

Kriterien für den Abbruch einer präklinischen nichttraumatischen Reanimation

Diplomarbeit an der Höheren Fachschule für Rettungsberufe

Bildungsgang «Dipl. Rettungssanitäter HF» (2020 – 2022)

Sjoerd Poster

1 Vermerk

1.1 Urheberrecht

Die Diplomarbeit wurde im Rahmen der Ausbildung zum diplomierte Rettungssanitäter HF verfasst. Eine Publikation bedarf der vorgängigen schriftlichen Bewilligung der Höheren Fachschule für Rettungsberufe.

1.2 Selbstständigkeitserklärung

Ich erkläre hiermit, dass ich die vorliegende Arbeit ohne unzulässige Hilfe Dritter selbstständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel verwendet habe. Die Stellen der Arbeit, die dem Wortlaut oder dem Sinn nach anderen Werken entnommen sind, wurden unter Angabe der Quelle kenntlich gemacht.

Unteriberg, 17.06.2021

1.3 Gendergerechte Sprache

Um die Lesbarkeit dieser Diplomarbeit zu vereinfachen, wird auf die zusätzliche Formulierung der weiblichen Form verzichtet. Es wird an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass die ausschliessliche Verwendung der männlichen Form als geschlechtsunabhängig verstanden werden soll.

2 Vorwort

Als ich 2017 als Anästhesiepfleger vom sehr städtischen Eindhoven in den Niederlanden ins malerische Einsiedeln zog, wusste ich, dass viele Herausforderungen auf mich zukommen würden.

Obwohl ich wusste, dass das Spital Einsiedeln in einer schönen ländlichen Gegend liegt, war mir zu dem Zeitpunkt noch nicht bewusst, was für einen Einfluss dies auf die medizinische Versorgung der Bewohner der Gemeinden hat, die durch das Spital versorgt werden.

Reist man weiter an der Sihl entlang, in Richtung der Ybriger-Region, wird die Umgebung noch schöner, aber auch die Entfernungen werden grösser.

Die 25 Minuten, die ich von meinem Wohnort Unteriberg ins Spital fahre, bedeuten auch 25 Minuten vom Rettungsdienst bis zum Einsatzort. Und obwohl wir immer unser Bestes für jeden Patienten tun, den wir betreuen, kann es sein, dass unser Einsatz medizinisch betrachtet keinen Sinn mehr macht.

Die finale Entscheidung, die Reanimation zu beenden, ist niemals eine einfache Entscheidung. Obwohl ich davon überzeugt bin, dass meine Kollegen und ich auch in diesem Fall evidenzbasiert vorgehen, weiss ich, dass wir die Entscheidung anhand aktueller und validierter Richtlinien vereinheitlichen können.

Vor Ihnen liegt meine Diplomarbeit, welche auf diese auf diese Richtlinien eingeht. Hoffentlich kann sie uns helfen, die schwierige Entscheidung, die Wiederbelebungsmaßnahmen bei einem Patienten zu beenden, wohlüberlegt und begründet zu treffen.

Unteriberg, 10.05.2021, Sjoerd Poster

3 Inhaltsverzeichnis

1	Vermerk	2
1.1	Urheberrecht.....	2
1.2	Selbstständigkeitserklärung	2
1.3	Gendergerechte Sprache	2
2	Vorwort.....	3
3	Inhaltsverzeichnis.....	4
4	Einleitung	7
4.1	Zielpublikum.....	7
4.2	Thema	7
4.3	Bedeutung des Problems	8
4.4	Fragestellungen	9
4.5	Aufbau.....	9
4.6	Methodologie.....	10
4.7	Abgrenzung	11
5	Pathophysiologie.....	13
5.1	(Elektrische) Herztätigkeit.....	13
5.2	Hypoxie	14
5.3	Hypoperfusion.....	15
5.4	Anaerobe Verbrennung.....	16
5.5	Azidose.....	16
5.6	Kalium	16
5.7	Eintritt des biologischen Todes.....	17
6	Messbare Parameter	18
6.1	(Elektrische) Herztätigkeit.....	18
6.2	Hypoxie	19
6.3	Hypoperfusion.....	19
6.4	Anaerobe Verbrennung.....	19
6.5	Azidose.....	20
6.6	Kalium	20

6.7	Eintritt des biologischen Todes.....	20
6.8	Patientenabhängige Parameter.....	20
7	Kriterien	22
7.1	Rhythmen.....	22
7.2	Beobachtete Herzstillstand	22
7.3	Laienreanimation.....	23
7.4	Dauer	24
7.5	Alter	24
7.6	Blutgasanalyse.....	25
7.7	Eintritt des biologischen Todes.....	25
8	Bestehende Algorithmen.....	26
8.1	Basic Life Support-Algorithmus	26
8.2	Advanced Life Support-Algorithmus	27
8.3	Neurologie-Algorithmus.....	27
8.4	Korean-Cardiac-Arrest-Consortium-Algorithmus	28
8.5	Beschränkungen der Algorithmen (Ausnahmen).....	28
9	Aktuelle Situation in der Schweiz	30
9.1	Zahlen	30
9.2	Umfrage	30
9.3	Algorithmen.....	32
9.4	Situation in Einsiedeln.....	32
9.5	Nationale Richtlinien.....	33
10	Ausländische Praktiken	36
10.1	Niederlande.....	36
10.2	Deutschland.....	37
11	Fazit	39
11.1	Zusammenfassung der Erkenntnisse	39
11.2	Ableiten von Schlussfolgerungen.....	41
11.3	Überprüfen der Fragestellungen	43
11.4	Grösserer Zusammenhang	44
11.5	Ungeklärte Probleme	45
11.6	Ausblick.....	45
11.7	Diskussion praktischer Konsequenzen	45

12	Nachwort	48
13	Abkürzungsverzeichnis	49
14	Glossar	50
15	Literaturverzeichnis.....	51
16	Anhängen.....	57
	A. E-Mail Rettungsdiensten (Deutsch)	58
	B. E-Mail Rettungsdiensten (Französisch)	59
	C. E-Mail Rettungsdiensten (Italienisch)	60
	D. Auskunft Umfrage.....	61
	E. Algorithmus Niederlande	62
	a. Übersetzung auf Deutsch	63
	F. Algorithmen Schweiz	64
	a. Übersetzung auf Deutsch	65

4 Einleitung

Um zu verdeutlichen, worum es in dieser Diplomarbeit geht, wird in diesem Kapitel zunächst Hintergrundinformation zum Thema gegeben. Des Weiteren wird die aktuelle Problematik erörtert und werden die Fragestellungen besprochen.

Daraufhin werden der Aufbau und die Methodik beschrieben. Abschliessend wird deutlich gemacht, was nicht zur Diplomarbeit gehört.

4.1 Zielpublikum

Diese Diplomarbeit wendet sich an medizinisches Fachpersonal sowohl in der klinischen als auch in der präklinischen Gesundheitsversorgung. Grundbegriffe werden in der Diplomarbeit selbst nicht näher erläutert, finden sich jedoch im dazugehörigen Glossar.

4.2 Thema

In der Schweiz treten jedes Jahr zwischen 5'000 und 8'000 präklinische Herzstillstände auf bei denen der Rettungsdienst alarmiert wird, etwa 3'800 Patienten werden reanimiert (vgl. Gräsner et al., 2016, S.188ff). Insgesamt starben 2020 in der Schweiz rund 75'000 Menschen (vgl. Bundesamt für Statistik, 2021). Dabei sind jedoch auch Todesfälle in Kliniken oder zu Hause, an denen der Rettungsdienst nicht im Einsatz ist mitgerechnet.

Trotz der Tatsache, dass viele Bewohner in ländlichen Gebieten leben, wird die empfohlene maximale Hilfsfrist von 15 Minuten in 82 bis 94 % der Fälle erreicht (vgl. Zingg et al., 2003, S. 1800ff).

Die Überlebensrate, bis eine Spitalentlassung (Survival to Hospital Discharge – SHD) nach einem präklinische Herzkreislaufstillstand (Out-of-Hospital-Cardiac-Arrest - OHCA) erfolgt, liegt weltweit zwischen 4 % und 8 % (vgl. Yan et al., 2020, S.61ff). Die Wahrscheinlichkeit auf SDH sinkt um 9 % pro Minute (vgl. Navab et al., 2019, S.36ff). In der Schweiz lag der SHD im Jahr 2020 laut Daten der Swissreca-Datenbank bei rund 6 % (vgl. SWISSRECA, 2021).

4.3 Bedeutung des Problems

Da die Überlebenschancen pro Minute sinken und nach 26 Minuten Reanimation (cardiopulmonary resuscitation – CPR) im Normalfall fast keine Überlebenschancen mehr bestehen (vgl. Funada et al., 2018, S.69ff), ist es wichtig, dass Pflegepersonal, Medizinisches Fachpersonal und Ärzte entscheiden können, die Reanimation an Ort und Stelle zu beenden, ohne den Patienten unter CPR ins Spital zu transportieren.

In der Schweiz wird diese Entscheidung in 42% der Fälle von einem Nichtmediziner getroffen (vgl. Zingg et al., 2003, S.1800ff). Deshalb ist es wichtig, dass sie diese Entscheidung fundiert, ethisch vertretbar und rechtlich abgesichert treffen können, auch um spätere psychische Probleme und juristische Konsequenzen für die Ersthelfer zu vermeiden (vgl. Erbay, 2014, S.193ff).

Von entscheidender Bedeutung ist daher ein ausgewogenes Verhältnis zwischen einer unnötig langen Fortsetzung der Reanimation und einem vorzeitigen Abbruch zu finden. Der Patient muss alle Möglichkeiten gehabt haben, und das Lazerus-Phänomen, bei dem nach Beendigung der Reanimation wieder Lebenszeichen zu beobachten sind, muss jederzeit verhindert werden (vgl. Gordon et al., 2020, S.14ff).

Derzeit gibt es beim Rettungsdienst Einsiedeln keinen standardisierten Algorithmus, der zur Unterstützung des Entscheids zum Abbruch der Reanimation verwendet werden kann.

4.4 Fragestellungen

Um zu einem fundierten Ergebnis zu kommen, wurden folgende Haupt- und Zusatzfragen formuliert:

- Was sind die wichtigsten pathophysiologischen Prozesse bei Kreislaufstillstand?
 - Wie wirkt sich der Lauf der Zeit auf diese Prozesse aus?
 - Welche dieser Prozesse können gemessen werden?
 - Welche Messungen sind praktisch und präklinisch möglich?
- Welche Abbruchkriterien können verwendet werden, um den Abbruch der Reanimation zu rechtfertigen?
 - Welche Kriterien sind in der Literatur beschrieben worden?
 - Welche Kriterien kommen in anderen Ländern zur Anwendung?
 - Welche Kriterien gelten in den Rettungsdiensten der Schweiz?
 - Welche Kriterien sind durch den ländlichen Rettungsdienst in der Schweiz zu benutzen?
- Wann sind diese Kriterien nicht anzuwenden und sollte ein Patient unter Reanimation in das Spital gebracht werden?

Das Ziel dieser Diplomarbeit ist eine Empfehlung, welche in einen Algorithmus aufgenommen werden kann, den das präklinische Personal verwenden kann, um bei der Entscheidungsfindung Unterstützung zu erhalten, ob eine nicht-traumatische Reanimation beendet werden sollte oder nicht.

4.5 Aufbau

Diese Diplomarbeit folgt einem logischen und damit gut lesbarem Aufbau. Nach dieser Einführung beginnt ein pathophysiologischer Teil, in dem die Prozesse rund um den Herzstillstand ausführlich besprochen werden.

Danach wird erklärt, wie diese Prozesse gemessen werden können oder nicht. In diesem Kapitel wird auch auf die Machbarkeit einer vorklinischen Messung von diesen Prozessen eingegangen. Im Folgenden werden die derzeit validierten Algorithmen beschrieben und ihre Verwendbarkeit dargelegt.

Schliesslich werden die Kriterien und eventuelle Tests, die derzeit international in Bezug auf die Beendigung einer Reanimation verwendet werden, besprochen. Im letzten Teil wird die internationale Literatur mit der Situation im In- und Ausland verglichen und ein Fazit gezogen. Abschliessend wird beschrieben, wie diese Erkenntnisse im täglichen Einsatz beim Rettungsdienst Einsiedeln angewendet werden können.

4.6 Methodologie

Die Diplomarbeit wurde mittels einer Literaturrecherche der verfügbaren, in Elsevier, Springer, Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine und PubMed veröffentlichten Artikel durchgeführt.

Artikel von vor 1997 wurden aussortiert, um möglichst aktuelle Bezüge herstellen zu können und eine Vergleichbarkeit möglich zu machen. Dabei wurden die folgenden Suchkriterien verwendet:

Termination of Resuscitation
Time to ROSC (Return Of Spontaneous Circulation)
Long-term Survival
Survival to Hospital Discharge
Out-of-Hospital Cardiac Arrest Termination
Reanimationsentscheidungen
Time of one-scene Resuscitation

Darüber hinaus wurden die folgenden veröffentlichten (inter)nationalen Richtlinien verwendet:

Algorithmen für professionelle Helfer im Rettungsdienst Niederlande	Landelijke Protocol Ambulancezorg (LPA) Nederland
Reanimationsentscheidungen - Schweizerische Akademie der Medizinischen Wissenschaften	

Richtlinien des Europäischen Reanimationsrates für die Wiederbelebung (2021)	European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2021
Richtlinien des American Heart Association Reanimationsrates für die Wiederbelebung (2020)	American Heart Association CPR Guidelines 2020
GRC Reanimationsleitlinien 2021 (Deutschland)	

Für den pathophysiologischen Teil wurden aktuelle Lehrbücher herangezogen und ausgewertet.

Ausserdem wurde unter allen Rettungsdiensten in der Schweiz eine Umfrage durchgeführt, ob sie derzeit Abbruchkriterien verwenden oder ob sie über spezifische Tools oder Algorithmen verfügen.

Zudem wurden die SWISSRECA-Datenbank sowie interne Statistiken des Rettungsdienstes Einsiedeln verwendet.

4.7 Abgrenzung

Die vorliegende Diplomarbeit versucht die Frage zu beantworten, welche Kriterien bei der Entscheidung zum Beenden der Reanimation (Termination-of-Resuscitation – TOR) angewendet werden sollten, und damit einen Leitfaden für das Personal zu entwickeln.

Um diese Kriterien so spezifisch wie möglich zu gestalten, beschränkt sich die Diplomarbeit auf die nichttraumatische präklinische Reanimation (Non Traumatic Out of Hospital Cardiac Arrest – NT-OHCA) bei Erwachsenen. Schwangere Frauen werden aufgrund der besonderen Herausforderungen ebenfalls nicht in diese Arbeit einbezogen.

Die kürzlich entstandene Extrakorporale kardiopulmonale Wiederbelebung (Extracorporeal cardiopulmonary resuscitation – eCPR) ist ebenfalls nicht enthalten, da sie eine andere Strategie mit schnellem Transport favorisiert (vgl. Grunau et al., 2016, S.615ff). Die eCPR wird in der Schweiz präklinisch noch nicht und interklinisch nur in einer begrenzten Anzahl von Zentren angeboten (vgl. Kälin, 2020, S.25).

Obwohl sich diese Diplomarbeit nicht primär auf die rechtlichen Aspekte der präklinischen medizinischen Behandlung konzentriert, ist es unumgänglich, sich mit der grundsätzlichen rechtlichen Absicherung von Behandlungsentscheidungen durch Nicht-Ärzte zu befassen.

Der ethische Aspekt der Frage, ob eine Reanimation abgebrochen werden soll oder nicht, ist kein Bestandteil dieser Arbeit.

5 Pathophysiologie

Herzstillstand, auch Sudden Cardiac Arrest (SCA) genannt, ist das plötzliche Aufhören der organisierten Herztätigkeit. Normalerweise ausgelöst durch Kammertachykardie oder Kammerflimmern. Mit der Einstellung der organisierten Aktivität kann der Körper den Blutdruck nicht mehr aufrechterhalten und das Bewusstsein sinkt (vgl. Tervoort & Jüngen, 2009, S504).

In diesem Kapitel werden die pathophysiologischen Prozesse rund um den Herzstillstand und ihre Auswirkungen auf den Körper besprochen. Das Kapitel konzentriert sich auf Herzstillstände, die eine primäre kardiale Ursache haben, da sich die Arbeit auch mit der nicht-traumatischen Reanimation beschäftigt.

Jeder Unterabschnitt repräsentiert einen Teil des Prozesses und diese Klassifizierung wird auch verwendet, um die zugehörigen Testmöglichkeiten im nächsten Kapitel zu erklären.

5.1 (Elektrische) Herztätigkeit

Diesen pulslosen ventrikulären Arrhythmien gehen meist eine zunehmende ektopische Aktivität und zunehmende repetitive ventrikuläre Arrhythmien voraus (vgl. Wall & Van de Werf, 2008, S.287).

Bei einer persistierenden ventrikulären Tachykardie oder anderen Arrhythmien sinkt der Blutdruck und damit das Bewusstsein. Es ist bekannt, dass dieser Rhythmus nach einiger Zeit in Kammerflimmern übergeht. In dem Moment, in dem das Herz zu flimmern beginnt, ist es nicht mehr möglich, Leistung zu erzeugen (vgl. ebd., S.278).

Wo anfangs ein grobes Kammerflimmern zu sehen ist, wird dieses im Laufe der Minuten immer feiner. Dies hat Konsequenzen für die Fähigkeit zur Defibrillation (siehe Kapitel 7.1). Obwohl etwa 40 % der Patienten nach 30 Minuten immer noch Kammerflimmern hat, wird es bald unmöglich, zu defibrillieren (vgl. Holmberg et al., 2000, S.7ff).

Es ist erwähnenswert, dass zusätzlich zu dieser langsamen Progression ein Kammerflimmern auch spontan durch ein sogenanntes R-auf-T auftreten kann. Dies führt zu einer neuen Depolarisation in der empfindlichen Repolarisationsphase des Herzens. Diese Gefahr ist

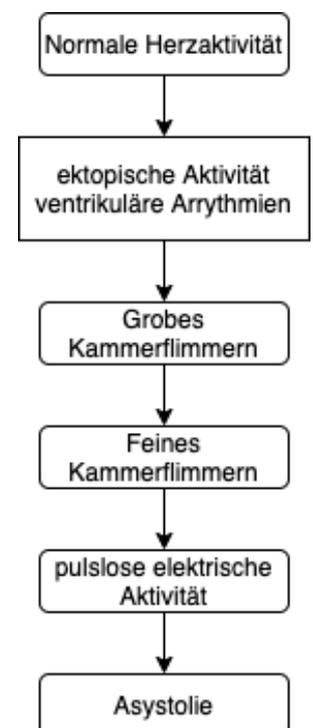


Abbildung 1 - Mögliche Ablauf verschiedene Rhythmen

erhöht, wenn das QT-Intervall zum Beispiel durch bestimmte Medikamente verlängert ist (vgl. de Bruyne et al., 1999, S.278ff).

Nachdem das Herz die oben beschriebenen Rhythmen durchlaufen hat, endet es in einem pulslose elektrische Aktivität (Pulseless Electrical Activity - PEA)-Rhythmus oder einer Asystolie (vgl. Holmberg et al., 2000, S.7ff).

Eine direkte PEA kann als Folge einer Lungenembolie oder einer Herztamponade auftreten. Darüber hinaus wird sie häufig bei traumatischen Reanimationen (vgl. Martin et al., 2002, S.876ff) gesehen, die aber in dieser Arbeit nicht berücksichtigt werden.

5.2 Hypoxie

Obgleich in einer physiologischen Situation ein geringer Teil des Sauerstoffs im Blut ungebunden durch den Körper transportiert wird, strömt der Grossteil des Sauerstoffs an Hämoglobin gebunden durch den Körper. Das Hämoglobin fließt mit dem Blutstrom von der rechten Herzkammer durch die Pulmonalarterien über die Lungenkapillaren zu den Pulmonalvenen in Richtung des linken Vorhofs (vgl. Tervoort & Jüngen, 2009, S.541ff).

Da die Sauerstoffkonzentration (oder der Partialdruck – pO_2) in den Kapillaren niedrig ist und der pO_2 in den Alveolen aufgrund der gerade eingeatmeten Frischluft hoch ist, diffundiert der Sauerstoff aus den Alveolen hierher und bindet sich an das Hämoglobin (vgl. ebd., S.542ff).

Für CO_2 gilt das Gegenteil. Aus dem Blut, wo ein hoher Partialdruck herrscht, in Richtung der Alveolen und dann über die Ventilation aus dem Körper (vgl. ebd., S.542ff).

Bei einem Herzstillstand gibt es mehrere Prozesse, die nicht mehr stattfinden können. Zunächst einmal atmet der Patient nicht mehr selbstständig, wodurch die Luft in den Bronchien und damit letztlich in den Alveolen nicht mehr erneuert wird. Ausserdem fehlt der Perfusionsdruck in den Pulmonalarterien aufgrund des fehlenden Blutdrucks (vgl. Wall & Van de Werf, 2008, S.278).

Infolgedessen findet die Oxygenierung des Hämoglobins nicht mehr statt (vgl. Tervoort & Jüngen, 2009, S.541ff).

Wenn noch Perfusionsdruck vorhanden ist, zum Beispiel in der Anfangsphase eines Herzstillstands oder nach ROSC (Return Of Spontaneous Circulation - Rückkehr der spontanen Blutzirkulation), führt die in Abschnitt 5.5 beschriebene Azidose zu einer Verschiebung der Sauerstoffdissoziationskurve nach rechts und es bleibt eine schlechte Oxygenierung aus der Lunge (vgl. Tervoort & Jüngen, 2009, S.544).

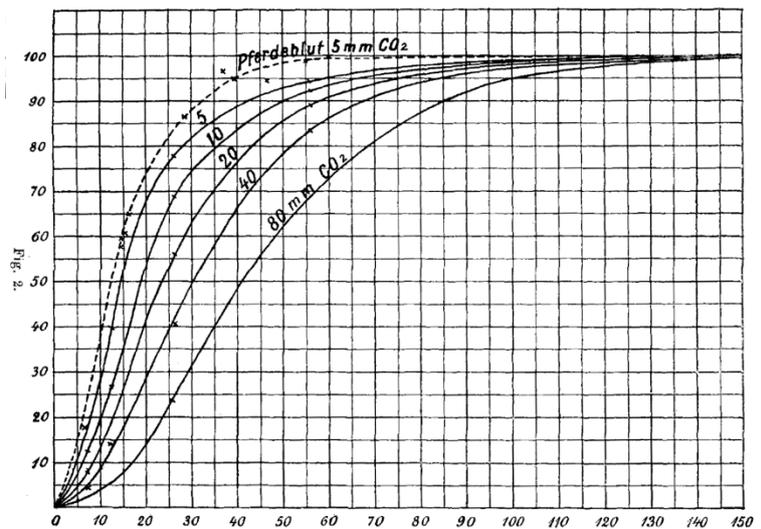


Abbildung 2 – Sauerstoffdissoziationskurve (Bohr et al., 1904)

5.2.1 Ischämisches Herz

Neben dem schlecht oder nicht oxygenierten Hämoglobin wird auch die Oxygenierung des Herzens durch den Abfall des Perfusionsdrucks beeinträchtigt (vgl. Wall & Van de Werf, 2008, S.184ff).

Dies wird zunächst als Ischämie bezeichnet, weil das Gewebe nicht ausreichend durchblutet wird. Wenn diese Situation anhält, kommt es zu einem Infarkt des Gewebes (vgl. ebd., S184ff).

Natürlich ist es auch möglich, dass ein Infarkt des Herzmuskelgewebes die primäre Ursache für den Kreislaufstillstand ist. Wenn ein Embolus oder ein Thrombus ein Blutgefäß verschliesst und damit die Sauerstoffversorgung des (Teil-)Herzens gefährdet, führt dies zu einem Infarkt. Letztlich finden die Prozesse in diesem Kapitel immer noch statt, nur der Startpunkt im Zyklus kann ein anderer sein (vgl. ebd., S184ff).

5.3 Hypoperfusion

Mit der Abnahme oder dem Verlust des Blutdrucks kommt es zu einer Hypoperfusion des Gewebes. Infolgedessen ist es, wie bereits in Abschnitt 5.2 beschrieben, nicht mehr möglich, Sauerstoff über die Lunge aufzunehmen. Ausserdem kann kein Sauerstoff mehr an das Gewebe abgegeben werden (vgl. Tervoort & Jüngen, 2009, S.542ff).

Des Weiteren ist es nicht möglich, das CO₂, das in den Geweben entsteht, zurück in die Lunge zu transportieren, wo es ausgeatmet werden sollte (vgl. ebd., S.542ff).

5.4 Anaerobe Verbrennung

Die Energie für den Körper wird in den Mitochondrien der Zellen erzeugt. Diese arbeiten normalerweise über ein aerobes System. Das bedeutet, dass Sauerstoff benötigt wird, um verschiedene Brennstoffe wie Glukose und Fettsäuren reagieren zu lassen. Bei dieser Reaktion werden die Brennstoffe in den Zellen in Energie umgewandelt, wobei CO_2 und H_2O als Nebenprodukte anfallen (vgl. Tervoort & Jüngen, 2009, S.33ff).

Diese Energie kommt in Form der energiereichen Substanz Adenosintriphosphat (ATP). Wenn diese Energie genutzt werden muss, kann das durch die Abspaltung eines Phosphat-Ions geschehen, der Stoff heisst dann Adenosindiphosphat (ADP). Beim Verlust dieses Phosphat-Ions wird eine Menge Energie freigesetzt (vgl. ebd., 2009, S.33ff).

Da die Sauerstoffzufuhr zu den Geweben während des Herzstillstands unterbrochen wurde, schalten sie auf anaerobe Verbrennung um, um Glukose in ATP umzuwandeln (anaerobe Glykolyse). Das bedeutet, dass kein Sauerstoff zur Energiegewinnung benötigt wird. Die Folge ist, dass bei dieser Reaktion Milchsäure freigesetzt wird. Diese Milchsäure zerfällt in Laktat und H^+ -Ionen, wodurch der pH-Wert des Blutes sinkt. Ausserdem wird bei der gleichen Menge an Glukose viel weniger ATP gebildet (vgl. Blanco & Blanco, 2017, S.283ff).

5.5 Azidose

Da während der anaeroben Glykolyse, wie in Abschnitt 5.4 beschrieben, viel Milchsäure freigesetzt wird, die sich in H^+ -Ionen aufspaltet, und die Unfähigkeit, CO_2 aus dem Blutkreislauf und der Lunge zu entfernen, wird der pH-Wert weiter sinken und eine Azidose auftreten (vgl. Tervoort & Jüngen, 2009, S.383ff).

Viele Prozesse im Körper hängen von einem korrekten Säure-Basen-Haushalt ab. Zum Beispiel verschiebt sich die Sauerstoffdissoziationskurve nach rechts und die Blutgerinnung kann gestört werden. Darüber hinaus wirken viele Medikamente bei einem pH-Wert, der nicht im Normalbereich liegt, schlechter oder gar nicht (vgl. ebd., 2009, S.383ff)

5.6 Kalium

Kalium ist das am häufigsten vorkommende intrazelluläre Salz im Körper. Es ist notwendig für die Regulierung des Zellmembranpotenzials. Darüber hinaus spielt es eine Rolle im Säure-Basen-Haushalt, im Elektrolythaushalt, im Glukose- und Insulinstoffwechsel, im

Blutdruckregulationssystem, im Mineralkortikoidsystem und im Konzentrationspotenzial des Harns (vgl. Tervoort & Jüngen, 2009, S.58f).

Wenn Zellen absterben, laufen intrazelluläre Mineralien aus der Zelle heraus und diffundieren in die Blutbahn. Infolgedessen steigt die intravaskuläre Kaliumkonzentration (vgl. ebd., 2009, S.58f).

Ausserdem vermindert die in Abschnitt 5.5 beschriebene Azidose die über die Nieren ausgeschiedene Kaliummenge, was die Hyperkaliämie nur noch verstärkt. Die Hyperkaliämie wiederum hat Folgen für die Ausscheidung von Säuren. Dadurch wird auch die Azidose erhöht (vgl. Mount et al., 2020).

Weitere Folgen einer erhöhten Kaliumkonzentration im Blut sind ventrikuläre Arrhythmien, die sich zu ventrikulären Tachykardien und Kammerflimmern entwickeln können (vgl. ebd.).

5.7 Eintritt des biologischen Todes

Wenn keine Massnahmen ergriffen werden, tritt nach dem Atem- und Herzstillstand der Hirntod ein. Das bedeutet, dass es keine messbare neuronale Aktivität im Gehirn mehr gibt und somit auch keine Gehirnfunktion mehr (vgl. Tervoort & Jüngen, 2009, S.164ff).

Pallor mortis tritt in den ersten Minuten nach Eintreten des biologischen Todes auf. In diesem Fall wird der Körper aufgrund des Blutverlustes in den Hautblutgefässen blass. Aufgrund der Schwerkraft sinkt das Blut in das darunter liegende Gewebe, wo es zu Lividitätsflecken kommt (Livor mortis) (vgl. Schäfer, 2000, S.81ff).

Die Temperatur des Körpers sinkt in der meist kälteren Umgebung und es kommt zu Algor mortis. Ab vier Stunden nach Eintritt des Todes versteift sich der Körper aufgrund von Veränderungen im intrazellulären Elektrolytverhältnis (Rigor mortis). Durch den Abbau von Myofilamenten nach etwa 48 bis 60 Stunden nach dem Höhepunkt der Totenstarre nimmt diese Versteifung wieder ab (vgl. Tervoort & Jüngen, 2009, S.136).

Dann beginnt die Grubenreaktion, der erste Schritt des Auflösungsprozesses (vgl. Jüngen & Zaagman-van Buuren, 2006, S.426). In Kapitel 7.7 wird die rechtliche Bedeutung dieses pathophysiologischen Prozesses eingehender behandelt.

6 Messbare Parameter

Mehrere der im vorherigen Kapitel beschriebenen Vorgänge können durch Diagnosetests transparent gemacht werden. Pro Teilbereich werden die Möglichkeiten beschrieben und anhand der vorhandenen Literatur auf Zuverlässigkeit und Anwendbarkeit geprüft.

Angeschaut wird auch, inwieweit sie präklinisch eingesetzt werden können und damit tatsächlich nutzbar sind.

6.1 (Elektrische) Herztätigkeit

Die älteste und bekannteste diagnostische Möglichkeit zur Messung der elektrischen Herzaktivität ist das Elektrokardiogramm (EKG). Dabei werden mehrere Elektroden am Patienten angebracht, um die Entladung des Herzens zu überwachen. Für eine noch einfachere Diagnose können Defibrillationselektroden zur Bestimmung des Herzrhythmus verwendet werden. Diese Pads werden dem Patienten während der Reanimation gemäss allen Richtlinien so schnell wie möglich angelegt (vgl. Panchal et al., 2020, S.1ff & Soar et al., 2021, S.115ff). In Kapitel 7.1 wird die Bedeutung dieser anfänglichen Rhythmusüberwachung in Verbindung mit der möglichen Beendigung der Reanimation näher erläutert.

Obwohl dieser Parameter einfach zu messen und auch sehr zuverlässig für die elektrische Aktivität des Herzens ist, ist es nicht möglich, die mechanische Herzaktivität, die folgen sollte, zu überwachen (vgl. Wall & Van de Werf, 2008, S.105).

Eine Möglichkeit, die mechanische Aktivität des Herzens zu messen, ist mit einem Ultraschall. Dies kann zum Beispiel ein Transösophageale Echokardiografie (transesophageal echocardiography - TEE) oder ein Transthorakalen Echokardiografie (TTE) sein. Damit kann auch nach reversiblen Ursachen wie einer Herztamponade gesucht werden (vgl. Fair et al., 2019, S.1ff).

Im Gegensatz zum EKG erfordert eine TEE oder TTE mehr Übung und wird in der Schweiz präklinisch nicht standardmässig durchgeführt (vgl. Haussener et al., 2020, S.7). Zudem wurde zur Reliabilität in der präklinischen Phase noch keine gross angelegte Studie durchgeführt.

6.2 Hypoxie

Die Messung der Menge an sauerstoffhaltigem Hämoglobin und damit der Menge an transportiertem Sauerstoff im Blut ist mit einem Pulsoximeter möglich. Die Kombination aus einer Lichtquelle und einem Detektor misst die periphere Sauerstoffversorgung des Blutes (pO_2) (vgl. Everdingen et al., 2011, S.666).

Die Messung des Hypoxiegrades ist auch mit einem Blutgasgerät möglich (vgl. Anup, 1996, S.4).

Ein spezielles Messgerät ist das Zerebraloxymeter. Dieses Gerät wird nicht standardmässig vom Schweizer Rettungsdienst eingesetzt und misst spezifisch die Sättigung des Blutes im Gehirn mittels eines Nah-Infrarot-Systems, das mit einem Aufkleber auf die Stirn geklebt wird (vgl. Zurfluh, 2021, S.24ff).

6.3 Hypoperfusion

Hypoperfusion ist ein verminderter Blutfluss zu den Geweben. Wie in Kapitel 5.3 beschrieben, ist dies die Folge eines zu niedrigen oder fehlenden Blutdrucks. Eine manuelle oder automatische Blutdruckmessmanschette ist eine gute Möglichkeit, den Blutdruck zu überprüfen aber nur dann, wenn der Patient noch Puls hat (vgl. Berger, 2001, S.919).

Während der Reanimation kann diese Messmethode schwierig sein, da keine ausgeprägten Pulsationen vorhanden sind. Auch eine invasive intraarterielle Blutdruckmessung ist möglich, zum Beispiel über einen Katheter, der in eine Arterie gelegt wird. Dies ist präklinisch möglich und anwendbar, wird aber nicht routinemässig empfohlen (vgl. Panchal et al., 2020, 1ff) Auch im Rettungsdienst ist die Ausrüstung noch nicht vorhanden (vgl. Haussener et al., 2020, S.7).

Infolge des in Abschnitt 5.2 beschriebenen Verfahrens ist es ebenfalls möglich, die Gewebepfusion mithilfe einer CO_2 -Messung zu beurteilen. Diese Messung kann zum Beispiel mittels eines Infrarotsensors direkt in der Ausatemungsluft erfolgen. Diese CO_2 -Messung wird zuverlässiger, wenn der Patient intubiert ist oder eine supraglottische Atemwegshilfe hat.

6.4 Anaerobe Verbrennung

Die anaerobe Verbrennung kann durch Messung des freigesetzten Laktats mit einem mobilen Blutgasgerät oder einem speziellen Point-of-Care-Gerät sichtbar gemacht werden.

Die Messung dieser Werte kann leicht präklinisch durchgeführt werden, gehört aber in der Schweiz nicht zur Standardausrüstung der Ambulanz (vgl. Haussener et al., 2020, S.7).

6.5 Azidose

Als Folge der anaeroben Verbrennung, wie in Kapitel 5.4 erwähnt, sinkt der pH-Wert des Blutes. Diese Azidose kann mit einem mobilen Blutgasgerät gemessen werden. Dieses Gerät gehört in der Schweiz nicht zur Standardausrüstung einer Ambulanz (vgl. Haussener et al., 2020, S.7).

Der erhöhte CO₂-Wert im Blut kann jedoch mit Hilfe einer EtCO₂-Messung gemessen werden (vgl. Tervoort & Jüngen, 2009, S.33ff).

6.6 Kalium

Wie in Kapitel 5.6 beschrieben, wird beim Zelltod das intrazelluläre Kochsalz Kalium freigesetzt. Das Kalium diffundiert aus dem Interstitium in die Blutbahn. Dieses intravaskuläre Kalium kann präklinisch mit einer kompletten Blutgasanalyse oder einem Point-of-Care-Kaliummessgerät gemessen werden (vgl. Anup, 1996, S.4).

6.7 Eintritt des biologischen Todes

Der Eintritt des biologischen Todes kann durch Untersuchung des Patienten festgestellt werden. Die verschiedenen Schritte, die in Kapitel 5.7 beschrieben sind, können durch Sehen, Fühlen und Riechen unterschieden werden.

Ein wichtiger Parameter ist auch die Zeit. Natürlich kann dies mit Hilfe einer Uhr oder Stoppuhr verdeutlicht werden. Nicht nur die Zeit vom Alarm bis zum Eintreffen des Rettungsdienstes ist wichtig. Auch die Zeit zwischen dem Herzstillstand und der Entdeckung und dem Beginn des Basic Life Supports, auch "delay" genannt, ist notwendig zu wissen (vgl. Semeraro et al., 2021, S.80ff).

6.8 Patientenabhängige Parameter

Neben den pathophysiologischen Parametern gibt es auch patientenspezifische Punkte zu beachten.

Die Wünsche des Patienten müssen immer berücksichtigt werden (vgl. Gerber et al., o. J., S.9ff). Was in seiner (rechtsgültigen) Patientenverfügung steht, ist richtungsweisend. Da dies unabhängig von den Chancen einer erfolgreichen Wiederbelebung ist, liegt es ausserhalb des Rahmens dieser Diplomarbeit.

Obwohl die Einbeziehung des Alters des Patienten in eine Reanimation angesichts der unterschiedlichen Lebensqualität verschiedener Patienten gleichen Alters ethisch problematisch sein kann, wird damit versucht, Fragen zum erwarteten möglichen Ergebnis einer Reanimation objektiv zu beantworten.

7 Kriterien

In diesem Kapitel wird die Literatur gesichtet, um zu sehen, welche verschiedenen Kriterien derzeit erforscht werden und wie zuverlässig sie sind.

7.1 Rhythmen

Die Literatur zeigt, dass die Beurteilung eines anfänglichen Rhythmus oft mit dem Ergebnis der Wiederbelebung in Verbindung gebracht werden kann. Die wichtigste Unterscheidung die getroffen wird, ist der Unterschied zwischen schockbaren und nicht schockbaren Rhythmen. Nicht schockbare Rhythmen werden in Asystolie oder Asystolie und PEA unterteilt.

Laut Navab et al. (vgl. 2019, S.36ff) ist ein nicht schockbarer Rhythmus sowohl mit ROSC (Return Of Spontaneous Circulation) als auch mit Überlebenschance bis Spitalentlassung (Survival to Hospital Discharge – SHD) negativ assoziiert. Shibahashi et al. (vgl. 2018, S.28ff) bezog auch den nicht schockbaren Rhythmus in die Untersuchung einer möglichen TOR-Regel ein, und hier scheint eine lose Anwendung dieser mit einem schlechten Ergebnis verbunden zu sein.

Es scheint auch, dass die Anzahl der Defibrillationen eine Vorhersage für das 1-Monats-Überleben geben kann. Bei wie vielen Schockentladungen der Wendepunkt liegt, muss noch untersucht werden, aber Hasegawa et al. geben an, dass nach 3 Schockentladungen die Überlebenschancen deutlich abnehmen (vgl. 2015, S.34ff).

7.2 Beobachtete Herzstillstand

Da die Möglichkeit eines Survival to Hospital Discharge ohne Reanimation um 9 % pro Minute abnimmt, ist es wichtig, dass der Zustand so schnell wie möglich diagnostiziert wird. Dies muss nicht durch einen Arzt geschehen, auch eine medizinische Fachperson oder sogar eine medizinischer Laie kann einen Herzstillstand erkennen (vgl. Berg et al., 2010, S.685ff).

Da die Chance auf eine günstige Prognose so schnell abnimmt, wird in der Literatur die Abwesenheit von Umstehenden beim Auftreten des Herzstillstands (Witnessed Arrest) als wichtiger Parameter berücksichtigt (vgl. Ruygrok et al., 2009, S.239ff). Hierbei wird nicht darauf geachtet, wie lange das Opfer nicht gesehen wurde; er gibt daher nicht die absolute Verzögerung wieder.

Fazit: Dies bedeutet, dass es für die Rettungskräfte wichtig ist, Informationen zu sammeln und herauszufinden, wie viel Zeit zwischen dem Kreislaufstillstand und dem Eintreffen des Rettungsdienstes vergangen ist. Obwohl dies nicht immer sofort erkennbar ist, ist es wichtig, dies bei der Reanimation zu beachten, insbesondere in einem ländlichen Gebiet wie dem Einsatzgebiet des Rettungsdienstes Einsiedeln.

7.3 Laienreanimation

Es ist wichtig, so schnell wie möglich mit der Wiederbelebung zu beginnen, auch wenn es sich um eine Laienreanimation handelt. Eine schwedische Langzeitstudie hat gezeigt, dass Wiederbelebungsmaßnahmen, die von Umstehenden eingeleitet werden, einen positiven Effekt auf die Überlebenschancen haben (vgl. Adielsson et al., 2011, S.1391ff).

Diese Studie zeigt auch, dass in den letzten 18 Jahren in Schweden die Anzahl der Wiederbelebungen, bei denen eine Reanimation durch Laien durchgeführt wurde, von 46 % auf 73 % gestiegen ist (vgl. ebd., S.1391ff). In bestimmten Teilen der Schweiz gibt es ein System der Laienwiederbelebung durch Zivilisten und First Responders von zum Beispiel der Feuerwehr. Auch Polizisten sind in BLS ausgebildet. Genaue Zahlen liegen aber nicht vor, ausser im Tessin, wo 24% der Bevölkerung in BLS ausgebildet sind (vgl. Mauri et al., 2016, S.398ff).

Fazit: Da die Wichtigkeit einer möglichst schnellen (Laien-) Reanimation nachgewiesen wurde, ist es gut, sich auf diese Bürger und Rettungskräfte zu konzentrieren. In einem grossen Teil des Einsatzgebietes des Rettungsdienstes Einsiedeln sind First Responder der Feuerwehr im Einsatz. Leider existiert vor allem in dem am weitesten entfernten Gebiet (Siehe Abbildung 3, Alpthal, Unteriberberg, Oberiberberg) kein funktionierendes First-Responder-System. Es empfiehlt sich, ein umfassendes System aufzubauen.

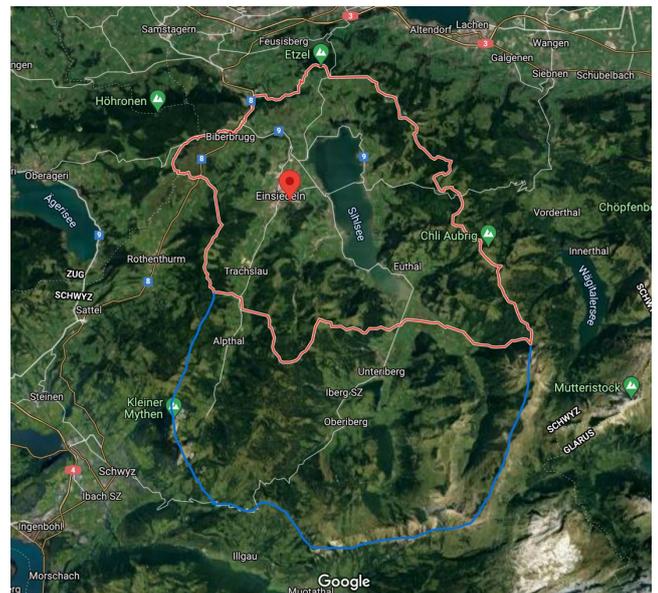


Abbildung 3 - Rot: Einsatzgebiet First Responders, Rot und Blau: Einsatzgebiet Rettungsdienst Einsiedeln (Google Maps, 2021; S. Zweidler, persönliche Kommunikation, 29. November 2021)

7.4 Dauer

Eine Meta-Analyse von Welbourn & Efstathiou (vgl. 2018, S.77ff), die sich mit dem neurologischen Ausgang nach einer Reanimation befasste, ergab, dass eine längere Reanimationsdauer einen negativen Einfluss auf den Ausgang hat. Insbesondere eine lange Zeit bis zum ROSC ist mit einem schlechten neurologischen-SHD-Score verbunden.

Obwohl also eine verlängerte Reanimation einen schlechten Einfluss hat, wurde kein Grenzpunkt gefunden, nach dem eine Wiederbelebung hoffnungslos ist (vgl. ebd., S.77ff).

Daraus lässt sich schliessen, dass die Zeit ein wichtiger Faktor für den zu erstellenden Algorithmus ist, die Beweiskraft jedoch noch nicht hoch ist.

7.5 Alter

Auch wenn die Berücksichtigung des Alters ein ethisch schwieriges Thema ist, scheint es einen Zusammenhang zwischen Survival to Hospital Discharge mit einem guten neurologischen Ergebnis und dem Alter des Patienten zu geben.

Glober et al. (vgl. 2019, S.8ff) und Shibahashi et al. (vgl. 2018, S.28ff) nennen unter anderem ein Alter zwischen 60 und 78 Jahren als Wendepunkt, ab dem die Chance auf ein gutes neurologisches Ergebnis abnimmt.

In diesen Studien (vgl. ebd., S28ff & vgl. Glober et al., S8ff) wird festgestellt, dass die Bestimmung des Alters während der Reanimation nicht immer einfach ist und die Einbeziehung dieses Kriteriums erschwert werden kann.

Daher ist dies als Kriterium für den Einsatz innerhalb des Rettungsdienstes weniger geeignet. Es kann allerdings ein Teil der Beurteilung sein, inwieweit eine Reanimation erfolgreich sein kann.

7.6 Blutgasanalyse

Obwohl eine Blutgasanalyse im Rettungsdienst in der Schweiz nicht routinemässig zur Verfügung steht (vgl. Haussener et al., 2020, S.7), gibt es ausländische Untersuchungen zum prädiktiven Wert dieser Daten. Corral Torres et al. (vgl. 2020, S.60ff) zum Beispiel beschreibt eine Korrelation zwischen niedrigem pH-Wert und hohem Kaliumgehalt und der Rückkehr in den Kreislauf (ROSC).

Darüber hinaus wird eine Korrelation zwischen niedrigem pH-Wert, hohem Kalium sowie hohem CO₂ und einem schlechten neurologischen Ergebnis gesehen.

	Mit ROSC	Ohne ROSC
pH	7.129 ± 0.167	7.109 ± 0.177
K ⁺	4.22 ± 1.01	4.55 ± 1.28
	Gute neurologischen Ergebnis	Schlechte neurologischen Ergebnis
pH	7.196 ± 0.147	7.096 ± 0.172
K ⁺	3.95 ± 0.79	4.49 ± 1.21

Tabelle 1 – Studiendaten pH und Kalium und ROSC (Corral Torres et al., 2020)

7.7 Eintritt des biologischen Todes

Sowohl in den europäischen (vgl. Mentzelopoulos et al., 2021, S.3) als auch den amerikanischen Reanimationsrichtlinien (vgl. Mancini et al., 2015, S.384) ist vorgeschrieben, dass bei eindeutigen Todesanzeichen, beispielsweise einer Dekapitation, kompletter Verkohlung, Rigor Mortis oder Anzeichen von Verwesung eine Wiederbelebung nicht aufgenommen werden muss und dass eine laufende (Laien-)Reanimation abgebrochen werden darf.

Da in der Schweiz entweder die ERC- oder die AHA-Leitlinien verwendet werden, gelten diese Kriterien auch für die Rettungsdienste in der Schweiz. In Abschnitt 9.5.1 werden die rechtlichen Konsequenzen dieser standardisierten Richtlinien weiter erörtert. Des Weiteren wird in Kapitel 9 näher auf die aktuell verwendeten Algorithmen bei den verschiedenen Rettungsdiensten eingegangen.

8 Bestehende Algorithmen

In der Literatur scheinen sich einige Kriterien häufig zu wiederholen. Diese Kriterien sind in verschiedenen Algorithmen kombiniert worden und sind unten aufgeführt. In diesem Abschnitt werden drei validierte Algorithmen besprochen.

Es handelt sich um eine Kombination von Kriterien, die zusammen einen Algorithmus bilden. Diese kombinierten Kriterien können verwendet werden, um den Abbruch einer präklinischen Reanimation zu rechtfertigen. Für eine solche Kombination von Kriterien wird in der englischen Literatur häufig der Begriff „Termination of Resuscitation-Rules“ (TOR-Rules) verwendet.

8.1 Basic Life Support-Algorithmus

Beim Basic Life Support-Algorithmus zur Bestimmung, ob eine Reanimation präklinisch beendet werden kann (BLS-TOR), werden drei Kriterien berücksichtigt:

- Der Kreislaufstillstand erfolgte unbeobachtet durch Erste-Hilfe-Rettungspersonal
- Es wurden keine Defibrillationsschocks abgegeben;
- Es besteht keine Wiederherstellung des Blutkreislaufs (ROSC).

Eine retrospektive Studien in Kanada hat gezeigt, dass das Anwenden dieser Regel die Zahl der nicht sinnvollen Notfalltransporte im Rahmen eine Reanimation ins Spital reduzieren kann, in diesem Fall um mehr als 15 % (vgl. Teefy et al., 2020, S.254ff).

Laut Grunau et al. (vgl. 2017, S374ff), der in einer grossen retrospektiven Studie die Anwendbarkeit dieses Algorithmus zur Vorhersage des Survival to Hospital Discharge untersuchte, scheint es bei Anwendung der Regel nach 6 Minuten Advanced Life Support eine Falsch-Positiv-Rate von 2,1 % zu geben. Dieser Prozentsatz nimmt ab, wenn die Regel zu einem späteren Zeitpunkt angewendet wird. Yoon gibt eine Falsch-Positiv-Rate von 5,9 % an und empfiehlt additive Kriterien (siehe Kapitel 8.4) (vgl. 2019, S.374ff).

Auch aus der Analyse von Ruygrok et al. (vgl. 2009, S.239ff) geht hervor, dass der BLS-Algorithmus sowohl für Survival to Hospital Discharge als auch für die Prognose des neurologischen Ergebnisses beim Patienten einen guten Prognosewert aufweist. Es wird auch angegeben, dass eine grosse Anzahl von Transporten unter Reanimation weniger stattfinden kann, wenn dieser Algorithmus angewandt wird.

8.2 Advanced Life Support-Algorithmus

Zusätzlich zu den BLS-Kriterien berücksichtigt der ALS-Algorithmus auch, wenn keine Laienreanimation eingeleitet wurde. Dieser Algorithmus berücksichtigt daher vier Kriterien:

- Es erfolgte keine Reanimation durch Zuschauer;
- Der Kreislaufstillstand erfolgte unbeobachtet durch Erste-Hilfe-Rettungspersonal oder Zuschauer;
- Es wurden keine Defibrillationsschocks abgegeben;
- Es besteht keine Wiederherstellung des Blutkreislaufs (ROSC).

Eine Datensatzstudie unter Verwendung der Reanimations-Ergebnisdaten aus dem Grossraum Asiens zeigt, dass die Anwendung der ALS-Regeln unnötige Notfalltransporte, medizinische Interventionen und Kosten reduziert (vgl. Nazeha et al., 2021, S.100092ff).

Dennoch zeigt die Analyse von Ruygrok et al. (vgl. 2009, S.239ff) , dass die BLS-TOR-Kriterien hinsichtlich des Vorhersagewerts überragend sind. Darüber hinaus ist es in der Schweiz unüblich, dass keine Form der Laienreanimation eingeleitet wurde, sodass viele Patienten nicht unter diese Kriterien fallen (vgl. Mauri et al., 2016, S.398).

8.3 Neurologie-Algorithmus

Der Neurologie-Algorithmus enthält dieselben Kriterien wie der BLS-TOR und berücksichtigt das neurologische Ergebnis des Patienten.

Dieser Algorithmus hat als Zusatz ein Alterskriterium, wobei das genaue Alter, in dem die Kriterien erreicht werden, von der Studie abhängt. Im Allgemeinen berücksichtigt dieser Algorithmus die folgenden Kriterien:

- Der Kreislaufstillstand erfolgte unbeobachtet durch Erste-Hilfe-Rettungspersonal oder Zuschauer;
- Es wurden keine Defibrillationsschocks abgegeben;
- Es besteht keine Wiederherstellung des Blutkreislaufs (ROSC);
- Der Patient ist älter als 73-78 Jahre.

In der Analyse von Ruygrok et al. (vgl. 2009, S.239ff) scheinen diese Kriterien ein guter Prädiktor für Patienten zu sein, die sterben oder ein sehr schlechtes neurologisches Ergebnis haben. Hierfür wurde das Alter von 78 Jahren verwendet.

Die Beobachtungsstudie von Shibahashi et al. (vgl. 2018, S.28ff) arbeitet mit einem Alterskriterium von 73 Jahren und hat auch hierbei einen Monat nach dem präklinischen Herzstillstand einen extrem guten positiven Vorhersagewert für unerwünschte neurologische Outcome.

8.4 Korean-Cardiac-Arrest-Consortium-Algorithmus

Neben der Validierung des BLS-TOR mithilfe des nationalen koreanischen Forschungskonsortiums für Reanimation untersuchte Yoon et al. (vgl. 2019, S.73ff) auch, wie dies verbessert werden kann.

Die Studie zeigt, dass das Hinzufügen von zwei Kriterien, und zwar eine Asystolie als Anfangsrhythmus und ein Alter von >60 Jahren, die Anzahl der fälschlicherweise als sinnlos eingestuftem Reanimationen reduziert. Daraus ergeben sich im KoCARC-TOR die folgenden Kriterien:

- Der Kreislaufstillstand erfolgte unbeobachtet durch Erste-Hilfe-Rettungspersonal;
- Der initiale Rhythmus ist Asystolie;
- Es wurden keine Defibrillationsschocks abgegeben;
- Es besteht keine Wiederherstellung des Blutkreislaufs (ROSC);
- Der Patient ist älter als 60 Jahre.

Wie in Kapitel 6.1 beschrieben, ergibt die Studie von Yoon et al. (vgl. 2019, S.73ff) eine höhere Falsch-Positiv-Rate als andere Studien. Durch Hinzufügen eines Initial-Rhythmus-Kriteriums sinkt die Rate der Falsch-Positiven von 5,9% auf 0,9%. Diese sinkt weiter auf 0,3%, wenn auch das Alterskriterium von 60 Jahren mit einbezogen wird.

Obwohl die Zeit nicht im KoCARC-TOR enthalten ist, zeigt die Studie, dass die Anzahl der Falsch-Positiven gleich null ist, wenn die Kriterien nach 15 Minuten angewendet werden (vgl. ebd., S.73ff).

8.5 Beschränkungen der Algorithmen (Ausnahmen)

Wie in Kapitel 4.6 beschrieben, fallen bestimmte Situationen nicht in den Anwendungsbereich dieser Diplomarbeit. Diese Ausnahmen sind auch in den Algorithmen enthalten, die in den Kapiteln 8.1, 8.2 und 8.3 beschrieben wurden. Diese sind wie folgt:

- Es handelt sich um eine nicht-traumatische Reanimation;

- Die Reanimation erfolgt präklinisch;
- Es ist keine Schwangerschaft bekannt;
- Der Patient ist ein Erwachsener;
- Im Einsatzgebiet wurde noch kein umfassendes System von eCPR ausgerollt.

9 Aktuelle Situation in der Schweiz

Dieses Kapitel befasst sich mit der aktuellen Situation in der Schweiz. Ein Out-of-Hospital-Cardiac-Arrest (OHCA) in der Schweiz ist eine Situation, in der immer ein Rettungswagen und ein Notarzt oder eine Diplomierte Pflegefachperson Anästhesie geschickt werden.

9.1 Zahlen

Laut der vom Interverband für Rettungswesen (IVR) verwalteten Datenbank SWISSRECA (vgl. 2021) ereignen sich in 2019 5585 OHCA, von denen 63 % (3518) reanimiert wurden. Von diesen Reanimationen hatten 44 % jemals einen ROSC. In 42% der Reanimationen wurde der Patient ins Spital transportiert, wovon 313 Patienten unter Reanimation.

In der Datenbank ist erfasst, dass in 82 % der Fälle eine medizinische Ursache für die Reanimation vorlag, und diese Reanimationen demnach – mit Ausnahme von Schwangeren und Kindern – in den Rahmen dieser Diplomarbeit fallen. Obwohl nicht alle Rettungsdienste mit der Datenbank verknüpft sind, ist diese durch die Abdeckung von 90 % der Rettungsdienste insofern repräsentativ (vgl. edb., 2021).

9.2 Umfrage

Aus einer eigenen Umfrage unter 83 Rettungsdiensten in der Schweiz mit einer Rücklaufquote von 48 % lassen sich einige interessante Schlussfolgerungen ziehen.

Es stellte sich heraus, dass mehr als die Hälfte der Befragten nicht über spezifische Richtlinien oder Algorithmen verfügt, die bei der Beendigung einer präklinischen Reanimation an Ort und Stelle verwendet werden können.

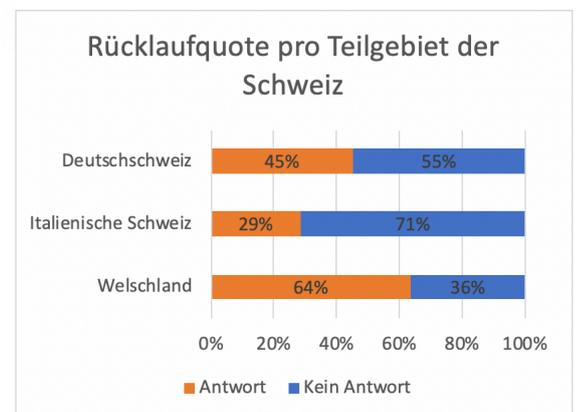


Diagramm 1 – Eigene Umfrage

9.2.1 Welschland

Auffallend ist die unterschiedliche Handhabung in den verschiedenen Sprachgebieten. In der französischsprachigen Schweiz verwenden alle befragten Rettungsdienste einen ähnlich transparenten Algorithmus. Dieser Algorithmus unterscheidet zwischen offensichtlichen

Todeszeichen, bei denen die Reanimation nicht eingeleitet wird, und einer Spur zum Beenden einer laufenden Reanimation.

Wenn die Asystolie des Patienten länger als 20 Minuten anhält oder die Reanimation für mehr als 30 Minuten lege artis ausgeführt wurde (zum Beispiel nach European Resuscitation Council Advanced Life Support- oder American Heart Association Advanced Cardiac Life Support-richtlinien), ohne dass ein Rückkehr eines Spontankreislaufs (Return Of Spontaneous Circulation – ROSC) erreicht wurde, und keine Kontraindikationen vorliegen, kann die Entscheidung getroffen werden, den Reanimationsversuch abubrechen.

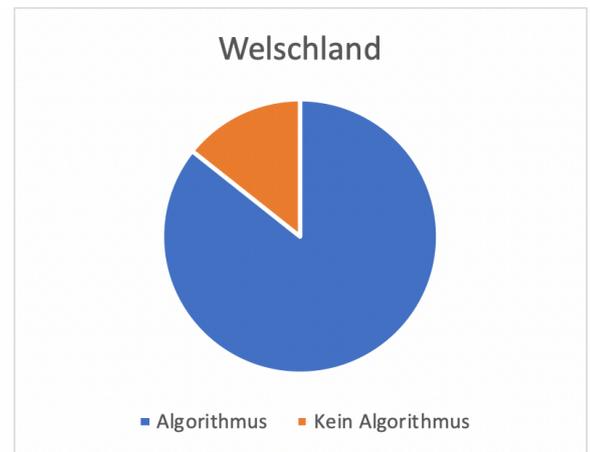


Diagramm 2 – Eigene Umfrage

9.2.2 Italienische Schweiz

Die umfangreichen Antworten im italienischen Sprachraum zeigen, dass die Beendigung der Reanimation eine medizinische Entscheidung ist, die von einem Arzt getroffen werden muss. Obwohl in der Korrespondenz einige Leitlinien beschrieben werden, wie diese Entscheidung zustande kommt, gibt es keinen Verweis auf offizielle Leitlinien oder Dokumente. Zudem kann bei einer Rücklaufquote von 28 % in dieser speziellen Region keine repräsentative Schlussfolgerung gezogen werden.

9.2.3 Deutschschweiz

Im deutschen Sprachraum ist nur selten ein Algorithmus vorhanden. Einige Rettungsdienste verfügen jedoch über ein umfangreiches Richtliniendokument, das in allen Fällen besagt, dass der Abbruch eines Reanimationsversuchs eine Teamentscheidung ist. In anderen Fällen wird die Entscheidung von einem anwesenden Arzt getroffen.

Bei den Rettungsdiensten, bei denen ein Algorithmus verfügbar ist, ist dieser mit dem in Kapitel 9.1.1 beschriebenen „Welschland“-Algorithmus vergleichbar. Von einer erfolglosen Reanimation wird

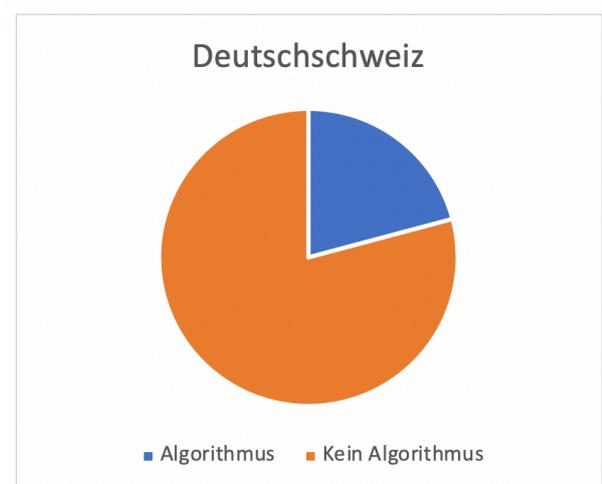


Diagramm 3 – Eigene Umfrage

ausgegangen, wenn die Asystolie während einer Reanimation, die 20 Minuten lege artis ausgeführt wurde, anhält und keine Kontraindikationen oder reversible Ursachen vorliegen. Einige Rettungsdienste haben hinzugefügt, dass ein Kreislaufstillstand, der 15 Minuten lang ohne Herzdruckmassage war, gestoppt werden darf.

9.3 Algorithmen

Obwohl die Rettungsdienste, die über einen Algorithmus verfügen, unterschiedliche Kriterien verwenden, ist ein immer wiederkehrendes Kriterium das Fortbestehen eines nicht schockbaren Rhythmus. Bei allen erhaltenen Algorithmen besteht die Möglichkeit, die Reanimation nach 20 Minuten Asystolie abubrechen, wenn keine reversible Ursachen oder Kontraindikationen vorliegen. Bei den meisten Algorithmen beginnt nach einer Rhythmusänderung die 20-Minuten-Reanimationsfrist neu.

Fazit: Es stellte sich heraus, dass unter den Rettungsdiensten, die über einen Algorithmus verfügen, ein Konsens darüber besteht, dass eine fundierte Entscheidung zum Abbruch der Reanimation nach 20 Minuten getroffen werden kann. Dies ist eine Schlussfolgerung, die der Rettungsdienst Einsiedeln in den Entscheidungsprozess für einen neuen Algorithmus einbeziehen kann.

9.4 Situation in Einsiedeln

Der Rettungsdienst in Einsiedeln verwendet ein Alarmierungssystem, bei dem sowohl Rettungssanitäter als auch Diplomierete Anästhesiepflege eingesetzt werden. Bei einem kritisch gefährdeten Patienten wird neben mindestens einem qualifizierten Rettungssanitäter auch ein Anästhesiepfleger an den Einsatzort entsandt.

Dies kann sowohl „kompakt“ erfolgen, bei dem ein einziger RTW losgeschickt wird, als auch anhand des Rendezvous-Systems, bei dem der Anästhesiepfleger separat im Pkw zum Einsatzort gefahren wird. In diesem System ist also kein (Not)Arzt physisch anwesend.

Dazu gehört auch die Einsatzmeldung "Kreislaufstillstand oder drohende Kreislaufstillstand" (Out of Hospital Cardiac Arrest - OHCA). Derzeit ist in Einsiedeln kein Algorithmus im Einsatz, der den Prozess des Abbruchs einer Reanimation beschreibt.

Es werden jedoch die ERC-Richtlinien (vgl. Truhlář et al., 2015, S.1ff) für den Verlauf der Reanimation verwendet. Darüber hinaus können die in Kapitel 9.4 beschriebenen nationalen Richtlinien verwendet werden. Die Beendigung der laufenden Reanimation ist eine Teamentscheidung, die unter der Verantwortung des anwesenden Anästhesiepflegers oder Notarztes getroffen wird.

Die Statistiken des Rettungsdienstes Einsiedeln zeigen, dass eine präklinische Reanimation relativ selten ist. Was aus diesen Daten von 2018 – 2020 allerdings hervorgeht ist, dass in 14 % bis 25 % der Fälle beschlossen wird, den Patienten zu transportieren, entweder aufgrund eines ROSC oder eines Transports unter Reanimationsmassnahmen (Rettungsdienst Einsiedeln, 2021).

Bei der Mehrzahl der Reanimationen (75 % - 86 %) wird daher entschieden, nicht mit der Reanimation zu beginnen oder diese am Einsatzort abubrechen (vgl. edb., 2021).

Fazit: Beim Rettungsdienst Einsiedeln finden relativ wenige Reanimationen statt und es werden wenige Patienten nach oder während einer Reanimation transportiert. Dadurch ist die Exposition des Personals gering. Ein unterstützender Algorithmus kann den Mitarbeitern helfen, richtige Entscheidungen zu treffen.

	Kein Transport	Transport
2018	21	3
2019	20	5
2020	12	2

Tabelle 2 – Reanimationsmeldungen Rettungsdienst Einsiedeln (Rettungsdienst Einsiedeln, 2021)

9.5 Nationale Richtlinien

Die Schweizerische Akademie der Medizinischen Wissenschaften (SAMW) hat einen allgemeinen Leitfaden zu Entscheidungen rund um die Reanimation herausgegeben. Dieser Leitfaden bietet eine Orientierungshilfe für die Entscheidung, ob die Einleitung einer Reanimation medizinisch angemessen und ethisch vertretbar ist.

Bezüglich der Beendigung der laufenden Reanimation schreibt er, dass neben dem Willen des Patienten auch eine schlechte Prognose berücksichtigt werden muss. Ausserdem ist die Erfolglosigkeit der Wiederbelebung ein Argument für deren Abbruch. Nach diesen Richtlinien ist eine erfolglose Reanimation eine 20-minütige Wiederbelebung, die gemäss den geltenden medizinischen Richtlinien durchgeführt wurde, ohne dass es zu einer spontanen Rückkehr des Kreislaufs kam (vgl. Gerber et al., o. J., S18ff).

Abschliessend weisen sie darauf hin, dass die Entscheidung zur Beendigung der Wiederbelebung möglichst von einem Arzt getroffen werden sollte (vgl. ebd., o. J., S18ff).

9.5.1 Rechtliche Konsequenzen

Obwohl die SAMW darauf hinweist, dass die Entscheidung über den Abbruch der Reanimation möglichst von einem Arzt getroffen werden sollte, sind bei vielen Rettungsdiensten in der Schweiz nicht routinemässig Ärzte vor Ort (vgl. Zingg et al., 2003, S1800).

Das Treffen einer solchen Entscheidung kann als medizinische Massnahme angesehen werden, schliesslich muss eine Diagnose gestellt werden und auf Grundlage dieser Diagnose wird eine Behandlung begonnen oder abgebrochen.

Medizinische Kompetenzen werden in der Schweiz täglich von leitenden Ärzten an Nicht-Ärzte, zum Beispiel an Rettungssanitäter, abgegeben. Die Übertragung von medizinischen Massnahmen ist daher keine Seltenheit, und ohne diese kann das Gesundheitssystem auch nicht funktionieren (vgl. Struss, 2020, S10).

Medizinische Massnahmen, die zum Kernbereich des Arztes gehören, dürfen nicht einfach übertragen werden, jedoch gibt es keine gesetzliche Definition dessen, was zu diesem Kernbereich gehört (vgl. ebd., 2020, S21).

Eine wichtige terminologische Unterscheidung bei der Übertragung medizinischer Massnahmen liegt im Unterschied zwischen Delegation und Substitution (vgl. ebd., 2020, S22).

Eine Delegation bezieht sich auf die Übertragung einer bestimmten Massnahme, wobei die Situation, in der die Massnahme vorgenommen werden kann, von der Person bestimmt wird, die die Massnahme überträgt (vgl. ebd., 2020, S22).

Dabei kann es sich um einen Arzt handeln, der eine einmalige Anweisung zur Durchführung einer Massnahme an einem Patienten erteilt (Einzelfalldelegation) an einen Nicht-Arzt. Häufiger erfolgt dies jedoch in Form eines standardisierten Verfahrens (Standard Operating Procedures - SOP), das durchgehend gültig ist. Dies geschieht dann in der Regel in Form eines Algorithmus (vgl. ebd., 2020, S23).

Bei der Substitution überträgt der Arzt die gesamte Entscheidungsbefugnis auf einen Nicht-Arzt. Die Situation wird also nicht anhand von Richtlinien festgelegt und die Person, die den

Auftrag annimmt, darf die Massnahme nicht nur selbst ausführen, sondern auch selbst festlegen, wann diese Massnahme ausgeführt wird (vgl. ebd., 2020, S24).

Diese Unterscheidung ist sowohl für die Person, die den Auftrag erteilt, als auch für die Person, die den Auftrag annimmt, wichtig. Bei einer Delegation ist der Auftraggeber für die Anordnung verantwortlich und der Auftragnehmer selbst mitverantwortlich für die Durchführung des Auftrages. Bei einer Substitution ist der Auftragnehmer sowohl für die Entscheidung zur Durchführung der Massnahme als auch für deren Durchführung gesamtverantwortlich (vgl. ebd., 2020, S25).

Das Fehlen eines Algorithmus zum Abbruch einer Reanimation hat zur Folge, dass Nicht-Ärzte, die diese Entscheidung treffen dürfen und müssen (Substitution), selbst für die Folgen verantwortlich sind und auch haftbar gemacht werden können (vgl. ebd., 2020, S25).

Fazit: Das erstellen und Befolgen eines Algorithmus schützt den Anästhesiepflege des Rettungsdienstes Einsiedeln beim Abbruch einer Reanimation.

10 Ausländische Praktiken

Um eine gute Vorstellung davon zu bekommen, wie die TOR-Kriterien festgelegt werden könnten, wurden auch Ambulanzdienste im Ausland angesehen.

Hierbei wurde sowohl ein Land mit einem präklinischen Notarztsystem gewählt als auch ein Land, in dem mit einem Pflegesystem gearbeitet wird.

10.1 Niederlande

Das niederländische Ambulanzsystem arbeitet mit einer Besatzung bestehend aus einem Fahrer, der eine Zusatzausbildung absolviert hat, und einer spezialisierten Pflegefachperson, die nach ein Nachdiplomstudium Anästhesiepflege, Notfallpflege oder Intensivpflege ebenfalls eine 8- bis 12-monatige Ambulanzausbildung absolviert hat (vgl. Waalewijn et al., 1998, S.157ff).

Ihnen stehen vier Hubschrauberteams mit Notärzten zur Verfügung, die aber bei einer nicht-traumatischen Reanimation nicht zum Einsatz kommen. Standardmässig werden jedoch zwei Ambulanzen geschickt, wodurch zwei Pflegefachpersonen und zwei Fahrer zur Verfügung stehen (vgl. ebd., S.157ff).

Nationale standardisierte Algorithmen werden verwendet, um die Beendigung der Reanimation zu erwägen, wenn nach 20 Minuten ALS ein anhaltender nicht schockbarer Rhythmus vorliegt (Siehe Anhang E). Das Beatmungssystem sollte dann abgeschaltet werden, und wenn nach 5 Minuten keine Kreislaufferholung eintritt, ist der Patient gestorben (vgl. in 't Veld et al., 2016, S.44).

Ausserdem kann die Entscheidung getroffen werden, nicht mit einer Reanimation zu beginnen, wenn Symptome eines biologischen Todes aufgetreten sind oder wenn 15 Minuten ohne Basic Life Support vergangen sind (vgl. ebd., S.44).

Dieses System wird in den gesamten Niederlanden sowohl in ländlichen als auch in städtischen Gebieten eingesetzt. Obwohl die ländlichen Gebiete in den Niederlanden wahrscheinlich nicht direkt mit denen in der Schweiz und konkret mit dem Einsatzgebiet des Rettungsdienstes Einsiedeln vergleichbar sind, lassen sich einige Aspekte durchaus vergleichen.

So muss beispielsweise bei 95 % der Notfalleinsätze der Rettungswagen innerhalb von 15 Minuten am Einsatzort eintreffen (vgl. Kommer & Zwakhals, 2010, S.12), was mit der empfohlenen Hilfefrischt in der Schweiz vergleichbar ist (vgl. Ummenhofer et al., 2017, S.12).

Hinzu kommt, dass in den Niederlanden bei der Entscheidung über den Abbruch der Reanimation oft kein Arzt vor Ort ist, was auch im Einsatzgebiet des Rettungsdienstes von Einsiedeln der Fall ist. Zudem arbeiten die Anästhesiepfleger in den Niederlanden unter der indirekten Aufsicht eines Arztes, dem sogenannten Medical Manager, was rechtlich gesehen mit der Situation in Einsiedeln vergleichbar ist.

10.2 Deutschland

Im deutschen Rettungssystem sind sowohl Ärzte als auch Sanitäter vorgesehen. Im Fall einer Reanimation wird immer ein Arzt hinzugezogen (vgl. Bundesärztekammer, 2013, S.1ff).

Die nationalen Richtlinien bieten Ärzten vor Ort Entscheidungshilfen, wenn es darum geht, eine Wiederbelebung abubrechen. Hierin ist neben dem nicht im Rahmen dieser Diplomarbeit thematisierten Reanimationswunsch des Patienten geregelt, dass eine anhaltende Asystolie von mehr als 20 Minuten ohne bekannte reversible Ursache eines der Kriterien für die Entscheidung zum Abbruch der Reanimation sein kann (vgl. Dirks et al., 2021, S.116ff).

Darüber hinaus ist vorgesehen, dass bei einem unbemerkten Herzstillstand mit initialem asystolischem Rhythmus eine lang andauernde Wiederbelebung aller Wahrscheinlichkeit nach nicht im Sinne des Patienten ist. Auch umfangreiche Komorbiditäten sowie eine schlechte Lebensqualität vor dem Herzstillstand sind Kontraindikationen für eine lang andauernde Reanimation (vgl. edb., S.116ff).

Für die Entscheidung, eine Reanimation abubrechen, wird von der Betrachtung isolierter Parameter abgeraten. Beispielsweise sollte die Entscheidung nicht nur auf der Pupillengrösse, der Reanimationszeit, dem endtidalen CO₂ oder dem Laktatwert basieren (vgl. edb., S.116ff).

Letztlich wird empfohlen, bei der Entscheidung für den Abbruch einer Reanimation auf einen Algorithmus zurückzugreifen (vgl. edb., S.116ff). Ob bestimmte Notfalldienste in Deutschland über derartige Algorithmen verfügen oder diese verwenden, ist nicht Gegenstand der vorliegenden Diplomarbeit.

Da im deutschen präklinischen Gesundheitssystem immer ein (Not-)Arzt anwesend ist, kann die Empfehlung nicht eins zu eins für den Rettungsdienst Einsiedeln übernommen werden.

In dieser Leitlinie wird jedoch erwogen, die Reanimation nach 20 Minuten anhaltender Asystolie ohne reversible Ursachen zu beenden, was dem in Abschnitt 10.1 beschriebenen niederländischen Algorithmus entspricht.

In Kombination mit der deutschen Empfehlung, einen Algorithmus zu erstellen, auf den zurückgegriffen werden kann, ist dies ein guter Ansatz für den Rettungsdienst Einsiedeln.

11 Fazit

In diesem Kapitel wird das, was in den vorherigen Kapiteln beschrieben wurde, zusammengefasst und aufgelistet. Ziel dieses Kapitels ist es, ein zusammenfassendes Fazit zu ziehen und zu überprüfen, ob alle forschungsbezogenen Fragen dieser Diplomarbeit beantwortet wurden.

11.1 Zusammenfassung der Erkenntnisse

Wie in Kapitel 7 aufgeführt, steht eine Vielzahl von Parametern zur Verfügung, die präklinisch beurteilt werden können. Dabei fällt auf, dass viele Parameter, die interklinisch als Standard gelten, präklinisch nicht verwendet werden. Dies liegt in der Regel nicht daran, dass der Parameter nicht präklinisch gemessen werden kann. Die Geräte dafür sind auf dem Markt, aber diese Geräte werden im Rettungswagen nicht standardmässig mitgeführt (vgl. Haussener et al., 2020, S.7).

Obwohl also Literatur verfügbar ist, die den prädiktiven Wert dieser einzelnen Parameter unterstützt, wurden diese jedoch noch nicht in validierten TOR-Algorithmen verwendet und sind daher für den präklinischen Einsatz weniger geeignet.

Die bloße Anschaffung von Geräten zur präklinischen Messung dieser Parameter stellt daher nicht sicher, dass diese Ergebnisse zuverlässig zur präklinischen Beendigung einer Reanimation verwendet werden können. Es ist daher nicht ratsam, diese Geräte ohne vorherige gründliche und umfassende Studien mitzuführen.

11.1.1 Rhythmen

In Kapitel 5.1 wurde die Zuverlässigkeit der Elektrokardiogramm-Rhythmen als prädiktiver Parameter bei der präklinischen Reanimation besprochen. Sowohl Navab et al. (vgl. 2019, S.36ff) als auch Shibahashi et al. (vgl. 2018, S.28ff) weisen darauf hin, dass ein nicht-schockbarer anfänglicher Rhythmus ein schlechtes Ergebnis anzeigt.

Auch in allen in Kapitel 8 beschriebenen vorhandenen TOR-Algorithmen werden Rhythmen in die Bewertung einbezogen. Beim BLS-Algorithmus, ALS-Algorithmus und Neurologie-Algorithmus geht man von einer Reanimation aus, bei der keine Defibrillationsschocks abgegeben wurden. Der Korean-Cardiac-Arrest-Consortium-Algorithmus erfordert darüber hinaus auch eine anfängliche Asystolie.

Angesichts der gesamten Literatur und der im In- und Ausland existierenden Algorithmen ist die Persistenz eines nicht-schockbaren Rhythmus ein wichtiger Parameter zur Beendigung einer Reanimation und sollte daher in einen Algorithmus integriert werden.

11.1.2 Beobachtete Herzstillstand

Die Wahrnehmung des Herzstillstands durch Umstehende oder medizinisches Personal ist ein wichtiger Parameter in allen in dieser Arbeit beschriebenen TOR-Algorithmen. Dabei wird nicht berücksichtigt, wie lange ein Opfer nicht gesehen wurde (delay).

Dieser Parameter kann in Kombination mit der Frage, ob eine Laienreanimation begonnen hat oder nicht, in einen zu erstellenden Algorithmus aufgenommen werden.

11.1.3 Laienreanimation

Obwohl die Frage, ob eine Laienreanimation durchgeführt wurde oder nicht, nur als Kriterium in den ALS-Algorithmus aufgenommen wird, argumentieren Adielsson et al. (vgl. 2011, S.1391ff), dass dies einen positiven Effekt auf das Ergebnis hat. Dies lässt sich auch anhand der in Kapitel 5 beschriebenen Pathophysiologie erklären.

Dieses Kriterium wird allerdings in verschiedenen bereits eingesetzten Algorithmen verwendet (Siehe Beilage F), und es wird daher empfohlen, es auch in einen neuen Algorithmus in Einsiedeln zu integrieren.

Darüber hinaus weisen Herzstiftungen auf der ganzen Welt, auch in der Schweiz, daraufhin, dass eine Reanimation durch Umstehende Leben retten kann (vgl Semeraro et al., 2021, S.3).

11.1.4 Dauer

In Kapitel 7.4 wurde der prädiktive Wert der Dauer der Reanimation auf das Patientenergebnis besprochen. Welbourn & Efstathiou (vgl. 2018, S.77ff) schreiben beispielsweise, dass eine negative Korrelation zwischen der Dauer der Reanimation und dem neurologischen Ergebnis besteht, obwohl ein Cut-Off-Punkt nicht gefunden wurde.

Der Parameter wird in Studien zu validierten TOR-Algorithmen verwendet. Grunau et al. (vgl. 2017, S.374ff) geben an, dass die Anwendung eines TOR-Algorithmus nach 6 Minuten noch zu früh ist, wobei Yoon et al. (vgl. 2019, S.73ff) innerhalb des Korean-Cardiac-Arrest-Consortium-Algorithmus angeben, dass es bei der Anwendung nach 15 Minuten keine falsch-positiven Ergebnisse mehr gibt. Darüber hinaus wird sowohl inländisch als auch

ausländisch eine Dauer von 20 bis 30 Minuten als Richtlinie verwendet (vgl. in 't Veld et al., 2016, S.44 & Anhang E).

Es wird empfohlen, in einem Algorithmus eine 20-minütige Dauer für eine lege artis Reanimation hinzuzufügen.

11.1.5 Alter

Beim Neurologie-Algorithmus und dem davon abgeleiteten Korean-Cardiac-Arrest-Consortium-Algorithmus wird das Alter des Patienten als Kriterium bei der Beurteilung berücksichtigt.

Die Beurteilung des Alters ist nicht immer möglich und die Einbeziehung des Alters kann auch ethische Bedenken aufwerfen (vgl. Shibahashi et al., 2018, S.28ff).

Das Alter der Patienten hat daher keinen Platz in einem Algorithmus, um die Reanimation zu beenden.

11.1.6 Blutanalyse

Wie in Kapitel 7.6 erörtert, kann die Analyse der Elektrolyte, des Säuregehalts und der Lactate bei der Vorhersage des Ergebnisses einer Reanimation eine Rolle spielen. Diese Kriterien wurden jedoch nicht in einem Algorithmus validiert und können daher noch nicht präklinisch verwendet werden.

Dennoch haben die Ergebnisse einer solchen Blutanalyse eine derartige Vorhersagekraft, dass dies weitere Forschungen rechtfertigt, in der Hoffnung, dies in Zukunft nutzen zu können.

11.2 Ableiten von Schlussfolgerungen

Abschliessend ist festzustellen, dass es viele Parameter gibt, die bei der Entscheidungsfindung über den Abbruch der präklinischen nicht-traumatischen Reanimation angewendet werden können.

Obwohl die Literatur über den Wert vieler dieser Parameter zwar individuell verfügbar ist, wurden sie in Kombination nicht validiert. Die Anwendung wenig innovativer, aber vielfach erprobter Parameter scheint zu einer hohen Zuverlässigkeit zu führen.

Folgende Parameter sind kombiniert erprobt worden und können in der Regel präklinisch nachgewiesen werden:

- Initialer Rhythmus;
- Rhythmusveränderung;
- Beobachtete Herzkreislaufstillstand;
- Zeitdauer der Reanimation;
- Laienreanimation;
- Alter.

Mit Blick auf die verfügbare Literatur und die in der Schweiz bereits verwendeten Algorithmen scheint die Anwendung des Basic Life Support-Algorithmus nach 20 Minuten eine zuverlässige Taktik zu sein. Dabei werden die folgenden Kriterien beachtet:

- Der Kreislaufstillstand erfolgte unbeobachtet durch Erste-Hilfe-Rettungspersonal;
- Es wurden keine Defibrillationsschocks abgegeben;
- Es besteht keine Wiederherstellung des Blutkreislaufs (ROSC).

Obwohl die Neurologie- und die Korean-Cardiac-Arrest-Consortium-Algorithmen einen höheren prognostischen Wert zu haben scheinen, sind sie aufgrund der Einbeziehung des Alters des Opfers nicht immer anzuwenden. Ausserdem ist hierbei eine ethische Diskussion erforderlich.

Der Advanced Life Support-Algorithmus ist für die Anwendung in der Schweiz weniger geeignet, da häufig eine Laienreanimation begonnen wird, wodurch diese Patienten ausserhalb der Kriterien liegen.

Es wird empfohlen, eine Kombination aus Parametern aus der Literatur und bestehenden Algorithmen von in- und ausländischen Rettungsdiensten zu verwenden, um einen Algorithmus für den Rettungsdienst Einsiedeln zu erstellen. In Kapitel 11.7 wird erläutert, wie dies praktisch umgesetzt wird.

Derzeit kann hinsichtlich der Ausrüstung für eine weitergehende Diagnostik vor Ort, zum Beispiel durch eine Blutgasanalyse, noch keine verlässliche Empfehlung abgegeben werden.

11.3 Überprüfen der Fragestellungen

In diesem Kapitel wird untersucht, ob die in Kapitel 4.3 beschriebenen Untersuchungsfragen ausreichend beantwortet wurden. Um Wiederholungen zu vermeiden, wird hierbei auf die entsprechenden Kapitel verwiesen.

11.3.1 Was sind die wichtigsten pathophysiologischen Prozesse bei Kreislaufstillstand?

Die wichtigsten pathophysiologischen Prozesse rund um einen Kreislaufstillstand werden in Kapitel 3 beschrieben. Der Zeitablauf hat einen negativen Einfluss auf die Homöostase im Körper, in Kapitel 7.4 wird auf die Literatur zur Dauer eines Kreislaufstillstandes eingegangen.

Es ist möglich, den präklinischen Herzrhythmus (Kapitel 6.1), die fehlende Sauerstoffversorgung des Gewebes (Kapitel 6.2, 6.3 & 6.4) sowie die daraus resultierende Azidose (Kapitel 6.5) zu bestimmen. Alle in dieser Diplomarbeit beschriebenen Parameter können zunächst präklinisch gemessen werden, lediglich die Geräte für einige Parameter sind in der täglichen Praxis noch nicht verfügbar. Ausserdem stehen nicht immer ausreichend validierte Evidenz zur Verfügung.

Damit sind auch die folgenden Teilfragen beantwortet:

- Wie wirkt sich der Lauf der Zeit auf diese Prozesse aus?
- Welche dieser Prozesse können gemessen werden?
- Welche Messungen sind praktisch und präklinisch möglich?

11.3.2 Welche Abbruchkriterien können verwendet werden, um den Abbruch der Reanimation zu rechtfertigen?

Kapitel 8 gibt anhand der Darstellung der meistzitierten Studien zur Aufstellung bzw. Validierung von TOR-Kriterien einen Überblick über die aktuell verfügbaren und validierten TOR-Kriterien. Dies zeigt, dass ein "witnessed arrest", ein (schockbarer) Rhythmus, die Laienreanimation, die Dauer der Reanimation und das Alter des Patienten die am häufigsten untersuchten und damit auch nützlichsten Kriterien sind.

Eine Umfrage und eine Dokumentenstudie innerhalb der Schweiz und einer begrenzten Anzahl europäischer Länder haben gezeigt, dass die Dauer der Reanimation und die Frage, ob ein EKG-Rhythmus schockbar ist oder nicht, die beiden wichtigsten Kriterien für die Beendigung einer Reanimation sind. Dies wird in den Kapiteln 9 und 10 ausführlicher behandelt.

Damit sind auch die folgenden Teilfragen beantwortet:

- Welche Kriterien sind in der Literatur beschrieben worden?
- Welche Kriterien kommen in anderen Ländern zur Anwendung?
- Welche Kriterien gelten in den Rettungsdiensten der Schweiz?

Die folgende wichtige Teilfrage zur möglichen Anwendung von TOR-Kriterien durch einen ausserstädtischen Rettungsdienst in der Schweiz, wie zum Beispiel dem Rettungsdienst Einsiedeln, wird in Kapitel 11.2 ausführlich beantwortet.

Zusammenfassend ist die Integration der in Tabelle beschriebenen Kriterien eine gute Strategie für einen neuen Algorithmus. Wie dies genau aufgebaut werden kann, wird in Kapitel 10.7 näher erläutert.

In Kapitel 11.5 werden die Beschränkungen dieser Diplomarbeit und Schlussfolgerungen besprochen.

- Welche Kriterien sind durch den ländlichen Rettungsdienst in der Schweiz zu benutzen?

Rhythmusveränderung
Beobachtete HerzKreislaufstillstand
Zeitdauer der Reanimation
Laienreanimation

Tabelle 3 - Eigene Darstellung

11.3.3 Wann sind diese Kriterien nicht anzuwenden und sollte ein Patient unter Reanimation in das Spital gebracht werden?

Zum Abschluss wird in den Kapiteln 4.6 und 8.5 der Anwendungsbereich der Diplomarbeit, sowie die Beschränkungen der vorhandenen Algorithmen beschrieben. Dazu gehören z.B. Schwangerschaft, Hypothermie und pädiatrische oder traumatische Reanimation. Dies beantwortet die letzte Teilfrage.

11.4 Grösserer Zusammenhang

Neben der Tatsache, dass dieses Thema innerhalb des Rettungsdienstes Einsiedeln aktuell ist, wird es auch international viel besprochen. Dies liegt auch daran, dass in vielen Ländern der Welt ohne präklinische ärztliche Unterstützung gearbeitet wird und die Sanitäter vor Ort nicht immer die Befugnis haben (hatten), eine Reanimation zu beenden.

Dies hatte zur Folge, dass während einer laufenden Reanimation viele Notfallfahrten durchgeführt werden mussten. Um dies zu reduzieren, wurde viel geforscht, und es existiert eine grosse Menge an Literatur aus der ganzen Welt.

11.5 Ungeklärte Probleme

Obwohl viel Literatur aus verschiedenen Ländern vorhanden ist, ist nicht klar, wie gut die Schlussfolgerungen daraus auf die Schweiz, oder genauer gesagt auf Einsiedeln, extrapoliert werden können.

Trotz der Gemeinsamkeiten in der Modernität der Systeme der Rettungsdienste in den verschiedenen Ländern gibt es auch Unterschiede. So kann zum Beispiel die Verteilung der Spitäler unterschiedlich sein, ebenso wie die Abdeckung der Rettungsdienste.

Des Weiteren sind die Anfahrtszeiten der Rettungswagen selbst innerhalb der Schweiz unterschiedlich. Auch ist das System für die Laienreanimation nicht in jedem Kanton oder gar in jeder Gemeinde gleich.

Um diese Fragen zu beantworten, sollten in der Schweiz weitere Studien zu diesen Themen durchgeführt werden.

11.6 Ausblick

Um die weiteren Studien, die in Kapitel 11.5 vorgeschlagen wurden, zu erleichtern, sollte idealerweise ein offenes nationales Reanimationsregister angelegt werden.

Ausserdem sollte eine weitere Modernisierung der Rettungskette in Betracht gezogen werden, bei der die Laienreanimation voraussichtlich eine grössere Rolle spielen wird.

Auch die Innovationen innerhalb der Behandlungsmöglichkeiten sind etwas, das mehr berücksichtigt werden sollte, denken Sie dabei an die Entstehung der eCPR.

Darüber hinaus benötigt jeder Rettungsdienst einen Algorithmus, der ein spezifischer Algorithmus oder ein national standardisierter Algorithmus sein kann.

11.7 Diskussion praktischer Konsequenzen

Wie in Kapitel 9.3 beschrieben, ist in Einsiedeln zwar noch kein spezifischer Algorithmus verfügbar, aber die Entscheidungen werden auf der Grundlage bestimmter Richtlinien getroffen.

Dies wurde auch nach einem Orientierungsgespräch innerhalb der Organisation als Resonanz auf eine Entwurfsfassung dieser Diplomarbeit deutlich.

Durch die Zusammenfügung der in Kapitel 11.2 beschriebenen Kriterien zu einem Algorithmus wird sichergestellt, dass die Entscheidungsfindung einheitlich erfolgt. Um den Algorithmus für den Rettungsdienst in Einsiedeln praktikabel und zuverlässig zu machen, können die nachstehenden Kriterien, die mit den derzeit verfügbaren Algorithmen in der Schweiz, dem Algorithmus aus den Niederlanden und den Richtlinien in Deutschland übereinstimmen, verwendet werden:

- Rhythmusveränderung;
- Beobachtete Herzkreislaufstillstand;
- Zeitdauer der Reanimation;
- Laienreanimation.

Dies bedeutet konkret, dass der Algorithmus den folgenden Inhalt haben sollte:

- Bei sichere Todeszeichen nicht anfangen mit der Reanimation;
- Nach 15 Minuten ohne BLS beim Eintreffen des Rettungsdienstes kann in Erwägung gezogen werden, die Reanimation sofort abzubrechen oder nicht mit der Reanimation zu beginnen;
- Bei prologiert nicht-Shock-Rhythmus von mehr als 20 Minuten trotz lege artis Reanimationsmassnahmen kann ein Abbruch erwogen werden;
- Ein vorliegende Patientenverfügung wird honoriert.

Die eigentliche Ausarbeitung des Algorithmus muss in enger Zusammenarbeit mit dem Team erfolgen. Zudem muss auch der leitende Arzt des Rettungsdienstes zustimmen.

Da das Thema ethisch sensibel sein kann, mit anekdotischen Beweisen für das Überleben nach langandauernder Reanimation, könnte die Durchführung einer moralischen Diskussion zu diesem Thema bei der Akzeptanz der neuen Richtlinien helfen.

Wichtig ist auch, dass sich das Personal darüber im Klaren ist, dass der Algorithmus als Leitfaden dienen kann und die endgültige Entscheidung über den Abbruch der Reanimation vom Team an Ort getroffen wird.

Wurde ein Algorithmus vom verantwortlichen leitenden Arzte erstellt, veröffentlicht und freigegeben, besteht nach der schweizerischen Rechtslage automatisch eine Delegation. Somit gibt es einen standardisierten Ablauf der Beendigung der Wiederbelebung, sodass bei korrekter Anwendung des Algorithmus die Person, die die Wiederbelebung beendet, nicht haftbar gemacht werden kann.

Wenn der Algorithmus genehmigt wird, muss eine Schulung stattfinden. Diese kann in Form eines Vortrages erfolgen, bei dem die in dieser Diplomarbeit beschriebenen Studien verwendet werden können. Tabelle 4 zeigt den vorübergehenden Ablauf.

Oktober 2021	Präsentation der (Konzept) Diplomarbeit. Diskussion über Abbruchkriterien und deren Anwendung.
Januar 2022	Zulassung neuer Algorithmus
Februar 2022	Präsenzschulung zur Verwendung des neuen Algorithmus.
März 2022	Der neue Algorithmus wird in die Rettungsdienst-App integriert. Start Verwendung während OHCA.
Juni 2022	Zwischenevaluierung
März 2023	Evaluierung

Tabelle 4 - Eigene Darstellung

12 Nachwort

Mit dem Abschluss dieser Diplomarbeit schliesse ich auch einen Teil meiner Ausbildung ab. In diesem Kapitel werde ich kurz über den Recherche- und Schreibprozess reflektieren, den ich durchlaufen habe.

Womit ich sehr zufrieden bin, ist, dass ich mir die Zeit genommen habe, eine umfangreiche Literaturrecherche durchzuführen. Ausser der Tatsache, dass ich hierdurch viel über die unterschiedlichen Arbeitsweisen von Rettungsdiensten auf der ganzen Welt gelernt habe, lieferte es mir auch viele Anhaltspunkte, auf denen ich meine Diplomarbeit aufbauen konnte.

Auch der Mailkontakt, den ich mit einem grossen Teil der Rettungsdienste in der Schweiz hatte, war sehr angenehm und lehrreich. Neben der Beantwortung meiner Frage erhielt ich oftmals noch zusätzliche Informationen und Anregungen von den Empfängern

Ich bin auch froh über die Entscheidung, die Rettungsdienste in allen Sprachregionen anzuschreiben. Dadurch wurden die Unterschiede zwischen den Regionen deutlich und ich konnte auch etwas an meinen Sprachen arbeiten.

Apropos, das Schreiben einer Diplomarbeit in einer Sprache, die nicht die eigene Muttersprache ist, bringt eine Menge zusätzlicher Schwierigkeiten mit sich.

Zum Glück hatte es auch Vorteile: Ich konnte die Literatur in drei verschiedenen Sprachen nutzen.

Auf diesem Wege möchte ich mich auch ganz herzlich bei allen Kollegen vom Rettungsdienst Einsiedeln für ihre Unterstützung bedanken.

13 Abkürzungsverzeichnis

ACLS	Advanced Cardiac Life Support	Herz-Lungen-Wiederbelebung mit erweiterte Massnahmen nach einem Konzept der American Heart Association (AHA).
AHA	American Heart Association	
ALS	Advanced Life Support	Herz-Lungen-Wiederbelebung mit erweiterte Massnahmen nach einem Konzept der European Resuscitation Council (ERC).
BLS	Basic Life Support	Herz-Lungen-Wiederbelebung ohne erweiterte Massnahmen welche auch durch Laien durchgeführt werden kann.
CPR	Cardiopulmonary resuscitation	Herz-Lungen-Wiederbelebung / Reanimation
eCPR	Extracorporeal cardiopulmonary resuscitation	extrakorporalen kardiopulmonalen Reanimation
ERC	European Resuscitation Council	
IVR		Interverband für Rettungswesen
NT-OHCA	Non-Traumatic Out of Hospital Cardiac Arrest	Nicht traumatische präklinische Kreislaufstillstand
OHCA	Out of Hospital Cardiac Arrest	Präklinische Kreislaufstillstand
ROSC	Return Of Spontaneous Circulation	Rückkehr der spontanen Blutzirkulation
SHD	Survival to Hospital Discharge	Überlebungschange bis Spitalentlassung
TOR	Termination of Resuscitation	Abbruch der Reanimationsmassnahmen

14 Glossar

Lege artis

"Nach den Regeln der Kunst", wenn eine Behandlung in der Medizin nach bestimmten Standards durchgeführt wird.

**Extrakorporalen
kardiopulmonalen Reanimation**

Eine relativ neue Technik, bei der während einer laufenden Reanimation die volle Funktion des Herzens mittels einer mobilen Herz-Lungen-Maschine übernommen werden kann. Es ist daher nicht mehr notwendig, eine Herzdruckmassage durchzuführen.

15 Literaturverzeichnis

Adielsson, A., Hollenberg, J., Karlsson, T., Lindqvist, J., Lundin, S., Silfverstolpe, J., Svensson, L., & Herlitz, J. (2011). Increase in survival and bystander CPR in out-of-hospital shockable arrhythmia: Bystander CPR and female gender are predictors of improved outcome. Experiences from Sweden in an 18-year perspective. *Heart*, *97*(17), 1391–1396. <https://doi.org/10.1136/hrt.2011.222711>

Anup, A. B. (1996). *Arterial blood gas analysis made easy*. Dr. A.B. Anup.

Berg, R. A., Hemphill, R., Abella, B. S., Aufderheide, T. P., Cave, D. M., Hazinski, M. F., Lerner, E. B., Rea, T. D., Sayre, M. R., & Swor, R. A. (2010). Part 5: Adult Basic Life Support: 2010 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. *Circulation*, *122*(18_suppl_3), S685–S705. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.110.970939>

Berger, A. (2001). How does it work?: Oscillatory Blood Pressure Monitoring Devices. *BMJ*, *323*(7318), 919–919. <https://doi.org/10.1136/bmj.323.7318.919>

Blanco, A., & Blanco, G. (2017). Carbohydrate Metabolism. In *Medical Biochemistry* (S. 283–323). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-803550-4.00014-8>

Bundesamt für Statistik. (2021). *Todesfälle nach Altersklasse, Woche und Kanton*.

Bundesärztekammer. (2013). *Indikationskatalog für den Notarzteinsatz*. Bundesärztekammer.

Corral Torres, E., Hernández-Tejedor, A., Suárez Bustamante, R., de Elías Hernández, R., Casado Flórez, I., & San Juan Linares, A. (2020). Prognostic value of venous blood analysis at the start of CPR in non-traumatic out-of-hospital cardiac arrest: Association with ROSC and the neurological outcome. *Critical Care*, *24*(1), 60. <https://doi.org/10.1186/s13054-020-2762-5>

de Bruyne, M., Kors, J., Hofman, A., van Bommel, J., & Grobbee, D. (1999). Prolonged QT interval predicts cardiac and all-cause mortality in the elderly The Rotterdam Study. *European Heart Journal*, *20*(4), 278–284. <https://doi.org/10.1053/euhj.1998.1276>

Dirks, B., Schlöls, W., & Osche, S. (2021). *Reanimation 2021—Leitlinien GRC*.

Erbay, H. (2014). Some Ethical Issues in Prehospital Emergency Medicine. *Turkish Journal of Emergency Medicine*, *14*(4), 193–198. <https://doi.org/10.5505/1304.7361.2014.32656>

Everdingen, J. J. E. van, Glerum, J. H., & Wiersma, T. (2011). *Diagnose en therapie*. Bohn Stafleu van Loghum.

Fair, J., Mallin, M. P., Adler, A., Ockerse, P., Steenblik, J., Tonna, J., & Youngquist, S. T. (2019). Transesophageal Echocardiography During Cardiopulmonary Resuscitation Is Associated With Shorter Compression Pauses Compared With Transthoracic Echocardiography. *Annals of Emergency Medicine*, *73*(6), 610–616.
<https://doi.org/10.1016/j.annemergmed.2019.01.018>

Funada, A., Goto, Y., Tada, H., Teramoto, R., Shimojima, M., Hayashi, K., Kawashiri, M., & Yamagishi, M. (2018). Duration of cardiopulmonary resuscitation in patients without prehospital return of spontaneous circulation after out-of-hospital cardiac arrest: Results from a severity stratification analysis. *Resuscitation*, *124*, 69–75.
<https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2018.01.008>

Gerber, A., Baumann-Hölzle, R., Berger, T., Brunner, N., Grob, D., Laffer, U., Lehmann, A., Osterwalder, J., Regamey, C., Salathé, M., Siegemund, M., Stocker, R., von Planta, M., Weiss, P., & Zürcher Zenklusen, R. (o. J.). *Reanimationsentscheidungen*. Schweizerische Akademie der Medizinischen Wissenschaften (SAMW).

Glober, N. K., Tainter, C. R., Abramson, T. M., Staats, K., Gilbert, G., & Kim, D. (2019). A simple decision rule predicts futile resuscitation of out-of-hospital cardiac arrest. *Resuscitation*, *142*, 8–13. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2019.06.011>

Gordon, L., Pasquier, M., Brugger, H., & Paal, P. (2020). Autoresuscitation (Lazarus phenomenon) after termination of cardiopulmonary resuscitation—A scoping review. *Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine*, *28*(1), 14.
<https://doi.org/10.1186/s13049-019-0685-4>

Gräsner, J.-T., Lefering, R., Koster, R. W., Masterson, S., Böttiger, B. W., Herlitz, J., Wnent, J., Tjelmeland, I. B. M., Ortiz, F. R., Maurer, H., Baubin, M., Mols, P., Hadžibegović, I., Ioannides, M., Škulec, R., Wissenberg, M., Salo, A., Hubert, H., Nikolaou, N. I., ... Whittington, A. (2016). EuReCa. *Resuscitation*, *105*, 188–195.
<https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2016.06.004>

Grunau, B., Reynolds, J., Scheuermeyer, F., Stenstom, R., Stub, D., Pennington, S., Cheskes, S., Ramanathan, K., & Christenson, J. (2016). Relationship between Time-to-ROSC and Survival in Out-of-hospital Cardiac Arrest ECPR Candidates: When is the Best

Time to Consider Transport to Hospital? *Prehospital Emergency Care*, 20(5), 615–622.
<https://doi.org/10.3109/10903127.2016.1149652>

Grunau, B., Taylor, J., Scheuermeyer, F. X., Stenstrom, R., Dick, W., Kawano, T., Barbic, D., Drennan, I., & Christenson, J. (2017). External Validation of the Universal Termination of Resuscitation Rule for Out-of-Hospital Cardiac Arrest in British Columbia. *Annals of Emergency Medicine*, 70(3), 374-381.e1.

<https://doi.org/10.1016/j.annemergmed.2017.01.030>

Hasegawa, M., Abe, T., Nagata, T., Onozuka, D., & Hagihara, A. (2015). The number of prehospital defibrillation shocks and 1-month survival in patients with out-of-hospital cardiac arrest. *Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine*, 23(1), 34.
<https://doi.org/10.1186/s13049-015-0112-4>

Haussener, M., Hugentobler-Campell, B., Engeli, P., Anselmi, L., Bildstein, G., Keller, H., Lehmann, M., & von Wyl, T. (2020). *Richtlinien für den Bau und die Ausrüstung von Ambulanzfahrzeugen*. Interverband für Rettungswesen.

Holmberg, M., Holmberg, S., & Herlitz, J. (2000). Incidence, duration and survival of ventricular fibrillation in out-of-hospital cardiac arrest patients in Sweden. *Resuscitation*, 44(1), 7–17. [https://doi.org/10.1016/S0300-9572\(99\)00155-0](https://doi.org/10.1016/S0300-9572(99)00155-0)

in 't Veld, C., van Exter, P., Rombouts, M., de Visser, M., de Vos, R., Lelieveld, K., & ten Wolde, W. (2016). *Landelijk Protocol Ambulancezorg*. Ambulancezorg Nederland.

Jüngen, IJ. D., & Zaagman-van Buuren, M. J. (2006). *Pathologie*.

<http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&scope=site&db=nlebk&db=nlabk&AN=1485875>

Kälin, N. (2020). *ECPR im Rettungsdienst*.

Kommer, G. J., & Zwakhals, S. L. N. (2010). *Tijdsduren in de ambulancezorg*. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu.

Mancini, M. E., Diekema, D. S., Hoadley, T. A., Kadlec, K. D., Leveille, M. H., McGowan, J. E., Munkwitz, M. M., Panchal, A. R., Sayre, M. R., & Sinz, E. H. (2015). Part 3: Ethical Issues: 2015 American Heart Association Guidelines Update for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. *Circulation*, 132(18 suppl 2), S383–S396. <https://doi.org/10.1161/CIR.0000000000000254>

Martin, S. K., Shatney, C. H., Sherck, J. P., Ho, C.-C., Homan, S. J., & Neff, J. (2002). Blunt Trauma Patients with Prehospital Pulseless Electrical Activity (PEA): Poor Ending Assured: *The Journal of Trauma: Injury, Infection, and Critical Care*, 53(5), 876–881.

<https://doi.org/10.1097/00005373-200211000-00011>

Mauri, R., Burkart, R., Benvenuti, C., Caputo, M. L., Moccetti, T., Del Bufalo, A., Gallino, A., Casso, C., Anselmi, L., Cassina, T., Klersy, C., & Auricchio, A. (2016). Better management of out-of-hospital cardiac arrest increases survival rate and improves neurological outcome in the Swiss Canton Ticino. *Europace*, 18(3), 398–404.

<https://doi.org/10.1093/europace/euv218>

Mentzelopoulos, S. D., Couper, K., Voorde, P. V. de, Druwé, P., Blom, M., Perkins, G. D., Lulic, I., Djakow, J., Raffay, V., Lilja, G., & Bossaert, L. (2021). European Resuscitation Council Guidelines 2021: Ethics of resuscitation and end of life decisions. *Resuscitation*, 161, 408–432. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2021.02.017>

Mount, D., Sterns, R., & Forman, J. (2020, März 9). *Clinical manifestations of hyperkalemia in adults—UpToDate*. [https://www.uptodate.com/contents/clinical-manifestations-of-hyperkalemia-in-](https://www.uptodate.com/contents/clinical-manifestations-of-hyperkalemia-in-adults?search=hyperkali%C3%ABmie&source=search_result&selectedTitle=3~150&usage_type=default&display_rank=3)

[adults?search=hyperkali%C3%ABmie&source=search_result&selectedTitle=3~150&usage_type=default&display_rank=3](https://www.uptodate.com/contents/clinical-manifestations-of-hyperkalemia-in-adults?search=hyperkali%C3%ABmie&source=search_result&selectedTitle=3~150&usage_type=default&display_rank=3)

Navab, E., Esmaeili, M., Poorkhorshidi, N., Salimi, R., Khazaei, A., & Moghimbeigi, A. (2019). Predictors of Out of Hospital Cardiac Arrest Outcomes in Pre-Hospital Settings; a Retrospective Cross-sectional Study. *Archives of Academic Emergency Medicine*, 7(1), 36.

Nazeha, N., Ong, M. E. H., Limkakeng, A. T., Ye, J. J., Joiner, A. P., Blewer, A., Shahidah, N., Nadarajan, G. D., Mao, D. R., & Graves, N. (2021). A hypothetical implementation of 'Termination of Resuscitation' protocol for out-of-hospital cardiac arrest. *Resuscitation Plus*, 6, 100092. <https://doi.org/10.1016/j.resplu.2021.100092>

Panchal, A. R., Bartos, J. A., Cabañas, J. G., Donnino, M. W., Drennan, I. R., Hirsch, K. G., Kudenchuk, P. J., Kurz, M. C., Lavonas, E. J., Morley, P. T., O'Neil, B. J., Peberdy, M. A., Rittenberger, J. C., Rodriguez, A. J., Sawyer, K. N., Berg, K. M., Arafah, J., Benoit, J. L., Chase, M., ... Magid, D. J. (2020). Part 3: Adult Basic and Advanced Life Support: 2020 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. *Circulation*, 142(16_suppl_2).

<https://doi.org/10.1161/CIR.0000000000000916>

Rettungsdienst Einsiedeln. (2021). *Reanimationsstatistik Rettungsdienst Einsiedeln*.

Ruygrok, M. L., Byyny, R. L., & Haukoos, J. S. (2009). Validation of 3 Termination of Resuscitation Criteria for Good Neurologic Survival After Out-of-Hospital Cardiac Arrest. *Annals of Emergency Medicine*, *54*(2), 239–247.

<https://doi.org/10.1016/j.annemergmed.2008.11.012>

Schäfer, A. T. (2000). Colour measurements of pallor mortis. *International Journal of Legal Medicine*, *113*(2), 81–83. <https://doi.org/10.1007/pl00007713>

Semeraro, F., Greif, R., Böttiger, B. W., Burkart, R., Cimpoesu, D., Georgiou, M., Yeung, J., Lippert, F., S Lockey, A., Olasveengen, T. M., Ristagno, G., Schlieber, J., Schnaubelt, S., Scapigliati, A., & G Monsieurs, K. (2021). European Resuscitation Council Guidelines 2021: Systems saving lives. *Resuscitation*, *161*, 80–97.

<https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2021.02.008>

Shibahashi, K., Sugiyama, K., & Hamabe, Y. (2018). A potential termination of resuscitation rule for EMS to implement in the field for out-of-hospital cardiac arrest: An observational cohort study. *Resuscitation*, *130*, 28–32. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2018.06.026>

Soar, J., Böttiger, B. W., Carli, P., Couper, K., Deakin, C. D., Djärv, T., Lott, C., Olasveengen, T., Paal, P., Pellis, T., Perkins, G. D., Sandroni, C., & Nolan, J. P. (2021). European Resuscitation Council Guidelines 2021: Adult advanced life support. *Resuscitation*, *161*, 115–151. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2021.02.010>

Struss, F. (2020). Haftung im Rettungsdienst. *Jusletter*, *1034*.

<https://doi.org/10.38023/b54da545-5772-46ee-89c5-5fd857e593b5>

SWISSRECA. (2021). *SWISSRECA Database*.

Teefy, J., Cram, N., Van Zyl, T., Van Aarsen, K., McLeod, S., & Dukelow, A. (2020). Evaluation of the Uptake of a Prehospital Cardiac Arrest Termination of Resuscitation Rule. *The Journal of Emergency Medicine*, *58*(2), 254–259.

<https://doi.org/10.1016/j.jemermed.2019.11.018>

Tervoort, M. J., & Jüngen, IJ. D. (2009). *Medische fysiologie en anatomie*.

<http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&scope=site&db=nlebk&db=nlabk&AN=1485796>

- Truhlář, A., Deakin, C. D., Soar, J., Khalifa, G. E. A., Alfonzo, A., Bierens, J. J. L. M., Brattebø, G., Brugger, H., Dunning, J., Hunyadi-Antičević, S., Koster, R. W., Lockey, D. J., Lott, C., Paal, P., Perkins, G. D., Sandroni, C., Thies, K.-C., Zideman, D. A., Nolan, J. P., ... Wetsch, W. A. (2015). European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2015. *Resuscitation*, *95*, 148–201. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2015.07.017>
- Ummenhofer, W., Anselmi, L., Müller, T., Solari, G., Siebenpfund, P., & Sutter, P.-M. (2017). Qualität im Rettungswesen – eine komplexe Herausforderung. *Schweizerische Ärztezeitung*, *98*(0102), 12–13. <https://doi.org/10.4414/saez.2017.05269>
- Waalewijn, R. A., de Vos, R., & Koster, R. W. (1998). Out-of-hospital cardiac arrests in Amsterdam and its surrounding areas: Results from the Amsterdam resuscitation study (ARREST) in Utstein style. *Resuscitation*, *38*(3), 157–167. [https://doi.org/10.1016/S0300-9572\(98\)00102-6](https://doi.org/10.1016/S0300-9572(98)00102-6)
- Wall, E. E. van der, & Van de Werf, F. (2008). *Cardiologie*. Bohn Stafleu van Loghum.
- Welbourn, C., & Efstathiou, N. (2018). How does the length of cardiopulmonary resuscitation affect brain damage in patients surviving cardiac arrest? A systematic review. *Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine*, *26*(1), 77. <https://doi.org/10.1186/s13049-018-0476-3>
- Yan, S., Gan, Y., Jiang, N., Wang, R., Chen, Y., Luo, Z., Zong, Q., Chen, S., & Lv, C. (2020). The global survival rate among adult out-of-hospital cardiac arrest patients who received cardiopulmonary resuscitation: A systematic review and meta-analysis. *Critical Care*, *24*(1), 61. <https://doi.org/10.1186/s13054-020-2773-2>
- Yoon, J. C., Kim, Y.-J., Ahn, S., Jin, Y.-H., Lee, S.-W., Song, K. J., Shin, S. D., Hwang, S. O., & Kim, W. Y. (2019). Factors for modifying the termination of resuscitation rule in out-of-hospital cardiac arrest. *American Heart Journal*, *213*, 73–80. <https://doi.org/10.1016/j.ahj.2019.04.003>
- Zingg, B., Heim, C., & Reinhardt, D. (2003). Rettungswesen in der Schweiz—Eine Bestandesaufnahme. *Schweizerische Ärztezeitung*, *84*(35), 1800–1805. <https://doi.org/10.4414/saez.2003.09914>
- Zurfluh, R. (2021). Zerebrale Oxymetrie in der präklinische Reanimation. *Star of Life*, *1/2021*, 24–26.

16 Anhängen

Es folgen Anhänge, auf die in dieser Arbeit Bezug genommen wird. Weitere Anhänge finden Sie auf dem mitgelieferten USB-Stick.

A. E-Mail Rettungsdiensten (Deutsch)

XXXXX,

Mein Name ist Sjoerd Poster und ich bin derzeit Student an der HFRB, angestellt beim Rettungsdienst Einsiedeln, und arbeite an meiner Diplomarbeit.

In meiner Dissertation beschäftige ich mich mit den Kriterien zum Abbruch einer nicht-traumatischen prähospitalen Reanimation, den sogenannten TOR-Kriterien.

Neben einer Literaturrecherche und der Ermittlung ausländischer Praktiken möchte ich auch herausfinden, ob es in der Schweiz Kriterien und Algorithmen gibt, die bei der Entscheidungsfindung zum Abbruch einer Reanimation helfen.

Verfügt Ihr Rettungsdienst diesbezüglich über einen speziellen Algorithmus oder ein anderes Tool, das ich in meine Recherche einbeziehen dürfte? Sie können auf diese E-Mail antworten oder mich unter XXXXXXXXXXXX erreichen.

Mit freundlichen Grüßen,

B. E-Mail Rettungsdiensten (Französisch)

Madame, Monsieur,

Je m'appelle Sjoerd Poster et je suis actuellement étudiant au HFRB, employé par Rettungsdienst Einsiedeln et je travaille à ma thèse.

Dans le cadre de ma thèse, j'étudie les critères permettant de mettre fin à une réanimation préhospitalière non traumatique, les critères dits TOR.

En complément d'une synthèse de la littérature et de l'étude des pratiques en vigueur à l'étranger, je souhaiterais également savoir s'il existe en Suisse des critères et des algorithmes facilitant la prise de décision concernant la cessation d'une réanimation.

Votre Rettungsdienst dispose-t-il d'un algorithme spécifique ou d'un autre outil à cette fin et pourrais-je l'inclure dans mes recherches ? Merci d'avoir la gentillesse de bien vouloir répondre à ce courriel ou de me joindre au XXXXXXXXX.

Cordialement,

C. E-Mail Rettungsdiensten (Italienisch)

Gentile lettore,

Il mio nome è Sjoerd Poster e attualmente, come studente dell'HFRB impiegato al Rettungsdienst Einsiedeln, sto preparando la mia tesi di laurea.

Nella mia tesi esamino i criteri per terminare una rianimazione pre-ospedaliera non traumatica, i cosiddetti criteri TOR.

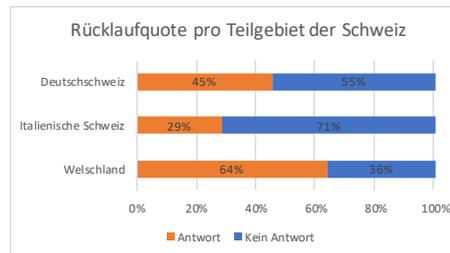
Oltre a una ricerca letteraria e a un'indagine sulle pratiche estere, desidererei anche sapere se, in Svizzera, esistono criteri e algoritmi che aiutano nel processo decisionale relativo all'interruzione di una rianimazione.

Per caso il suo servizio di soccorso dispone di un algoritmo specifico o di un altro strumento apposito che potrei includere nella mia ricerca? Può rispondere a questa e-mail o contattarmi allo XXXXXXXX.

Cordiali saluti,

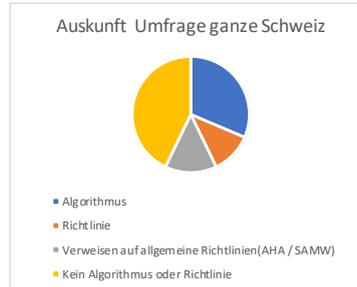
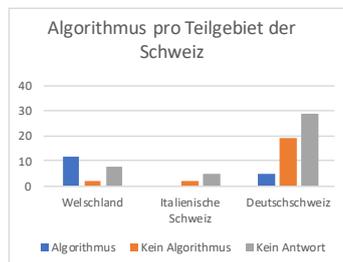
D. Auskunft Umfrage

Rettungsdiensten 83
 Antwortete 41
 Nicht geantwortet 42
 Algorithmus 11
 Richtlinie 4
 Verweisen auf allgemeine Richtlinien(AHA / SA) 5
 Kein Algorithmus oder Richtlinie 15



Teilgebieten

Teilgebiet	Algorithmus	Kein Algorithmus	Kein Antwort	Antwort	Totaal	%	%	%
Welschland	12	2	8	14	22	36%	64%	
Italienische Schweiz	0	2	5	2	7	71%	29%	
Deutschschweiz	5	19	29	24	53	55%	45%	

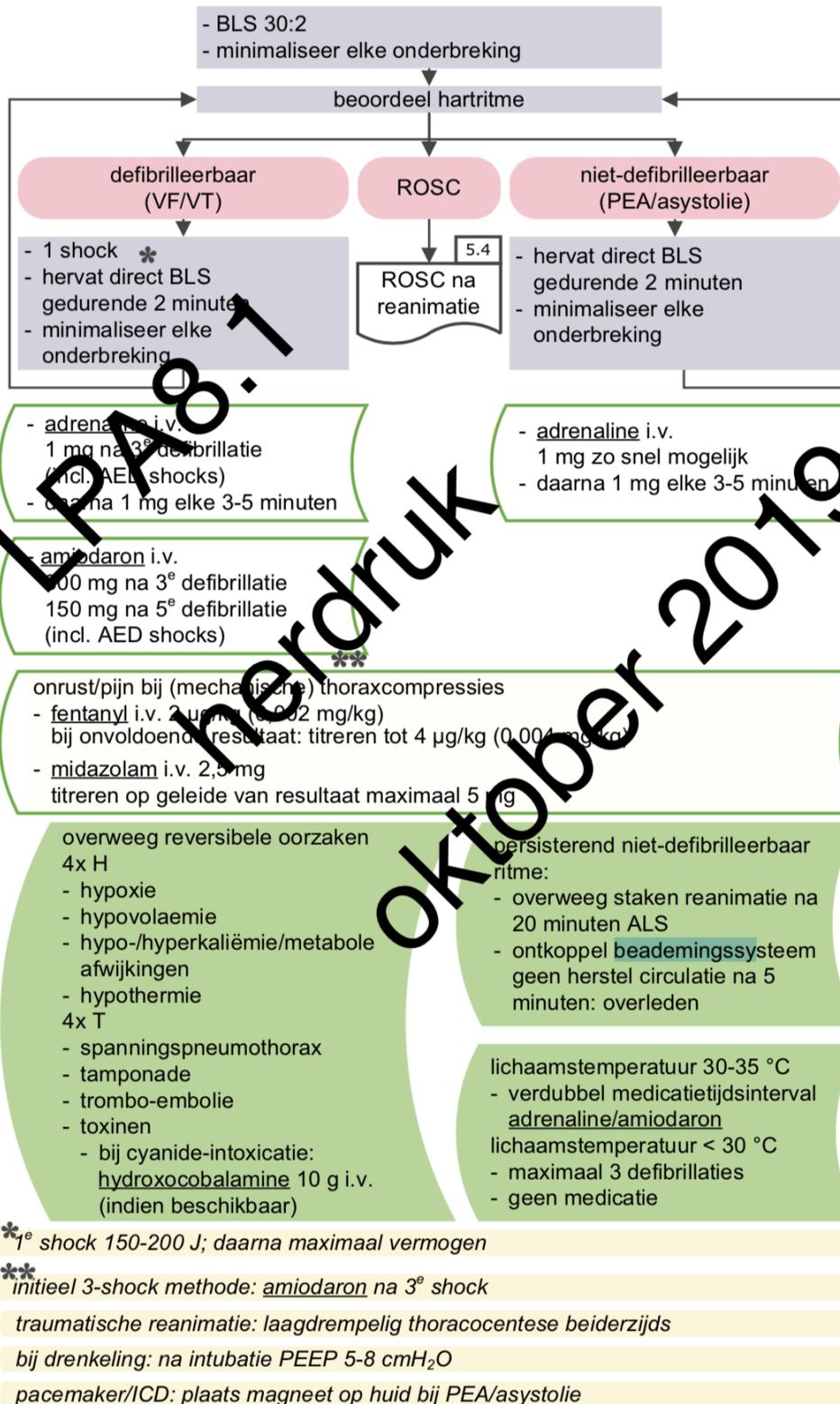


Rettungsdienst	Sprachgebiet	Spital Schiers	DE	CSU NVB	FR
Kantonsspital Baden	DE	Ospidal Unterengardin	DE	Lausanne	FR
Gesundheidszentrum Fricktal	DE	Centro Sanitario Valposchiavo	IT	STAR Ambulances Sàrl	FR
Interdic	DE	Ambulanza Moesano	IT	Spital Wallis	FR
Spital Leuggern	DE	Hospital du Jura	FR	Mattertal	DE
Spital Menziken	DE	Rettungsdienst Seetal	DE	Obertwallis	DE
Spital Muri	DE	Luzerner Kantonsspital	DE	Ambulance Cerlc SA	FR
Rettungsdienst Neeser	DE	Neuchatel	FR	Ambulanz Saastal	DE
Kantonales Spital Appenzell	DE	La Chaux-de-Fonds	FR	Schutz und Rettung Zürich	DE
Spitalverbund Appenzell Ausserrhoden	DE	Val-de-Travers	FR	Spital Uster	DE
Schutz und Rettung Bern	DE	Ambulances Roland	FR	Kantonsspital Winterthur	DE
Ambulanz Regio Biel	DE	Kantonsspital Obwalden	DE	See Spital	DE
Spital Emmental	DE	Rettung St. Gallen	DE	Spital Limmattal	DE
Spitäler Frutigen Meiringen Interlaker	DE	VGS Medicals	DE	Spital Männedorf	DE
Spital Regio Obeargargau	DE	Spitäler Schaffhausen	DE	Regio 144	DE
Spital Thun	DE	Bürgerspital Solothurn	DE	Alpine Air Ambulance	DE
Kantonsspital Baselland	DE	Stadt Grenchen	DE	REGA	DE
Rettungsdienst NordWestSchweiz	DE	Rettungsdienst Lachen	DE	Air Glaciers	DE/FR
Rettungsdienst Basel	DE	Rettungsdienst Schwyz	DE	Air Zermatt	DE
Ambulances sud Fribourgeois	FR	Rettungsdienst Küssnacht	DE	Rettungsdienst Zug	DE
Ambulanz Murten	DE	Spital Thurgau	DE	Rettungsdienst Einsiedeln	DE
Service d'Ambulances Réseau Santé c	FR	Rescuemed	DE		
Ambulanz Sense	DE	Ambulanz Bellinzona	IT		
ASPGA	FR	Lugano	IT		
SK-Ambulances	FR	SALVA	IT		
Swiss Ambulance Rescue	FR	SAM	IT		
Secour Ambulance Geneve	FR	Tre Valli Soccorso	IT		
Kantonsspital Glarus	DE	Kantonsspital Uri	DE		
Spital Reguinal Surselva	DE	Riviera	FR		
Rettung Oberengadin	DE	Nyon	FR		
Kantonsspital Graubünden - Chur	DE	ASV	FR		
Spital Davos	DE	CSUMA	FR		

E. Algorithmus Nederlandse

5.2

Reanimatie volwassene

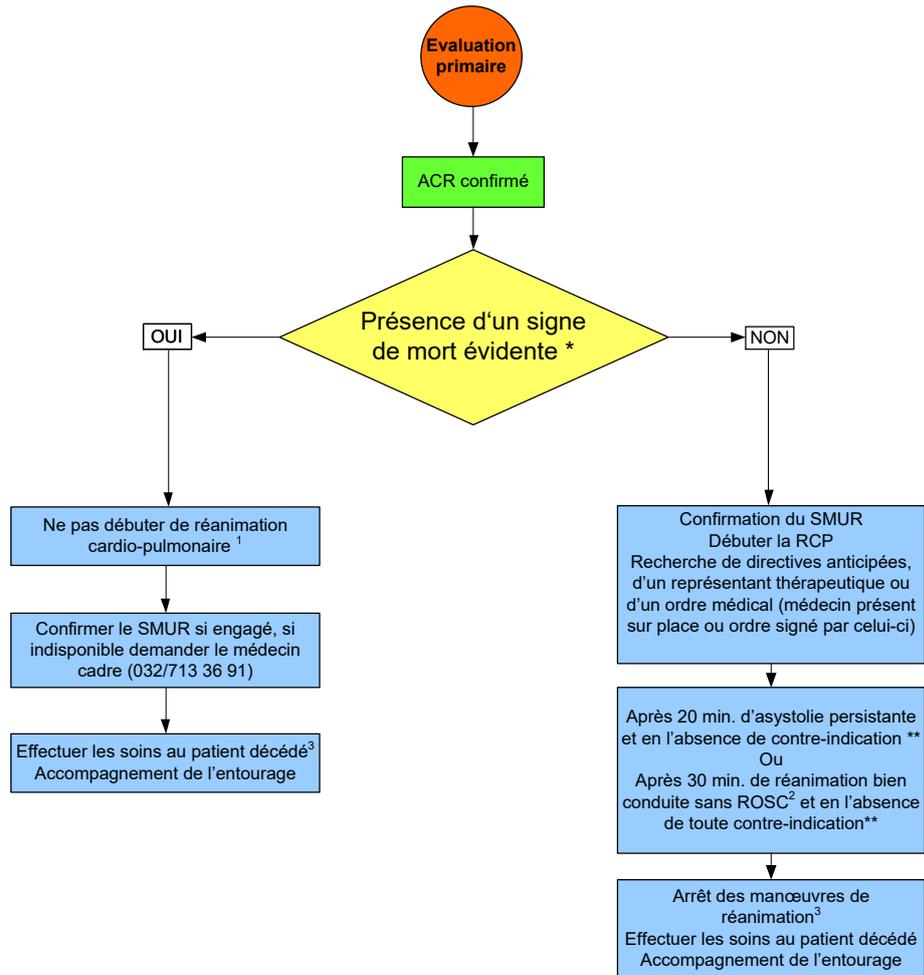


a. Übersetzung auf Deutsch

Reanimatie Volwassene	Reanimation Erwachsene
Minimaliseer elke onderbreking	Minimalisier Unterbrechungen
Beoordeel hartritme	Beurteil Herzrhythmus
Hervat direct BLS gedurende 2 minuten	Direkt Reanimation weitermachen für 2 Minuten
Na / daarna	Nach / danach
Elke	Jede
Onrust / pijn bij (mechanische) thoraxcompressies	Unruhe / Schmerzen bei (mechanische) Thoraxkompressionen
Bij onvoldoende resultaat: titreren tot	Bei ungenügend Resultat: titrieren bis
Titreren op geleide van resultaat maximaal	Titrieren, maximal
Overweeg reversibele oorzaken (Indien beschikbaar)	Erwäge reversible Ursachen (Falls verfügbar)
Persisterend niet-defibrilleerbaar ritme: Overweeg staken reanimatie na 20 minuten ALS. Ontkoppel beademingssysteem, geen herstel circulatie na 5 minuten: overleden.	Persistierend nicht-Schock-Rhythmus: Erwäge Termination nach 20 Minuten ALS. Beatmungssystem abkoppeln, kein Kreislaufzirkulation nach 5 Minuten: Verstorben.
Lichaamstemperatuur	Körperkerntemperatur
Verdubbel medicatietijdsinterval	Medikationszeiten Verdoppeln
Geen medicatie	Keine Medikation
Traumatische reanimatie: laagdrempelig thoracocentese beiderzijds	Traumatische Reanimation: beidseitig Thorakozentese
Bij drenkeling: na intubatie	Bei Ertrinken: nach Intubation
Plaats magneet op huid	Magnet auf Haut plazieren

F. Algorithmes Schweiz

ACTE MEDICAL DELEGUE NEUCHATEL			
<div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: center;"> <h3 style="margin: 0;">Décision de non réanimation cardio-pulmonaire</h3> </div> <div style="text-align: right;"> <p style="margin: 0; font-weight: bold; font-size: 1.2em;">2020</p> <p style="margin: 0; font-size: 0.8em;">Version 22.11.2020</p> </div>			
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 33%; vertical-align: top;"> Groupes considérés : <input checked="" type="checkbox"/> Adulte <input type="checkbox"/> Femme enceinte <input type="checkbox"/> Pédiatrie ≥ 40kg <input type="checkbox"/> Pédiatrie < 40kg <input type="checkbox"/> Néonatal </td> <td style="width: 33%; vertical-align: top;"> <input checked="" type="checkbox"/> Trauma <input checked="" type="checkbox"/> Trauma <input type="checkbox"/> Trauma <input type="checkbox"/> Trauma </td> <td style="width: 33%; vertical-align: top;"> <input checked="" type="checkbox"/> Non Trauma <input checked="" type="checkbox"/> Non Trauma <input type="checkbox"/> Non Trauma <input type="checkbox"/> Non Trauma </td> </tr> </table>	Groupes considérés : <input checked="" type="checkbox"/> Adulte <input type="checkbox"/> Femme enceinte <input type="checkbox"/> Pédiatrie ≥ 40kg <input type="checkbox"/> Pédiatrie < 40kg <input type="checkbox"/> Néonatal	<input checked="" type="checkbox"/> Trauma <input checked="" type="checkbox"/> Trauma <input type="checkbox"/> Trauma <input type="checkbox"/> Trauma	<input checked="" type="checkbox"/> Non Trauma <input checked="" type="checkbox"/> Non Trauma <input type="checkbox"/> Non Trauma <input type="checkbox"/> Non Trauma
Groupes considérés : <input checked="" type="checkbox"/> Adulte <input type="checkbox"/> Femme enceinte <input type="checkbox"/> Pédiatrie ≥ 40kg <input type="checkbox"/> Pédiatrie < 40kg <input type="checkbox"/> Néonatal	<input checked="" type="checkbox"/> Trauma <input checked="" type="checkbox"/> Trauma <input type="checkbox"/> Trauma <input type="checkbox"/> Trauma	<input checked="" type="checkbox"/> Non Trauma <input checked="" type="checkbox"/> Non Trauma <input type="checkbox"/> Non Trauma <input type="checkbox"/> Non Trauma	



* Mort évidente : lividités cadavériques fixes rigidité cadavérique, décapitation, décomposition, écrasement majeur du thorax, perte de substance cérébrale importante

** Contre-indications : présence de signe de vie, tout tracé électrique autre que l'asystolie, pédiatrie, femme enceinte, hypothermie, noyade, suspicion d'intoxication. Ces situations nécessitent un transport sous réanimation

1 Remarque : d'un point de vue éthique, certaines réanimations sont conduites pour prendre le temps de comprendre, pour valider les manœuvres des témoins ou pour conforter les valeurs de l'équipe préhospitalière.

2 ROSC : reprise d'une activité circulatoire spontanée

3 En cas de mort violente ou de mort indéterminée, la préservation des preuves est essentielle : laisser le matériel de réanimation en place, confirmer l'engagement de la police via le 144

Source du document: CMSU algorithme 1d 13 avril 2010

COMUP, selon algorithme CORFA modifiés

a. Übersetzung auf Deutsch

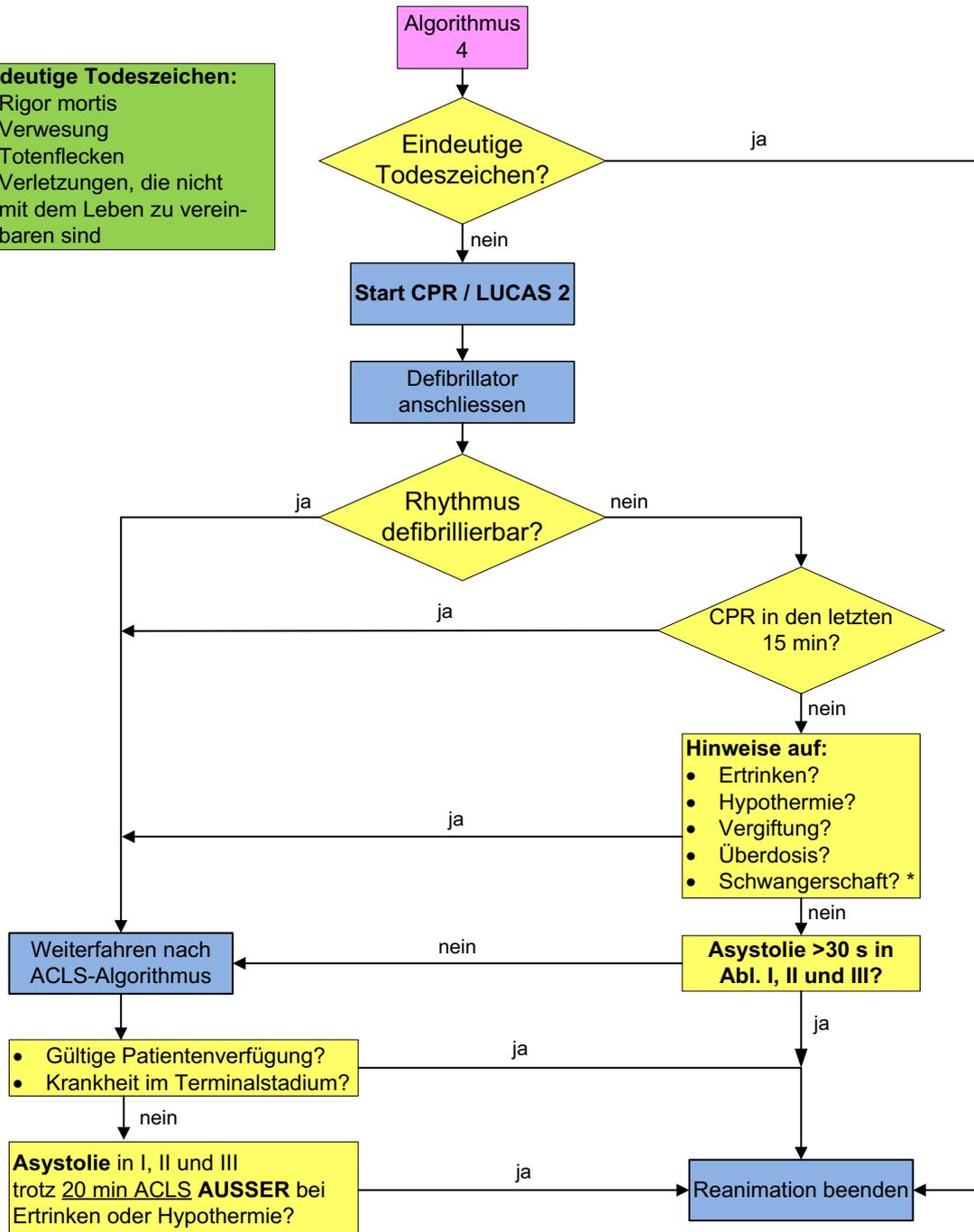
Évaluation primaire	Primary Survey
ACR confirmé	Kreislaufstillstand bestätigen
Présence d'un signe de mort évidente	Sichere Todeszeichen
Oui	Ja
Non	Nein
Ne pas débiter de réanimation cardio-pulmonaire	Kein Reanimationsmassnahmen starten
Confirmer de SMUR (Service mobile d'urgence et de réanimation) si engagé, si indisponible demander le médecin cadre	Bei Verlobung von SMUR bestätigen, bei Nichtverfügbarkeit exekutiver / Kader Mediziner informieren
Effectuer les soins au patient décédé. Accompagnement de l'entourage	Betreuung des verstorbenen Patienten. Unterstützung für Angehörigen
Confirmation du SMUR. Débiter la RCP. Recherche de directives anticipées, d'un représentant thérapeutique ou d'un ordre médical (médecin présent sur place ou ordre signé par celui-ci)	Bestätigung von Aufforderung SMUR (Mobiler Notfall- und Reanimationsdienst). Reanimation starten. Suche nach Patientenverfügung, einem therapeutischen Vertreter oder einer ärztlichen Anordnung (Arzt vor Ort oder von dieser unterschriebenen Anordnung)
Après 20 min. d'asystolie persistante et en l'absence de contre-indication ou après 30 min. de réanimation bien conduite sans ROSC et en l'absence de tout contre-indication.	Nach 20min. anhaltender Asystolie und ohne Kontraindikation oder nach 30 Minuten gut durchgeführter Reanimation ohne ROSC und ohne Kontraindikation.
Arrêt des manœuvres de réanimation. Effectuer les soins au patient décédé. Accompagnement de l'entourage.	Stoppen der Reanimationsmanöver. Betreuung des verstorbenen Patienten. Unterstützung für Angehörigen.
Mort évidente : lividités cadavériques fixes rigidité cadavérique, décapitation, décomposition, écrasement majeur du thorax, perte de substance cérébrale importante.	Offensichtlicher Tod: fixierte Leichenbläschen Leichenstarre, Enthauptung, Zersetzung, starke Quetschung des Brustkorbs, erheblicher Verlust an Hirnsubstanz.
Contre-indications : présence de signe de vie, tout tracé électrique autre que l'asystolie, pédiatrie, femme enceinte, hypothermie, noyade, suspicion d'intoxication. Ces situations nécessitent un transport sous réanimation.	Kontraindikationen: Vorhandensein von Lebenszeichen, anderer Rhythmus als Asystolie, Pädiatrie, Schwangere, Unterkühlung, Ertrinken, Verdacht auf Vergiftung. Diese Situationen erfordern einen intensivmedizinischen Transport unter Reanimation.
Remarque : d'un point de vue éthique, certaines réanimations sont conduites pour prendre le temps de comprendre, pour valider les manœuvres des témoins ou pour conforter le valeurs de l'équipe pré hospitalière.	Hinweis: Aus ethischer Sicht werden einige Reanimationen durchgeführt, um sich die Zeit zum Verständnis zu nehmen, die Manöver von Zeugen zu validieren (Laienreanimation) oder die Werte des präklinischen Teams zu stärken (Teamentscheidung).
ROSC : reprise d'une activité circulatoire spontanée	ROSC: Rückkehr der spontanen Blutzirkulation.
En cas de mort violente ou de mort indéterminée, la préservation des preuves est essentielle : laisser le matériel de réanimation en place, confirmer l'engagement de la police via le 144	Bei gewaltsamem Tod oder unbestimmtem Tod ist die Beweissicherung unabdingbar: Ausrüstung an Ort und Stelle lassen, polizeilichen Einsatz über 144 bestätigen

4a Reanimation beginnen und beenden

Version: 01/21
© Rettungsdienst Lachen

Eindeutige Todeszeichen:

- Rigor mortis
- Verwesung
- Totenflecken
- Verletzungen, die nicht mit dem Leben zu vereinbaren sind



***Schwangerschaft** ist eine Indikation für Load-and-Go unter Reanimation, um schnellst möglich eine Notsection durchzuführen und mit der Neugeborenenreanimation zu beginnen.

WICHTIG: Bei Einsatz von LUCAS 2 ist IMMER ein Notarzt aufzubieten!

3.3 Reanimationsabbruch / Vorgehen bei Todesfall

