

Meinen Eltern.



University of Applied Sciences

APOLLON Hochschule der Gesundheitswirtschaft

**CAC-CRAS-Score – ein Instrument zur Vorhersage der spezifischen
Überlebenschance mit einem guten neurologischen Outcome bei
Versorgung in einem Cardiac Arrest Center nach außer- und innerklinischem
Herz-Kreislauf-Stillstand in Deutschland**

Beispielhaft am Ergebnis für das Alb Fils Klinikum Göppingen

Master-Thesis

Erstgutachter:

Prof. Dr. F. Hoffmann

Zweitgutachter:

Prof. Dr. H. K. Schumacher

Lübbecke, 07.12.2025

Erstellt von:

Dr. Juliane Lübke

Goebenstr. 26

32312 Lübbecke

E-Mail: juliane_luebke@web.de

Tel.: 0172/3219819

Studiengang: Master of Health Management

Matrikel-Nummer: 34218

„Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird in dieser Ausarbeitung die Sprachform des generischen Maskulinums angewandt. Es wird an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass die ausschließliche Verwendung der männlichen Form geschlechtsunabhängig verstanden werden soll.“

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	I
Tabellenverzeichnis	II
Abkürzungsverzeichnis	III
1. Einleitung	1
2. Theoretischer Hintergrund	6
2.1. Der Herz-Kreislauf-Stillstand	6
2.1.1. Definition und Ursachen	6
2.1.2. Die kardiopulmonale Reanimation	7
2.1.3. Inzidenz und Kennzahlen der außerklinischen Reanimation in Deutschland 2024	11
2.1.4. Inzidenz und Kennzahlen der innerklinischen Reanimation in Deutschland 2014	12
2.2. Cardiac Arrest Center	13
2.2.1. Definition und Entwicklung in Deutschland	14
2.2.2. Qualitätskriterien	15
2.2.3. Zertifizierung und Rezertifizierung	16
2.3. Das Deutsche Reanimationsregister	18
2.3.1. Hintergrund und Entstehung	18
2.3.2. Teilnehmer	19
2.3.3. Datenerfassung	20
2.3.4. Datenauswertung, Datenanalyse und Datenveröffentlichung	21
2.4. CaRdiac Arrest Survival Score (CRASS)	22
2.5. Innerklinisches Notfallmanagement in Deutschland	23
2.5.1. Bedeutung und aktueller Stand von Medizinischen Einsatzteams in Deutschland	23
2.5.2. Das innerklinische Notfallmanagement des Alb Fils Klinikum Göppingen	24
3. Methodisches Vorgehen	27
3.1. Ein- und Ausschlusskriterien	27
3.2. Primärer und sekundärer Endpunkt	29
3.3. Statistischer Ansatz	30
4. Ergebnisse	34
4.1. CAC-CRAS-Score	34

4.1.1. Bewertung des Einflusses der gewählten unabhängigen reanimations- und patientenbedingenden Variablen x auf das Reanimationsergebnis (Überleben mit gutem neurologischen Outcome, CPC 1 und 2)	34
4.1.2. Entwicklung des CAC-CRAS-Score mittels multivariater logistischer Regression	37
4.1.3. Leistungs- und Vorhersagefähigkeit des CAC-CRAS-Score	41
4.2. CAC-CRAS-Score für das Alb Fils Klinikum Göppingen	43
4.2.1 Zeitraum 2006 bis 2024	43
4.2.2 Das Ergebnis für das Alb Fils Klinikum Göppingen im Gesamtvergleich zu allen übrigen CA-Centren für die Jahre 2021 bis 2024	46
5. Diskussion	49
5.1. CAC-CRAS-Score – ein valides Instrument zur Vorhersage der CAC-spezifischen Überlebenswahrscheinlichkeit mit gutem neurologischen Outcome (CPC 1 und 2) nach außer- und innerklinischem Herz-Kreislauf-Stillstand	49
5.2. Kritische Auseinandersetzung des CAC-CRAS-Score für das Alb Fils Klinikum Göppingen	52
5.2.1. Bewertung des CAC-CRAS-Score für das Alb Fils Klinikum Göppingen von 2006 bis 2024	52
5.2.2. Bewertung des CAC-CRAS-Score für das Alb Fils Klinikum Göppingen im Vergleich mit den übrigen CA-Centren (2021 bis 2024)	53
5.2.3. Die innerklinische Notfallversorgung des Alb Fils Klinikum Göppingen im Jahr 2024	54
5.3. Limitationen der Master-Thesis	59
6. Zusammenfassung und Schlussbetrachtung	60
Literaturverzeichnis	IV
Eidesstattliche Erklärung	V

Abbildungsverzeichnis

- Abb. 1 Kernaussagen zu lebensrettenden Basismaßnahmen bei Erwachsenen
- Abb. 2 Basic Life Support-Algorithmus
- Abb. 3 Advanced Life Support-Algorithmus
- Abb. 4 Kernaussagen zur Postreanimationsbehandlung bei Erwachsenen
- Abb. 5 Postreanimationsbehandlung komatöser Erwachsener
- Abb. 6 zeitliche Entwicklung der Cardiac-Arrest-Center in Deutschland
- Abb. 7 Zertifizierungsprozess zum CAC
- Abb. 8 Übersichtskarte der teilnehmenden Standorte am GRR
- Abb. 9 Datensatzentstehung zur Entwicklung des CAC-CRAS-Score anhand der Ein- und Ausschlusskriterien
- Abb. 10 Entwicklungs- und Validierungsdatensatz zur Entwicklung des CAC-CRAS-Score nach Zuordnung entsprechend den patientenspezifischen Zufallszahlen
- Abb. 11 Forest-Plot der gewählten und kategorisierten unabhängigen reanimations- und patientenbedingenden Variablen x mit Odds Ratio und 95%-Konfidenzintervall nach logistischer Regressionsanalyse
- Abb. 12 Gleichung $f(x)$ zur Berechnung des CAC-CRAS-Score
- Abb. 13 tabellarische Darstellung der Variablen x und ihre kategorialen Regressionskoeffizienten zur Berechnung des CAC-CRAS-Score in der Excel-Datenbank, wobei die Codes CU12, CT12 etc. jeweils die Variablenstandorte in der Excel-Datenbank darstellen
- Abb. 14 ROC-Analyse bzw. AUC für die 33.074 Patienten des Entwicklungsdatensatzes
- Abb. 15 ROC-Analyse bzw. AUC für die 16.786 Patienten des Validierungsdatensatzes
- Abb. 16 Übersichtskarte der teilnehmenden Standorte „Cardiac Arrest Center“ des GRR
- Abb. 17 CAC-CRAS-Score für das Alb Fils Klinikum Göppingen über den Gesamtzeitraum als auch für die drei Teilbeobachtungsgruppen

- Abb. 18 Vergleich der Ergebnisse für das Alb Fils Klinikum Göppingen für die Zeiträume 2005 bis 2016 und 2021 bis 2024
- Abb. 19 Daten des Alb Fils Klinikum Göppingen vs. die Gesamtheit aller CA-Centren ohne Göppingen für die Jahre 2021 bis 2024
- Abb. 20 Daten des Alb Fils Klinikum Göppingen vs. die Gesamtheit aller CA-Centren ohne Göppingen für die Jahre 2021 bis 2024; beachte Krankenhausentlassrate mit einem schlechten neurologischen Outcome (CPC 3 und 4)

Tabellenverzeichnis

- Tab. 1 Anforderungen an die Struktur-, Prozess- und Ergebnisqualität eines Cardiac Arrest Center
- Tab. 2 Signifikanzniveau, Regressionskoeffizient und Odds Ratio mit 95%-Konfidenzintervall für die gewählten und kategorisierten unabhängigen reanimations- und patientenbedingenden Variablen x
- Tab. 3 Nagelkerkes R^2 -Werte für den stufenweisen Aufbau der multivariaten logistischen Regressionsanalyse

Abkürzungsverzeichnis

AED	automatisierter externer Defibrillator
AHA	American Heart Association
ACLS	Advanced Cardiovascular Life Support
ALS	Advanced Life Support
AUC	Area under the Curve
BLS	Basic Life Support
BMG	Bundesministerium für Gesundheit
CAC	Cardiac Arrest Center
CRASS	CaRdiac Arrest Survival Score
CPC	Cerebral Performance Category
CPR	cardiopulmonary resuscitation/kardiopulmonale Reanimation
DGAI	Deutsche Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin
DGIIN	Deutsche Gesellschaft für Internistische Intensiv- und Notfallmedizin
DGK	Deutsche Gesellschaft für Kardiologie
DGSVO	Datenschutzgrundverordnung
DNR	Do Not Resuscitate
eCPR	extrakorporale CPR
EKG	Elektrokardiogramm
ERC	European Resuscitation Council/Europäischer Rat für Wiederbelebung
ESICM	European Society of Intensive Care Medicine/Europäische Gesellschaft für Intensivmedizin
EuReCa	European Registry of Cardiac arrest
G-BA	Gemeinsamer Bundesausschuss
GRC	German Resuscitation Council/Deutscher Rat für Wiederbelebung
GRR	German Resuscitation Registry/Deutsches Reanimationsregister
HKS	Herz-Kreislauf-Stillstand
ICU	Intensive Care Unit

IHCA	in-hospital/in-house cardiac arrest/innerklinischer Herz-Kreislauf-Stillstand
ILCOR	International Liaison Committee on Resuscitation
ILS	Immediate Life Support
IMC	Intermediate Care Unit
iRAD	innerklinische Resuscitation Academy Deutschland
IRUN	Institut für Rettungs- und Notfallmedizin
KIS	Krankenhausinformationssystem
MET	Medizinisches Einsatzteam
MEWS	Multiparameter Early Warning Scores
MTH	mild therapeutic hypothermia/therapeutische Hypothermiebehandlung
NEF	Notarzteinsatzfahrzeug
NEWS	National Early Warning Score
(N)STEMI	(Nicht-)ST-Hebungs-Infarkt
OHCA	out-hospital cardiac arrest/außerklinischer Herz-Kreislauf-Stillstand
PEA	pulslose elektrische Aktivität
PCI	perkutane Koronarintervention
PES	pre emergency status/Status vor Reanimation
POCUS	Point-of-Care-Ultraschall
RACA	ROSC after cardiac arrest
ROC	Receiver Operating Characteristic
ROSC	Return of Spontaneous Circulation/Spontankreislauf
RRT	Rapid Response Team
RTW	Rettungswagen
SOP	Standard Operating Procedures
UKSH	Universitätsklinikum Schleswig-Holstein
VF/VT	ventricular fibrillation/tachycardia; Kammerflimmern/ventrikuläre Tachykardie
WV	Weiterversorgung

1. Einleitung

Schätzungsweise 136.000 Menschen erlitten 2024 außerhalb eines Krankenhauses in Deutschland einen Herz-Kreislauf-Stillstand. Das sind im Durchschnitt 370 Menschen pro Tag (vgl. DGAI (1), 2025, o. S.).

2024 wurden im Deutschen Reanimationsregisters (GRR) die Daten von insgesamt 32.819 Patienten mit Herz-Kreislauf-Stillstand und Reanimation dokumentiert, davon erlitten 27.009 Patienten einen außerklinischen (vgl. Fischer et al., 2025, S. 6) und 5.810 einen innerklinischen HKS (vgl. Seewald et al. (1), 2025, S. 6). Die Datenerhebung basiert auf der freiwilligen Dateneingabe von 198 teilnehmenden Rettungsdienstbereichen für die außerklinischen Wiederbelebungen und von 179 teilnehmenden Kliniken für die innerklinischen Wiederbelebungen (vgl. Fischer et al., 2025, S. 3 und 6.; vgl. Seewald et al. (1), 2025, S. 3 und S. 6).

Für die außerklinischen Reanimationspatienten bedeutet dies - hochgerechnet auf eine Bevölkerungszahl von aktuell etwa 83,6 Millionen Einwohnern in Deutschland - eine Gesamtanzahl von mindestens 54.000 Wiederbelebungsversuchen in Deutschland, was einer Inzidenz von 64,2/100.000 Einwohner/Jahr entspricht (vgl. Fischer et al., 2025, S. 6). Europaweit liegt diese zwischen 27-91/100.000 Einwohner/Jahr (vgl. Beckmann; Corvest; Kauferstein, 2024, o. S.; vgl. GRC, 2025, S. 38).

Außerklinisch konnte bei 40,2% der Wiederbelebungsversuchen jemals ein Spontankreislauf (ROSC) erzielt werden, wobei 30,3% aller Wiederbelebten das Krankenhaus mit einem ROSC erreichten. Die ersten 24 Stunden überlebten 20,6% aller außerklinisch reanimierten Patienten, lebend entlassen wurden 2024 10,9% dieser Patientengruppe, unabhängig der Betrachtung des neurologischen Outcomes (vgl. Fischer et al., 2025, S. 15).

Wurde eine Wiederbelebung innerklinisch durchgeführt, konnte in 57% jemals ein Spontankreislauf erreicht werden, wobei nur 48,1% dieser mit Spontankreislauf auf die Intensivstation aufgenommen werden konnten. 2024 überlebten 33,1% der innerklinisch Wiederbelebten die ersten 24 Stunden, 17,4% konnten lebend entlassen werden bzw. überlebten die ersten 30 Tage nach innerklinischem Herz-Kreislauf-Stillstand (vgl. Seewald et al. (1), 2025, S. 16).

Die Inzidenz innerklinischer Herz-Kreislauf-Stillstände mit begonnener Reanimation liegt in Deutschland bei 2,2 je 1.000 stationärer Behandlungsfälle (Europa Inzidenz innerklinischer Herz-Kreislauf-Stillstände mit begonnener Reanimation 1,5-2,8/1.000 stationär aufgenommene Patienten) (vgl. Lenkeit et al., 2024, S. 212 f.; vgl. GRC, 2025,

S. 38). Dies bedeutet bei ca. 17 Millionen stationären Behandlungsfällen pro Jahr eine Anzahl von in etwa 37.400 Reanimationspatienten pro Jahr in Deutschland.

Die Gesamtbehandlungskette, bestehend aus einer hochprofessionellen prähospitalen bzw. innerklinischen Reanimationsbehandlung und der innerklinischen Weiterversorgung, hat einen entscheidenden Einfluss auf das primäre Überleben und speziell auf das Überleben mit einem guten neurologischen Outcome (CPC1 und 2, Cerebral Performance Category).

Mit Hilfe gezielter und nachhaltiger Öffentlichkeitsarbeit bzw. Schulungsprogrammen der deutschen Interessenverbände konnte bis 2024 eine Laienreanimationsrate und damit eine Verkürzung des reanimationsfreien Intervalls bis zum Eintreffen des professionellen Rettungsteams von 60,2% (52% Ersthelfende und 8,2% First Responder) im außerklinischen Bereich erreicht werden. In 37,3% wurden diese telefonisch in der Durchführung der Basismaßnahmen angeleitet (vgl. Fischer, M., 2025, S. 9 und S. 11). Innerklinisch wurde 2024 in 89,4% (in 84,1% durch anwesendes Pflegepersonal und in 5,5% durch Ersthelfer/Besuchende) bereits vor Eintreffen des Notfall- bzw. Reanimationsteams mit Reanimationsmaßnahmen begonnen (vgl. Seewald, S. (1), 2025, S. 9).

Neben einem kurzen Ischämieintervall bis zum Beginn einer effektiven Herzdruckmassage ist die spezialisierte Weiterversorgung von Patienten nach außer- und innerklinischem Herz-Kreislauf-Stillstand von entscheidender Bedeutung für die weitere Prognose (vgl. Nolan et al., 2008, S. 350-379; vgl. Scholz; Böttiger, 2017, o. S.).

Bereits 2017 erweckten Scholz und Böttiger (vgl. Scholz; Böttiger, 2017, o. S.) in ihrem Editorial die Hoffnung, dass durch einheitliche, strukturierte und hochprofessionelle Behandlungsprozesse in sog. Cardiac Arrest Centern (CAC) die Versorgung und somit auch das Überleben von Patienten nach außer- und innerklinischem Herz-Kreislauf-Stillstand signifikant verbessert werden kann. Die Schwere bzw. die Ernsthaftigkeit der Erkrankung erfordert eine hohe Fachkompetenz und spezialisierte Ausstattung der weiterbehandelnden Klinik. Seit 2015 international geltende Leitlinien zur Weiterversorgung reanimierter Patienten wurden 2017 von einem Expertengremium des Deutschen Rats für Wiederbelebung (GRC) aufgegriffen und grundlegenden Anforderungen für sog. Cardiac Arrest Center (CAC) formuliert. Mit Hilfe festgelegter Kriterien allgemeine Anforderungen betreffend, aber auch die Struktur-, Prozess- und Ergebnisqualität, sollte eine standardisierte Postreanimationsbehandlung

deutschlandweit eingeführt werden, die auch qualitativ eine Vergleichbarkeit zwischen den einzelnen Cardiac Arrest Centern (CAC) erlaubt.

Bis Juni 2024 konnten in Deutschland durch den GRC über standardisierte Audits 125 Kliniken als Cardiac Arrest Center (CAC) zertifiziert bzw. 62 Kliniken erfolgreich rezertifiziert werden (vgl. Deutscher Rat für Wiederbelebung (GRC); vgl. Rott et al., 2024, S. 1). Im Deutschen Reanimationsregister waren am Stichtag 16.11.2025 152 Cardiac Arrest Center als Teilnehmer registriert.

Vergleichbar mit den Anforderungen an die Rettungskette außerklinischer Reanimationen, wird auch im innerklinischen Setting ein hochprofessionelles und routiniertes Handeln gefordert. Dies führte in der Vergangenheit zur Einführung sog. Medizinischer Einsatzteams (MET), welche die Inzidenz des innerklinischen HKS reduzieren und Qualität der Versorgung innerklinischer Notfallsituationen verbessern sollen (vgl. Koch; Augst, 2019, S. 39). Betrachten wir die Krankenhausentlassrate nach innerklinischem Herz-Kreislauf-Stillstand deutschlandweit von aktuell ca. 17% und davon nur <75% mit einem guten neurologischen Outcome CPC 1 oder 2 bekräftigt dies die Notwendigkeit der Implementierung eines qualitativ hochwertigen innerklinischen Notfallmanagements zur Steigerung der Patientensicherheit. Dies beinhaltet Maßnahmen zur Prävention patientenkritischer Ereignisse, als auch repetitive Notfallschulungen und -trainings in Basic Life Support-Maßnahmen (BLS) für die Stationsteams bis hin zur Etablierung eines MET bzw. Notfall-Teams mit intensivmedizinischer Kompetenz (vgl. Lenkeit et al., 2024, S. 212-221).

Bestandteil der rettungsdienstlichen und innerklinischen Qualitätssicherung und des Qualitätsmanagements ist die standardisierte Erfassung des Behandlungsablaufes und des Outcomes der weiterversorgten Patienten nach außer- und innerklinischem Herz-Kreislauf-Stillstand durch die Cardiac Arrest Center (CAC). Das Deutsche Reanimationsregister (GRR) ist das größte deutschlandweite System, das eine solche Erfassung, Auswertung und Analyse der Weiterversorgung ermöglicht. Mit dem Datensatz „WV Cardiac Arrest Center (WV CAC)“ können die am Deutschen Reanimationsregister (GRR) teilnehmenden Kliniken ihre Daten einpflegen und erhalten einen detaillierten, für sie spezifischen und im Vergleich zu allen teilnehmenden Cardiac Arrest Centern (CAC) Deutschlands erstellten Jahresbericht. Dieser ermöglicht eine kritische Analyse und Bewertung der eigenen Weiterversorgungsdaten, aber auch einen überregionalen Vergleich (vgl. GRC, 2024, o. S.; vgl. Seewald et al. (1), 2024, S. 3 und S. 15).

Ziel dieser Master-Thesis ist die Entwicklung eines Scores, mit dessen Hilfe die Cardiac Arrest Center- spezifische Überlebenswahrscheinlichkeit mit gutem neurologischen Outcome (CPC 1 und 2) nach außer- und innerklinischem Herz-Kreislauf-Stillstand in Deutschland berechnet werden kann.

Dafür werden im ersten Schritt ausgewählte unabhängige patienten- und reanimationsbedingende Faktoren auf ihren spezifischen Einfluss auf das Reanimationsergebnis getestet.

Im nachfolgenden Schritt erfolgt mittels einer multivariaten logistischen Regressionsanalyse die Bildung des CAC-CRAS-Scores auf Basis der ausgewählten unabhängigen patienten- und reanimationscharakteristischen Variablen.

Der CAC-CRAS-Score soll als allgemein gültiges Instrument zur Vorhersage der Überlebenswahrscheinlichkeit nach außer- bzw. innerklinischem Herz-Kreislauf-Stillstand dienen und somit eine Vergleichbarkeit der Versorgungsqualität innerhalb der Cardiac Arrest Center in Deutschland ermöglichen.

Im anschließenden, zweiten Teil dieser Master-Thesis wird das mittels CAC-CRAS-Scores errechnete Ergebnis mit den realen Daten für das Alb Fils Klinikum in Göppingen für die Jahre 2006 bis 2024 verglichen. Es soll das Gesamtergebnis kritisch diskutiert werden, aber auch ausgewählte Faktoren, welche das innerklinische Notfallmanagement und die Postreanimationsbehandlung betreffen. Daraus schlussfolgernd werden bereits etablierte Maßnahmen des innerklinischen Notfallmanagements in ihrer Wirksamkeit dargestellt, darüber hinaus wünschenswerte Maßnahmen für die Zukunft genannt, welche das Gesamtergebnis weiter prospektiv positiv beeinflussen können. Nicht-beeinflussbare, vor allem patientenseitige, Faktoren werden ebenso betrachtet und diesbezüglich sollen Maßnahmen zur Verhinderung innerklinischer Wiederbelebungen diskutiert und bewertet werden.

Forschungsfragen/Hypothesen:

1. Eignet sich der entwickelte CAC-CRAS-Score als Instrument zur Vorhersage der Cardiac Arrest Center-individuellen Überlebenswahrscheinlichkeit mit gutem neurologischen Outcome (CPC 1 und 2) nach außer- und innerklinischem Herz-Kreislauf-Stillstand in Deutschland?

2. Wie ist das mittels CAC-CRAS-Score errechnete Ergebnis für die außer- und innerklinischen Reanimationen zu den Realdaten für das Alb Fils Klinikum Göppingen für den Gesamtzeitraum von 2006 bis 2024 bzw. beispielhaft die Jahre 2021 bis 2024 zu betrachten? Wie sind dies betreffend die bisherigen Maßnahmen des innerklinischen Notfallmanagements zu bewerten und welche wünschenswerte Maßnahmen ergeben sich daraus für die Zukunft?

2. Theoretischer Hintergrund

2.1 Der Herz-Kreislauf-Stillstand

Ein plötzlicher Herz-Kreislauf-Stillstand (HKS) als Zustand, bei dem keine wirksame Herzaktion mehr vorhanden ist und somit auch keine effektive Blutzirkulation mehr stattfindet, führt innerhalb kürzester Zeit zu einem kompletten Kreislaufstillstand mit folgendem Atemstillstand. Dies löst komplexe Konsekutivketten mit schweren, im schlimmsten Fall irreversiblen, pathophysiologischen Veränderungen des Gehirns und alle anderen Organsysteme betreffend aus (vgl. Larsen, 2016, S. 628; vgl. Gröbl et al., 2023, S. 23).

2.1.1 Definition und Ursachen

Ein HKS ist definiert durch das Fehlen jeglicher mechanischer und/oder elektrischer Herzfunktion, wodurch es zu einem Pumpversagen des Herzens mit konsekutivem Stillstand der Blutzirkulation kommt. Dies führt sofort zu einem Kreislaufstillstand, in der Folge ebenso zunächst meist zu einer Schnappatmung und zeitnah zu einem Atemstillstand.

Unterschieden wird hierbei in den primären, kardial bedingten (z. B. akuter Myokardinfarkt, maligne Herzrhythmusstörung) und sekundären, nicht kardial bedingten (z. B. Hypoxie, Trauma) HKS, wobei Ersterer in der Häufigkeit sowohl außer- als auch innerklinisch dominiert (52,3% bzw. 49,3%; vgl. Fischer et al., 2025, S. 12 f.; vgl. Seewald et al. (1), 2025, S.12 f.).

Elektrokardiographisch trennen wir defibrillierbare von nicht-defibrillierbaren Herz-Kreislauf-Stillständen. Defibrillierbare HKS sind die pulslose ventrikuläre Tachykardie bzw. das Kammerflimmern (VT/VF). Hierbei liegt eine ungeordnete elektrische Entladung des Herzmuskels ohne effektive Kontraktion dessen und ohne effektiven Auswurf vor. Die pulslose elektrische Aktivität (PEA) oder elektromechanische Entkopplung und die Asystolie zählen zu den nicht-defibrillierbaren HKS. Die PEA ist gekennzeichnet durch das Fehlen eines peripheren Pulses bei noch erhaltener elektrischer Aktivität des Herzmuskels. Bei der Asystolie fehlen sowohl peripherer Puls als auch jegliche elektrische Aktivität.

Wird ein HKS egal welcher Genese nicht umgehend erkannt und mit der kardiopulmonalen Reanimation begonnen, kann dies bereits nach 3-5 Minuten zu schweren irreversiblen zerebralen hypoxischen Schäden führen. Bleibende zerebrale Einschränkungen nach überlebter Herz-Lungen-Wiederbelebung sind der entscheidende Faktor welche ein normales Leben, und damit auch eine akzeptable

Lebensqualität, wieder ermöglichen oder nicht (vgl. Larsen, 2016, S. 628; vgl. GRC, 2021, S. 27).

2.1.2 Die kardiopulmonale Reanimation

Die kardiopulmonale Reanimation (CPR), also alle Notfallmaßnahmen zur Aufrechterhaltung einer möglichst effektiven Blutzirkulation und Sauerstoffversorgung lebenswichtiger Organe bis zur Wiederherstellung der normalen Herzfunktion, teilt sich in Basismaßnahmen (Basic Life Support, BLS) und erweiterte Reanimationsmaßnahmen (Advanced Life Support, ALS). Empfohlene Maßnahmen des BLS sind an nicht-professionelle Laien und Ersthelfer gerichtet, empfohlene Maßnahmen des ALS gelten außerklinisch für den Rettungsdienst bzw. Notarzt und innerklinisch für den erfahrenen Kliniker bzw. das Notfall-Team. Die in Deutschland geltende Leitlinie des GRC von 2025 knüpft an die Empfehlungen des European Resuscitation Council (ERC) von 2025 an.

Kernelemente des BLS sind dabei das Erkennen des Herz-Kreislauf-Stillstandes durch den Laien, das Alarmieren der Rettungskette, das frühzeitige Beginnen einer hochwertigen Thoraxkompression im Wechsel mit der Atemspende im Verhältnis von 30:2, das Hinzuziehen eines automatisierten externen Defibrillators (AED) und das regelmäßige Auffrischen des Wissens um BLS-Maßnahmen (vgl. GRC, 2025, S. 52-59).



Abb. 1: Kernaussagen zu lebensrettenden Basismaßnahmen bei Erwachsenen (vgl. GRC, 2025, S. 52)

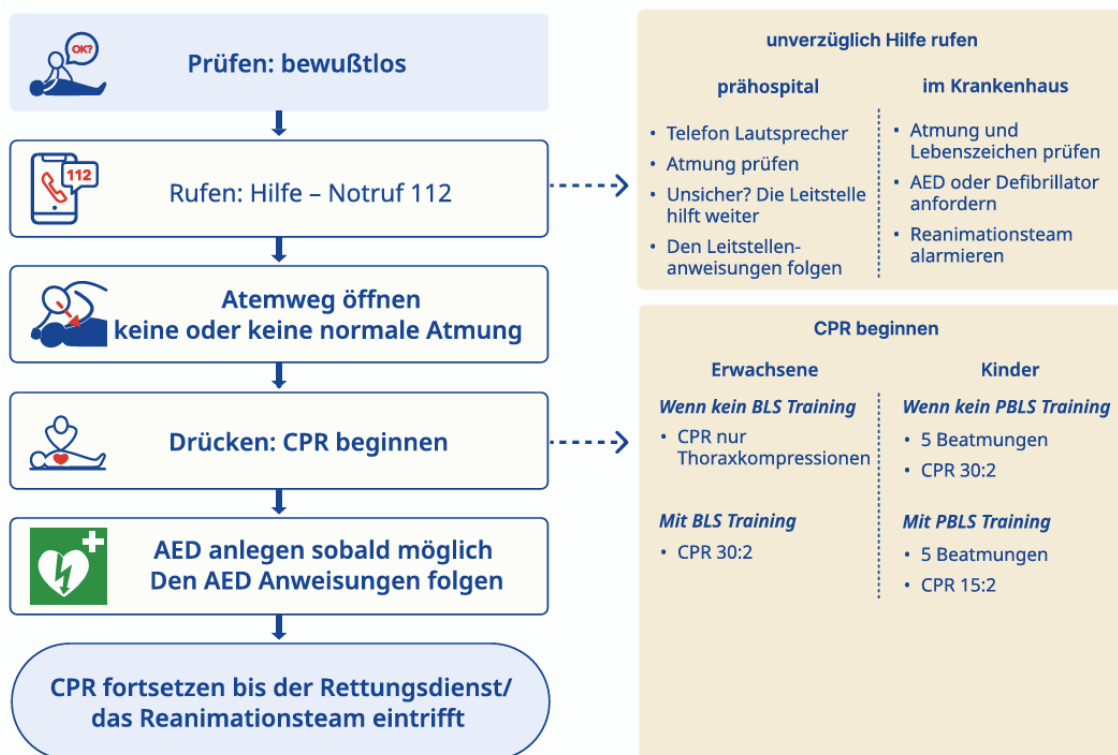


Abb. 2: Basic Life Support-Algorithmus (vgl. GRC, 2025, S. 57)

Die Empfehlungen des GRC zum ALS beinhalten neben Empfehlungen zur Prävention und Früherkennung des außer- sowie innerklinischen Herz-Kreislauf-Stillstandes (out-hospital cardiac arrest, OHCA; in-hospital/in-house cardiac arrest, IHCA) auch einen Algorithmus zur Durchführung dieser. Priorität haben dabei die effektive Beatmung (supraglottisch oder endotracheal) und die qualitativ hochwertige Thoraxkompression mit nur minimalen Unterbrechungen. Die frühzeitige Defibrillation bei einem defibrillierbaren Rhythmus mit einem Wechsel der Elektrodenposition zu anterior-posterior nach drei ineffektiven abgegebenen Schocks ist ebenso eine der Kernaussagen der ERC-Leitlinie von 2025. Bei nicht-defibrillierbaren HKS soll die Adrenalin-Gabe frühzeitig erfolgen, mögliche reversible Ursachen sollen unverzüglich identifiziert und behandelt werden.

Zur Kontrolle der korrekten Lage des Endotrachealtubus und zur Qualitätskontrolle der laufenden CPR soll die Kapnographie eingesetzt werden. Der Einsatz der Sonographie („Point-of-Care-Ultraschall“, POCUS) unter stattfindenden Reanimationsmaßnahmen obliegt dem erfahrenen Untersucher. Mechanische Thoraxkompressionsgeräte können in Abwägung und nur durch geschulte Teams zum Einsatz kommen.

Zudem findet im Einzelfall bei ausbleibendem ROSC unter ALS die extrakorporale CPR (eCPR) Erwähnung (vgl. GRC, 2025, S. 60-76).

Die Weiterversorgung erwachsener Reanimierter soll nach Möglichkeit in einem CAC erfolgen (vgl. GRC, 2025, S. 49).

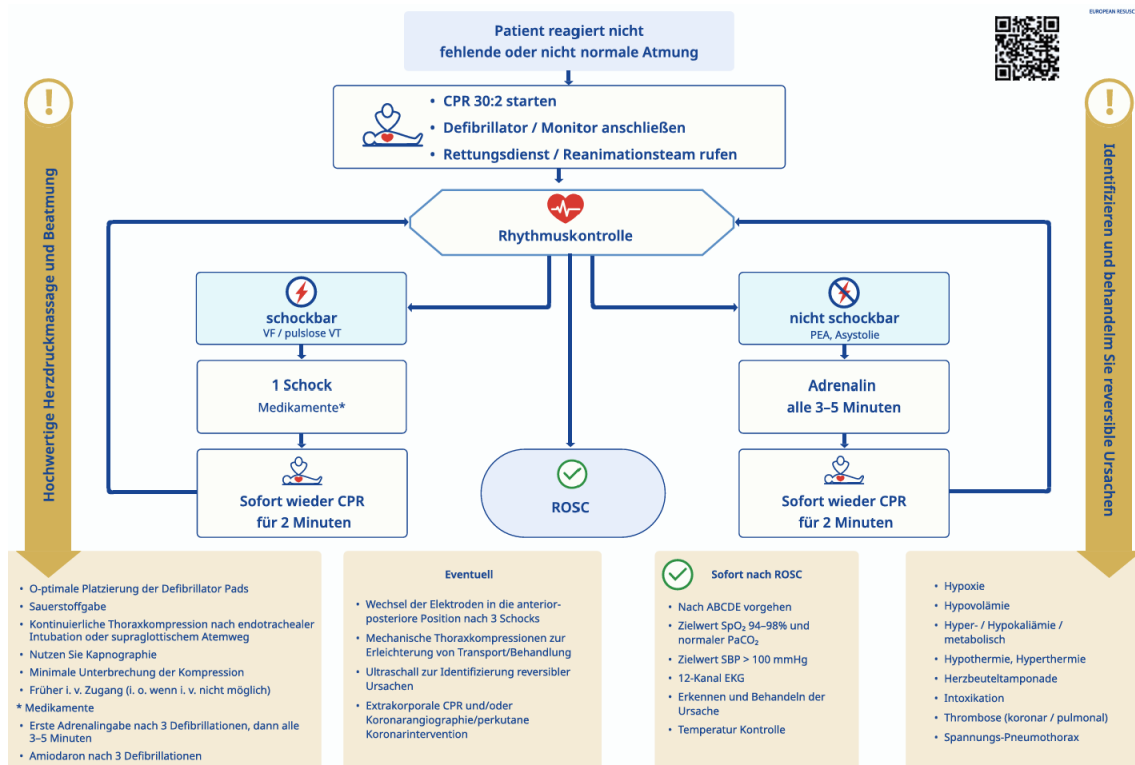


Abb. 3: Advanced Life Support-Algorithmus (vgl. GRC, 2025, S. 65)

Die Postreanimationsbehandlung beginnt unmittelbar nach Erlangen des ROSC. Der ERC und die Europäische Gesellschaft für Intensivmedizin (European Society of Intensive Care Medicine, ESICM) haben in den neuen Reanimationsleitlinien 2025 u. a. die sofortige Koronarangiographie bei ST-Hebungsinfarkt (STEMI) und eine Ganzkörper-Computertomographie einschließlich Pulmonalisangiographie bzw. die frühe transthorakale Echokardiographie bei nicht eindeutiger kardialer Genese als Primärmaßnahmen bestärkt. Bei komatösen Patienten soll darüber hinaus Fieber aktiv verhindert und eine Körpertemperatur $\leq 37,5$ Grad Celsius angestrebt werden.

Die folgenden Abbildungen zeigen übersichtlich die in den GRC-Leitlinien von 2025 herausgearbeiteten Kernaussagen zur Postreanimationsbehandlung und den empfohlenen Algorithmus der Postreanimationsbehandlung (vgl. GRC, 2025, S. 106-121).

Nach ROSC benutzen Sie das ABCDE Schema

- Sichern Sie den Atemweg durch endotracheale Intubation, wenn die entsprechenden Fertigkeiten zur Verfügung stehen).
- Sobald Sie die SpO₂ zuverlässig messen können oder arterielle Blutgaswerte vorliegen, titrieren Sie den inspiratorischen Sauerstoff auf eine Sauerstoffsättigung von 94–98 %, und beatmen, um Normokapnie zu erreichen.
- Streben Sie einen systolischen Blutdruck von > 100 mmHg bzw. einen mittleren arteriellen Druck von > 60–65 mmHg an.

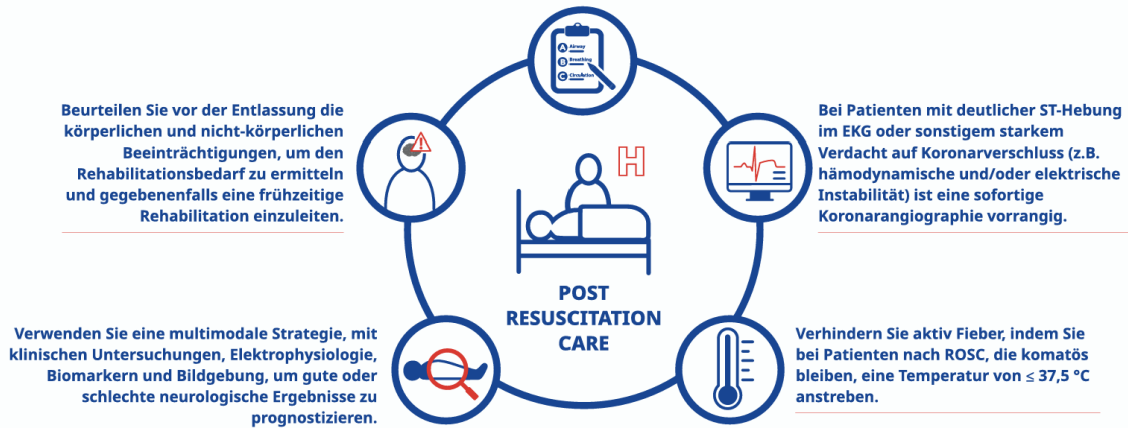


Abb. 4: Kernaussagen zur Postreanimationsbehandlung bei Erwachsenen (vgl. GRC, 2025, S. 107)

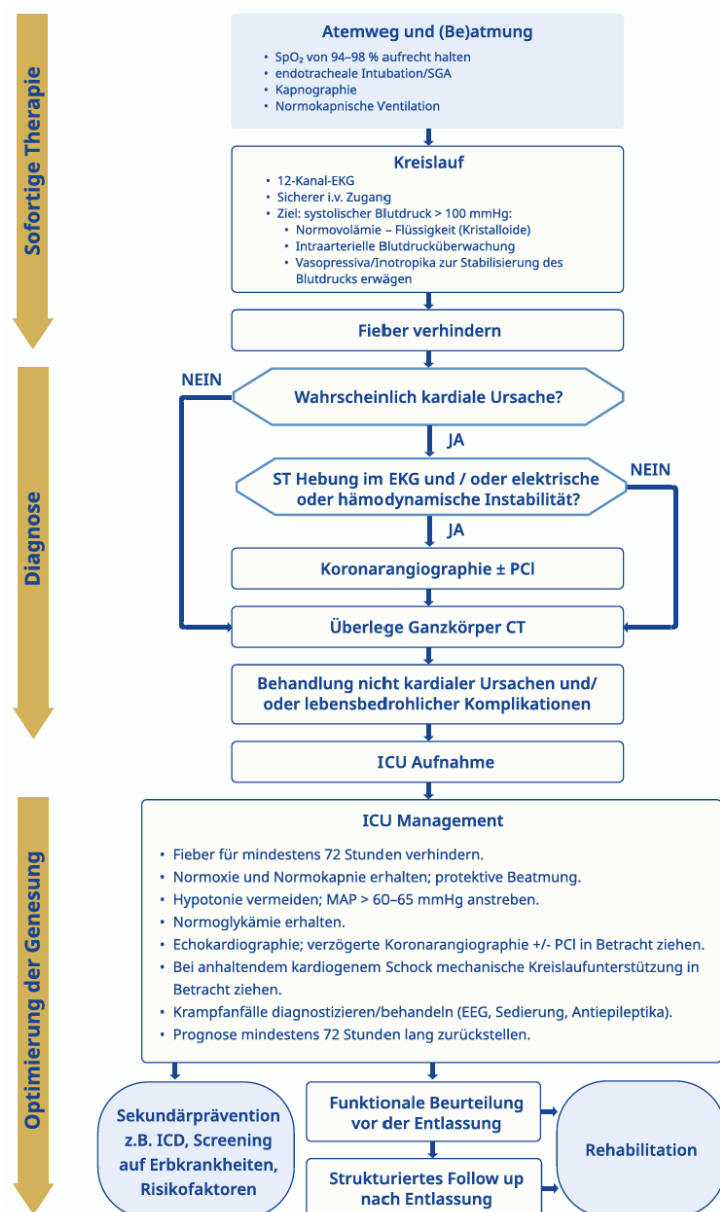


Abb. 5: Postreanimationsbehandlung komatöser Erwachsener (vgl. GRC, 2025, S. 112)

2.1.3 Inzidenz und Kennzahlen der außerklinischen Reanimation in Deutschland 2024

Der OHCA ist der HKS, der sich außerhalb der stationären Krankenversorgung ereignet und durch den Rettungsdienst bzw. Notarzt versorgt wird. 198 Rettungsdienstbereiche dokumentierten 2024 insgesamt 27.009 Versorgungen nach außerklinischem Herz-Kreislauf-Stillstand. Hochgerechnet auf eine deutsche Gesamtbevölkerung von derzeit etwa 83,6 Millionen Einwohner in Deutschland ergibt dies bei einer Inzidenz von 64,2/100.000 Einwohner und Jahr bei einem anzunehmenden Gesamtreanimationskollektiv von mindestens 54.000 Menschen in Deutschland. Das Durchschnittsalter lag bei 69,4 Jahren, wobei anzumerken ist, dass der Anteil der über

80jährigen stetig steigt und aktuell bei 32,2% liegt (2014: 27,7%). Etwa zwei Drittel (65,3%) der außerklinisch Reanimierten waren Männer, ein Drittel (34,7%) Frauen. In 60,2% wurde vor Eintreffen des Rettungsdienstes bzw. Notarztes mit BLS-Maßnahmen begonnen (52% Ersthelfer, 8,2% First Responder), 40,4% von ihnen wurden dabei telefonisch angeleitet. Weiterhin fand der überwiegende Teil der Reanimation (68,9%) im häuslichen Umfeld statt, gefolgt von öffentlichen Einrichtungen (15,8%) und sonstigen Einsatzorten (15,3%). Eine Beobachtung des HKS konnte in 56,9% aller Fälle dokumentiert werden. Im Mittel traf das erste rettungsdienstliche Fahrzeug (RTW oder NEF) nach 6 Minuten und 47 Sekunden am Einsatzort ein. Der erste abgeleitete EKG-Rhythmus war in 21,5% defibrillierbar (VF/VT), in 77,4% nicht-defibrillierbar (PEA, Asystolie). Nach erster notärztlicher Einschätzung war in 52,3% die Genese des HKS kardial, in 14,2% hypoxisch, in 3,1% traumatisch und in 30,4% nicht klar zuzuordnen. Zur Unterstützung der Thoraxkompression wurden in 10,6% mechanische Systeme eingesetzt. Bei 40,2% aller außerklinisch durchgeführten Reanimation konnte zwischenzeitlich jemals ein ROSC erzielt werden, letztlich erreichten allerdings nur 30,3% die weiterversorgende Klinik mit einem Spontankreislauf. 20,6% von ihnen überlebten die ersten 24-Stunden, 10,9% konnten, ohne Angabe des neurologischen Status (CPC), lebend aus dem Krankenhaus entlassen werden. Im Rahmen der Postreanimationsbehandlung wurden 25,6% einer Koronarangiographie zugeführt, 17,3% wurden therapeutisch gekühlt (vgl. Fischer et al., 2025, S. 6-16).

2.1.4 Inzidenz und Kennzahlen der innerklinischen Reanimation in Deutschland 2024

Für das Jahr 2024 konnte auf insgesamt 5.810 Datensätze aus 179 Kliniken zurückgegriffen. Das Durchschnittsalter der innerklinisch Reanimierten lag mit 72,7 Jahren im Durchschnitt etwas höher als nach außerklinischem HKS. Der Anteil der über 80jährigen ist ebenfalls hoch mit 37,6%. In 65% war der innerklinische HKS beobachtet, hauptsächlich durch das betreuende Pflegepersonal oder besuchende Angehörige (48,4% bzw. 6%) und in 89,4% wurde noch vor Eintreffen des Notfall-Teams mit Basisreanimationsmaßnahmen begonnen. 58,6% der HKS ereigneten sich auf der Normalstation, 21,1% in Notaufnahmen, Schockraum oder interventionellen Funktionsbereichen und 16% im Überwachungs- und Intensivbereich, 1,7% im OP bzw. Aufwachraum und 2,6% auf dem sonstigen Klinikgelände. Die Geschlechterverteilung unterscheidet sich kaum von dem außerklinisch reanimierten Patientenkollektiv – etwa zwei Drittel (64,2%) waren Männer, ein Drittel (35,8%) Frauen. Unterschiede zeigen sich zum ersten abgeleiteten EKG-Rhythmus. Innerklinisch waren nur 12,7% defibrillierbar (VT/VF), während 50,1% eine Asystolie und in 37,1% eine PEA zu sehen waren. 49,3%

der Ursachen wurden kardialer Genese gesehen, 29,8% hypoxischer Genese, 20,9% traumatisch bzw. unbekannt/sonstig. Wurde ein Patient innerklinisch reanimiert, konnte in 57% jemals ein ROSC erzielt werden und 48,1% erreichten die weiterversorgende Intensivstation mit einem Spontankreislauf. Davon überlebten 33,1% die ersten 24 Stunden, 17,4% überlebten die folgenden 30 Tage oder konnten lebend entlassen werden. 12,6% zeigten bei Entlassung ein gutes neurologisches Outcome (CPC 1 oder 2). Die Postreanimationsbehandlung betreffend wurden nach innerklinischer Reanimation 17,8% einer Koronarangiographie und 13,6% der therapeutischen Hypothermiebehandlung zugeführt.

2.2 Cardiac Arrest Center

In den Fokus weiterer Bemühungen zur Verbesserung der Reanimationsqualität rückte seit 2015 international und seit 2017 auch deutschlandweit die Etablierung spezialisierter Behandlungszentren zur Weiterversorgung nach außer- und innerklinischem Herz-Kreislauf-Stillstand. Eine multiprofessionelle Arbeitsgruppe des GRC definierte 2017 erstmals Basisanforderungen an sog. Cardiac Arrest Center (CAC) mit dem Ziel einer optimalen überregionalen Versorgung von Patienten nach erlittenem primär außerklinischem HKS und der Vermeidung von Fehltransporten in ungeeignete Krankenhäuser. Alle Akteure der relevanten außer- und innerklinischen Schnittstellen müssen dabei in ihren Abläufen strukturiert und organisiert ineinander verzahnt werden, um ein System etablieren zu können, das eine sichere, evidenzbasierte und hochprofessionelle Versorgung reanimierter Patienten gewährleistet (vgl. Grübl et al., 2023, S. 23 f.).

Unter der Schirmherrschaft des GRC publizierte ein interdisziplinäres Expertengremium aus Kardiologen, Anästhesisten und Intensivmedizinern 2017 erstmals ein Konsenspapier, das geforderte Qualitätskriterien, die Struktur-, Prozess- und Ergebnisqualität betreffend, festlegt. Ende 2018 wurden die ersten acht Kliniken und bis Juni 2024 insgesamt 125 Kliniken als Cardiac Arrest Center nach diesen Vorgaben zertifiziert. (vgl. GRC, 2024, o. S.; vgl. Grübl et al., 2023, S. 23 f.; vgl. Rott et al., 2024, S. 1).

Das Deutsche Reanimationsregister entwickelte und publizierte parallel dazu im Jahr 2021 ein Datensatzformat für die Cardiac Arrest Center in Deutschland. Seitdem werden jährlich öffentliche Jahresberichte zu den teilnehmenden Cardiac Arrest Zentren des Deutschen Reanimationsregisters publiziert. Im Jahr 2025 wurde über 6.848 Patienten

berichtet, welche nach außer- und innerklinischem HKS in den Cardiac Arrest Zentren behandelt wurden. Das Deutsche Reanimationsregister berichtet aus 112 teilnehmenden Zentren. Insgesamt sind 152 Cardiac Arrest Center im Deutschen Reanimationsregister angemeldet (vgl. Seewald et al. (4), 2025, o. S.).

2.2.1 Definition und Entwicklung in Deutschland

Die Prognose reanimationsbedürftiger Patienten hängt entscheidend von mindestens zwei Faktoren ab – dem Ischämieintervall bis zum Beginn lebensrettender Wiederbelebungsmaßnahmen und der Weiterbetreuung in hochspezialisierten Krankenhäusern. Dabei hat auch die Fallzahl der jährlich behandelten Patienten nach HKS eine prognostische Relevanz. Schon vorliegende Arbeiten zeigten, dass ab einer Zahl von mindestens 25-30 behandelten Fällen pro Jahr in sog. „High-Volume-Zentren“ die Überlebensrate mit gutem neurologischen Outcome ansteigt (vgl. Scholz; Böttiger (1), 2017, o. S.; vgl. Scholz; Böttiger (2), 2018, o. S., vgl. Scholz et al., 2017, o. S.). Cardiac-Arrest-Zentren sind auf die Postreanimationsbehandlung hochspezialisierte Kliniken. Sie sind ein Glied der hochprofessionellen Rettungs- und Therapiekette nach außer- und auch innerklinischem HKS. Dem Rettungsdienst ist so möglich, Patienten nach ROSC gezielt in eine entsprechend qualifizierte weiterversorgende Klinik zu transportieren und ggf. prognoseentscheidende Fehltransporte zu vermeiden.

Die American Heart Association (AHA) schlug bereits 2010 die Etablierung spezialisierter Zentren zur Versorgung außerklinisch Reanimierter vor. 2014 wurde diese Forderung bei den Bad Boller Reanimationsgesprächen aufgegriffen, 2015 abschließend in den internationalen und nationalen Reanimationsleitlinien konsentiert gefordert.

Ein gemeinsame Arbeitsgruppe aus Vertretern des GRC, der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin (DGAI), der Deutschen Gesellschaft für Kardiologie (DGK) und der Deutschen Gesellschaft für Internistische Intensiv- und Notfallmedizin (DGIIN) einigte sich 2017 auf Basiskriterien zur Definition eines Cardiac Arrest Center. Damit sollten vergleichbare Versorgungsstrukturen mit dem Ziel einer besseren Überlebenswahrscheinlichkeit nach HKS geschaffen werden (vgl. Scholz et al., 2017, o. S.).

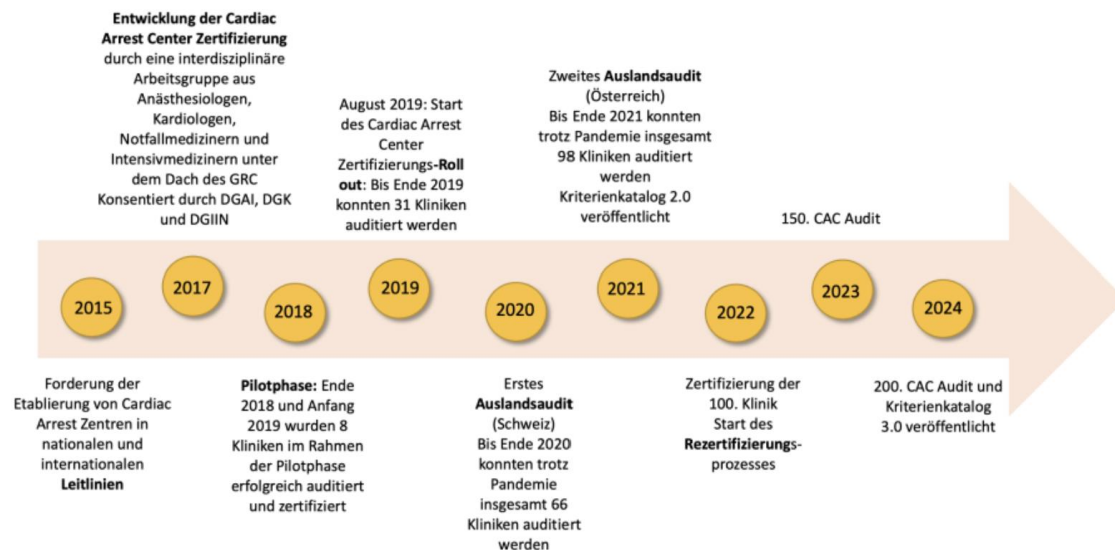


Abb. 6: zeitliche Entwicklung der Cardiac-Arrest-Center in Deutschland (vgl. GRC, o. J., o. S.)

2.2.2 Qualitätskriterien

Die geforderte standardisierte, hochprofessionelle Postreanimationstherapie soll deutschlandweit in den Cardiac Arrest Centern garantiert und überprüfbar sein. Auf Grundlage eines evidenzbasierten Expertenkonsens erstellte der GRC erstmals 2017 einen Kriterienkatalog mit allgemeinen Anforderungen und spezifischen Anforderungen an die Struktur-, Prozess- und Ergebnisqualität deutscher Cardiac Arrest Center (vgl. Scholz et al., 2017, o. S.; vgl. Rott et al., 2024, S. 2-4).

Allgemeine Anforderungen betreffen die Struktur, Zusammensetzung bzw. die Leitung des CAC; das Vorhandensein der geforderten beteiligten Fachdisziplinen (interventionelle Kardiologie, Anästhesiologie, Neurologie, Intensivmedizin/Notfallmedizin bzw. ggf. auch Unfallchirurgie in entsprechenden Traumazentren), die Möglichkeit der Durchführung der geforderten Diagnostik- und Therapiemaßnahmen (Akutkoronarangiographie inklusive PCI, Computertomographie, Echokardiographie, Temperaturmanagement, Akut-Hämodialyse) und zuletzt entsprechende standardisierte Behandlungspfade. Für alle Behandlungsprozesse sollen dabei standardisierte Behandlungspfade (sog. SOP) und Protokolle existieren (vgl. Scholz et al., 2017, o. S.).

Darüber hinaus stellt der GRC klare Anforderungen an die CAC-interne Struktur-, Prozess- und Ergebnisqualität, welche in u. g. Tabelle (Tab. 1) dargestellt sind.

Qualitätskriterium	Anforderungen
Strukturqualität	- 24/7-Verfügbarkeit einer geeigneten Übereinrichtung (Notaufnahme, Schockraum, Herzkatheterlabor, Intensivstation)
	- 24/7-Verfügbarkeit eines Cardiac Arrest Receiving Teams (mind. zwei Ärzte mit möglichst Facharztstandard und zwei Pflegekräfte aus den Bereichen Intensiv-/Notfallmedizin)
	- 24/7-Verfügbarkeit des Herzkatheterlabors mit PCI-Bereitschaft
	- Präsenz innerhalb von 30 Minuten nach Alarmierung
	- Standardisierte Protokolle zur Dokumentation der Behandlung bei (N)STEMI
	- mindestens vier erfahrene Interventionskardiologen mit ALS-Zertifizierung
	- regelmäßige Trainings in BLS und ALS innerhalb des Interventionsteams
	- 24/7-Verfügbarkeit der Notfallsonographie
	- 24/7-Verfügbarkeit von Röntgen- und Computertomographie
	- 24/7-Verfügbarkeit eines Platzes auf der Intensivstation
	- Vorhandensein eines leitliniengerechten Temperaturmanagements pro Schicht Vorhandensein mindestens eines Arztes mit ALS-Qualifikation
	- 24/7-Verfügbarkeit einer fachneurologischen Untersuchung, auch konsiliarisch möglich
	- regelmäßige Qualitätszirkel zur Evaluation der Reanimationsversorgung
- Einbindung der präklinischen und klinischen Versorgung	
- mindestens einmal jährlich	
- regelmäßige zertifizierte Schulungen (ALS, ACLS und ILS) der CAC-Mitarbeiter	
- internes verbindliches Trainingskonzept	
- Beteiligung an öffentlichen Bemühungen um die Ersthelferalarmierung, Telefonreanimation, Laienreanimation und außerklinischen Schulungskonzepten	
Prozessqualität	- SOP Übernahme von Patienten nach außerklinischer Reanimation
	- SOP Schnittstellenkommunikation mit dem Rettungsdienst mit Vorgaben zur strukturierten und dokumentierten Patientenmeldung, zur Definition der Kommunikationswege und der klaren Festlegung von Zuständigkeiten
	- Einbindung oder Planung von telemedizinischen Optionen
	- SOP Patientenübernahme durch ein Cardiac Arrest Receiving Team
	- SOP Notfalldiagnostik bei Aufnahme
	- SOP Intensivtherapie inklusive dem Temperaturmanagement
	- SOP zur strukturierten Outcome-Beurteilung, auch klaren Vorgaben zum Therapieabbruch
	- Vorhandensein eines qualifizierten Behandlungsteam inklusive Neurologie
	- ggf. Involvierung eines Ethikkomitees
	- SOP Angehörigengespräch
- SOP für eine mögliche Organspende	
- SOP für die strukturierte Behandlung von Patienten nach traumatisch bedingten Herz-Kreislauf-Stillstand	
Ergebnisqualität	- Nachweis der systemischen und standardisierten Erfassung von Behandlungsverlauf und Outcome
	- überregionale Registerdatenerfassung
	- Beachtung der geltenden Datenschutzrichtlinien
	- Überprüfbarkeit der direkten Übergabe im Herzkatheterlabor inklusive schriftlicher Dokumentation
	- Vorstellung der Ergebnisse bei Audit und Reaudit

Tab. 1: Anforderungen an die Struktur-, Prozess- und Ergebnisqualität eines Cardiac Arrest Center (eigene Darstellung nach vgl. Rott et al., 2024, S. 2-4)

2.2.3 Zertifizierung und Rezertifizierung

Nach konsentiertem Abschluss des Zertifizierungsverfahren 2017 durch GRC, DGAI, DGK und DGIIN erfolgten in einer Pilotphasen 2018/2019 die ersten acht Zertifizierungen. Die Zertifizierung zum CAC ist ein streng mehrstufiger Prozess, welcher in der Gesamtheit ca. ein Jahr in Anspruch nimmt. Dabei werden alle prä- und

innerklinischen Prozesse auf die geforderten Qualitätskriterien geprüft. Sind diese erfüllt, kann einer Zertifizierung zugestimmt werden. Ein Reaudit erfolgt alle drei Jahre. Die u. g. Abbildung (Abb. 7). zeigt schematisch den mehrstufigen Zertifizierungsprozess.



Abb. 7: Zertifizierungsprozess zum CAC (vgl. Grübl et al., 2023, S. 25)

Ziel ist, damit ein Netzwerk von Kliniken zu schaffen, die der hochkomplexen und anspruchsvollen Behandlung reanimierter Patienten gewachsen sind und um darüber hinaus eine stetige Verbesserung der Postreanimationsbehandlung voranzutreiben. Gleichzeitig schafft dies die Möglichkeit der Vergleichbarkeit der Patientenversorgung innerhalb der Zentren. Nach erfolgter Pilotphase konnten bis Juni 2024 125 deutsche

Kliniken erfolgreich zertifiziert, und bereits 62 Cardiac Arrest Center rezertifiziert werden (vgl. Grübl et al., 2023, S. 23-28; vgl. Rott et al., 2024, S. 1-4).

2.3 Das Deutsche Reanimationsregister

Das Deutsche Reanimationsregister (GRR) ist die größte überregionale Online-Datenbank zur standardisierten und einheitlichen Datenerfassung außer- und innerklinischer Wiederbelebungen bzw. der Weiterversorgung Reanimierter in Deutschland, Österreich und der Schweiz. Die erstellten gesamt- und standortbezogenen Jahresberichte ermöglichen eine kritische Analyse, Auseinandersetzung und Bewertung der eigenen Reanimations- und Weiterversorgungsdaten, aber auch einen überregionalen Vergleich (vgl. GRC, 2024, o. S.; Seewald et al., 2024, S. 3 und S. 15).

Es ist damit Bestandteil der rettungsdienstlichen bzw. innerklinischen Qualitätssicherung und des Qualitätsmanagements und trägt zukunftsweisend zur Optimierung der Weiterversorgung nach außer- und innerklinischem HKS im deutschsprachigen Raum bei.

Das GRR steht unter der Schirmherrschaft des Bundesministeriums für Gesundheit (BMG). Die Arbeit des GRR und des Organisationskomitees sind am Institut für Rettungs- und Notfallmedizin (IRUN) des Universitätsklinikum Schleswig-Holstein (UKSH), Campus Kiel, beheimatet und werden von dort aus organisiert bzw. koordiniert. Die Verwaltung der teilnehmenden Rettungsdienstbereiche bzw. Kliniken erfolgt in enger Zusammenarbeit mit der DGAI mit Sitz in Nürnberg. Finanziert wird das GRR über eine Jahresgebühr der teilnehmenden Rettungsdienst- bzw. Klinikstandorte.

Darüber hinaus ist das GRR Vertreter Deutschlands im Europäischen Reanimationsregister (European Registry of Cardiac arrest, EuReCa).

Seit dem offiziellen Start des GRR 2007 zählt es zu den tragenden und zukunftsweisenden Instrumenten zur Optimierung der Notfallversorgung für Patienten nach außer- und innerklinischem HKS.

2.3.1 Hintergrund und Entstehung

Vor dem Hintergrund von schätzungsweise alleinig über 136.000 außerklinischen HKS und über 37.000 innerklinischen Reanimationen stellt die Behandlung dieser Patienten den Rettungsdienst und das innerklinische Notfallmanagement vor eine große Herausforderung. Trotz anhaltenden Bemühungen und stetigen Verbesserungen in der

prä- und innerklinischen Versorgung stagniert die Überlebens- bzw. Entlassungsrate seit Jahren bei ~11%, 70% davon mit einer guten neurologischen Erholung (CPC 1 und 2) (vgl. DGAI, 2025, o. S.). Das GRR als eines der tragenden und zukunftsweisenden Instrumente zur Optimierung der Behandlung Reanimierter macht es sich zur Aufgabe die notwendigen Informationen zu sammeln und zu liefern, um die Erfolgsrate nach außer- und innerklinischem HKS zu steigern. Die erste offizielle Vorstellung erfolgte 2007 in Hamburg auf dem Deutschen Anästhesiekongress auf Initiative der DGAI. Zu den ersten Teilnehmern zählten die Rettungsdienste der Städte Bonn, Dortmund, Gelsenkirchen und Wismar bzw. der Landkreis Lüneburg. Der Landkreis Göppingen mit seinem Notarzt- und Rettungsdienst und seinen Kliniken ist seit dem Jahr 2006 Teilnehmer. Seitdem ist die Teilnehmerzahl stetig gewachsen. Seit 2017 gibt es erste Daten zur Versorgung innerklinischer HKS.

Heute nehmen 242 Rettungsdienste und 241 Kliniken aus Deutschland, Österreich und der Schweiz am GRR teil. Die Datenbank verfügt über mehr als 580.000 Datensätze zu außer- und innerklinischen Reanimationen.

Begonnen wurde zunächst mit der Erhebung eines sog. Erstversorgungsdatensatzes EV. Ergänzt wurde dieser über die Jahre durch ein innerklinisches Follow-up (Weiterversorgungsdatensatz WV) und ein Langzeit-Follow-up (Langzeitverlauf LV). Die Datensätze folgen der Definition des Utstein-Stils, was damit eine internationale Vergleichbarkeit ermöglicht (vgl. Wnent et al., 2024, o. S.).

2.3.2 Teilnehmer

Prinzipiell steht allen Rettungsdiensten und Kliniken in Deutschland, Österreich und der Schweiz die freiwillige Teilnahme am GRR offen. Die Teilnahmebedingungen sind in der Geschäftsordnung des GRR geregelt, die Gebührenordnung regelt die Kosten für die Teilnahme an der Online-Datenbank.

Zum jetzigen Zeitpunkt (Stand 16.11.2025) nehmen 278 Rettungsdienste, 241 Kliniken bzw. 152 CAC am GRR teil. In der Datenbank befinden sich über 590.000 Registerdatensätze außer- und innerklinischer Reanimationen (vgl. GRR, 2025, o. S.).

Das GRR ist somit die größte notfallmedizinische Datenbank im deutschsprachigen Raum.

Über die Teilnahme am GRR ist eine regionale Erfassung bzw. Darstellung aller Struktur-, Prozess- und Ergebnisdaten möglich, welche darüber hinaus ein nationales Benchmarking innerhalb des GRR ermöglicht.

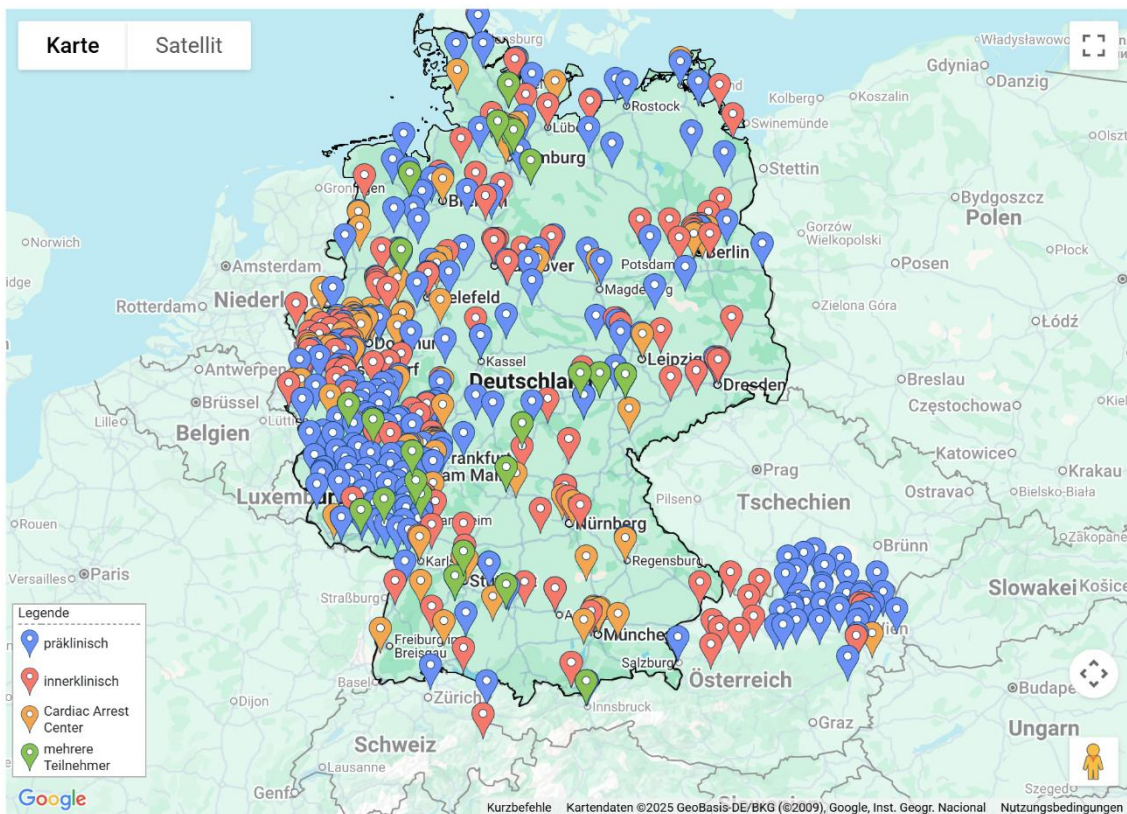


Abb. 8: Übersichtskarte der teilnehmenden Standorte am GRR (Stand 16.11.2025) (vgl. GRR, 2025, o. S.)

2.3.3 Datenerfassung

Die webbasierte Datenerfassung erfolgt freiwillig und anonymisiert. Das GRR unterliegt allen gesetzlichen Regelungen der deutschen Datenschutzgrundverordnung (DGSVO), zusätzlich existiert ein internes Datenschutzkonzept.

Die Daten können manuell auf Grundlage papierbasierter Protokolle eingepflegt oder über entsprechende zertifizierte Schnittstellen direkt digital importiert werden. Dies gilt auch für die Übermittlung medizinischer Gerätedaten aller gängigen Hersteller die nach 1995 die Zulassung auf dem deutschen Markt erhielten.

Entsprechend den Vorgaben des Utstein-Stil-Protokolls erfolgt primär die separate Erfassung der außer- bzw. innerklinischen Notfallversorgungen und Reanimationen im sog. Erstversorgungsdatensatz EV. Die Weiterversorgungen werden ebenfalls einzeln erfasst in einem Erfassungsprotokollen für die CAC, einen Basis- bzw. Maximalweiterversorgungssatz und einem Protokoll für den Langzeitverlauf. Hier liegen die Schwerpunkte auf der Erfassung aller klinischen Befunde und diagnostischen Maßnahmen nach erlangtem ROSC in den ersten 24 Stunden (z. B. EKG, Durchführung einer PCI ja/nein?, radiologische Bildgebung, Hypothermiebehandlung ja/nein? etc.). Die protokollierten Daten zum Langzeitverlauf erfassen die Dauer des Überlebens und

dessen Qualität zum Zeitpunkt der Krankenhausentlassung bzw. nach 30 Tagen und Monaten nach stattgefundenem HKS.

Spezifische Reanimationscharakteristika wie z. B. die Reanimation von Minderjährigen, die außerklinische telefonangeleitete Reanimation, die eCPR und das Temperaturmanagement im Rahmen der Postreanimationsbehandlung können zusätzlich separat protokolliert werden.

Nach Prüfung der Protokolle erfolgt manuell die Freigabe und somit stehen diese zur weiteren Auswertung zur Verfügung.

Für die Datenerfassung erhalten die Teilnehmer keine finanzielle Entschädigung. Dies ergibt sich aus der gesetzlichen Verpflichtung zur Qualitätssicherung nach § 135a Sozialgesetzbuch V (SGB V).

2.3.4 Datenauswertung, Datenanalyse und Datenveröffentlichung

Das GRR ist die zentrale Datenbank zur Erhebung, Auswertung und Beurteilung von außer- und innerklinischen Reanimationen der teilnehmenden Rettungsdienste und Kliniken.

Im präklinischen Bereich haben die Rettungsdienste die Möglichkeit monatlich eine Auswertung ihrer Daten zu erhalten, innerklinisch erfolgt dies quartalsweise. Abschließend erhält jeder Teilnehmer einen umfassenden Jahresbericht. Dieser Jahresbericht wertet alle erfassten Reanimationskriterien anonym und im Vergleich mit den anderen teilnehmenden Standorten aus. Parallel dazu veröffentlicht das GRR einen Gesamtjahresbericht aller teilnehmenden Rettungsdienstbereiche, Kliniken und CAC, welcher online und in der Zeitschrift *Anästhesiologie & Intensivmedizin* veröffentlicht wird.

Unabhängig davon kann jeder Teilnehmer am GRR jederzeit online die eigenen Kennzahlen einsehen und diese im Vergleich mit den anderen Teilnehmern analysieren und bewerten. Eigene Stärken und Schwächen können so benannt und weitere Maßnahmen zur Steigerung der eigenen Leistungsfähigkeit initiiert werden.

Ist eine regionale oder auch überregionale Leistungsbewertung gewünscht, können die teilnehmenden Standorte z. B. zu Clustern zusammengefasst werden und clusterspezifisch analysiert und ausgewertet werden.

Das GRR bietet den teilnehmenden Rettungsdiensten und Kliniken eine umfassende Auswertung im Bereich des eigenen Benchmarking. Die eigenen Daten können nicht nur für das laufende Jahr analysiert und bewertet werden, sondern auch longitudinal über mehrere Jahre.

Die Definition und Etablierung sog. Referenzgruppen erhöhte nochmals die Datenqualität der erfassten Registerdatensätze und deren Leistungsvergleich. Qualitätskriterien für die sog. Referenzstandorte sind u. a. eine hohe Dokumentationsqualität, eine Inzidenz an begonnenen außerklinischen Reanimationen >30/100.000 Einwohner und Jahr, eine ROSC-Rate <80% und eine dokumentierte Weiterversorgung in mindestens 30% der HKS.

Für weitere Forschungszwecke im Sinne einer stetigen Qualitätsverbesserung außer- und innerklinischer Reanimationen und somit auch einem besseren Überleben nach HKS erteilt das GRR auf Anfrage Forschenden den Zugang zur vollständigen Registerdatenbank (vgl. Wnent et al., 2024, o. S.).

2.4 CaRdiac Arrest Survival Score (CRASS)

Das Interesse an der Beantwortung der Frage nach der Möglichkeit der Prognoseabschätzung des Überlebens und des neurologischen Outcomes nach außer- bzw. innerklinischem HKS war bereits vor über 15 Jahren geweckt.

Gräsner et al. zeigten erstmals 2011 mit dem RACA-Score (ROSC after cardiac arrest) die Möglichkeit auf, mit einem einfachen Tool einen möglichen ROSC nach außerklinischem HKS vorherzusagen (vgl. Gräsner et al., 2011, o. S.).

2019 schlossen sich Seewald et al. mit dem entwickelten CaRdiac Arrest Survival Score (CRASS) diesem Interesse an. Ziel dieser Arbeit war es ein Instrument zur Vorhersage des neurologischen Outcomes nach außerklinischem HKS zu entwickeln das einfach und sicher anzuwenden ist. Dafür wurden alle Patienten, die zwischen dem 01.01.2010 und dem 31.12.2017 nach außerklinischer Reanimation mit ROSC oder unter laufender Reanimation das Krankenhaus erreichten und deren Versorgungsdatensatz sich im GRR befand, eingeschlossen. Mittels binär logistischer Regressionsanalyse konnte der CRASS entwickelt werden und diene von nun an als einfaches Instrument zur Vorhersage der Überlebenschance mit guter neurologischer Funktion nach außerklinischem HKS.

Gleichzeitig zeigten einige der ausgewählten reanimations- und patientencharakterisierenden Variablen einen signifikant positiven oder negativen Einfluss auf das Reanimationsergebnis. Als signifikant positiv beeinflussend zeigten sich u.a. das Fehlen relevanter Vorerkrankungen, der HKS am Arbeitsplatz, in der Arztpraxis oder einem öffentlichen Ort, der beobachtete HKS und eine kurze CPR-Dauer von <5 Minuten. Tendenziell signifikant negativ beeinflussend waren z. B. ein hohes

Patientenalter >80 Jahre, eine initiale PEA oder Asystolie, die traumatische CPR, die Krankenhausaufnahme unter laufender CPR und eine hohe verabreichte Menge an Adrenalin.

Die ROC-Analyse zeigte sowohl für den Entwicklungs- als auch den Validierungsdatensatz eine AUC von 0,88 was einer ausgezeichneten Leistungsfähigkeit bzw. Vorhersagefähigkeit entspricht und die Bedeutung des CRASS bestärkt.

2.5 Innerklinisches Notfallmanagement in Deutschland

2.5.1 Bedeutung und aktueller Stand von Medizinischen Einsatzteams in Deutschland

2024 konnten laut GRR nur 17,4 Prozent der innerklinisch Reanimierten lebend entlassen werden und davon lediglich 12,6 Prozent in einem guten neurologischen Zustand (CPC 1 und 2). Kardiale Geschehen werden vor hypoxischen Ereignissen (47,3% bzw. 30,9%) hauptursächlich vermutet, nahezu zwei Drittel (59,6%) der HKS ereigneten sich auf Normalstation unter fehlender Monitorüberwachung. Besonders auffällig ist, dass das Durchschnittsalter der innerklinisch Reanimierten mit 73,1 Jahren höher ist als das der außerklinisch Reanimierten, über ein Drittel war dokumentiert älter als 80 Jahre. Erfreulich ist die Tatsache, dass in 91,6% durch anwesende Pflegekräfte (87,7%) oder andere Anwesende (3,9%) mit BLS-Maßnahmen vor Eintreffen des Notfallteams begonnen wurde. Hieraus können wir die sich uns präsentierenden Herausforderungen im innerklinischen Notfallgeschehen ableiten – einerseits zeigt sich die demographische Entwicklung mit einer immer älter werdenden Gesellschaft auch im Krankenhausalltag, andererseits müssen wir den Anteil an BLS-Maßnahmen vor Eintreffen des Notfallteams weiter steigern (vgl. DGAI (2), 2025, o. S.). Stationäre und v. a. chirurgische Patienten haben ein deutlich erhöhtes Risiko für vitale Komplikationen oder das Versterben im Rahmen des stationären Aufenthaltes. Pearse et al. zeigten bereits 2012 in ihrer EuSOS-Studie, dass die beobachtete Sterblichkeit nicht-kardiochirurgischer operativer Patienten mit 4% deutlich höher war als erwartet (vgl. Pearse et al., 2012, o. S.). Die International Liaison Committee on Resuscitation (ILCOR) und der ERC gehen ebenso seit 2005 bzw. 2021 auf die Bedeutung eines krankenhausesinternen präventiv ausgerichteten Notfallmanagements ein mit dem Ziel die Patientensicherheit im Krankenhaus zu erhöhen und innerklinische Kreislaufstillstände zu verhindern (vgl. Lenkeit et al., 2024, S. 207).

Ungeachtet der Tatsache, dass auf vielfältige Art und Weise bereits gezeigt wurde, dass durch ein effektives innerklinisches MET-System einerseits die Inzidenz und das Outcome von IHCA gesenkt bzw. verbessert werden konnte, fehlen weiterhin gesetzliche Vorgaben diesbezüglich. Dies betrifft nicht nur die einheitliche Bezeichnung oder Zusammensetzung des MET, sondern auch die Qualifikation und Ausstattung (vgl. Jansen et al., 2022, S. 503 f.; vgl. Lenkeit et al., 2024, S. 208 f.).

Durchführungsbestimmungen von Seiten des Gemeinsamen Bundesausschusses (G-BA) gibt es seit 2015/2016. Die anästhesiologischen und chirurgischen Fachgesellschaften bzw. die entsprechenden Berufsverbände fordern seit 2017 die feste Etablierung eines zuverlässigen innerklinischen Notfallmanagements zur Verbesserung der Behandlungsqualität. Daraus entsteht einerseits nicht nur eine rechtliche Relevanz, sondern auch Handlungsbedarf im Sinne des innerklinischen Qualitätsmanagements, auch wenn es bisher keine Vorgaben zur genauen Umsetzung dessen gibt (vgl. Lenkeit et al., 2024, S. 211).

MET sollen nicht nur als reine klassische Reanimationsteams agieren, sondern auch bereits vorher zu kritisch kranken Patienten hinzugezogen werden. Bestenfalls in der Qualifikation eines notfall- und/oder intensivmedizinisch erfahrenen Arztes und einer Pflegekraft und in Angliederung an eine Intensivstation. Die medikamentöse und apparative Ausrüstung soll den Anforderungen des ALS gerecht werden. Eine mindestens papiergebundene Einsatzdokumentation sollte ebenfalls erfolgen z. B. entsprechend dem Einsatzprotokoll für innerklinische Notfallteams des GRR. Somit ist darüber hinaus eine standardisierte Analyse und Auswertung im Sinne der geforderten Struktur-, Prozess- und Ergebnisqualität möglich. Erfolgt parallel die Teilnahme am GRR erhält jeder Teilnehmer einen Quartals- bzw. Jahresbericht, der die eigenen Ergebnisse kritisch bewerten lässt und gleichzeitig den Vergleich mit anderen Kliniken ermöglicht.

Die flächendeckende Implementierung wirkungsvoller MET in Deutschland ist sicher noch nicht ausreichend, wenn auch die Notwendigkeit derer klar erkannt wurde. Zur effektiven Umsetzung fehlen klare und detaillierte Empfehlungen der deutschen Fachgesellschaften (vgl. Lenkeit et al., 2024, S. 218-222).

2.5.2 Das innerklinische Notfallmanagement des Alb Fils Klinikum Göppingen

Die innerklinische Notfallversorgung ist seither Aufgabe der Intensivstationen des Alb Fils Klinikums. Bis zur Gründung des interdisziplinären Zentrums für Intensivmedizin (ZIM) war diese fachdisziplinenpezifisch getrennt, seit 2018 fachdisziplinübergreifend.

Was zu Beginn nur als Reanimations- oder Notfallversorgungsteam etablierte wurde, entwickelte sich ab 2008 parallel immer mehr zum Medizinischen Einsatzteam (MET). Versorgt werden pro Jahr bis zu 100 innerklinische Reanimationen (2024 95 Patienten mit Z.n. IHCA) und nochmals rund dreimal so viele Patienten im Rahmen von MET-Einsätzen.

Das ZIM stellt rund um die Uhr zwei Notfallteams. Beide Teams sind jeweils mit einem Arzt und zwei Intensivpflegekräften besetzt. Die Alarmierung erfolgt elektronisch über ein internes Krankenhausnotrufsystem mit gleichzeitiger Schaltung des Notrufs auf die Telefone des Notfallteams. Nach Alarmierung wird sich im Rendezvous-Prinzip an einem zeitgleich automatisch gerufenen Lift getroffen. Der interne Notfallwagen wird von den Intensivpflegekräften mitgeführt. Ziel ist dabei innerhalb von maximal drei Minuten am Ort des Notfallgeschehens zu sein. Ist aus irgendeinem Grund eine Alarmierung über das klinikinterne automatische Notfallsystem nicht möglich, kann dies über die Telefonnummer „1111“ erfolgen.

Die Alarmierung des MET erfolgt telefonisch direkt mit dem Leitungstelefon des ZIM. Dieses trägt 24/7 der fachlich höchstqualifizierte Arzt. Nach kurzem fokussiertem Arzt-Pflege- oder Arzt-Arzt-Gespräch wird der betreffende Patient von einem entsendeten Arzt, ggf. in Begleitung einer Intensivpflegekraft, gesichtet. Vor Ort wird gemeinsam mit dem primär behandelnden Kollegen entschieden wie und wo die Weiterversorgung erfolgt bzw. ob eine Übernahme auf IMC oder ICU indiziert ist. Angestrebt wird hierbei eine Versorgung innerhalb von 30 Minuten.

Die Notfallwägen sind identisch und entsprechend den empfohlenen Vorgaben der deutschen Fachgesellschaften ausgestattet. Dazu gehört u. a. ein entsprechendes Monitoring mit Defibrillator- und Schrittmachermöglichkeit bzw. der Messung von Blutdruck, Herzfrequenz, peripherer Sauerstoffsättigung und im Falle einer Beatmung der expiratorischen Kohlendioxidmessung. Darüber hinaus enthalten die Notfallwägen ein umfangreiches Equipment zur Atemwegssicherung inklusive supraglottischer bzw. endotrachealer Atemwegshilfen und ein Videolaryngoskop, eine Sauerstoffflasche und eine mechanische Absaugung. Zusätzlich sind beide Notfallwägen mit Material zur Etablierung eines intraossären Zugangs und allen gängigen Notfallmedikamenten bestückt (vgl. Lenkeit; Schewe, 2019, S. 119-122; vgl. Lenkeit et al., 2024, S. 219 f.).

Die Dokumentation erfolgt seit dem 01.02.2024 Tablet gestützt digital. Nach Abschluss des Einsatzprotokolls wird dieses als PDF in der Patientenakte im Krankenhausinformationssystem (KIS) hinterlegt. Durchgeführte Reanimationen werden gleichzeitig automatisch über eine etablierte Schnittstelle in das GRR übertragen.

Das Alb Fils Klinikum nimmt von Beginn an am Datensatz „Innerklinische Notfallversorgung“ des GRR teil.

Quartalsweise werden den Mitarbeitern des ZIM gemeinsame Reanimationstrainings angeboten, in denen die theoretischen Grundlagen des BLS bzw. ALS vermittelt werden und diese gemeinsam in Notfallszenarien geübt werden.

Für die Zukunft ist eine Teilnahme an der innerklinischen Resuscitation Academy Deutschland (iRAD) geplant, um die internen Prozesse und Ergebnisse weiter nachhaltig zu verbessern.

3. Methodisches Vorgehen

Die vorliegende Arbeit ist eine retrospektive Analyse von prospektiv erhobenen Registerdatensätzen aus dem GRR. Das GRR ist die größte überregionale Datenbank im deutschsprachigen Raum (Deutschland, Österreich, Schweiz), welche Daten zur außer- und innerklinischen Reanimation nach HKS erhebt, diese auswertet und für die weitere Bewertung aufbereitet. Aktuell verfügt die Datenbank über >590.000 Datensätze aus jeweils 278 Rettungsdienstbereichen und 241 Kliniken bzw. 152 CAC aus Deutschland, Österreich und der Schweiz (Stand 16.11.2025, vgl. GRR, 2025, o.S.).

3.1 Ein- und Ausschlusskriterien

Für die Entwicklung des CAC-CRAS-Score wurden alle deutschen Registerdatensätze für den Zeitraum vom 01.01.2006 bis zum 31.12.2024 betrachtet. Insgesamt lagen 452.438 Datensätze zur Dokumentation und Versorgung eines außer- oder innerklinischen HKS vor.

Für die weitere Analyse wurden im Sinne der Forschungsfrage die reine Todesfeststellung und die erfolglose außer- und innerklinische Reanimation ausgeschlossen. 132.404 Patienten erreichten mit ROSC oder unter laufender Reanimation die weiterversorgende Klinik bzw. die Intensivstation. Nach Ausschluss durch das Fehlen des Weiterversorgungsdatensatzes reduzierten sich die betrachteten Datensätze auf 53.366. Durch weitere vorab festgelegte Ausschlusskriterien wie das Patientenalter <18 Jahre und das Fehlen der Angabe des neurologischen Status (Cerebral Performance Category, CPC) im Weiterversorgungsdatensatz reduzierte sich der Gesamtdatensatz nochmals auf 52.552 bzw. 49.860 zu betrachtende Datensätze. Diese 49.860 anonymisierten Datensätze sind die Grundlage der Berechnung des CAC-CRAS-Score.

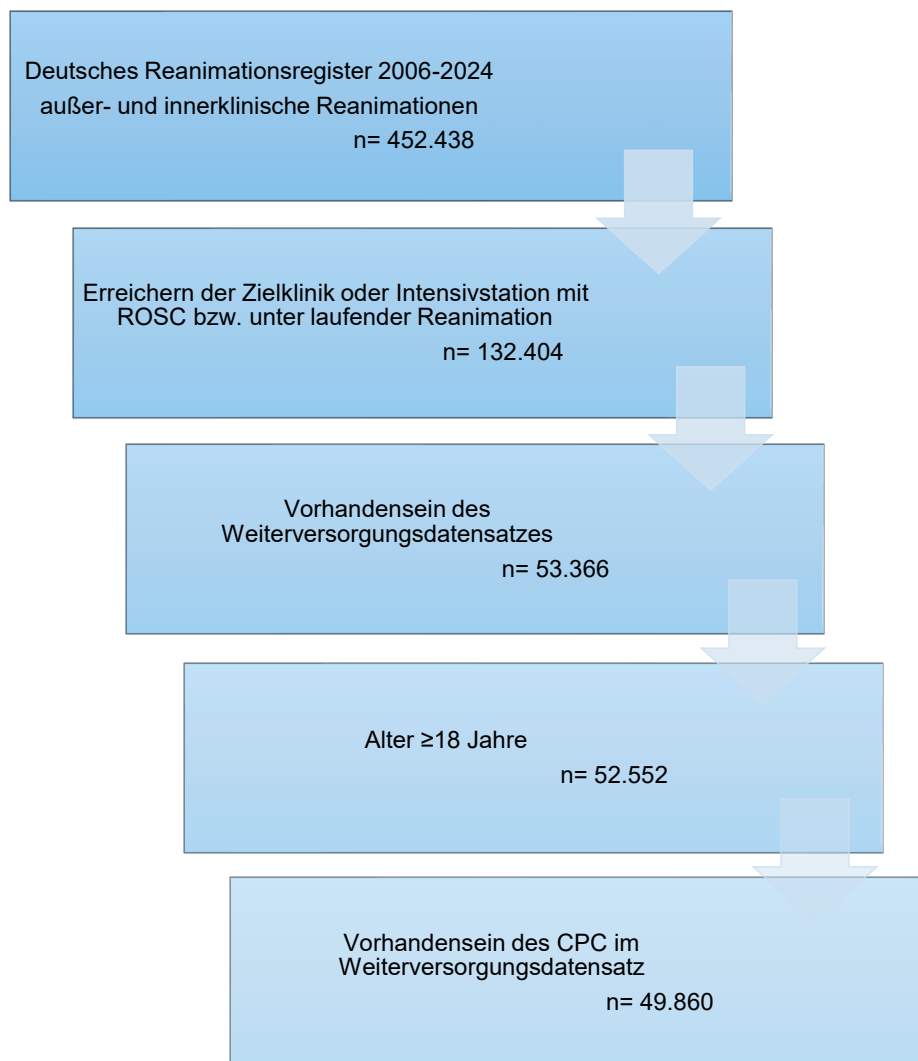


Abb. 9: Datensatzentstehung zur Entwicklung des CAC-CRAS-Score anhand der Ein- und Ausschlusskriterien (eigene Darstellung)

Die zu betrachtende Datensatzmenge wurde über einen Zwischenschritt in zwei Datensätze geteilt: einen Entwicklungsdatensatz und einen Validierungsdatensatz.

Von 2006-2024 zeigten sich bei der genauen Betrachtung der Registerdatensätze im Jahresverlauf signifikante Unterschiede bei den Mittelwerten der betrachteten Variablen Bystander-CPR und in der Intubation mit dem Videolaryngoskop. Um einen Verzerrungseffekt und somit auch eine unerwünschte herabgesetzte Validität bzw. Vergleichbarkeit der Datensätze zu vermeiden, erfolgte die Zuverteilung und die numerische Anordnung der einbezogenen Datensätze mittels einer patientenspezifischen Zufallszahl von 0-1.

Alle Datensätze mit den Zufallszahlen $\leq 0,66666$ wurden dem Entwicklungsdatensatz zugeordnet ($n= 33.074$), die Datensätze mit den Zufallszahlen $>0,66666$ dem Validierungsdatensatz ($n= 16.786$).

So konnte bei den Mittelwerten der betreffenden Variablen Bystander-CPR und Intubation mit dem Videolaryngoskop eine Vergleichbarkeit zwischen beiden Datensätzen erreicht werden (0,3 vs. 0,29 bzw. 0,1 vs. 0,11) und die Validität ist für beide Datensätze in Folge gegeben.

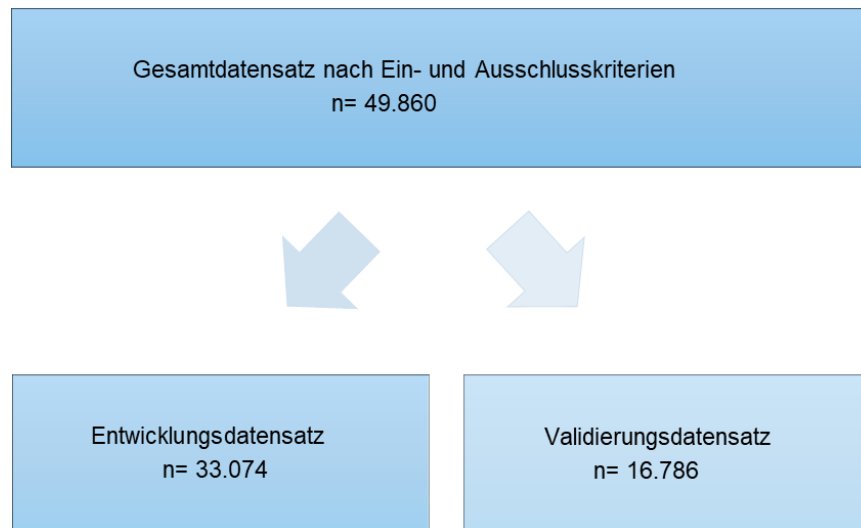


Abb. 10: Entwicklungs- und Validierungsdatensatz zur Entwicklung des CAC-CRAS-Score nach Zuordnung entsprechend den patientenspezifischen Zufallszahlen (eigene Darstellung)

3.2 Primärer und sekundärer Endpunkt

Der erste Teil der hier vorliegenden Master-These beschreibt die Entwicklung des CAC-CRAS-Score als Instrument zur Vorhersage der individuellen Überlebenswahrscheinlichkeit nach außer- und innerklinischem Herz-Kreislauf-Stillstand mit gutem neurologischen Outcome (CPC 1 und 2) nach Versorgung in einem deutschen CAC.

Danach soll das Gesamtergebnis für das Alb Fils Klinikum in Göppingen für die Jahre 2006 bis 2024 betrachtet und abschließend für die innerklinische Reanimationsversorgung und die Arbeit des innerklinischen Notfallmanagements für das Jahr 2024 ebenfalls analysiert und diskutiert werden.

3.3 Statistischer Ansatz

Die Entwicklung des CAC-CRAS-Score erfolgte final mittels multivariater logistischer Regressionsanalyse. Primär für den Entwicklungsdatensatz und gleichzeitig zur Bestätigung des Ergebnisses für den Validierungsdatensatz.

Endpunkt und abhängige Variable war dabei die Wahrscheinlichkeit des Überlebens mit gutem neurologischem Outcome (CPC 1 und 2) nach außer- bzw. innerklinischem HKS.

Alle betrachteten unabhängigen reanimations- und patientenbedingende Variablen x wurden nach Recherche bisher veröffentlichter Arbeiten und Leitlinien ausgewählt (vgl. Knapp et al., 2024, o. S.; vgl. Seewald et al. (3), 2019, o. S.; vgl. Gräsner et al., 2011, o. S.). Diese zeigten bereits in der Vergangenheit bei einem festgelegten Signifikanzniveau von $p < 0,05$ zumeist einen signifikant positiven oder negativen Einfluss auf das Reanimationsergebnis.

Diese in vorherigen Veröffentlichungen einbezogene unabhängige Variablen wurden zur Entwicklung des CAC-CRAS-Score um die Variablen innerklinischer HKS ohne und mit Monitorüberwachung, Atemwegsmanagement ausschließlich mit Maske, das Durchführen von Reanimationsmaßnahmen vor Eintreffen des Rettungsdienstes bzw. Notarztes außerklinisch oder des Notfallteams innerklinisch, pH-Wert $> 7,1$, periphere Sauerstoffsättigung $> 90\%$, Vorhandensein eines komatösen neurologischen Status bei Aufnahme im Krankenhaus bzw. auf der Intensivstation, das Vorhandensein einer Therapielimitierung und um die Variable Eintreffzeit des Rettungsdienstes oder Notarztes außerklinisch bzw. des Notfallteams innerklinisch ergänzt.

Alle ausgewählten unabhängigen Variablen x wurden nochmals kategorisiert und mittels χ^2 -Test auf ihre Signifikanz geprüft., die Odds Ratio mit dem 95%-Konfidenzintervall wurde ebenso ergänzt. Zusätzlich wurden die Regressionskoeffizienten nach linearer Regression ermittelt.

Für die Signifikanztestung und die lineare Regression wurden abschließend folgende unabhängige reanimations- und patientenspezifische Variablen x einbezogen und folgendermaßen kategorisiert:

1. **initiales EKG:** Referenzkategorie Kammerflimmern/ventrikuläre Tachykardie (VF/VT) gegen pulslose elektrische Aktivität (PEA) und Asystolie

2. **Alter:** Referenzkategorie Alter ≤ 60 Jahre gegen Alter $>60-70$ Jahre, $>70-80$ Jahre, $>80-90$ Jahre und >90 Jahre
3. **Ursache des Herz-Kreislauf-Stillstandes:** Referenzkategorie kardiale Ursache gegen traumatischen Herz-Kreislauf-Stillstand, hypoxische Genese und ischämischer bzw. hämorrhagischer Schlaganfall
4. **Einsatz mechanischer Reanimationshilfen:** Referenzkategorie nein gegen ja
5. **Menge an verabreichtem Adrenalin:** Referenzkategorie keine Gabe von Adrenalin gegen 0,1- <2 mg Adrenalin, 2- <4 mg Adrenalin, 4- <6 mg Adrenalin, 6- <8 mg Adrenalin und >8 mg Adrenalin
6. **Gesundheitsstatus vor Reanimation (pre emergency status, PES):** Referenzkategorie relevante Vorerkrankungen und unbekannte Vorerkrankungen gegen fehlende relevante Vorerkrankungen und leichte vorbekannte Erkrankungen
7. **Ort des Herz-Kreislauf-Stillstandes:** Referenzkategorie Wohnung oder andere Orte gegen stationäre Pflegeeinrichtung, öffentlicher Raum und innerklinisch ohne Monitorüberwachung (z.B. Normalstation) bzw. mit Monitorüberwachung (z. B. Intensiv- oder Überwachungsstation, OP-Bereich oder anderweitiger Funktionsbereich)
8. **Gabe von Amiodaron:** Referenzkategorie keine Gabe von Amiodaron gegen die Gabe von Amiodaron
9. **Kreislaufsituation zum Zeitpunkt der Aufnahme in der weiterversorgenden klinischen Einheit:** Referenzkategorie Aufnahme unter kardiogenem Schock gegen laufende Reanimation oder Aufnahme mit einem systolischem Blutdruck >90 mmHg
10. **beobachteter Herz-Kreislauf-Stillstand:** Referenzkategorie unbeobachtet/keine Zeugen gegen Beobachtung durch Ersthelfer, Beobachtung durch First Responder oder Beobachtung durch Notarzt und Rettungsdienst bzw. Notfallteam
11. **Art der Atemwegssicherung:** Referenzkategorie Atemwegsmanagement rein mittels Maskenbeatmung gegen alle anderen Atemwegssicherungen (supraglottisch, endotracheal)
12. **Ersthelfer-Reanimation (Bystander-CPR):** Referenzkategorie ist das Fehlen von durchgeführten Reanimationsmaßnahmen vor Eintreffen des Notarztes, Rettungsdienstes oder des Notfallteams gegen durchgeführte Reanimationsmaßnahmen von Laien bzw. telefonangeleitet oder durch First Responder

13. **Reanimationsdauer (CPR-Dauer):** Referenzkategorie Dauer der Reanimation >10 Minuten gegen eine Reanimationsdauer ≤10 Minuten
14. **pH-Wert bei Aufnahme in der weiterversorgenden klinischen Einheit:** Referenzkategorie pH-Wert ≤7,1 gegen pH-Wert >7,1
15. **periphere Sauerstoffsättigung bei Aufnahme in der weiterversorgenden klinischen Einheit:** Referenzwert ist die periphere Sauerstoffsättigung ≤90% gegen eine periphere Sauerstoffsättigung >90%
16. **neurologischer Status bei Aufnahme in der weiterversorgenden klinischen Einheit:** Referenzkategorie ist hier das Nichtvorliegen eines Komas gegen das Vorliegen eines komatösen Bewusstseinszustand
17. **Therapielimitierung:** Referenzkategorie ist das Nichtvorliegen einer Therapielimitierung mit der Einschränkung weiterer lebensverlängernder Maßnahmen (DNR-Status; Do Not Resuscitate) gegen das Vorliegen möglicher Therapieeinschränkungen
18. **Zeit bis zum Eintreffen von Rettungsdienst oder Notarzt außerklinisch bzw. dem Notfallteam innerklinisch:** Referenzkategorie ist eine Zeit von ≤3 Minuten gegen 3-≤6 Minuten, 6-≤9 Minuten, 9-≤12 Minuten oder ≥12 Minuten

Die finale multivariate logistische Regressionsanalyse zur Entwicklung des CAC-CRAS-Score baute schrittweise auf ein gewähltes Basismodell bestehend aus Alter und initialem EKG auf. Es wurden in dieses Basismodell nacheinander alle o. g. gewählten unabhängigen reanimations- und patientenbedingende Variablen x zugefügt und die Güte der Anpassung des Modells für jeden Schritt mittels Nagelkerkes R^2 geprüft. Hierbei ist festzuhalten, dass je näher Nagelkerkes R^2 sich dem Wert 1 nähert, umso besser ist die Erklärungskraft des gewählten Regressionsmodells.

Zur Berechnung des CAC-CRAS-Score wurden alle ausgewählten unabhängigen reanimations- und patientenbedingende Variablen x in eine logistische Funktion überführt, wobei hier $f_{(x)}$ die Vorhersagewahrscheinlichkeit des Überlebens mit einem guten neurologischen Outcome (CPC 1 und 2) in Abhängigkeit der Variablen x ist.

$$f_{(x)} = 1/(1+e^{-x})$$

Abschließend wurde die Vorhersagefähigkeit bzw. -genauigkeit des CAC-CRAS-Score geprüft, separat für den Entwicklungsdatensatz und den Validierungsdatensatz. Dies

erfolgte mittels ROC-Analyse (Receiver Operating Characteristic). Die AUC (Area under the Curve) wurde dabei mit ihrem jeweiligen 95%-Konfidenzintervall dargestellt. Je näher sich die AUC dem Wert 1 annähert, umso besser ist die diagnostische Güte des Regressionsmodells (<0,8 akzeptabel, 0,8-≤0,9 ausgezeichnet und >0,9 hervorragend).

Die statistische Analyse erfolgte mit SPSS Version 29 (IBM Inc., NY, USA, 2022) und Microsoft® Excel® für Microsoft 365 MSO Version 2510 Build 16.0.19328.20010 64 Bit (Microsoft Corporation, Redmond, WA, USA, 2024).

Im zweiten Teil der Thesis wird der CAC-CRAS-Score für das Alb Fils Klinikum in Göppingen für die Jahre 2006 bis 2024 betrachtet. Im Besonderen sollen hier der Erwartungswert und der tatsächliche Wert für die außer- und innerklinischen Reanimation diskutiert werden. Abschließend wird auf die Arbeit der innerklinischen Reanimationsversorgung und die des innerklinischen Notfallmanagements eingegangen werden.

Der Antrag auf Stellungnahme der Ethikkommission der APOLLON Hochschule der Gesundheitswirtschaft GmbH Bremen wurde vorab gemäß § 2 der Satzung positiv bewertet (Zeichen 250316).

Die Freigabe der Registerdaten erfolgte auf ein positives Votum des Organisationskomitees des Deutschen Reanimationsregisters (GRR) nach Stellen des formalen Studienantrags (Aktenzeichen 2025-04).

4. Ergebnisse

4.1 CAC-CRAS-Score

Für die Entwicklung des CAC-CRAS-Score wurden die 33.074 Datensätze des Entwicklungsdatensatzes herangezogen.

Die gewählten unabhängigen reanimations- und patientenbedingende Variablen x wurden wie genannt kategorisiert, zuerst auf ihren anzunehmenden signifikanten Einfluss auf das Überleben mit einem guten neurologischen Outcome (CPC 1 und 2) geprüft und nach Bewertung folgend zur multivariaten logistischen Regressionsanalyse herangezogen.

4.1.1 Bewertung des Einflusses der gewählten unabhängigen reanimations- und patientenbedingenden Variablen x auf das Reanimationsergebnis (Überleben mit gutem neurologischem Outcome, CPC 1 und 2)

Alle 18 gewählten unabhängigen reanimations- und patientenbedingende Variablen x wurden kategorisiert und mittels χ^2 -Test auf ihre Signifikanz auf das Reanimationsergebnis (Überleben mit CPC 1 und 2) geprüft. Gleichzeitig wurden für jede kategoriale Ausprägung die Odds Ratio mit dem 95%-Konfidenzintervall berechnet und mit Hilfe linearer Regression die Regressionskoeffizienten bestimmt.

Die folgende Tabelle (Tab. 2) zeigt alle unabhängigen Variablen x mit ihren kategorialen Signifikanzniveaus, der entsprechenden Odds Ratio inklusive dem 95%-Konfidenzintervall und den Regressionskoeffizienten.

Es lässt sich mit Ausnahme von zwei kategorialen Ausprägungen (Beginnen von Reanimationsmaßnahmen durch den First Responder und eine Eintreffzeit des ersten Rettungsdienstfahrzeuges innerhalb von 3-<6 Minuten) jeweils ein signifikanter Einfluss auf das Reanimationsergebnis mit gutem neurologischen Outcome (CPC 1 und 2) nachweisen. Die entsprechenden Regressionskoeffizienten zeigen die Richtung der überwiegend signifikanten Ausprägung der gewählten unabhängigen Variablen, also positiv (>1) oder negativ (<1) das Reanimationsergebnis beeinflussend.

Als sich positiv auf ein Überleben mit gutem neurologischen Outcome erwiesen sich u. a. die Variablen beobachteter HKS im öffentlichen Raum oder innerklinisch (ohne und mit Monitorüberwachung), das Fehlen relevanter Vorerkrankungen, eine Reanimationsdauer von <10 Minuten und Vitalparameter wie ein systolischer Blutdruck >90 mmHg, eine periphere Sauerstoffsättigung >90% oder ein pH-Wert >7,1 bei Aufnahme in der weiterversorgenden innerklinischen Einheit.

Dagegen zeigten sich negative Korrelationen z. B. bei den Variablen primäre Asystolie, dem Patientenalter >80 Jahre, dem traumatischen HKS, bei der Gabe von >2 mg Adrenalin während der Reanimation, der Aufnahme unter laufender Reanimation und besonders beim Vorhandensein von Therapielimitierungen.

Dies entspricht weitestgehend den Ergebnissen vorangegangener Veröffentlichungen u. a. von Knapp et al., Seewald et al. und Gräsner et. al. (vgl. Knapp et al., 2024, o. S.; vgl. Seewald et al. (3), 2019, o. S.; vgl. Gräsner et al., 2011, o. S.), so dass ohne Einschränkung alle gewählten unabhängigen Variablen x in die weitere multivariate logistische Regression zur Entwicklung des CAC-CRAS-Score einbezogen wurden.

n= 33074	Signifikanzniveau p	Regressionskoeffizient	Odds Ratio (95%-Konfidenzintervall)
initiales EKG			
VF/VT	p<0,001		
PEA	p<0,001	-0,753	0,471 (0,43 bis 0,516)
Asystolie	p<0,001	-1,131	0,323 (0,294 bis 0,354)
Alter			
≤60 Jahre	p<0,001		
>60-70 Jahre	p<0,001	-0,361	0,697 (0,636 bis 0,764)
>70-80 Jahre	p<0,001	-0,691	0,501 (0,457 bis 0,549)
>80-90 Jahre	p<0,001	-1,09	0,336 (0,303 bis 0,373)
>90 Jahre	p<0,001	-1,64	0,194 (0,153 bis 0,247)
Ursache des Herz-Kreislauf-Stillstandes			
kardiale Genese	p<0,001		
traumatologisch	p<0,001	-1,068	0,344 (0,245 bis 0,483)
hypoxisch	p<0,001	-0,189	0,828 (0,76 bis 0,902)
ischämischer/hämorrhagischer Schlaganfall	p<0,001	-0,544	0,580 (0,438 bis 0,768)
mechanische Reanimation			
ja	p=0,015	-0,159	0,853 (0,75 bis 0,97)
Adrenalinosis			
kein Adrenalin	p<0,001		
0,1- <2mg	p<0,001	-0,864	0,422 (0,383 bis 0,464)
2- <4 mg	p<0,001	-1,514	0,22 (0,198 bis 0,245)
4- <6 mg	p<0,001	-1,813	0,163 (0,143 bis 0,187)
6- <8 mg	p<0,001	-2,126	0,119 (0,099 bis 0,143)
≥8 mg	p<0,001	-2,438	0,087 (0,073 bis 0,104)
PES			
relevante Vorerkrankungen	p<0,001		
keine relevante Vorerkrankungen	p<0,001	0,586	1,796 (1,577 bis 2,045)
leichte Vorerkrankungen	p<0,001	0,447	1,563 (1,443 bis 1,694)
Ort des Herz-Kreislauf-Stillstandes			
Wohnung, sonstiger Ort	p<0,001		
Pflegeeinrichtung	p=0,010	-0,252	0,778 (0,642 bis 0,942)
öffentlicher Raum	p<0,001	0,365	1,441 (1,318 bis 1,574)
innerklinisch ohne Monitorüberwachung (Normalstation)	p<0,001	0,481	1,617 (1,411 bis 1,854)
innerklinisch mit Monitorüberwachung (ICU/IMC, OP etc.)	p<0,001	0,556	1,744 (1,524 bis 1,997)
Amiodarongabe			
ja	p<0,001	0,443	1,558 (1,422 bis 1,707)
Kreislaufsituation zum Zeitpunkt der Aufnahme im CAC			
kardiogener Schock	p<0,001		
laufende Reanimation	p<0,001	-1,404	0,246 (0,209 bis 0,288)
RRsystolisch >90 mmHg	p<0,001	0,36	1,434 (1,319 bis 1,560)
Beobachtung des Herz-Kreislauf-Stillstandes			
nicht-beobachtet	p<0,001		
durch Ersthelfer	p<0,001	0,375	1,455 (1,322 bis 1,600)
durch First Responder	p<0,001	0,442	1,556 (1,356 bis 1,785)
durch Rettungsdienst/Notarzt/Notfallteam	p<0,001	0,821	2,273 (2,016 bis 2,562)
Atemwegssicherung durch ausschließliche Maskenbeatmung			
ja	p<0,001	0,651	1,918 (1,733 bis 2,123)
Durchführen von Reanimationsmassnahmen vor Eintreffen Rettungsdienst/Notarzt/Notfallteam			
keine	p<0,001		
Laienreanimation/telefonangeleitet	p<0,001	0,174	1,190 (1,086 bis 1,305)
First Responder	p=0,062	0,125	1,134 (0,994 bis 1,293)
Reanimationsdauer ≤10 min.			
ja	p<0,001	0,428	1,534 (1,414 bis 1,664)
pH-Wert >7,1 bei Aufnahme im CAC			
ja	p<0,001	1,482	4,402 (3,887 bis 4,986)
periphere Sättigung >90% bei Aufnahme im CAC			
ja	p<0,001	0,364	1,439 (1,327 bis 1,561)
komatöser Bewusstseinszustand bei Aufnahme im CAC			
ja	p<0,001	-0,455	0,635 (0,579 bis 0,695)
Vorhandensein einer Theapliemitterung			
ja	p<0,001	-3,491	0,030 (0,023 bis 0,040)
Eintreffzeit von Rettungsdienst/Notarzt/Notfallteam			
0- <3 min.	p<0,001		
3- <6 min.	p=0,093	-0,201	0,818 (0,647 bis 1,034)
6- <9 min.	p=0,001	-0,329	0,719 (0,587 bis 0,882)
9- <12 min.	p<0,001	-0,455	0,635 (0,502 bis 0,802)
>12 min.	p=0,007	-0,324	0,723 (0,572 bis 0,914)

Tab. 2: Signifikanzniveau, Regressionskoeffizient und Odds Ratio mit 95%-Konfidenzintervall für die gewählten und kategorisierten unabhängigen reanimations- und patientenbedingenden Variablen x (eigene Darstellung)

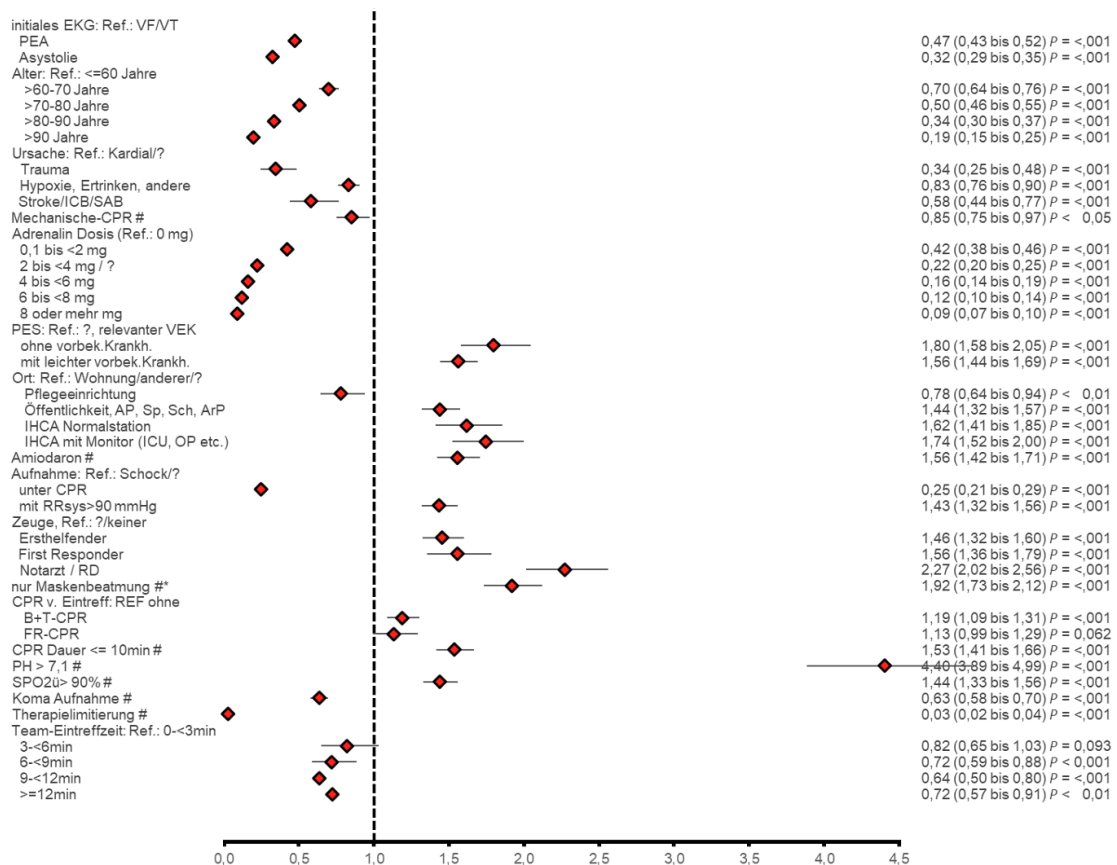


Abb. 11: Forest-Plot der gewählten und kategorisierten unabhängigen reanimations- und patientenbedingenden Variablen x mit Odds Ratio und 95%-Konfidenzintervall nach logistischer Regressionsanalyse

4.1.2 Entwicklung des CAC-CRAS-Score mittels multivariater logistischer Regression

Die Entwicklung des CAC-CRAS-Score erfolgte mittels schrittweise aufbauender multivariater logistischer Regressionsanalyse.

Hierbei wurde ein Basismodell aus Alter des Patienten in 10-Jahres-Abständen und der initiale EKG-Rhythmus (VF/VT, PEA oder Asystolie) gewählt. Zu diesem Basismodell wurden stufenweise die weiteren 16 unabhängigen reanimations- und patientenbedingenden Variablen x hinzugenommen

Die Überprüfung der Güte des Regressionsmodells erfolgte jeweils schrittweise mittels Nagelkerkes R^2 .

Nagelkerkes R^2 für das Basismodell aus Alter und initialem EKG lag bei 0,157. Führte die zusätzliche Variable x zu einer verbesserten Vorhersagekraft des Modells wurde

diese belassen und die nächste Variable x wurde hinzugefügt und das Model erneut getestet.

Nach Einschluss aller 18 Variablen x erzielte das finale Model ein Nagelkerkes R^2 -Wert von 0,505, was einer guten Erklärungsgüte entspricht.

Die folgende Tabelle (Tab. 3) zeigt den schrittweisen Aufbau des multivariaten logistischen Regressionsmodells mit den entsprechenden Nagelkerkes R^2 -Werten.

multivariate logistische Regressionsanalyse aufbauend auf das Basismodell + Variablen x	Nagelkerkes R^2
Basismodell (Alter und initialer EKG-Rhythmus)	0,157
+ Ursache des Herz-Kreislaufstillstandes	0,159
+ Einsatz mechanischer Reanimationshilfen	0,213
+ Adrenalindosis	0,373
+ PES	0,379
+ Ort des Herz-Kreislaufstill-Standes	0,397
+ Amiodarongabe	0,400
+ Kreislaufsituation zum Zeitpunkt der Aufnahme im CAC	0,434
+ Beobachtung des Herz-Kreislauf-Stillstandes	0,442
+ Atemwegsmanagement durch alleinige Maskenbeatmung	0,454
+ Durchführen von Reanimationsmaßnahmen vor Eintreffen Rettungsdienst/Notarzt/Notfallteam	0,455
+ Reanimationsdauer <10 min.	0,458
+ pH-Wert >7,1 bei Aufnahme im CAC	0,461
+ periphere Sauerstoffsättigung >90% bei Aufnahme im CAC	0,463
+ komatöser Bewusstseinszustand bei Aufnahme im CAC	0,467
+ Vorhandensein einer Therapielimitierung	0,505
+ Eintreffzeit von Rettungsdienst/Notarzt/Notfallteam	0,505

Tab. 3: Nagelkerkes R^2 -Werte für den stufenweisen Aufbau der multivariaten logistischen Regressionsanalyse (eigene Darstellung)

Dies erlaubte uns im Anschluss bei o. g. guter Güte des multivariaten logistischen Regressionsmodells zur Berechnung des CAC-CRAS-Score alle Variablen x in eine logistische Funktion zu überführen. Diese lautet:

$$f_{(x)} = 1/(1+e^{-x})$$

$f_{(x)}$...spezifische Überlebenschance mit einem guten neurologischen Outcome (CPC 1 und 2) nach außer- bzw. innerklinischem Herz-Kreislauf-Stillstand und Versorgung in einem deutschen CAC

x ...unabhängige reanimations- und/oder patientenbedingende Variable

Entsprechend dieser Formel ist es nun möglich für jeden Patienten und jedes CAC in Deutschland die spezifische Überlebenschance mit gutem neurologischem Outcome (CPC 1 und 2) zu berechnen. Die Konstante ergibt sich abschließend aus der multivariaten logistischen Regressionsanalyse mittels SPSS.

Die Gleichung lautet:

$$\begin{aligned}
 f(x) = & \\
 & \text{Konstante } 0,339 \\
 & + (-0,753 \times \text{PEA}) + (-1,131 \times \text{Asystolie}) \\
 & + (-0,361 \times \text{Alter } >60\text{-}70 \text{ Jahre}) + (-0,0691 \times \text{Alter } >70\text{-}80 \text{ Jahre}) + (-1,090 \times \text{Alter } >80\text{-}90 \text{ Jahre}) + (-1,640 \times \text{Alter } >90 \text{ Jahre}) \\
 & + (-1,068 \times \text{traumatische Ursache}) + (-0,189 \times \text{hypoxische Ursache}) + (-0,544 \times \text{ischämischer/hämorrhagischer Schlaganfall}) \\
 & + (-0,159 \times \text{Einsatz mechanischer Reanimationshilfen}) \\
 & + (-0,864 \times 0,1 \text{ bis } <2 \text{ mg Adrenalin}) + (-1,514 \times 2 \text{ bis } <4 \text{ mg Adrenalin}) + (-1,813 \times 4 \text{ bis } <6 \text{ mg Adrenalin}) + (-2,126 \times 6 \text{ bis } <8 \text{ mg Adrenalin}) + (-2,438 \times >8 \text{ mg Adrenalin}) \\
 & + (0,586 \times \text{fehlende relevante Vorerkrankungen}) + (0,447 \times \text{leichte relevante Vorerkrankungen}) \\
 & + (-0,252 \times \text{Ort ist stationäre Pflegeeinrichtung}) + (0,365 \times \text{Ort ist öffentlicher Raum}) + (0,481 \times \text{innerklinisch ohne Monitorüberwachung/Normalstation}) + (0,556 \times \text{innerklinisch mit Monitorüberwachung}) \\
 & + (0,0443 \times \text{erfolgte Amiodarongabe}) \\
 & + (-1,404 \times \text{Aufnahme CAC unter laufender Reanimation}) + (0,360 \times \text{RRsyst. } >90 \text{ mmHg bei Aufnahme im CAC}) \\
 & + (0,375 \times \text{Beobachtung durch Ersthelfer}) + (0,442 \times \text{Beobachtung durch First Responder}) + (0,821 \times \text{Beobachtung durch Rettungsdienst/Notarzt/Notfallteam}) \\
 & + (0,651 \times \text{alleinige Maskenbeatmung}) \\
 & + (0,174 \times \text{begonnene Laienreanimation/telefonangeleitet}) + (0,125 \times \text{begonnene Reanimation durch First Responder}) \\
 & + (0,428 \times \text{Reanimationsdauer } <10 \text{ Minuten}) \\
 & + (1,482 \times \text{pH-Wert } >7,1) \\
 & + (0,364 \times \text{periphere Sauerstoffsättigung } >90\%) \\
 & + (-0,455 \times \text{komatöser Bewusstseinszustand bei Aufnahme im CAC}) \\
 & + (-3,491 \times \text{Vorhandensein einer Therapielimitierung}) \\
 & + (-0,201 \times \text{Eintreffzeit } 3 \text{ bis } <6 \text{ Minuten}) + (-0,329 \times \text{Eintreffzeit } 6 \text{ bis } <9 \text{ Minuten}) + (-0,455 \times \text{Eintreffzeit } 9 \text{ bis } <12 \text{ Minuten}) + (-0,324 \times \text{Eintreffzeit } >12 \text{ Minuten})
 \end{aligned}$$

Abb. 12: Gleichung $f(x)$ zur Berechnung des CAC-CRAS-Score

4.1.3 Leistungs- und Vorhersagefähigkeit des CAC-CRAS-Score

Zur Bestimmung der Leistungsfähigkeit bzw. Überprüfung der Güte des entwickelten CAC-CRAS-Score führten wir eine ROC-Analyse für den Entwicklungs- und insbesondere für den Validierungsdatensatz durch. Die AUC wurden dabei mit ihrem 95%-Konfidenzintervall dargestellt.

Hierbei zeigte sich für den Entwicklungsdatensatz (n= 33.074) eine laut CAC-CRAS-Score vorhergesagte Gesamtüberlebenswahrscheinlichkeit mit gutem neurologischen Outcome (CPC 1 und 2) nach außer- und innerklinischem HKS von 23,98%. Tatsächlich lag diese bei 23,97% (95%-Konfidenzintervall: 23,51% bis 24,43%). Es liegt hier eine Genauigkeit von 0,01% vor und kein Unterschied zwischen vorhergesagtem Wert und tatsächlich erzielter CPC 1/2-Rate.

Für den Validierungsdatensatz (n= 16.786) sagt der CAC-CRAS-Score eine Überlebenswahrscheinlichkeit mit gutem neurologischen Outcome (CPC 1 und 2) nach außer- und innerklinischer Reanimation von 23,92% vorher. Beobachtet haben wir, dass 24,07% (95%-Konfidenzintervall: 23,43% bis 24,73%) mit einem guten neurologischen Outcome (CPC 1 und 2) überlebten. Für den Validierungssatz weichen Erwartungs- und beobachteter Wert nur um 0,16% voneinander ab und ohne signifikanten Unterschied zwischen vorhergesagtem Wert und tatsächlich erzielter CPC 1/2-Rate, da der CAC-CRAS-Wert innerhalb des 95%-Konfidenzintervalls von 23,43% bis 24,73% liegt.

Die AUC war sowohl im Entwicklungs- als auch im Validierungsdatensatz 0,89, was einer ausgezeichneten Leistungsfähigkeit bzw. Vorhersagefähigkeit entspricht (Entwicklungsdatensatz 95%-Konfidenzintervall: 0,884 bis 0,892 vs. Validierungsdatensatz 95%-Konfidenzintervall: 0,881 bis 0,892).

CPC12		Gültige Werte (listenweise)				Asymptotische Signifikanz ^b		Asymptotisches 95% Konfidenzintervall	
				Bereich	Standard fehler ^a			Untergrenze	Obergrenze
Positiv ^a			7928						
Negativ			25146						
Fehlend			0						
Gesamtsumme			33074	,889	,002	,000		,885	,893

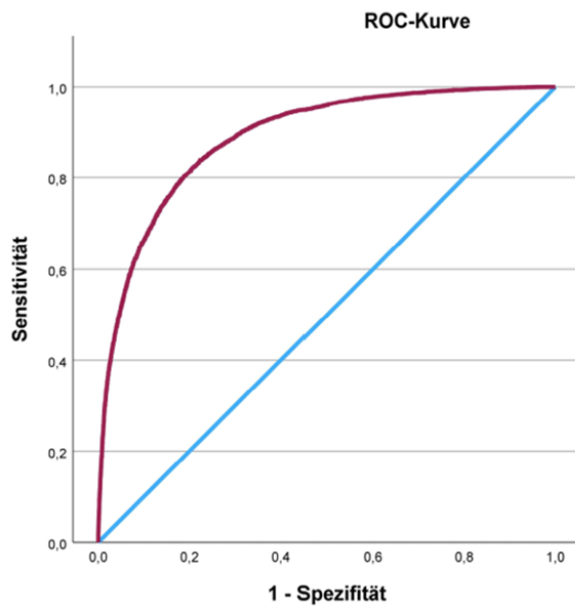


Abb. 14: ROC-Analyse bzw. AUC für die 33.074 Patienten des Entwicklungsdatensatzes

CPC12		Gültige Werte (listenweise)				Asymptotische Signifikanz ^b		Asymptotisches 95% Konfidenzintervall	
				Bereich	Standard fehler ^a			Untergrenze	Obergrenze
Positiv ^a			4041						
Negativ			12745						
Fehlend			0						
Gesamtsumme			16786	,888	,003	,000		,882	,893

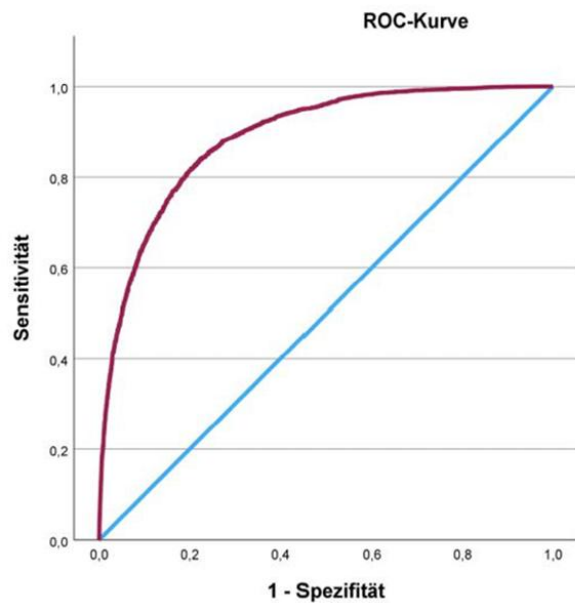


Abb. 15: ROC-Analyse bzw. AUC für die 16.786 Patienten des Validierungsdatensatzes

4.2 CAC-CRAS-Score für das Alb Fils Klinikum Göppingen

4.2.1 Zeitraum 2006 bis 2024

Zum Stichtag 16.11.2025 waren im Deutschen Reanimationsregister 152 Kliniken als Teilnehmer „Cardiac Arrest Center“ registriert, u. a. das Alb Fils Klinikum Göppingen wie dies die folgende Abbildung (Abb. 16) zeigt.

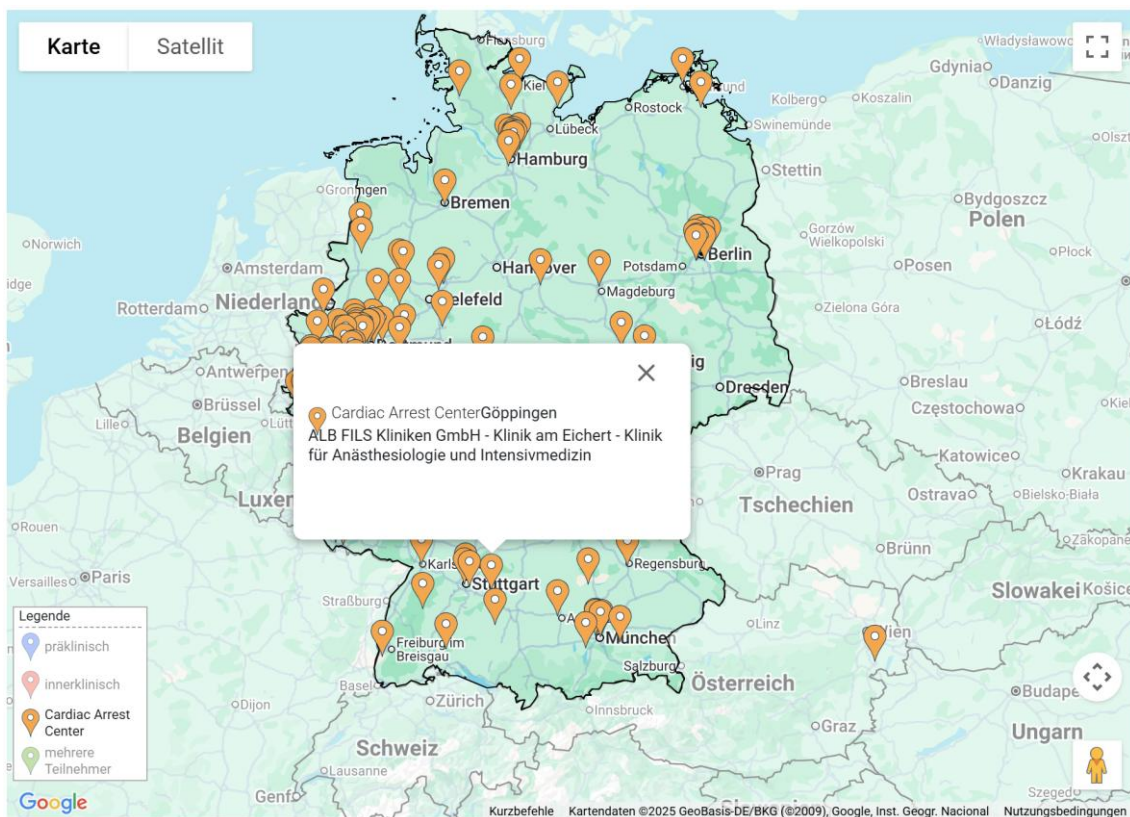


Abb. 16: Übersichtskarte der teilnehmenden Standorte „Cardiac Arrest Center“ des GRR (Stand vom 16.11.2025) (vgl. GRR, 2025, o. S.)

Für den Zeitraum vom 01.01.2006 bis zum 31.12.2024 konnten für das Alb Fils Klinikum Göppingen 1.475 Datensätze außer- und innerklinischer Reanimationen eingeschlossen werden.

Betrachten wir diesen Gesamtzeitraum errechnet sich über den CAC-CRAS-Score ein Erwartungswert von 23,38% bei einer tatsächlich beobachteten Überlebensrate mit gutem neurologischen Outcome (CPC 1 und 2) von 25,15% über alle Jahre. Wir können sagen, dass die in der Gesamtheit real beobachteten Outcome-Ergebnisse etwas besser waren als die Erwarteten laut CAC-CRAS-Score, aber ohne signifikanten Unterschied zwischen dem vorhergesagten Wert und der tatsächlich erzielten CPC 1/2-Rate, da der CAC-CRAS-Wert innerhalb des 95%-Konfidenzintervall von 22,96% bis 27,45% liegt.

Für eine umfassendere Bewertung der Ergebnisse für das Alb Fils Klinikum Göppingen erfolgte eine Teilung des Gesamtdatensatzes von 1.475 Registerdatensätzen in drei Gruppen mit vergleichbar großer Datensatzmenge. Gruppe eins betrachtete den Zeitraum vom 01.01.2006 bis 31.12.2015, Gruppe zwei den Zeitraum vom 01.01.2016 bis 31.12.2020 und Gruppe drei den Zeitraum vom 01.01.2021 bis zum 31.12.2024. Hierbei sehen wir, dass der Erwartungswert laut CAC-CRAS-Score über diese drei Gruppen stetig ansteigt, und zwar von 22,43% über 23,06% auf 24,73%. Bei den tatsächlich beobachteten Überlebensraten mit gutem neurologischen Outcome (CPC 1 und 2) sehen wir einen anderen, zwischenzeitlich gegenläufigen Trend. Lag diese in Gruppe eins noch bei 28,03% sank sie in Gruppe zwei auf 22,98% und stieg in Gruppe drei wieder auf 24,11% an. Dabei war in den Jahren 2006 bis 2015 die erreichte Rate von 28,03% (95%-Konfidenzintervall: 24,24% bis 32,07%) signifikant besser als vorhergesagt, da der CAC-CRAS-Wert mit 22,43% außerhalb des 95%-Konfidenzintervall lag. In den anderen Jahren lag der CAC-CRAS-Wert jeweils innerhalb des 95%-Konfidenzintervalls um die beobachtete CPC 1/2-Rate, weswegen die Unterschiede nicht signifikant sind.

Anzahl	Notarzt	Return of spont. Circulation [n, %]	Aufnahme ins Krankenhaus unter CPR in [n, %]	Aufnahme ins Krankenhaus mit ROSC in [n, %]	24 h Überleben [n, %]	ENT oder 30TÜ [n, %]	Entlassung mit CPC1o.2 oder mRS<3 [n, %]	95% Konfidenzinter vall für CPC1/2	C_CRASS-CPC12	Entlassung mit CPC3o.4 in [n, %]
GÖPPINGEN 1.475	93,58	92,27	13,22	86,78	56,95	27,93	25,15	22,96 27,45		2,31
						CAC-CRASS	23,38		-1,78	
GP_2006-2015 528	97,52	96,02	6,82	93,18	64,20	32,58	28,03	24,24 32,07		4,36
						CAC-CRASS	22,43		-5,60	
GP_2016-2020 470	94,58	92,34	13,83	86,17	52,77	25,11	22,98	19,25 27,05		1,70
						CAC-CRASS	23,06		0,08	
GP_2021-2024 477	90,82	88,05	19,71	80,29	53,04	25,58	24,11	20,34 28,21		0,63
						CAC-CRASS	24,73		0,62	

Abb. 17: CAC-CRAS-Score für das Alb Fils Klinikum Göppingen über den Gesamtzeitraum als auch für die drei Teilbeobachtungsgruppen

Gemessen am CAC-CRAS-Score bedeutet dies, dass die Postreanimationsversorgung im Alb Fils Klinikum Göppingen in den Jahren 2006 bis 2015 besser als vorhergesagt war und danach im Bereich der Vorhersage lag.

	GÖPPINGEN		2006-2015	2021-2024	p-Wert	OR (95% KI)
ANZAHL	1.475	528	477			
Männlich [n, (%)]	973 (66,0)	354 (67,0)	325 (68,1)	0,713	0,95 (0,73-1,24)	
Altersgruppe <= 60 Jahre	328 (22,3)	121 (23,1)	109 (23,0)	0,985	1,00 (0,75-1,35)	
60 bis <= 70 Jahre [n, (%)]	303 (20,5)	111 (21,0)	98 (20,5)	0,851	1,03 (0,76-1,40)	
70 bis <= 80 Jahre [n, (%)]	435 (29,5)	182 (34,4)	119 (24,9)	< 0,001	1,58 (1,20-2,08)	
80 bis <= 90 Jahre [n, (%)]	352 (23,8)	102 (19,3)	131 (27,4)	< 0,01	0,63 (0,47-0,85)	
> 90 Jahre [n, (%)]	57 (3,9)	12 (2,3)	20 (4,2)	0,084	0,53 (0,26-1,10)	
Alter [Jahre, MW, STD]	70,2 (14,3)	69,1 (13,9)	70,6 (14,2)	0,110	14,06 (0,89-1,60)	
Pre-Emergency-Status = 0 [n, (%)]	64 (4,3)	4 (0,8)	25 (5,2)	< 0,001	0,14 (0,05-0,40)	
PES = 25 [n, (%)]	303 (20,5)	16 (3,0)	152 (31,9)	< 0,001	0,07 (0,04-0,11)	
PES = 50 [n, (%)] unbekannt	584 (39,6)	478 (90,5)	39 (8,2)	< 0,001		
PES = 75 [n, (%)]	437 (29,6)	26 (4,9)	225 (47,2)	< 0,001	0,06 (0,04-0,09)	
PES = 100 [n, (%)]	87 (5,9)	4 (0,8)	36 (7,5)	< 0,001	0,09 (0,03-0,26)	
Ort (Wohnung?/anderer) [n, (%)]	730 (49,5)	294 (55,7)	217 (45,5)	< 0,01	1,51 (1,17-1,93)	
Pflegeeinrichtung [n, (%)]	39 (2,6)	17 (3,2)	8 (1,7)	0,117	1,95 (0,83-4,56)	
Arbeitsplatz, Sport,	43 (2,9)	16 (3,0)	15 (3,1)	0,917	0,96 (0,47-1,97)	
Arztpraxis [n, (%)]	34 (2,3)	21 (4,0)	7 (1,5)	< 0,05		
Öffentlicher Raum [n, (%)]	238 (16,1)	88 (16,7)	81 (17,0)	0,894	0,98 (0,70-1,36)	
Zeuge: Bystander [n, (%)]	627 (42,5)	238 (45,1)	186 (39,0)	0,051	1,28 (1,00-1,65)	
First responder [n, (%)]	222 (15,1)	47 (8,9)	93 (19,5)	< 0,001	0,40 (0,28-0,59)	
EMS / NA / RTW [n, (%)]	213 (14,4)	80 (15,2)	69 (14,5)	0,760	1,06 (0,74-1,50)	
First-Responder-CPR [n, (%)]	340 (26,9)	077 (17,2)	141 (34,6)	< 0,001	0,39 (0,29-0,54)	
NotfallzeugInnen-/	351 (27,8)	80 (17,9)	139 (34,1)	< 0,001	0,42 (0,31-0,58)	
Telefon CPR [n, (%)]	187 (14,8)	14 (3,1)	82 (20,1)	< 0,001	0,13 (0,07-0,23)	
No-Flow-Time: Kollaps bis CPR [min; MW; STD]	6,10 (6,57)	4,57 (5,17)	6,92 (6,54)	< 0,001		
Alarm bis Stopp 1. Fahrzeug [min; MW; STD]	6,90 (3,44)	6,34 (3,32)	6,78 (3,38)	0,083		
Alarm bis Stopp NEF+RTW [min; MW; STD]	8,94 (3,65)	9,23 (3,51)	7,66 (3,33)	< 0,001	0,00 (0,00-4,41)	
Alarm bis Stopp 1. Fahrzeug in 8 min [%]	717 (68,4)	323 (75,3)	221 (67,4)	< 0,05	1,48 (1,07-2,03)	
Alarm bis Stopp NEF+RTW in 8 min [%]	243 (44,9)	145 (43,0)	73 (55,3)	< 0,05	0,61 (0,41-0,92)	
Alarm bis Beatmung	7,10 (6,31)	6,97 (4,05)	6,34 (5,70)	0,330	0,00 (0,00-0,97)	
VF: Alarm bis 1. Defibrillation	9,56 (7,33)	10,56 (6,06)	8,97 (9,16)	0,089	0,01 (0,00-1,71)	
Alarm bis IVZ	11,32 (5,74)	11,21 (5,12)	11,07 (6,01)	0,745	0,00 (0,00-0,32)	
nicht VF: Alarm bis 1. Adrenalin [min; MW; STD]	12,47 (10,08)	13,92 (9,27)	11,72 (10,79)	< 0,05		
Alarm bis endotracheale Intubation	13,84 (9,83)	14,29 (7,98)	13,91 (12,83)	0,632	0,01 (0,00-0,48)	
Alarm bis ROSC	20,80 (14,13)	21,37 (11,87)	19,48 (13,91)	< 0,05	0,01 (0,00-2,07)	
Alarm bis Übergabe	54,39 (23,19)	52,56 (16,87)	56,93 (25,30)	< 0,01	0,01 (0,00-2,94)	
alert to death	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	
Ursache: kardial [n, (%)]	855 (58,0)	352 (66,7)	249 (52,2)	< 0,001	1,83 (1,42-2,36)	
Hypoxie / respiratorisch [n, (%)]	310 (21,0)	86 (16,3)	109 (22,9)	< 0,01	0,66 (0,48-0,90)	
Trauma [n, (%)]	23 (1,6)	12 (2,3)	4 (0,8)	0,070		
Beinahe Ertrinken [n, (%)]	001 (0,1)	01 (0,2)	00 (0,0)	#DIV/0!	#DIV/0!	
Stroke/ICB/SAB	18 (1,2)	9 (1,7)	4 (0,8)	0,225		
kardial+unbekannt [n, (%)]	1.062 (72,0)	404 (76,5)	338 (70,9)	< 0,05	1,34 (1,01-1,78)	
Erster Rhythmus VF/pVT/? [n, (%)]	555 (37,6)	239 (45,3)	159 (33,3)	< 0,001	1,65 (1,28-2,14)	
Erster Rhythmus PEA [n, (%)]	428 (29,0)	117 (22,2)	161 (33,8)	< 0,001	0,56 (0,42-0,74)	
Erster Rhythmus Asystolie [n, (%)]	492 (33,4)	172 (32,6)	157 (32,9)	0,909	0,98 (0,76-1,28)	
Adrenalin [n, (%)]	1.189 (80,6)	426 (80,7)	388 (81,3)	0,790	0,96 (0,70-1,31)	
Amiodaron [n, (%)]	368 (24,9)	155 (29,4)	111 (23,3)	< 0,05	1,37 (1,03-1,82)	
Atropin [n, (%)]	119 (8,1)	77 (14,6)	13 (2,7)	< 0,001		
Natriumbikarbonat [n, (%)]	67 (4,5)	51 (9,7)	10 (2,1)	< 0,001		
Defibrillation [n, (%)]	730 (49,5)	366 (69,3)	192 (40,3)	< 0,001	3,35 (2,59-4,35)	
Nicht RD Defibrillation [n, (%)]	44 (3,0)	14 (2,7)	13 (2,7)	0,942	0,97 (0,45-2,09)	
Endotracheale Intubation (ETI) [n, (%)]	1.203 (81,6)	462 (87,5)	390 (81,8)	< 0,05	1,56 (1,10-2,21)	
ETI mit Videolaryngoskopie [n, (%)]	85 (5,8)	0 (0,0)	69 (14,5)	#DIV/0!	#DIV/0!	
SCA [n, (%)]	161 (10,9)	30 (5,7)	56 (11,7)	< 0,001	0,45 (0,29-0,72)	
SGA ausschließl. [n, (%)]	80 (5,4)	12 (2,3)	25 (5,2)	< 0,05	0,42 (0,21-0,85)	
Feedback System [n, (%)]	145 (9,8)	5 (0,9)	28 (5,9)	< 0,001	0,15 (0,06-0,40)	
mechanische CPR [n, (%)]	115 (7,8)	2 (0,4)	71 (14,9)	< 0,001	0,02 (0,01-0,09)	
IVZ [n, (%)]	1.177 (79,8)	456 (86,4)	357 (74,8)	< 0,001	2,13 (1,54-2,94)	
IOZ [n, (%)]	100 (6,8)	7 (1,3)	54 (11,3)	< 0,001	0,11 (0,05-0,23)	
TTM [n; % aller aufgenommener Patienten]	553 (37,5)	235 (44,5)	153 (32,1)	< 0,001	1,70 (1,31-2,20)	
Koronarangiographie [n; % aller aufgenommener	422 (28,6)	108 (20,5)	153 (32,1)	< 0,001	0,54 (0,41-0,72)	
RACA-Score [min; MW; STD]	45,6 (15,6)	46,5 (16,1)	45,5 (14,9)	0,316	15,58 (0,98-1,00)	
ROSC Rate [n, (%)]	1.361 (92,3)	507 (96,0)	420 (88,1)	< 0,001	3,28 (1,95-5,49)	
Krankenhausaufnahme mit CPR [n, (%)]	195 (13,2)	36 (6,8)	94 (19,7)	< 0,001	0,30 (0,20-0,45)	
Krankenhausaufnahme mit ROSC [n, (%)]	1.280 (86,8)	492 (93,2)	383 (80,3)	< 0,001	3,35 (2,23-5,04)	
Fehlende Daten: Versorgung im Krankenhaus [%]	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)			
24 h Überleben [n, (%)]	840 (56,9)	339 (64,2)	253 (53,0)	< 0,001	1,59 (1,23-2,05)	
30-Tage Überleben / Überleben bis Krankenhaus-	412 (27,9)	172 (32,6)	122 (25,6)	< 0,05	1,41 (1,07-1,85)	
Krankenhausausschussung mit CPC1/2 [n, (%)]	371 (25,2)	148 (28,0)	115 (24,1)	0,158	1,23 (0,92-1,63)	
CAC_CRAS	23,4 (27,8)	22,4 (22,8)	24,7 (30,2)	< 0,001		
Krankenhausausschussung mit CPC3/4 [n, (%)]	34 (2,3)	23 (4,4)	3 (0,6)	< 0,001	7,20 (2,15-24,12)	
Fehlende Daten: CPC Status [% aufgenommener	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)			

Abb. 18: Vergleich der Ergebnisse für das Alb Fils Klinikum Göppingen für die Zeiträume 2005 bis 2016 und 2021 bis 2024

4.2.2 Das Ergebnis für das Alb Fils Klinikum Göppingen im Gesamtvergleich zu allen übrigen CA-Centren für die Jahre 2021 bis 2024

Für den Zeitraum vom 01.01.2021 bis zum 31.12.2024 konnten für das Alb Fils Klinikum Göppingen 477 Datensätze betrachtet werden, im Gegensatz dazu 19.649 Datensätze in allen anderen registrierten CAC in Deutschland (Abb. 19 und Abb. 20).

Anzahl	Notarzt	Return of spont. Circulation [n, %]	Aufnahme ins Krankenhaus unter CPR in [n, %]	Aufnahme ins Krankenhaus mit ROSC in [n, %]	24 h Überleben [n, %]	ENT oder 30TÜ [n, %]	Entlassung mit CPC1o.2 oder mRS<3 [n, %]	95% Konfidenzinter vall für CPC1/2		C_CRASS-CPC12	Entlassung mit CPC3o.4 in [n, %]
GP_2021-2024 477	90,82	88,05	19,71	80,29	53,04	25,58	24,11	20,34	28,21		0,63
						CAC-CRASS	24,73			0,62	
ALL-GP_2021_24 19.649	85,77	85,28	24,22	75,78	57,20	27,23	23,23	22,64	23,83		2,74
						CAC-CRASS	23,65			0,42	

Abb. 19: Daten des Alb Fils Klinikum Göppingen vs. die Gesamtheit aller CA-Centren ohne Göppingen für die Jahre 2021 bis 2024

Um die Versorgungsqualität auf der Intensivstation des Alb Fils Klinikums beurteilen zu können, wird der CAC-CRAS-Score mit der CPC 1 und 2 Rate verglichen. Der Erwartungswert für das Überleben nach außer- und innerklinischem HKS mit einem guten neurologischen Outcome (CPC 1 und 2) liegt bei 24,73%, real beobachteten wir eine CPC 1/2-Überlebensrate von 24,11%. Die CPC 1/2-Rate ist für Göppingen etwas geringer als erwartet, liegt aber im Erwartungsbereich (95%-Konfidenzintervall: 20,34% bis 28,21%).

Im Vergleich zeigt sich für alle übrigen CA-Centren für 2021 bis 2024 ein Erwartungswert laut CAC-CRAS-Score von 23,65% bei einer real beobachteten CPC 1/2-Rate von 23,23%. Hier ist ebenfalls der Erwartungswert höher als der beobachtete Wert, wobei dieser auch im Erwartungsbereich liegt (95%-Konfidenzintervall: 22,64% bis 23,83%).

	ALLE	GP_2021-2024	ALL-GP_2021_24		
ANZAHL	49.860	477	19.649	p-Wert	OR (95% KI)
Männlich [n, (%)]	33.241 (66,7)	325 (68,1)	13.179 (67,1)	0,626	1,05 (0,86-1,28)
Altersgruppe <= 60 Jahre	13.182 (26,4)	109 (23,0)	5.122 (26,1)	0,134	0,85 (0,68-1,05)
60 bis <= 70 Jahre [n, (%)]	11.155 (22,4)	98 (20,5)	4.727 (24,1)	0,072	0,81 (0,65-1,02)
70 bis <= 80 Jahre [n, (%)]	13.286 (26,6)	119 (24,9)	4.816 (24,5)	0,846	1,02 (0,83-1,26)
80 bis <= 90 Jahre [n, (%)]	10.560 (21,2)	131 (27,4)	4.325 (22,0)	< 0,01	1,34 (1,09-1,64)
> 90 Jahre [n, (%)]	1.677 (3,4)	20 (4,2)	659 (3,4)	0,320	1,26 (0,80-1,98)
Alter [Jahre, MW, STD]	68,3 (15,1)	70,6 (14,2)	68,2 (15,3)	< 0,001	
Pre-Emergency-Status = 0 [n, (%)]	3.794 (7,6)	25 (5,2)	1.609 (8,2)	< 0,05	0,62 (0,41-0,93)
PES = 25 [n, (%)]	11.956 (24,0)	152 (31,9)	5.333 (27,1)	< 0,05	1,26 (1,03-1,53)
PES = 50 [n, (%)] unbekannt	11.564 (23,2)	39 (8,2)	3.126 (15,9)	< 0,001	0,47 (0,34-0,65)
PES = 75 [n, (%)]	18.751 (37,6)	225 (47,2)	8.126 (41,4)	< 0,05	1,27 (1,06-1,52)
PES = 100 [n, (%)]	3.795 (7,6)	36 (7,5)	1.455 (7,4)	0,907	1,02 (0,72-1,44)
Ort (Wohnung/?/anderer) [n, (%)]	23.118 (46,4)	217 (45,5)	9.212 (46,9)	0,548	0,95 (0,79-1,13)
Pflegeeinrichtung [n, (%)]	2.535 (5,1)	8 (1,7)	978 (5,0)	< 0,001	0,33 (0,16-0,66)
Arbeitsplatz, Sport,	1.674 (3,4)	15 (3,1)	646 (3,3)	0,862	0,96 (0,57-1,61)
Arztpraxis [n, (%)]	908 (1,8)	7 (1,5)	351 (1,8)	0,603	0,82 (0,39-1,74)
Öffentlicher Raum [n, (%)]	8.026 (16,1)	81 (17,0)	3.143 (16,0)	0,562	1,07 (0,84-1,37)
Zeuge: Bystander [n, (%)]	20.077 (40,3)	186 (39,0)	7.903 (40,2)	0,589	0,95 (0,79-1,14)
First responder [n, (%)]	7.906 (15,9)	93 (19,5)	3.349 (17,0)	0,160	1,18 (0,94-1,48)
EMS / NA / RTW [n, (%)]	9.042 (18,1)	69 (14,5)	3.483 (17,7)	0,065	0,78 (0,61-1,02)
First-Responder-CPR [n, (%)]	11.153 (27,3)	141 (34,6)	4642 (28,7)	< 0,05	1,31 (1,07-1,61)
NotfallzeugInnen-/	14.749 (36,1)	139 (34,1)	6.679 (41,3)	< 0,01	0,73 (0,60-0,90)
Telefon CPR [n, (%)]	7.491 (18,4)	82 (20,1)	3.959 (24,5)	< 0,05	0,78 (0,61-0,99)
No-Flow-Time: Kollaps bis CPR [min; MW; STD]	3,81 (5,48)	6,92 (6,54)	3,66 (5,44)	< 0,001	
Alarm bis Stopp 1. Fahrzeug [min; MW; STD]	6,21 (3,52)	6,78 (3,38)	6,52 (3,54)	0,197	
Alarm bis Stopp NEF+RTW [min; MW; STD]	8,74 (4,53)	7,66 (3,33)	9,24 (4,54)	< 0,001	
Alarm bis Stopp 1. Fahrzeug in 8 min [%]	28.524 (78,7)	221 (67,4)	10.868 (77,2)	< 0,001	0,61 (0,48-0,77)
Alarm bis Stopp NEF+RTW in 8 min [%]	12.770 (48,1)	73 (55,3)	4.596 (43,9)	< 0,01	1,58 (1,12-2,23)
Alarm bis Beatmung	8,86 (7,03)	6,34 (5,70)	9,32 (7,07)	< 0,001	
VF: Alarm bis 1. Defibrillation	10,57 (10,29)	8,97 (9,16)	10,85 (11,41)	0,089	
Alarm bis IVZ	14,28 (6,41)	11,07 (6,01)	14,82 (6,39)	< 0,001	
nicht VF: Alarm bis 1. Adrenalin [min; MW; STD]	14,37 (13,13)	11,72 (10,79)	15,19 (14,35)	< 0,001	
Alarm bis endotracheale Intubation	17,71 (14,26)	13,91 (12,83)	19,14 (15,73)	< 0,001	
Alarm bis ROSC	21,95 (15,14)	19,48 (13,91)	21,90 (15,01)	< 0,01	
Alarm bis Übergabe	57,54 (24,15)	56,93 (25,30)	59,28 (24,25)	0,053	
Ursache: kardial [n, (%)]	30.848 (61,9)	249 (52,2)	11.906 (60,6)	< 0,001	0,71 (0,59-0,85)
Hypoxie / respiratorisch [n, (%)]	9.226 (18,5)	109 (22,9)	3.962 (20,2)	0,149	1,17 (0,94-1,46)
Trauma [n, (%)]	875 (1,8)	4 (0,8)	351 (1,8)	0,120	0,46 (0,17-1,25)
Beinahe Ertrinken [n, (%)]	199 (0,4)	00 (0,0)	77 (0,4)		
Stroke/ICB/SAB	715 (1,4)	4 (0,8)	274 (1,4)	0,304	0,60 (0,22-1,61)
kardial+unbekannt [n, (%)]	35.741 (71,7)	338 (70,9)	13.664 (69,5)	0,536	1,07 (0,87-1,30)
Erster Rhythmus VF/pVT? [n, (%)]	16.870 (33,8)	159 (33,3)	6.172 (31,4)	0,372	1,09 (0,90-1,32)
Erster Rhythmus PEA [n, (%)]	14.966 (30,0)	161 (33,8)	6.437 (32,8)	0,648	1,05 (0,86-1,27)
Erster Rhythmus Asystolie [n, (%)]	18.024 (36,1)	157 (32,9)	7.040 (35,8)	0,189	0,88 (0,72-1,07)
Adrenalin [n, (%)]	38.113 (76,4)	388 (81,3)	14.806 (75,4)	< 0,01	1,43 (1,13-1,80)
Amiodaron [n, (%)]	11.160 (22,4)	111 (23,3)	3.935 (20,0)	0,081	1,21 (0,98-1,50)
Atropin [n, (%)]	3.569 (7,2)	13 (2,7)	798 (4,1)	0,143	0,66 (0,38-1,15)
Natriumbikarbonat [n, (%)]	2.641 (5,3)	10 (2,1)	894 (4,5)	< 0,05	0,45 (0,24-0,84)
Defibrillation [n, (%)]	21.793 (43,7)	192 (40,3)	8.127 (41,4)	0,627	0,96 (0,79-1,15)
Nicht RD Defibrillation [n, (%)]	1.751 (3,5)	13 (2,7)	775 (3,9)	0,175	0,68 (0,39-1,19)
Endotracheale Intubation (ETI) [n, (%)]	38.777 (77,8)	390 (81,8)	15.118 (76,9)	< 0,05	1,34 (1,06-1,70)
ETI mit Videolaryngoskopie [n, (%)]	5.036 (10,1)	69 (14,5)	3.551 (18,1)	< 0,05	0,77 (0,59-0,99)
SGA [n, (%)]	12.052 (24,2)	56 (11,7)	4.927 (25,1)	< 0,001	0,40 (0,30-0,53)
SGA ausschließlich [n, (%)]	4.346 (8,7)	25 (5,2)	1.522 (7,7)	< 0,05	0,66 (0,44-0,99)
Feedback System [n, (%)]	8.878 (17,8)	28 (5,9)	5.041 (25,7)	< 0,001	0,18 (0,12-0,27)
mechanische CPR [n, (%)]	8.455 (17,0)	71 (14,9)	4.115 (20,9)	< 0,01	0,66 (0,51-0,85)
IVZ [n, (%)]	37.589 (75,4)	357 (74,8)	14.455 (73,6)	0,532	1,07 (0,87-1,32)
IOZ [n, (%)]	6.260 (12,6)	54 (11,3)	2.983 (15,2)	< 0,05	0,71 (0,54-0,95)
TTM [n; % aller aufgenommener Patienten]	13.046 (26,2)	153 (32,1)	4.677 (23,8)	< 0,001	1,51 (1,24-1,84)
Koronarangiographie [n; % aller aufgenommener	15.874 (31,8)	153 (32,1)	6.071 (30,9)	0,582	1,06 (0,87-1,28)
RACA-Score [min; MW; STD]	44,8 (15,4)	45,5 (14,9)	44,7 (15,2)	0,256	
ROSC Rate [n, (%)]	43.091 (86,4)	420 (88,1)	16.756 (85,3)	0,091	1,27 (0,96-1,68)
Krankenhausaufnahme mit CPR [n, (%)]	10.894 (21,8)	94 (19,7)	4.759 (24,2)	< 0,05	0,77 (0,61-0,96)
Krankenhausaufnahme mit ROSC [n, (%)]	38.966 (78,2)	383 (80,3)	14.890 (75,8)	< 0,05	1,30 (1,04-1,64)
<i>Fehlende Daten: Versorgung im Krankenhaus [%]</i>	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)		
24 h Überleben [n, (%)]	28.892 (57,9)	253 (53,0)	11.239 (57,2)	0,070	0,85 (0,70-1,01)
30-Tage Überleben / Überleben bis Krankenhaus-	14.228 (28,5)	122 (25,6)	5.350 (27,2)	0,423	0,92 (0,75-1,13)
Krankenhausausschuss mit CPC1/2 [n, (%)]	11.969 (24,0)	115 (24,1)	4.565 (23,2)	0,654	1,05 (0,85-1,30)
CAC_CRAS [%; MW; STD]	24,0 (27,1)	24,7 (30,2)	23,6 (28,0)	< 0,001	
Krankenhausausschuss mit CPC3/4 [n, (%)]	1.706 (3,4)	3 (0,6)	538 (2,7)	< 0,01	0,22 (0,07-0,70)
<i>Fehlende Daten: CPC Status [% aufgenommener</i>	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)		

Abb. 20: Daten des Alb Fils Klinikum Göppingen vs. die Gesamtheit aller CA-Centren ohne Göppingen für die Jahre 2021 bis 2024; beachte Krankenhausausschussrate mit einem schlechten neurologischen Outcome (CPC 3 und 4)

Isoliert das Jahr 2024 betrachtet konnten wir für das Alb Fils Klinikum Göppingen 131 Datensätze nach außer- und innerklinischer Reanimation in die Berechnung einschließen. Es ergab sich ein Erwartungswert von 24,85% laut CAC-CRAS-Score. Real wurden 37 (28,24%) der 131 Patienten lebend entlassen, 35 von ihnen mit einem CPC von 1 oder 2. Dies entspricht einer tatsächlich beobachteten Überlebensrate mit gutem neurologischen Outcome (CPC 1 und 2) von 26,72%.

Bei 33,1% wurde eine Akut-Koronarangiographie, 27,7% wurden invasiv in Rahmen der Postreanimationsbehandlung gekühlt (vgl. GRR (1), 2025, S. 1-60).

Das innerklinische Notfallteam des Alb Fils Klinikum Göppingen wurde vom 01.01.2024 bis zum 31.12.2024 zu 95 innerklinischen HKS hinzugerufen. In allen Fällen wurde eine Reanimation durchgeführt. Dies entspricht einer Inzidenz von 3,2/1.000 stationären Fällen und Jahr für das Klinikum. In 38 Fällen (40%) erreichte der Patient die nächstversorgende innerklinische Einheit unter laufender Reanimation oder ROSC. Von diesen wurden zwölf (31,58%) lebend und alle mit gutem neurologischen Outcome (CPC 1 und 2) im Sinne der Forschungsfrage entlassen. Es zeigte sich eine absolute Krankenhausentlassrate mit gutem neurologischen Outcome (CPC 1 und 2) von 12,6% nach innerklinischem HKS, was deutlich schlechter als der Erwartungswert laut CAC-CRAS-Score ist.

Das Durchschnittsalter der Reanimierten lag bei 75,4 Jahren und in 87,5% erreichte das Notfallteam innerhalb von maximal drei Minuten den Einsatzort. In 85 Fällen (89,47%) wurde vor Eintreffen des Notfallteams mit BLS-Maßnahmen begonnen. 25,6% wurden einer Akut-Koronarangiographie zugeführt, 17,9% wurden entsprechend den geltenden Leitlinien in den ersten 24 Stunden nach HKS kontrolliert gekühlt (vgl. GRR (2), 2025, S. 2-72).

5. Diskussion

5.1 CAC-CRAS-Score – ein valides Instrument zur Vorhersage der CAC-spezifischen Überlebenschancen mit gutem neurologischen Outcome (CPC 1 und 2) nach außer- und innerklinischem Herz-Kreislauf-Stillstand

Die hier vorliegende Master-Thesis zeigt die Entwicklung eines universell und einfach zu berechnenden Score zur Prognoseabschätzung nach HKS und Versorgung in einem deutschen CAC. Voraussetzung für die weiterführende Versorgung war das Erreichen der versorgenden innerklinischen Einheit mit ROSC oder unter laufender CPR. Der CAC-CRAS-Score ist in der Lage, die Überlebenschancen mit gutem neurologischen Outcome (CPC 1 und 2) nach außer- und innerklinischem HKS zu berechnen und dies mit einer ausgezeichneten Vorhersagekraft.

Alle der 18 betrachteten reanimations- oder patientenspezifischen Variablen x des Scores haben für sich allein betrachtet bereits einen signifikanten Einfluss, egal ob positiv oder negativ, auf das Überleben mit einem guten neurologischen Outcome (CPC 1 und 2).

Positiv das Überleben nach außer- oder innerklinischem HKS beeinflussend zeigten sich: keine oder leichte Vorerkrankungen (PES), das sich Ereignis des HKS im öffentlichen Raum und innerklinisch, die Applikation von Amiodaron, ein systolischer Blutdruck >90 mmHg zum Zeitpunkt des Erreichens der weiterversorgenden Einheit, das Beobachten des HKS, egal von wem, die zügige Maskenbeatmung im Rahmen der BLS bzw. das überhaupt Durchführen von mindestens BLS, eine Reanimationsdauer <10 Minuten, ein pH-Wert $>7,1$ und eine periphere Sauerstoffsättigung $>90\%$ bei Aufnahme bzw. Übernahme.

Dagegen sich negativ das Outcome auswirkend sind: die PEA und Asystolie als ersten EKG-Rhythmus, das Alter >60 Jahre, eine traumatische und hypoxische Genese des HKS bzw. der Schlaganfall als Ursache, der Einsatz mechanischer Reanimationshilfen, die notwendig wiederholte Gabe von Adrenalin (als Surrogatparameter einer länger dauernden Reanimation), der HKS in einer stationären Pflegeeinrichtung, das Erreichen der weiterversorgenden innerklinischen Einheit unter laufender CPR, ein komatöser Bewusstseinszustand nach ROSC, das Vorhandensein von Therapielimitierungen und das späte Eintreffen von Rettungsdienst und Notarzt bzw. des Notfallteams.

Der CAC-CRAS-Score führt alle ausgewählten Variablen x stufenweise durch eine binär logistische multivariate Regressionsanalyse zusammen und präsentiert über eine logistische Funktion einen Erwartungswert für das Überleben nach außer- und innerklinischem HKS mit einem guten neurologischen Outcome (CPC 1 und 2). Dieser Wert kann entsprechend spezifisch für jeden Patienten in jedem CAC Deutschlands leicht berechnet werden.

Die Güteüberprüfung der Vorhersagewahrscheinlichkeit zeigt hierbei ausgezeichnete Ergebnisse. Sowohl für den Entwicklungsdatensatz mit $n= 33.074$, als auch für den Validierungsdatensatz mit $n= 16.786$ zeigt sich in der ROC-Analyse eine AUC von 0,89 (Entwicklungsdatensatz 95%-Konfidenzintervall: 0,884 bis 0,892 vs. Validierungsdatensatz 95%-Konfidenzintervall: 0,881 bis 0,892).

Dies bekräftigen auch die erwarteten und tatsächlich beobachteten Überlebensraten mit gutem neurologischen Outcome (CPC 1 und 2) der beiden Datensätze. Für den Entwicklungsdatensatz sehen wir mit einer Genauigkeit von 0,01% ein tatsächlich beobachtetes Überleben mit einem guten neurologischen Outcome (CPC 1 und 2) von 23,97% bei einem Erwartungswert von 23,98%. Ein ähnliches Ergebnis zeigt sich bei der Betrachtung des Validierungsdatensatzes. Hier liegt eine Genauigkeit von gerundet 0,16% vor bei einem Erwartungswert von 23,92% und einem tatsächlich beobachtetem Überleben mit einem guten neurologischen Outcome (CPC 1 und 2) von 24,07%.

Zum jetzigen Zeitpunkt ermöglichen zwei GRR eigene Scoring-Systeme - der RACA-Score und der CRASS – eine registerbasierte risikoadjustierte Analyse von Reanimationsdaten in Deutschland (vgl. Ristau et al., 2022, o. S.).

Der 2011 von Gräsner et al. entwickelte RACA-Score ermöglichte erstmals eine standardisierte risikoadjustierte Bewertung außerklinischer Reanimationsergebnisse. Auf der Grundlage verfügbarer reanimations- und patientenspezifischer Charakteristika erfolgte die Ergebnisadjustierung eines zu erwartenden und tatsächlich beobachteten ROSC nach außerklinischer Wiederbelebung. Mit einer AUC in der ROC-Analyse von 0,731 (95% Konfidenzintervall: 0,710 bis 0,751) ist dieser in seiner Leistungsfähigkeit als akzeptabel zu werten (vgl. Gräsner et al., 2011, o. S.; vgl. Seewald et al. (3), 2019, o. S.; vgl. Wnent et al., 2024, o.S.).

Seewald et al. führten 2019 diesen Gedanken fort und entwickelten mit dem CRASS ein Instrument zur Berechnung der zu erwarteten Überlebenswahrscheinlichkeit mit einem guten neurologischen Outcome (CPC 1 und 2) nach außerklinischem HKS und folgender stationärer Behandlung. Eingeschlossen wurden in diese Studie erstmals nicht nur Patienten die mit bereits ROSC das Krankenhaus erreichten, sondern auch Patienten

unter laufender CPR mit erreichtem ROSC innerklinisch. Die Berechnung des Scores erfolgte unter Einbeziehung der zum Zeitpunkt der Aufnahme bekannten reanimations- und patientenspezifischen Daten ohne Einbeziehung der weiteren innerklinischen Postreanimationsbehandlung. Somit kann mit dem CRASS die sich anschließende stationäre Behandlung nach außerklinischem HKS qualitativ beurteilt werden. Seewald et al. konnten für den CRASS eine ausgezeichnete Vorhersagegüte mit einer AUC in der ROC-Analyse von 0,88 (95% Konfidenzintervall: 0,87 bis 0,89 für den Entwicklungsdatensatz bzw. 0,86 bis 0,90 für den Validierungsdatensatz) zeigen (vgl. Seewald et al. (3), 2019, o. S.; vgl. Wnent et al., 2024, o. S.).

Weiterführend existieren im deutschsprachigen Raum keine ähnlichen Tools zur Vorhersage eines ROSC oder der Betrachtung des Überlebens unter Einbeziehung des neurologischen Outcomes.

Eine ähnliches Berechnungsinstrument, welches auf registerbasierten Daten aufbaut, entwickelten Hessulf et al. mit ihrem SCARS-Model 2023. Allerdings nur für den außerklinischen HKS. Alle außerklinischen im schwedischen Reanimationsregister dokumentierten HKS zwischen 2010 und 2020 wurden betrachtet. Es wurden initial 393 reanimations- und patientencharakteristische Daten evaluiert und die 20 am stärksten das Reanimationsergebnis beeinflussende in die Modelberechnung eingeschlossen. Primärer Endpunkt war hier das 30-Tage-Überleben, sekundärer Endpunkt das neurologische Outcome (CPC 1 und 2). Das SCARS-Model ist mit einer hervorragenden Leistungsgüte von AUC von 0,97 in der ROC-Analyse ein sehr gutes Entscheidungstool zur Outcome-Bewertung außerklinischer HKS in Notaufnahmen schwedischer Krankenhäuser, für den innerklinischen HKS ist es allerdings nicht geeignet (vgl. Hessulf et al., 2023, o. S.). Die Stärke dieses Models liegt in der außergewöhnlich hohen Variablenmenge von 393 gewählten prädiktiven Faktoren. Das schwedische staatliche Gesundheitssystem ermöglicht eine derart umfassende Erhebung von Gesundheitsparametern, die im Gegensatz zum CAC-CRAS-Score u. a. sozio-ökonomische Daten, Angaben über eine dauerhafte Medikamenteneinnahme und Komorbiditäten detailliert erfasst.

Der CAC-CRAS-Score kann sich in die bereits deutschlandweit vom GRR etablierten Qualitätsmanagementtools zur Ergebnisbewertung HKS einreihen. Er bietet den deutschen CAC und Intensivstationen nicht nur eine qualitativ hochwertige Analyse ihrer Ergebnisse zur Versorgung außerklinisch Reanimierter, sondern auch erstmalig eine ebenso qualitativ hochwertige Bewertung der Versorgung außer- und innerklinischer HKS mit dem Schwerpunkt des Überlebens mit einem gutem neurologischen Outcome (CPC 1 und 2). Dies ermöglicht den am GRR teilnehmenden CAC eine systematische

Performanceanalyse ihrer Gesamtleistung. Die Einbeziehung von insgesamt 18 signifikanten reanimations- und patientencharakteristischen Variablen lässt eine umfangreiche Struktur-, Prozess- und Ergebnisbewertung zu, auch im deutschlandweiten Vergleich zu anderen CAC.

5.2 Kritische Auseinandersetzung des CAC-CRAS-Score für das Alb Fils Klinikum Göppingen

5.2.1 Bewertung des CAC-CRAS-Score für das Alb Fils Klinikum Göppingen von 2006 bis 2024

Die intensivmedizinische Behandlungsqualität eines CA-Centrums kann durch den Vergleich zwischen Erwartungswert (CAC-CRAS-Score) und der tatsächlichen CPC1/2-Entlassungsrate quantifiziert und beurteilt werden. Diesen Vergleich haben wir für das Zentrum für Intensivmedizin des Alb Fils Klinikum für verschiedene Zeiträume und ergänzend im Vergleich mit alle übrigen Centren durchgeführt.

Betrachten wir den CAC-CRAS-Score für das Alb Fils Klinikum Göppingen für den Zeitraum vom 01.01.2006 bis zum 31.12.2024 können wir insgesamt 1.475 Fälle außer- und innerklinischer Wiederbelebungen einschließen. Erwartet wird entsprechend CAC-CRAS-Score ein Überleben mit gutem neurologischen Outcome (CPC 1 und 2) von 23,38% über diesen Gesamtzeitraum. Tatsächlich registriert ist eine CPC1/2-Überlebensrate von 25,15%. Dies ist offensichtlich erstmal positiv zu bewerten, bedarf aber einer differenzierten Bewertung bei Betrachtung des zeitlichen Verlaufs. Die Unterteilung der Gesamtdatensatzmenge in etwa gleich große Gruppen zeigt einen gegenläufigen Trend über die betrachteten Jahre – entsprechend den Registerdaten sehen wir über die Zeiträume 01.01.2006 bis 31.12.2015, 01.01.2016 bis 31.12.2020 und 01.01.2021 bis 31.12.2024 einen stetigen Anstieg des CAC-CRAS-Score-Erwartungswertes von 22,43% über 23,06% auf 24,73%. Gegenläufig zeigen sich die realen Überlebensraten nach außer- und innerklinischem HKS mit einem guten neurologischen Outcome (CPC 1 und 2) für diese drei beobachteten Zeiträume. Fiel diese zuerst von 28,03% auf 22,98%, steigt sie nun wieder seit 2021 an auf 24,11% über den Gesamterwartungswert von 23,28%, bleibt allerdings weiter unter der Gesamtbeobachtungsrate von 25,15%.

Insbesondere fällt auf, dass im ersten Untersuchungszeitraum von 2006 bis 2015 die erzielten Ergebnisse der Postreanimationsbehandlung signifikant besser als erwartet waren, danach lagen sie im Erwartungsbereich. Zwischen 2006 bis 2015 wurden 28%

(CAC-CRAS-Score 22,43%), zwischen 2021 bis 2024 24,1% (CAC-CRAS-Score 24,73) der versorgten Patienten mit gutem neurologischen Outcome (CPC 1 und 2) entlassen.

Die Krankenhausentlassrate mit schlechtem neurologischen Outcome (CPC 3 und 4) fiel im Verlauf auf 0,6% ab. Dieser Wert ist signifikant, da er außerhalb des 95%-Konfidenzintervalls von 2,15% bis 24,12% liegt.

Auffällig ist bei genauerer Betrachtung, dass im zweiten Zeitraum signifikant mehr über 80-jährige Patienten reanimiert und versorgt wurden (2006 bis 2015 21,6% vs. 2021 bis 2024 31,6%), mehr Hypoxien als Genese angenommen wurden (2006 bis 2015 16,3% vs. 2021 bis 2024 22,9%) und ebenso signifikant mehr nicht-defibrillierbare HKS vorlagen (2006 bis 2015 54,8% vs. 2021 bis 2024 66,7%).

Vergleicht man den erstem mit dem letzten Zeitraum so zeigt sich auch, dass im ersten Zeitraum signifikant mehr Patienten eine therapeutische Hypothermie (2006 bis 2015 44,5% vs. 2021 bis 2024 32,1%) und signifikant weniger eine Akut-Koronarintervention erhielten (2006 bis 2015 20,5% vs. 2021 bis 2024 32,1%) (vgl. Abb. 18).

Eine ausführliche analytische und kritische Auseinandersetzung mit den Ergebnissen für das Alb Fils Klinikum Göppingen im gesamtdeutschen Vergleich erfolgt exemplarisch für die Jahre 2021 bis 2024 für das CAC und die innerklinischen Reanimationsversorgung für das Jahr 2024.

5.2.2 Bewertung des CAC-CRAS-Score für das Alb Fils Klinikum Göppingen im Vergleich mit den übrigen CA-Centren (2021 bis 2024)

Wir können festhalten, dass sowohl das Alb Fils Klinikum Göppingen als auch die Gesamtheit aller CAC in Deutschland ohne Göppingen in den Jahren 2021 bis 2024 weniger Patienten mit einem guten neurologischen Outcome (CPC 1 und 2) entlassen haben als erwartet. Weder das Alb Fils Klinikum Göppingen noch die CAC-Gesamtheit weichen dies betreffend signifikant vom Erwartungswert ab. Insgesamt ist der Erwartungswert und die CPC 1/2-Krankenhausentlassrate im Alb Fils Klinikum Göppingen jeweils etwas höher als in der CAC-Gesamtheit (vgl. Abb. 19 und Abb. 20).

Betrachten wir die Ergebnisse für das Alb Fils Klinikum Göppingen und die CAC-Gesamtheit ohne Göppingen noch differenzierter sehen wir, dass in Göppingen die Aufnahme mit ROSC in der weiterversorgenden Einheit mit 80,3% signifikant höher ist als in der CAC-Gesamtheit ohne Göppingen mit 75,8% (OR=1,3; 95%-Konfidenzintervall: 1,04% bis 1,64%).

Gleichzeitig werden in Göppingen signifikant weniger Patienten mit einem schlechten neurologischen Outcome (CPC 3 und 4) entlassen als in der CAC-Gesamtheit ohne

Göppingen. Sind es in Göppingen für die Zeit von 01.01.2021 bis 31.12.2024 nur 0,6%, sind es für die Gesamtheit aller CAC in Deutschland ohne Göppingen 2,7% (OR=0,22; 95%-Konfidenzintervall: 0,07 bis 0,7) (vgl. Abb. 20). Das ist erwähnenswert, da aus dem Krankenhaus entlassenen Patienten mit CPC 3 und 4 einen hohen Pflege- bzw. Kostenaufwand erzeugen und auch die psychische Belastung für alle beteiligten Angehörigen nicht vernachlässigt werden darf.

Insofern kann aus den Ergebnissen geschlussfolgert werden, dass im Zentrum für Intensivmedizin des Alb Fils Klinikum im Zeitraum 2021 bis 2024 die Patienten nach Herz-Kreislauf-Stillstand in einer Qualität behandelt werden, welche in allen übrigen CA-Centren auch erbracht wurde. Die signifikant niedrigere CPC 3/4-Rate spricht dafür, dass in Göppingen die Erstellung der Prognose mittels multipler Test sorgfältig erfolgte und sich die daraus ableitende Therapiezieländerung mit Einschränkung der weiteren Intensivtherapie konsequenter als in den anderen Centren umgesetzt wird.

5.2.3 Die innerklinische Notfallversorgung des Alb Fils Klinikum Göppingen im Jahr 2024

Das Alb Fils Klinikum Göppingen nimmt seit Beginn 2017 an der Dokumentation „Innerklinische Notfallversorgung/Reanimation“ des GRR teil und ist auch im Jahr 2024 erneut Referenzstandort gewesen.

Das Notfallteam des Alb Fils Klinikum Göppingen versorgte vom 01.10.2024 bis zum 31.12.2024 insgesamt 95 innerklinische HKS. Die entspricht einer Inzidenz von 3,2/1.000 stationären Fällen vs. 2,0/1.000 stationären Fällen für alle teilnehmende Standorte 2024 (vgl. GRR (3), 2025, S. 1). Die Diskrepanz zu den Daten der CAC-Dokumentation entstanden dadurch, da nicht alle IHCA wegen fehlender anzunehmender kardialer Genese akut-koronarangiographiert wurden.

In 38 von 95 (40%) begonnenen innerklinischen Reanimationen konnte der Patient mit ROSC oder unter laufender Reanimation auf die Intensivstation aufgenommen werden. Insgesamt 12 Patienten (12,6%) konnten letztlich lebend entlassen werden, alle von ihnen (100%) mit einem guten neurologischen Outcome von CPC 1 und 2 (vgl. GRR (3), 2025, S. 3; vgl. GRR (4), 2025, S. 28). Dies sind deutlich weniger Patienten als der CAC-CRAS-Score für Göppingen für 2024 mit einem Erwartungswert von 24,85% vorgibt und auch im deutschlandweiten Vergleich zeigte sich über alle CAC eine beobachtete Krankenhausentlassrate mit gutem neurologischen Outcome (CPC 1 und 2) von 30,7% (vgl. Seewald et al. (4), 2025, o. S.).

Wie lässt sich dieses Ergebnis bewerten und welche Schlüsse können daraus für die weitere Arbeit des innerklinischen Notfallteams des Alb Fils Klinikum Göppingen gezogen werden?

Betrachten wir zuerst das Notfallteam an sich und die dazugehörigen Struktur- und Prozessindikatoren.

Das Alb Fils Klinikum Göppingen stellt rund um die Uhr zwei Notfallteams, jeweils bestehend aus einem Arzt und zwei Intensivpflegekräften. Die Notfallwägen sind identisch und technisch entsprechend den Empfehlungen der Fachgesellschaften ausgestattet (vgl. Lenkeit; Schewe, 2019, S. 119-122; vgl. Lenkeit et al., 2024, S. 219 f.). Die ärztliche Besetzung ist im deutschlandweiten Vergleich überdurchschnittlich hochqualifiziert. So ist in 69,5% vs. 33,4% ein Facharzt mit Zusatzbezeichnung Intensivmedizin vor Ort gewesen, in 66,3% vs. 48,5% besaß der sich vor Ort befindliche ärztliche Kollege außerdem die Zusatzbezeichnung Notfallmedizin. 73,7% (vs. 69,7%) der Notfallteameinsätze wurden durch Anästhesisten, 24,2% (vs. 24,7%) durch Internisten abgearbeitet. Von pflegerischer Seite waren in 90,5% vs. 67,3% die Notfallteams fachpflegerisch besetzt (vgl. GRR (4), 2025, S. 6). Einsatzszenarien werden mehrfach jährlich im Rahmen eines gemeinsamen Reanimationstrainings geübt.

In 87,5% (vs. 72,3% Referenzdatensatz) war das Notfallteam innerhalb von 3 Minuten am Notfallort (vgl. GRR (3), 2025, S. 2; vgl. GRR (4), 2025, S. 16). Darüber hinaus wurde in 89,5% (vs. 82,1%) durch Ersthelfende oder das Stationsteam mit BLS-Maßnahmen vor Eintreffen des Notfallteams begonnen (vgl. GRR (4), 2025, S. 28). Lag ein defibrillierbarer Rhythmus im ersten EKG vor, wurde vom Notfallteam in allen Fällen in den ersten drei Minuten ein Schock abgegeben (100% vs. 69,7%) und in 66,7% (vs. 30,1%) ein Vasopressor verabreicht (vgl. GRR (4), 2025, S. 18).

In allerdings nur 40% (vs. 47,8%) konnte ein ROSC erzielt werden, obwohl das Alb Fils Klinikum Göppingen über eine hochqualifizierte Notfallteamstruktur verfügt, das Notfallteam schnell vor Ort ist und leitlinienkonform agiert bzw. Basiswiederbelebungsmaßnahmen am Notfallort überdurchschnittlich standardisiert durchgeführt werden.

Folgend schauen wir uns die demographischen Daten der Wiederbelebungspflichtigen und die Reanimationsumstände näher an.

Das Durchschnittsalter der Reanimierten lag mit 75,4 Jahren vs. 73,3 Jahren höher als das der Referenzdaten, 77,9% (vs. 77,2%) aller in Göppingen innerklinisch Reanimierten

waren ≥ 65 Jahre, wobei insgesamt 41,1% (vs. 37,7%) älter als 80 Jahre alt waren. 28,4% (vs. 35,9%) waren weiblich, 71,6% (vs. 64,1%) männlich (vgl. GRR (3), 2025, S. 2; vgl. GRR (4), 2025, S. 54-56). 86,3% (vs. 80,75%) von ihnen waren mindestens nennenswert vorerkrankt (vgl. GRR (4), 2025, S. 50).

61,1% (vs. 59,4%) der HKS ereigneten sich auf Normalstation, ein überdurchschnittlich hoher Anteil in der Notaufnahme oder in anderen Funktionsbereichen (37,9% vs. 20,3%), von diesen waren 58,9% (vs. 64,7%) beobachtet und in 89,9% wurde wie bereits beschrieben mit BLS-Maßnahmen vor Eintreffen des Notfallteams begonnen (vgl. GRR (4), 2025, S. 28).

27,4% (vs. 15,1%) der Reanimationen auf Normalstation wurden u.a. auf kardiologischen Stationen durchgeführt, 12,6% (vs. 3,6%) auf gastroenterologischen und 10,5% (vs. 16,4%) auf allgemein internistischen bzw. 6,3% (vs. 2,1%) auf pneumologischen Stationen durchgeführt. 8,4% (vs. 5,5%) und 7,4% (vs. 9,3%) der HKS ereigneten sich auf unfallchirurgischen bzw. allgemein- und gefäßchirurgischen Stationen (vgl. GRR (4), 2025, S. 6 f.).

Im ersten EKG zeigte sich in 11,6% (vs. 10,6%) ein defibrillierbarer Rhythmus, in 88,4% (vs. 89,3%) lag eine PEA oder Asystolie vor. Eine am ehesten kardiale Genese des HKS wurde in 46,3% (vs. 47,4%), eine hypoxische Genese in 40% (vs. 31%) angenommen. 40% (vs. 47,8%) überlebten die Akutsituation, 24,2% (vs. 33,2%) die ersten 24 Stunden und 12,6% (vs. 16,2%) konnten letztlich lebend entlassen werden (vgl. GRR (4), 2025, S. 28 und S. 47 f.).

Im Rahmen der Wiederbelebensmaßnahmen erhielten 85,3% (vs. 72%) Adrenalin und dies in einer durchschnittlichen Menge von 4 mg (vs. 4 mg), Amiodaron erhielten 8,4% (vs. 7,4%) (vgl. GRR (4), 2025, S. 67 f.).

Diese für uns als Akteure des Notfallgeschehens nicht beeinflussbaren Charakteristika konnten im ersten Teil dieser Master-Thesis bereits als signifikant negativ prädiktive Faktoren auf das Reanimationsergebnis dargestellt werden.

Das Dilemma zeigt sich in einem einerseits gut strukturierten, hoch qualifizierten und sich schnell am Notfallort befindlichen innerklinischen Notfallteam neben einem überdurchschnittlich alten und vorerkrankten Patientengut.

Im Rahmen der Postreanimationsbehandlung wurden mit 25,6% (vs. 18,9%) mehr Patienten einer Akut-Koronarangiographie zugeführt und mit 17,9% (vs. 14,4%) mehr

Patienten therapeutisch über 24 Stunden invasiv gekühlt als in der Referenzgesamtheit (vgl. GRR (3), 2025, S. 2).

Welche Maßnahmen ergeben sich daraus für die Zukunft für das Alb Fils Klinikum?

Eine Priorität sollte darin liegen die Qualifikation und Leistungsstärke des innerklinischen Notfallteams mindestens beizubehalten. Dafür sind regelmäßige Schulungen und Reanimationstrainings fortzuführen. Hervorzuheben für Göppingen ist die hohe durchgehende intensiv- und notfallmedizinische Qualifikation ärztlicherseits und die fachintensivmedizinische Qualifikation von pflegerischer Seite. Die bestehenden Alarmierungswege funktionieren, das Notfallteam wird adäquat alarmiert und ist schnell am Notfallort.

Parallel muss die Postreanimationsbehandlung weiterhin stringent und nach den neuen ERC-Guidelines fortgeführt werden (vgl. GRC, 2025, S. 106-121). Das Postreanimationssyndrom als Solches muss neu verstanden und alle folgenden Therapiemaßnahmen dem angepasst werden. Goldstandard sind dabei weiter die Akut-Koronarangiographie bei ST-Hebungsinfarkt und eine Ganzkörper-Computertomographie bei nicht-koronarer Ursache des HKS. Bezüglich des Temperaturmanagements soll Fieber (Temperatur $>37,5^{\circ}$ Grad Celsius) aktiv für mindestens 72 Stunden vermieden werden (vgl. Fischer, M., 2025, S. 1-3). Knapp et al. zeigten 2024 in ihrer registerbasierten Studie den neuroprotektiven Effekt der milden therapeutischen Hypothermiebehandlung (MTH) in der Postreanimationsbehandlung nach außer- und innerklinischem HKS mit anhaltender Bewusstlosigkeit. Verfolgt wurde hierbei nicht nur der Gedanke der in den ERC-Guidelines empfohlenen Fieberprävention, sondern das Erreichen einer Ziel-Körperkerntemperatur von $32-36^{\circ}\text{C}$. Die Studie konnte klar eine positive Assoziation zwischen durchgeführter MTH und dem Überleben mit einem guten neurologischen Outcome (CPC 1 und 2) zeigen (vgl. Knapp et al., 2024, o. S).

Für die immer mehr in den Fokus rückenden Betrachtung des innerklinischen HKS und dessen Überleben mit einem guten neurologischen Outcome (CPC 1 und 2) lieferten für Deutschland Hannen et al. 2022 eine umfassende Betrachtung der Umstände und Einflussfaktoren. Einschränkend zu dieser Studie muss erwähnt werden, dass es sich um eine monozentrische Studie über 368 Patienten handelt und $>90\%$ der behandelten Patienten monitorüberwacht waren. Auch hier zeigten sich u.a. ein hohes Patientenalter, Ko-Morbidität, ein nicht-schockbarer Rhythmus im ersten EKG, eine lange

Reanimationsdauer, das Vorhandensein eines kardiogenen Schock nach ROSC und ein hohes Serum-Laktat als negative Prädiktoren für das Überleben bzw. ein gutes neurologisches Outcome (CPC 1 und 2) (vgl. Hannen et al., 2022, o. S.).

Wie sich durch professionelle Trainingsprogramme, angelehnt an die von Chan et al. 2023 veröffentlichten „Ten Steps Towards Improving In-Hospital Cardiac Arrest Quality of Care and Outcomes“ (vgl. Chan et al., 2023, o. S.) bzw. die vom GRR geplante innerklinische Resuscitation Academy Deutschland die Ergebnisqualität und letztlich das Überleben nach innerklinischem HKS verbessern wird die Zukunft zeigen.

Der Anteil an hochbetagten Patienten (≥ 80 Jahre), die stationär behandelt werden hat in Deutschland laut Storz-Pfennig und Krause seit 2005 von 13% auf 21,9% 2023 zugenommen (vgl. Storz-Pfennig, P.; Krause, F., 2025, S. 12). Das spiegelt sich auch in den o.g. Altersbeobachtungen wider. Begleitet ist diese Altersgruppe von einer hohen Ko-Morbidität, was sich ebenfalls in den beobachteten Daten für Göppingen zeigt. 2024 waren 77,9% der Reanimierten älter als 65 Jahre und 86,3% mindestens relevant vorerkrankt. Diese demographische Entwicklung bedarf aktiver Präventions- und Früherkennungsmaßnahmen.

MET sollen nicht erst dann zum Einsatz kommen, wenn ein innerklinischer HKS vorliegt, sondern schon viel früher. In der EuSOS-Studio 2012 zeigten Pearse et al. bereits, dass einer unerwartet hohen perioperativen Letalität von 4% nur in 8% zuvor eine intensivmedizinische klinische Beurteilung oder Behandlung voraus ging (vgl. Pears et al., 2012, o. S.). Die Einführung von Frühwarnsystemen (z.B. NEWS, MEWS) auf den Normalstationen zeigte in der Vergangenheit bereits eine deutliche Reduktion der Inzidenz von IHCA als auch von sonstigen Notfallteameinsätzen mit folgender Aufnahme auf eine Intensivstation und das nicht nur in Deutschland (vgl. Heller, Koch, 2019, S. 18-22; vgl. Subbé; So, 2019, S. 88-94).

Die ERC-Guidelines von 2025 setzen ebenfalls einen vermehrten Schwerpunkt auf das Thema Prävention von HKS in Krankenhäusern. Empfohlen werden auch von dieser Seite die Einführung von Frühwarnscores zum frühzeitigen Erkennen kritisch Kranker und das Etablieren adäquater Reaktionsketten (z. B. MET, Rapid Response Team). Am Ende dieser Reaktionskette soll im Sinne eines internen Benchmarkings eine Qualitätsprüfung dieser Prozesse stehen (vgl. GRC, 2025, S. 61).

Das Alb Fils Klinikum Göppingen verfügt seit über 15 Jahren über ein MET, welches täglich intensivmedizinische Visiten außerhalb des Zentrums für Intensivmedizin durchführt, das weitere Vorgehen mit dem Behandlungsteam auf Normalstation bespricht und ggf. eine Übernahme in den intensivmedizinischen Bereich forciert. Außer

auf der pneumologischen Normalstation hat sich eine übergreifende Etablierung eines Frühwarnsystems wie z.B. der NEWS bis jetzt nicht durchgesetzt. Es bleibt abzuwarten wie hier in den nächsten Jahren auf die immer stärker werdenden Empfehlungen reagiert wird.

5.3 Limitation der Master-Thesis

Die Entwicklung des CAC-CRAS-Score und die Betrachtung der Daten für das Alb Fils Klinikum Göppingen beruhen ausschließlich auf der Grundlage vorhandener Daten des GRR von 2006 bis 2024. Sie ist registerbasiert und retrospektiv.

Die Teilnahme am GRR ist für alle Rettungsdienstbereiche und Krankenhäuser freiwillig und gesetzlich nicht verpflichtend, d. h. sie entspricht einer stichprobenartigen Erhebung der rettungsdienstlichen und krankenhausinternen Versorgung Reanimierter in Deutschland. Zum Stichtag 16.11.2025 nehmen 278 Rettungsdienstbereiche, 241 Krankenhäuser und 152 CAC an der Datenerhebung teil. Die Datenbank des GRR verfügt zu diesem Zeitpunkt über 590.000 Datensätze zur außer- und innerklinischer Reanimation. Repräsentiert wird damit eine Gesamtheit von über 30 Millionen Einwohner Deutschlands und die Datenbank des GRR kann so als repräsentativ für Deutschland angesehen werden.

Für die Entwicklung des CAC-CRAS-Score und die besondere Bewertung der Daten für das Alb Fils Klinikum Göppingen wurden die außer- und innerklinischen Reanimationsdaten vom 01.01.2006 bis zum 31.12. 2024 eingeschlossen. Das GRR starte mit einem einheitlichen Datensatz dagegen erst offiziell 2007 für die außerklinische und 2017 für die innerklinische Reanimation, so dass es aufgrund dessen in der Gesamtheit zu einem Bias kommen kann.

Gewisse Verzerrungseffekte ergeben sich zudem daraus, dass durch die fortwährende Weiterentwicklung der Reanimationstherapie die Datensätze zur außer- wie auch innerklinischen Reanimation entsprechend stetig angepasst und erweitert wurden. Durch die meist manuelle Dateneingabe unterscheidet sich die Qualität derer ebenso, wobei bereits im Rahmen der Qualitätssicherung ein Mindestdatensatz eingeführt wurde.

Gewählte Ein- und Ausschlusskriterien schafften eine gewisse Patientenselektion.

6. Zusammenfassung und Schlussbetrachtung

Das erste Ziel dieser Master-Thesis war die Entwicklung eines allgemein gültigen und leicht anzuwendenden Scores zur Berechnung der Cardiac Arrest Center-spezifischen Überlebenswahrscheinlichkeit mit einem guten neurologischen Outcome (CPC 1 und 2) nach außer- und innerklinischem HKS in Deutschland.

Betrachtet wurden dafür 132.404 Datensätze des GRR von Patienten, die zwischen dem 01.01.2006 und dem 31.12.2024 mit ROSC oder unter laufender Reanimation nach außer- bzw. innerklinischem HKS die Klinik bzw. die weiterversorgenden innerklinische Einheit erreichten. Durch die Anwendung vorab festgelegter Ausschlusskriterien (Fehlen des WV-Datensatzes, Alter <18 Jahre, Fehlen des CPC im WV-Datensatz) reduzierte sich der Gesamtdatensatz auf abschließend 49.860 Datensätze, die in die weitere Berechnung einbezogen wurden. Mittels patientenspezifischer Zufallszahl erfolgte die Zuverteilung zum Entwicklungs- oder Validierungsdatensatz ($\leq 0,66666$ bzw. $> 0,66666$).

Im ersten Schritt wurden 18 reanimationsbedingende- und patientencharakteristische Parameter für den CAC-CRAS-Score ausgewählt und einzeln auf ihren signifikanten Einfluss auf das Reanimationsergebnis geprüft.

Im zweiten Schritt wurden diese einer schrittweisen binär logistischen multivariaten Regressionsanalyse unterzogen an deren Ende eine logistische Funktion zur Berechnung des CAC-CRAS-Score stand.

Einem Basismodell aus Alter und dem initialen EKG-Rhythmus mit einer Vorhersagegüte Nagelkerkes $R^2 = 0,157$ wurden stufenweise die 16 weiteren unabhängigen Variablen x hinzugenommen. Eine Variable wurde dabei nur belassen, wenn sie die Vorhersagegüte verbesserte, was sich hier in jedem Fall nachvollziehen ließ. Nach Einschluss aller 18 Variablen x zeigte sich sowohl für den Entwicklungs- als auch den Validierungsdatensatz ein Vorhersagegüte Nagelkerkes $R^2 = 0,505$ was einer guten Erklärungsgüte entspricht.

Die Prüfung der Vorhersagefähigkeit erfolgte mittels ROC-Analyse, welche mit einer AUC von 0,89 jeweils für den Entwicklungs- und den Validierungsdatensatz ein ausgezeichnetes Ergebnis zeigte (Entwicklungsdatensatz 95%-Konfidenzintervall: 0,884 bis 0,892 vs. Validierungsdatensatz 95%-Konfidenzintervall: 0,881 bis 0,892).

Es kann abschließend festgehalten werden, dass der entwickelte CAC-CRAS-Score erstmalig eine qualitativ hochwertige Analyse und Bewertung der Postreanimationsversorgung nach IHCA und OHCA für die CAC in Deutschland ermöglicht und diese mit einer guten Erklärungsgüte bzw. ausgezeichneten Vorhersagefähigkeit. Die Einbeziehung von insgesamt 18 signifikanten unabhängigen reanimations- und patientencharakteristischen Parametern lässt darüber hinaus eine umfassende Struktur-, Prozess- und Ergebnisbewertung zu.

Im zweiten Teil der Master-Thesis wurden die Postreanimationsversorgung des Alb Fils Klinikum Göppingen unter Anwendung des CAC-CRAS-Score analysiert und bewertet. Zuerst über den Gesamtzeitraum von 2006 bis 2024, im Anschluss mit dem Fokus auf einen Vergleich mit alle übrigen CA-Centren für die Jahre 2021 bis 2024 und letztlich für das Jahr 2024 insbesondere mit Blick auf die Ergebnisse für die innerklinischen HKS.

Für den Gesamtzeitraum vom 01.01.2006 bis zu 31.12.2024 konnten insgesamt 1.475 Datensätze außer- und innerklinischer Reanimationen betrachtet werden. Es zeigte sich, dass die CPC 1/2-Rate mit 25,15% über den betrachteten Gesamtzeitraum besser war als mittels CAC-CRAS-Score vorhergesagt, allerdings ohne Signifikanz (23,38%, 95% Konfidenzintervall: 22,96% bis 27,45%). Hervorzuheben ist bei genauerer Analyse, dass in den Jahren 2006 bis 2015 das Ergebnis mit einer CPC 1/2-Rate von 28,03% (95%-Konfidenzintervall: 24,24% bis 32,07%) allerdings signifikant besser war als der vorhergesagte CAC-CRAS-Wert mit 22,43%, welcher sich außerhalb des 95%-Konfidenzintervall befindet. In den anderen beiden Zeiträumen 2016 bis 2020 bzw. 2021 bis 2024 lag der vorhergesagte CAC-CRAS-Wert jeweils im 95%-Konfidenzintervall der beobachteten Realdaten und es lag kein signifikanter Unterschied vor.

Gemessen am CAC-CRAS-Score bedeutet dies, dass die Postreanimationsversorgung im Alb Fils Klinikum Göppingen im ersten Zeitraum von 2006 bis 2015 besser als vorausgesagt war und danach im Bereich der Vorhersage. Insbesondere fällt darüber hinaus auf, dass im ersten Zeitraum die MTH signifikant häufiger Bestandteil der Postreanimationsbehandlung war, die Akut-Koronarangiographie dagegen weniger.

Der CAC-interne Vergleich für die Jahre 2021 bis 2024 zeigt, dass sowohl das Alb Fils Klinikum Göppingen als auch alle anderen CA-Centren in Deutschland etwas weniger Patienten mit gutem neurologischen Outcome (CPC 1 und 2) entlassen hatte als erwartet. Für Göppingen und alle übrigen CA-Centren liegen die realen Ergebnisse dennoch im Erwartungsbereich, als nicht signifikant abweichend. Für das Alb Fils Klinikum Göppingen ergibt sich ein Erwartungswert laut CAC-CRAS-Score von 24,73%, entlassen mit CPC 1 und 2 wurden 24,11% (95%-Konfidenzintervall: 20,34% bis 28,21%). Alle anderen CAC in Deutschland haben eine CPC 1/2-Rate von 23,23% bei einem vorhergesagten CAC-CRAS-Score von 23,65% (95%-Konfidenzintervall: 22,64% bis 23,83%).

Andererseits wurden aus dem Alb Fils Klinikum Göppingen signifikant weniger Patienten mit einem schlechten neurologischen Outcome (CPC 3 und 4) entlassen (0,6% vs. 2,7%), was unter Beachtung des hohen pflegerischen bzw. wirtschaftlichen Aufwands nach Krankenhausentlassung und der immensen psychischen Belastung für die

Angehörigen ebenfalls immer mehr an Bedeutung in gesellschaftlichen Diskussionen gewinnt. Zusammenfassend ist die Behandlungsqualität der Intensivmedizin im Alb Fils Klinikum im Erwartungsbereich und im Durchschnitt aller CA-Centren in Deutschland.

Seit 2017 nimmt das Alb Fils Klinikum Göppingen an der Dokumentation „Innerklinische Notfallversorgung/Reanimation“ des GRR teil und war 2024 erneut Referenzstandort. Vom 01.10.2024 bis zum 31.12.2024 versorgte das innerklinische Notfallteam 95 innerklinische HKS. In 38 von 95 Fällen (40%) konnte der Patient mit ROSC oder unter laufender Reanimation auf die Intensivstation aufgenommen werden. 12 Patienten (12,6%) wurden lebend entlassen, alle mit einem guten neurologischen Outcome (CPC 1 und 2). Diese CPC 1/2-Rate ist deutlich geringer als der vorausgesagte CAC-CRAS-Wert für das Alb Fils Klinikum Göppingen und es folgte eine detaillierte Analyse und Bewertung.

Diese verdeutlicht das gegenwärtige Dilemma einer gut strukturierten und hochprofessionellen innerklinischen Notfallversorgung im Gegensatz zu der demographischen Patientenentwicklung. Das Notfallteam ist sowohl ärztlich als auch pflegerisch rund um die Uhr überdurchschnittlich hochqualifiziert besetzt, die Alarmierung ist einheitlich, das Notfallteam war in 87,5% innerhalb der geforderten drei Minuten vor Ort am Notfallgeschehen und in 89,5% wurde bereits vor Eintreffen des Notfallteams mit BLS-Maßnahmen begonnen. Gleichzeitig zeigte sich ähnlich wie in der Gesamtbetrachtung der CAC-Daten, dass vermehrt alte und schwer vorerkrankte Patienten einen innerklinischen HKS erlitten – das Durchschnittsalter ist mit 75,4 vs. 73,3 Jahren höher als in der gesamtdeutschen Betrachtung, davon waren 77,9% älter als 65 Jahre und 41,1% älter als 80 Jahre, 86,3% litten unter nennenswerten Vorerkrankungen.

Für das Notfallteam des Alb Fils Klinikum ergeben sich in der Abschlussbetrachtung zwei Kernaussagen. Eine Priorität muss sein, die innerklinische Notfallteamversorgung und die Postreanimationsbehandlung in der Güte weiter zu betreiben. Inwiefern geplante Trainingsprogramme wie z.B. die innerklinische Resuscitation Academy Deutschland (iRAD) zu einer weiteren Verbesserung der Versorgungsgüte beitragen können wird sich in den nächsten Jahren zeigen.

Parallel dazu ist zu empfehlen ein innerklinisches Score-Frühwarnsystem zu etablieren, um effektiv innerklinische HKS zu vermeiden oder zumindest zu reduzieren.

Literaturverzeichnis

Beckmann, B. M.; Corvest, E.; Kaufenstein, S. (2024). Herz-Kreislauf-Stillstand bei jungen Menschen. Sorgfältige Diagnostik rettet das Leben von Verwandten. Dtsch Arztebl 2024; 121(11): [6]; DOI: 10.3238/PersKardio.2024.05.31.01. [Herz-Kreislauf-Stillstand bei jungen Menschen: Sorgfältige Diagnostik rettet das Leben von Verwandten – Deutsches Ärzteblatt](#). (15.09.2025).

Chan, P. S.; Greif, R.; Anderson, T.; Atiq, H.; Bittencourt Couto, T.; Considine, J.; De Caen, A. R.; Djärv, T.; Doll, A.; Douma, M. J.; Edelson, D. P.; Xu, F.; Finn, J. C.; Firestone, G.; Girotra, S.; Lauridsen, K. G.; Kah-Lai Leong, C.; Lim, S. H.; Morley, P. T.; Morrison, L. J.; ... Internationaler Verbindungsausschuss für Wiederbelebung (2023). Zehn Schritte zur Verbesserung der Versorgungsqualität und der Ergebnisse bei Herzstillstand im Krankenhaus. *Wiederbelebung*, 193, 109996. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2023.109996>.

Deutscher Rat für Wiederbelebung (GRC). <https://www.grc-org.de/unsere-arbeit-projekte/4-1-Cardiac-Arrest-Center-CAC>. 12.11.2024.

Deutscher Rat für Wiederbelebung (2025). Reanimation 2025 – Leitlinien kompakt. 1. Auflage 2025. German Resuscitation Council e.V. . https://www.grc-org.de/files/Contentpages/document/301010_TB_Reanimation.pdf. (22.10.2025).

Deutsches Reanimationsregister (GRR). <https://www.reanimationsregister.de/>; <https://www.reanimationsregister.de/themen/jahresberichte.html>; <https://www.reanimationsregister.de/themen/publikationen-und-vortraege.html>. 12.11.2024.

O. A. (2025). Jahresstatistik 2024. Übersicht Cardiac Arrest Center. Deutsches Reanimationsregister. Standortkennung 73006004. Göppingen – ALB FILS Kliniken GmbH. – Klinik am Eichert – Klinik für Anästhesiologie und Intensivmedizin. (1).

O. A. (2025). Jahresstatistik 2024. Cardiac Arrest Center. Deutsches Reanimationsregister. Standortkennung 73006004. Göppingen – ALB FILS Kliniken GmbH. – Klinik am Eichert – Klinik für Anästhesiologie und Intensivmedizin. (2).

O. A. (2025). Jahresstatistik 2024. Übersicht Innerklinische Notfallversorgung. Deutsches Reanimationsregister. Standortkennung 73006004. Göppingen . ALB FILS Kliniken GmbH – Klinik am Eichert – Klinik für Anästhesiologie und Intensivmedizin. (3).

O. A. (2025). Jahresstatistik 2024. Innerklinische Notfallversorgung. Deutsches Reanimationsregister. Standortkennung 73006004. Göppingen – ALB FILS Kliniken GmbH – Klinik am Eichert – Klinik für Anästhesiologie und Intensivmedizin. (4).

DGAI - Deutsche Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin (2025). Pressemitteilungen. Aktuelle Daten des Deutschen Reanimationsregisters: 370 Menschen pro Tag erlitten 2024 einen plötzlichen Herz-Kreislauf-Stillstand. 11. August 2025. <https://www.dgai.de/aktuelles-patientinnen-projekte/pressemitteilungen/2410-aktuelle-daten-des-deutschen-reanimationsregisters-370-menschen-pro-tag-erlitten-2024-einen-ploetzlichen-herz-kreislauf-stillstand.html>. 12.10.2025. (1).

DGAI – Deutsche Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin (2025). Pressemitteilungen. Innerklinische Reanimationen 2024: Frühmaßnahmen steigern Chancen, Überleben bleibt dennoch auf niedrigem Niveau. 10. September 2025. [Innerklinische Reanimation 2024: Frühmaßnahmen steigern Chancen, Überleben bleibt dennoch auf niedrigem Niveau](#). (02.11.2025). (2).

Grübl, T.; Nauheimer, D.; Wolff, H.; Gehret, G.; Rott, N.; Schmidbauer, W.; Schieffer, B.; Gliwitzky, B. (2023). Zertifizierung von Cardiac-Arrest-Zentren. Darstellung und Anleitung der Cardiac-Arrest-Center-Zertifizierung in Deutschland. Notfall + Rettungsmedizin 2023. 26:23-29. <https://doi.org/10.1007/s10049-021-00975-w>. Berlin: Springer Medizin Verlag GmbH. S. 23-29. 15.11.2024.

Fischer, M.; Wnent, J.; Gräsner, J.-T.; Seewald, S.; Rück, L.; Hoffmann, H.; Bein, B.; Ramshorn-Zimmer, A.; Bohn, A. & die teilnehmenden Rettungsdienst im Deutschen Reanimationsregister (2025). Öffentlicher Jahresbericht 2024 des Deutschen

Reanimationsregister: *Außerklinische Reanimation* 2024.
<https://www.reanimationsregister.de/downloads/oeffentliche-jahresberichte/oeffentliche-jahresberichte-ausserklinische-reanimation/373-ausserklinischer-jahresbericht-2024/file.html>. (15.09.2025).

Fischer, M. (2025). Postreanimationsbehandlung beim Erwachsenen. Kommentar zu den Leitlinien des European Resuscitation Council 2025 in Zusammenarbeit mit der European Society of Intensive Care Medicine. Notfall Rettungsmed. <https://doi.org/10.1007/s10049-025-01648-8>. Berlin: SpringerMedizin Verlag GmbH.

Gräsner, J. T.; Meybohm, P.; Lefering, R.; Wnent, J.; Bahr, J.; Messelken, M.; Jantzen, T.; Franz, R.; Scholz, J.; Schleppers, A.; Böttiger, B. W.; Bein, B.; Fischer, M. (2011). ROSC after cardiac arrest-the RACA score to predict outcome after out-of-hospital cardiac arrest. *European Heart Journal* (2011) 32, 1649-1656. Zürich: Oxford University Press.

Grübl, T.; Nauheimer, D.; Wolff, H.; Gehret, G.; Rott, N.; Schmidbauer, W.; Schieffer, B.; Gliwitzky, B. (2023). Zertifizierung von Cardiac-Arrest-Zentren. Darstellung und Anleitung der Cardiac-Arrest-Center-Zertifizierung in Deutschland. *Notfall Rettungsmed* 2023 • 26:23-29. <https://doi.org/10.1007/s10049-021-00975-w>. Berlin: Springer Medizin Verlag GmbH.

Hannen, L. E. M.; Toprak, B.; Weimann, J.; Mahmoodi, B.; Fluschnik, N.; Schrage, B.; Roedl, K.; Söffker, G.; Kluge, S.; Issleib, M.; Blankenberg, S.; Kirchhof, P.; Clemmensen, P.; Sinning, C.; Zengin-Sahm, El; Becher P. M. (2022). Clinical characteristics, causes and predictors of outcome in patients with in-hospital cardiac arrest: results from the SURVIVE-ARREST study. *Clinical Research in Cardiology* (2023) 112:258-269. Berlin: Springer Medizin Verlag GmbH.

Heller, A. R.; Koch, T. (2019). Chancen durch medizinische Einsatzteams und präventive Ansätze. In: Koch, T., Heller, A. R.; Schewe, J.-C. (Hrsg.) (2019). *Medizinische Einsatzteams. Prävention und optimierte Versorgung innerklinischer Notfälle. Scoringssysteme, Fallbeispiele*. Berlin: Springer-Verlag GmbH Deutschland. S 17-28.

Hessulf, F.; Bhatt, D. L.; Engdahl, J.; Lundgren, P.; Omerovic, E.; Rawshani, A.; Helleryd, E.; Dworeck, C.; Friberg, H.; Redfors, B.; Nielsen, N.; Myredal, A.; Frigyesi, A.; Herlitz, J.; Rawshani, A. (2023). Predictin survival an neurological outcome in out-of-hospital cardiac arrest using machine learning: the SCARS model. *EBioMedizin*, 89, 104464. <https://doi.org/10.1016/j.ebiom.2023.104464>. *The Lancet*. Vol 89 March. Großbritannien: Elsevier-Verlag.

Jansen, G.; Kappelhoff, N.; Borgstedt, R.; Rehberg, S.; Seewald, S.; Scholz, S. S. (2022). Innerklinische Notfallversorgung in der Bundesrepublik Deutschland. Eine Standortbefragung der Kliniken des Deutschen Reanimationsregisters. *Anaesthesist* 2022 . 71:502-509. Berlin: Springer Medizin Verlag GmbH.

Knapp, J.; Steffen, R.; Huber, M.; Heilmann, S.; Rauch; S., Bernhard; M., Fischer, M. (2024). Mild therapeutic hypothermia after cardiac arrest – effect on survival with goog neurological outcome outside of randomised cotrolled trials. A registry-based analysis. *Eur J Anaesthesiol*; 41:1 – 8.

Koch, T.; Augst, T. (2019). Leitlinien und Empfehlungen. In: Koch, T.; Heller, A. R.; Schewe, J. C. (Hrsg.) (2019). *Medizinische Einsatzteams. Prävention und optimierte Versorgung innerklinischer Notfälle, Scoringsysteme, Fallbeispiele*. Berlin: Springer-Verlag GmbH Deutschland. S. 39-46.

Larsen, R. Kapitel 46. Kardiopulmonale Reanimation. In: Larsen, R. (2016). *Anästhesie und Intensivmedizin für die Fachpflege*. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag. S. 628.

Lenkeit, S.; Schewe, J.-C. (2019). Organisation, Strukturen und Implementierung. In: Koch, T.; Heller A. R., Schewe, J.C. (Hrsg.) (2019). *Medizinische Einsatzteams. Prävention und optimierte Versorgung innerklinischer Notfälle, Scoringsysteme, Fallbeispiele*. Berlin: Springer-Verlag GmbH Deutschland. S. 101-129.

Lenkeit, S.; Seewald, S.; Löser, B.; Jansen, G., Schewe, J.-C. (2024). Innerklinisches Notfallmanagement. Frühwarnsysteme und Medizinische Einsatzteams. *Intensivmedizin up2date* 2024; 20:205-228. Stuttgart: Georg Thieme Verlag KG.

Nolan, J. P.; Neumar, R. W.; Adrie, C.; Aibiki, M.; Berg, R. A.; Böttiger, B. W.; Callaway, C.; Clark, R. S.; Geocadin, R. G.; Jauch, E. C.; Kern, K. B.; Laurent, I.; Longstreth, W. T.; Merchant, R. M.; Morley, P.; Morrison, L. J.; Nadkarni, V.; Peberdy, M. A.; Rivers, E. P.; Rodriguez-Nunez, A.; ... Hoek, T. V. (2008). Post-Herzstillstands-Syndrom: Epidemiologie, Pathophysiologie, Behandlung und Prognose. eine wissenschaftliche Stellungnahme des Internationalen Verbindungskomitees für Wiederbelebung; das Komitee für kardiovaskuläre Notfallversorgung der American Heart Association; der Rat für Herz-Kreislauf-Chirurgie und Anästhesie; der Rat für kardiopulmonale, perioperative und Intensivpflege; der Rat für klinische Kardiologie; des Rates für Schlaganfall. *Wiederbelebung*, 79(3), 350–379. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2008.09.017>.

Pearse, R. M., Moreno, R. P., Bauer, P., Pelosi, P., Metnitz, P., Spies, C., Vallet, B., Vincent, J. L., Hoeft, A., Rhodes, A., & European Surgical Outcomes Study (EuSOS) Gruppe für die Studiengruppen der European Society of Intensive Care Medicine und der European Society of Anaesthesiology (2012). Mortalität nach Operationen in Europa: eine 7-tägige Kohortenstudie. *Lancet (London, England)*, 380(9847), 1059–1065. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(12\)61148-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(12)61148-9).

Ristau, P.; Fischer, M.; Jantzen, T.; Messelken, M.; Wnent, J.; Bohn, A.; Bein, B.; Brenner, S.; Seewald, S.; Scholz, J.; Gräsner, J.-T. (2022). DGA/Info. Das Deutsche Reanimationsregister feiert sein 15-jähriges Bestehen. Ein Blick hinter die Kulissen der größten deutschsprachigen Datenbank zur sektorübergreifenden Optimierung der Versorgung von Patienten mit und nach Herz-Kreislauf-Stillstand. *Anästh Intensivmed* 2022; 63:V66-V70. Ebelsbach: Aktiv Druck & Verlag GmbH. S. 66-70.

Rott, N.; Böttiger, B. W.; Busch, H. J.; Frey, N.; Kelm, M.; Scholz, K. H.; Thiele, H. (2024). Qualitätskriterien und strukturelle Voraussetzungen für Cardiac Arrest Zentren – Update 2024. *Notfall + Rettungsmedizin*. Berlin: Springer Medizin Verlag GmbH. S. 1-5. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10049-024-01363-w>. 12.11.2024.

Scholz, K. H.; Böttiger, B. W. (2017). Editorial. Cardiac-Arrest-Zentren. Verbesserung der Überlebensrate nach prähospitalen Herzkreislaufstillstand. *Notfall + Rettungsmedizin*. DOI 10.1007/s10049-017-0307-5. Berlin: Springer Medizin Verlag GmbH. (1)

Scholz, K. H.; Böttiger, B. W. (2018). Warum brauchen wir Cardiac-Arrest-Zentren?. Herz. <https://doi.org/10.1007/s00059-018-4728-9>. Berlin: Springer Medizin Verlag GmbH. (2)

Scholz, K. H.; Andresen, D.; Böttiger, B. W.; Busch, H. J.; Fischer, M.; Frey, N.; Kelm, M.; Kill, C.; Schieffer, B.; Storm, C.; Thiele, H.; Gräsner, J. T. (2017). Qualitätsindikatoren und strukturelle Voraussetzungen für Cardiac-Arrest-Zentren – Deutscher Rat für Wiederbelebung/German Resuscitation Council (GRC). Notfall Rettungsmed. DOI 10.1007/s10049-017-0288-4. Berlin: Springer Medizin Verlag GmbH.

Seewald, S.; Fischer, M.; Gräsner, J.-T.; Wnent, J.; Hoffmann, H.; Rück, L.; Dendorfer, V.; Ramshorn-Zimmer, A.; Bein, B. & die teilnehmenden Kliniken am Deutschen Reanimationsregister (2025). Öffentlicher Jahresbericht 2024 des Deutschen Reanimationsregisters: *Innerklinische Reanimation 2024*. <https://www.reanimationsregister.de/downloads/oeffentliche-jahresberichte/oeffentliche-jahresberichte-innerklinische-reanimation/383-innerklinische-reanimation-2024/file.html>. (15.09.2025). (1).

Seewald, S.; Fischer, M.; Gräsner, J.-T.; Wnent, J.; Ramshorn-Zimmer, A.; Rück, L.; Hoffmann, H.; Bein, B. & die teilnehmenden Kliniken am Deutschen Reanimationsregister (2024). Öffentlicher Jahresbericht 2023 des Deutschen Reanimationsregisters: *Cardiac Arrest Center 2023*. <https://www.reanimationsregister.de/downloads/oeffentliche-jahresberichte/oeffentliche-jahresberichte-cardiac-arrest-center/318-cac-jahresbericht-2023/file.html>. 11.11.2024. (2).

Seewald, S.; Wnent, J.; Lefering, R.; Fischer, M.; Bohn, A.; Jantzen, T.; Brenner, S.; Masterson, S.; Bein, B.; Scholz, J.; Gräsner, J. T. (2019). CaRdiac Arrest Survival Score (CRASS) – A tool to predict good neurological outcome after out-of-hospital cardiac arrest. Resuscitation.2019.10.036. München: Elsevier B.V. . (3).

Seewald, S.; Fischer, M.; Gräsner, J.-T.; Wnent, J.; Ramshorn-Zimmer, A.; Rück, L.; Hoffmann, H.; Bein, B. und die teilnehmenden Kliniken im Deutschen Reanimationsregister (2025). Jahresbericht des Deutschen Reanimationsregisters.

Cardiac Arrest Center 2024. *DGAInfo*. *Anästh Intensivmed* 2025, 66:V125-V128. Ebelsbach: Aktiv Druck & Verlag GmbH. S. 125-128. (4).

Storz-Pfennig, P.; Krause, F. (2025). Alte Menschen im Krankenhaus: Empirische Bestandsaufnahme und Vorausberechnung. In: Klauber, J.; Wasem, J.; Beivers, A.; Mostert, C.; Scheller-Kreinsen, D. (Hrsg.) (2025). *Krankenhaus-Report 2025. Versorgung Hochbetagter*. Berlin: Springer-Verlag GmbH. S. 12.

Subbé, C.; So, R. (2019). Der Blick ins Ausland – Medizinische Einsatzteams in der globalen Perspektive. In: Koch, T.; Heller, A. R.; Schewe, J. C. (Hrsg.) (2019). *Medizinische Einsatzteams. Prävention und optimierte Versorgung innerklinischer Notfälle, Scoringsysteme, Fallbeispiele*. Berlin: Springer-Verlag GmbH Deutschland. S. 87-98.

Wnent, J.; Gräsner, J. T.; Fischer, M.; Ramshorn-Zimmer, A.; Bohn, A.; Bein, B.; Seewald, S. (2024). The German Resuscitation Registry – Epidemiological data for out-of-hospital and in-hospital cardiac arrest. *Resuscitation Plus*. Vol 18. June 2024. München: Elsevier GmbH. <https://doi.org/10.1016/j.resplu.2024.100638>.

Eidesstattliche Erklärung

Hiermit versichere ich an Eides statt, dass ich die vorliegende Arbeit ohne fremde Hilfe und ohne Benutzung anderer als der angegebenen Quellen und Hilfsmittel, einschließlich KI-Tools angefertigt habe und die den benutzten Quellen wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe (gem. § 19 Abs. 5 der Studien- und Prüfungsordnung). Eine inhaltliche Zusammenarbeit mit Dritten und die Inanspruchnahme von Dienstleistern hat nicht stattgefunden. Diese Arbeit hat in gleicher oder ähnlicher Form noch keiner Prüfungsbehörde vorgelegen (gem. § 19 Abs. 6 der Studien- und Prüfungsordnung).

Lübbecke, 07.12.2025

Dr. Juliane Lübke

Hiermit erkläre ich mich einverstanden, dass die APOLLON-Hochschule den Titel der Arbeit, Erscheinungsjahr, Studiengang und Betreuer auf dem Online-Campus sowie auf der Homepage der APOLLON-Hochschule veröffentlicht.

Falls nicht umfassend anonymisierte unternehmens- und personenbezogene Daten vorhanden sind, habe ich das Einverständnis der untersuchten Unternehmen und Personen eingeholt.

Lübbecke, 07.12.2025

Dr. Juliane Lübke