6.han.medunigraz.at/herzKreislaufstillstand/K09QK/doc/>
3. Perkins GD, Jacobs IG, Nadkarni VM, Berg RA, Bhanji F, Biarent D, et al. Cardiac Arrest and Cardiopulmonary Resuscitation Outcome Reports: Update of the Utstein Resuscitation Registry Templates for Out-of-Hospital Cardiac Arrest. *Circulation*. 2015;132(13):1286–300.
4. Cummins RO, Chamberlain DA, Abramson NS, Allen M, Baskett PJ, Becker L, et al. Recommended guidelines for uniform reporting of data from out-of-hospital cardiac arrest: the Utstein Style. A statement for health professionals from a task force of the American Heart Association, the European Resuscitation Council, the Heart and Stroke Foundation of Canada, and the Australian Resuscitation Council. *Circulation*. 2018;84(2):960–75.
5. Bray JE, Gräsner JT, Nolan JP, Iwami T, Ong MEH, Finn J, et al. Cardiac Arrest and Cardiopulmonary Resuscitation Outcome Reports: 2024 Update of the Utstein Out-of-Hospital Cardiac Arrest Registry Template. *Circulation*. 2024;150(9):e203–23.
6. Beier D. Pschyrembel online: Inzidenz [Internet]. 2023 [cited 2024 Sep 20]. Available from: <https://www-1pschyrembel-1de-10013b4000000.han.medunigraz.at/Inzidenz/K0B32/doc/>
7. Beier D. Pschyrembel online: Prävalenz [Internet]. 2023 [cited 2024 Sep 20]. Available from: <https://www-1pschyrembel-1de-10013b4000000.han.medunigraz.at/Pr%C3%A4valenz/K0HLC/doc/>
8. Berdowski J, Berg RA, Tijssen JGP, Koster RW. Global incidences of out-of-hospital cardiac arrest and survival rates: Systematic review of 67 prospective studies. *Resuscitation*. 2010;81(11):1479–87.
9. Gräsner JT, Lefering R, Koster RW, Masterson S, Böttiger BW, Herlitz J, et al. EuReCa ONE²⁷ Nations, ONE Europe, ONE Registry A prospective one month analysis of out-of-hospital cardiac arrest outcomes in 27 countries in Europe. *Resuscitation*. 2016;105:188–95.
10. Nürnberger A, Sterz F, Malzer R, Warenits A, Girska M, Stöckl M, et al. Out of hospital cardiac arrest in Vienna: Incidence and outcome. *Resuscitation*. 2013;84(1):42–7.

11. Schindler L. Ein retrospektiver Vergleich von telefonisch angeleiteten versus nicht telefonisch angeleiteten Reanimationen im Einsatzgebiet des Notarztwagens/Notarzteinsatzfahrzeugs St. Pölten (Diplomarbeit). 2018.
12. Safar P, Brown TC, Holtey WJ, Wilder RJ. Ventilation and Circulation with Closed-Chest Cardiac Massage in Man. *JAMA*. 1961;176(7):574–6.
13. Perkins GD, Gräsner JT, Semeraro F, Olasveengen T, Soar J, Lott C, et al. European Resuscitation Council Guidelines 2021: Executive summary. *Resuscitation*. 2021;161:1–60.
14. Waalewijn RA, Vos R de, Tijssen JGP, Koster RW. Survival models for out-of-hospital cardiopulmonary resuscitation from the perspectives of the bystander, the first responder, and the paramedic. *Resuscitation*. 2001;51(2):113–22.
15. Olasveengen TM, Semeraro F, Ristagno G, Castren M, Handley A, Kuzovlev A, et al. European Resuscitation Council Guidelines 2021: Basic Life Support. *Resuscitation*. 2021;161:98–114.
16. Bahr J, Klingler H, Panzer W, Rode H, Kettler D. Skills of lay people in checking the carotid pulse. *Resuscitation*. 1997;35(1):23–6.
17. Brinkrolf P, Metelmann B, Scharte C, Zarbock A, Hahnenkamp K, Bohn A. Bystander-witnessed cardiac arrest is associated with reported agonal breathing and leads to less frequent bystander CPR. *Resuscitation*. 2018;127:114–8.
18. Ingela HA, Gabriel R, Johan H, Mårten R, Jacob H, Per N, et al. Early Cardiopulmonary Resuscitation in Out-of-Hospital Cardiac Arrest. *N Engl J Med*. 2015;372(24):2307–15.
19. Gräsner JT, Wnent J, Herlitz J, Perkins GD, Lefering R, Tjelmeland I, et al. Survival after out-of-hospital cardiac arrest in Europe - Results of the EuReCa TWO study. *Resuscitation*. 2020;148:218–26.
20. Semeraro F, Greif R, Böttiger BW, Burkart R, Cimpoesu D, Georgiou M, et al. European Resuscitation Council Guidelines 2021: Systems saving lives. *Resuscitation*. 2021;161:80–97.
21. Cha KC, Kim HJ, Shin HJ, Kim H, Lee KH, Hwang SO. Hemodynamic Effect of External Chest Compressions at the Lower End of the Sternum in Cardiac Arrest Patients. *J Emerg Med*. 2013;44(3):691–7.
22. Nestaas S, Stensæth KH, Rosseland V, Kramer-Johansen J. Radiological assessment of chest compression point and achievable compression depth in cardiac patients. *Scand J Trauma, Resusc Emerg Med*. 2016;24(1):54.
23. Considine J, Gazmuri RJ, Perkins GD, Kudenchuk PJ, Olasveengen TM, Vaillancourt C, et al. Chest compression components (rate, depth, chest wall recoil and leaning): A scoping review. *Resuscitation*. 2020;146:188–202.

24. Ashoor HM, Lillie E, Zarin W, Pham B, Khan PA, Nincic V, et al. Effectiveness of different compression-to-ventilation methods for cardiopulmonary resuscitation: A systematic review. *Resuscitation*. 2017;118:112–25.
25. Zijlstra JA, Koster RW, Blom MT, Lippert FK, Svensson L, Herlitz J, et al. Different defibrillation strategies in survivors after out-of-hospital cardiac arrest. *Heart*. 2018;104(23):1929.
26. Holmberg MJ, Vognsen M, Andersen MS, Donnino MW, Andersen LW. Bystander automated external defibrillator use and clinical outcomes after out-of-hospital cardiac arrest: A systematic review and meta-analysis. *Resuscitation*. 2017;120:77–87.
27. Weiss M, Bernoulli L, Zollinger A. Der NACA-Index Aussagekraft und Stellenwert des modifizierten NACA-Indexes in der präklinischen Schweregraderfassung von Unfallpatienten. *Anaesthesist*. 2001;50(3):150–4.
28. RAATINIEMI L, MIKKELSEN K, FREDRIKSEN K, WISBORG T. Pre-hospital NACA severity score. *Acta Anaesthesiol Scand*. 2013;57(10):1253–9.
29. Tryba M, Echtermeyr V, Brüggemann H. Klassifizierung von Erkrankungen und Verletzungen im Notarztrettungssystem. *Notfallmedizin* 6 (1980): 725-7.
30. Bonatti J, Göschl O, Larcher P, Wödlinger R, Flora G. Predictors of short-term survival after helicopter rescue. *Resuscitation*. 1995;30(2):133–40.
31. Eichwalder S. ICD-10 BMSGPK 2024 – Systematisches Verzeichnis [Internet]. 2024 [cited 2024 Oct 17]. Available from: <https://www.sozialministerium.at/dam/jcr:64beaa0-ec63-4864-a954-0ee1beb9e5c8/icd->
32. Wild C. Register in Österreich und deren Verwendung zur Verbesserung der Gesundheitsversorgung [Internet]. 2023 [cited 2024 Nov 21]. Available from: <https://aihta.at/page/register-in-oesterreich-verwendung-zur-verbesserung-der-gesundheitsversorgung/de>
33. Strömsöe A, Svensson L, Axelsson ÅB, Göransson K, Todorova L, Herlitz J. Validity of reported data in the Swedish Cardiac Arrest Register in selected parts in Sweden. *Resuscitation*. 2013;84(7):952–6.
34. Land-Steiermark. Die Steiermark [Internet]. 2024 [cited 2024 Sep 24]. Available from: <https://www.landtag.steiermark.at/cms/beitrag/12321163/122783133/>
35. Zahlen + Fakten: Bevölkerung, Bezirke, Wirtschaft, Geografie [Internet]. 2024 [cited 2024 Oct 18]. Available from: https://www.graz.at/cms/beitrag/10034466/7772565/Zahlen_Fakten_Bevoelkerung_Bezirke_Wirtschaft.html
36. Landesstatistik-Steiermark. Bevölkerungsstand zu Jahresbeginn seit 2002 (Gebietsstand 2020) [Internet]. 2024 [cited 2024 Oct 31]. Available from: https://www.landesentwicklung.steiermark.at/cms/dokumente/12651292_141979459/e1ba66e4/Bev.%20ZMR%202024%20%28Gebietsstand%202020%29.pdf

37. Landesrechnungshof-Steiermark. Prüfbericht - Notärztliches Rettungswesen in der Steiermark / Notarztthubschrauber-Stützpunkt St. Michael [Internet]. 2018 [cited 2024 Oct 15]. Available from: <https://www.landesrechnungshof.steiermark.at/>
38. KAGes: Über uns [Internet]. [cited 2024 Oct 14]. Available from: <https://www.kages.at/ueber-uns>
39. Regionalentwicklung AL und. Wohnbevölkerung - Die Bevölkerungsentwicklung in den steirischen Bezirken [Internet]. Available from: <https://www.landesentwicklung.steiermark.at/cms/beitrag/12651292/141979459/>
40. Postlexikon. PLZ Verzeichnis [Internet]. [cited 2024 Sep 22]. Available from: <https://www.post.at/g/c/postlexikon>
41. Gräsner J, Ristau P, S S, M F, S B, Wnent. Jahresbericht des Deutschen Reanimationsregisters Cardiac Arrest Center 2021. *Anästh Intensivmed.* 2022 Sep 12;
42. Timmis A, Vardas P, Townsend N, Torbica A, Katus H, Smedt DD, et al. European Society of Cardiology: cardiovascular disease statistics 2021. *Eur Hear J.* 2022;43(8):716–99.
43. Fernandes RM, Nuñez D, Marques N, Dias CC, Granja C. Surviving cardiac arrest: What happens after admission to the intensive care unit? *Rev Port Cardiol (Engl Ed).* 2021;40(5):317–25.
44. Yan S, Gan Y, Jiang N, Wang R, Chen Y, Luo Z, et al. The global survival rate among adult out-of-hospital cardiac arrest patients who received cardiopulmonary resuscitation: a systematic review and meta-analysis. *Crit Care.* 2020;24(1):61.
45. Gräsner JT, Dicker B, Ho AFW. The value of resuscitation registries. *Resusc Plus.* 2023;15:100444.
46. Meldungen Land Tirol: Reanimieren rettet Leben [Internet]. 2024 [cited 2024 Nov 10]. Available from: <https://www.tirol.gv.at/meldungen/meldung/reanimieren-rettet-leben/>
47. Bray J, Howell S, Ball S, Doan T, Bosley E, Smith K, et al. The epidemiology of out-of-hospital cardiac arrest in Australia and New Zealand: A binational report from the Australasian Resuscitation Outcomes Consortium (Aus-ROC). *Resuscitation.* 2022;172:74–83.
48. Deloof H. International emergency medicine: the vision of a pioneer, Prof. Dr Peter Safar, on emergency medical care. *Eur J Emerg Med.* 2003;10(3):163.