

MASTERARBEIT

---

# Einsatz und Wirksamkeit von automatisierten externen Defibrillatoren (AED)

Zur Erlangung des akademischen Grades

**Doktor\*in der gesamten Heilkunde**

*Dr. med. univ.*

an der Fakultät für Medizin der

SIGMUND FREUD  
PRIVATUNIVERSITÄT  
WIEN 

**unter der Anleitung von**

**Univ. Prof. Dr. Andrea Podczeck-Schweighofer**

**eingereicht von**

**B. Sc. Lukas Rosenzopf**

61813898

Adresse: Wulfengasse 1, 9020 Klagenfurt

E-Mail: lukas.rosenzopf@gmail.com

Tel. Nr.: 06506228289

Abgabedatum: 31.03.2022

Wortanzahl: 12829

Tabellen: 8

Abbildungen: 2

## **Danksagung**

Ich möchte mich zuallererst bei allen Menschen bedanken, die mich bei meinem Werdegang unterstützt haben und immer hinter mir gestanden sind.

Danke an meine Familie, ohne euren Rückhalt und eure Unterstützung wäre das alles nicht möglich gewesen.

Ein besonderer Dank gilt den Menschen, die es mir überhaupt erst ermöglicht haben, Medizin zu studieren. Vielen Dank an Robert Hollmann, an meine Mama, Petra Hollmann und an meine Großeltern, Waltraud und Leopold Rosenzopf.

Ich möchte mich auch bei meiner Freundin Marlies Klauser bedanken, die mich immer bestärkt und unterstützt.

Bei meinem Freund Jakob Rünzler möchte ich mich für die tollen und unvergesslichen Auf und Abs. des gemeinsamen Studiums bedanken.

Diese Arbeit wäre ohne die kompetente und überaus hilfsbereite Unterstützung meiner Betreuerin, Univ. Prof. Dr. Andrea Podczeck-Schweighofer und dem Team des österreichischen Herzfonds, mit der großen Hilfe von Frau Petra Scharf, nicht möglich gewesen.

Vielen Dank an euch alle.

## Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre eidesstattlich, dass ich die Arbeit selbständig angefertigt, keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel benutzt und alle aus ungedruckten Quellen, gedruckter Literatur oder aus dem Internet im Wortlaut oder im wesentlichen Inhalt übernommenen Formulierungen und Konzepte gemäß den Richtlinien wissenschaftlicher Arbeit zitiert, durch Fußnoten gekennzeichnet bzw. mit genauer Quellenangabe kenntlich gemacht habe.

31.03.2022

Datum , Unterschrift des\*der Studierenden

A handwritten signature in black ink, written over a horizontal line. The signature is stylized and appears to be a first name followed by a last name.

Anmerkung: Diese Erklärung ist für wissenschaftliche Arbeiten, die im Rahmen von prüfungsimmanenten Lehrveranstaltungen erstellt werden, verbindlich auszufüllen und der Arbeit beizulegen.

# Inhaltsverzeichnis

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Zusammenfassung</b>   | <b>6</b>  |
| <b>Abstract</b>  | <b>8</b>  |
| <b>1. Einleitung</b>   | <b>10</b> |
| <b>2. Der plötzliche Herztod</b>                                       | <b>11</b> |
| 2.1 Definition   | 11        |
| 2.2 Inzidenz   | 11        |
| 2.3 Risikofaktoren   | 12        |
| 2.4 Diagnose und Arrhythmiemechanismen                                 | 13        |
| <b>3. Ursachen für einen plötzlichen Herztod</b>                       | <b>13</b> |
| 3.1 <b>Kardiale Ursachen für einen plötzlichen Herztod</b>             | <b>14</b> |
| 3.1.1 Die koronare Herzkrankheit                                       | 14        |
| 3.1.2 Herzinsuffizienz   | 16        |
| 3.1.3 Hypertrophe Kardiomyopathien                                     | 17        |
| 3.1.4 Genetische Kanalopathien   | 19        |
| 3.1.5 Arrhythmogene rechtsventrikuläre Kardiopathien (ARVC)            | 24        |
| 3.2 <b>Nicht Kardiale Ursachen für einen plötzlichen Herztod</b>       | <b>25</b> |
| 3.2.1 Der plötzliche Herztod (PHT) bei COVID-19 Patienten*innen        | 25        |
| 3.2.2 Der plötzliche Herztod (PHT) bei Diabetes mellitus               | 28        |
| <b>4. Einsatz von automatisierten externen Defibrillatoren (AED)</b>   | <b>31</b> |
| 4.1 <b>Geschichte des AEDs</b>   | <b>31</b> |
| 4.2 <b>Funktionsweise des AEDs</b>                                     | <b>33</b> |
| 4.3 <b>Einsatz von AEDs</b>  | <b>36</b> |
| 4.3.1 AEDs im öffentlichen Raum  | 36        |
| 4.3.2 AEDs in Flughäfen und Flugzeugen                                 | 38        |
| 4.3.3 AEDs in Casinos  | 40        |
| <b>5. Kosteneffizienz von automatisierten externen Defibrillatoren</b> | <b>42</b> |

|                                     |    |
|-------------------------------------|----|
| <b>6. Zielsetzung</b>               |    |
| 6.1 Fragestellung                   | 43 |
| <b>7. Material und Methoden</b>     | 44 |
| 7.1 Einteilung und Herangehensweise | 44 |
| 7.2 Der österreichische Herzfonds   | 44 |
| 7.3 Fragebogen                      | 46 |
| 7.4 Studien Design                  | 47 |
| <b>8. Ergebnisse</b>                | 49 |
| <b>9. Diskussion</b>                | 54 |
| 9.1 Limitation                      | 56 |
| 9.2 Ausblick                        | 56 |
| <b>10. Conclusion</b>               | 57 |
| <b>Literaturverzeichnis</b>         | 58 |
| <b>Tabellenverzeichnis</b>          | 62 |
| <b>Abbildungsverzeichnis</b>        | 63 |
| <b>Index der Abkürzungen</b>        | 64 |
| <b>Curriculum vitae</b>             | 65 |

## Zusammenfassung

### Hintergrund

Der plötzliche Herztod(PHT) zählt zu den weltweit häufigsten Todesursachen. Alleine in Amerika sterben jedes Jahr ungefähr 350 000 Menschen an einem PHT. (1)

Die Herausforderung ist eine medizinische und eine gesellschaftliche. Die medizinische Herausforderung besteht vor allem darin, diejenigen Menschen zu identifizieren, die ein erhöhtes Risiko für einen plötzlichen Herztod haben.

Die gesellschaftliche Herausforderung besteht darin, genügend Menschen in Reanimationsmaßnahmen zu schulen, damit im Falle eines PHT Ereignisses rasche Erste-Hilfe erfolgen kann. Hierbei ist der Einsatz des automatisierten externen Defibrillators (AED) ein essenzieller Faktor für das Überleben der betroffenen Person. (2,3)

Die richtige Verortung sowie eine schnelle und korrekte Handhabung sind für das Überleben der Patienten\*innen maßgeblich, denn für das Outcome der Patienten\*innen ist eine schnelle Ersthilfe mit einer raschen Defibrillation essenziell.(2,3)

Um eine schnelle Ersthilfe zu gewährleisten, gibt es verschiedenste Organisationen, die automatisierte externe Defibrillatoren im öffentlichen Raum zur Verfügung stellen. So auch der Verein „der österreichischen Herzfonds“, der seit 2003 sechszwanzig AED's in ganz Österreich zur Verfügung gestellt hat.

### Material und Methoden.

Seit 2003 wurde vom Österreichischen Herzfonds 26 AEDs an verschiedene Organisationen wie Theater, Seniorenheime, Sportanlagen und verschiedenste Verbände, vergeben. Diese AEDs wurden in dieser Studie ausgewertet und mit Daten aus internationalen Studien verglichen.

Dabei wurden besonders die Anzahl der Einsätze und das Outcome der Betroffenen Patienten\*innen analysiert.

### **Resultate**

Bei der Analyse der automatisierten externen Defibrillatoren zwischen 2003 bis 2020, konnten fünf Einsätze verzeichnet werden. Bei all diesen Einsätzen wurde mindestens ein Schock abgegeben. In der Summe konnte jedoch nur eine Person gerettet werden. Aus diesen Daten berechnet sich eine 20% Überlebenschance. Vergleicht man diese Daten mit den international zitierten Studien, ergibt sich eine breite Variation von Überlebenschancen im Rahmen eines PHT- Ereignisses, nämlich zwischen 24% und 61%.

Die hohen Erfolgsquoten der Studie mit einer Überlebenschance von 61% resultieren aus der Tatsache, dass die Patienten\*innen, die einen plötzlichen Herztod (PHT) erlitten, innerhalb weniger Minuten von gut ausgebildeten Ersthelfern wiederbelebt wurden, die sofort Zugang zu einem automatisierten externen Defibrillator hatten.(4)

### **Schlussfolgerung.**

Die Reanimation und die Defibrillation mittels automatisierten externen Defibrillatoren (AED), sind die wichtigsten Werkzeuge in der Ersten-Hilfe bei einem plötzlichen Herztod-Ereignis. Diese Reanimationsmaßnahmen können, richtig und schnell angewendet, die Leben der betroffenen Patienten\*innen retten.

## Abstract

### Background

Sudden cardiac death(SCD) is one of the leading causes of death worldwide. In America alone, approximately 350,000 people die each year from sudden cardiac death. (1)

The challenge is primarily a medical one, and secondly a social one. The medical challenge is primarily to identify those people who are at increased risk for sudden cardiac death. A relevant part of cardiology research is going into this direction.

The social challenge is to train enough people in resuscitation measures and to be able to initiate them as quickly as possible in case an event of SCD occurs in public space. Advanced resuscitation measures include, the use of an AED, since very often a life-threatening ventricular arrhythmia is the cause of a cardiovascular arrest. (2,3)

The proper positioning of the AED in the public, as well as a fast and correct handling are essential for the survival of the patients.(2,3)

There are various organizations that provide automated external defibrillators in public areas. One such organization is the "Austrian Heart Fund", which has provided twenty-six AED's throughout Austria since 2003.

### Materials and Methods.

Since 2003, 26 AEDs have been provided by the Austrian Heart Fund to various organizations such as theaters, retirement homes and sports facilities. These AEDs were evaluated in this study and compared with data from international studies.

Particular attention was paid to the number of operations and the outcome of those affected patients.

### **Results.**

In the analysis of automated external defibrillators (AED) between 2003 and 2020, the AEDs were used five times. At least one shock was delivered during all of these operations. In total only one person could be saved. From these data, a 20% probability of survival was calculated.

Comparing these data with the data of international studies, there is a wide variation of survival in the context of a PHT events, ranging from 24% to 61%. The high success rates of the study with the survival chance of 61%, results from the fact, that the patients with sudden cardiac death (SCD) were resuscitated within minutes by good Samaritans who had immediate access to an automated external defibrillator. (4)

### **Conclusion.**

Resuscitation and defibrillation using an automated external defibrillator (AED) are important first aid tools in the event of sudden cardiac death. These resuscitation methods, correctly and quickly applied, can save the lives of the affected patients.

## 1. Einleitung

Der plötzliche Herztod(PHT) ist nach wie vor eine Herausforderung. Bekanntlich gehört er zu den weltweit häufigsten Todesursachen. Alleine in Amerika sterben jedes Jahr ungefähr 350 000 Menschen an einem plötzlichen Herztod. In Europa liegt die Sterblichkeit von kardiovaskulären Patienten\*innen durch einen PHT bei rund 50%. (1,5).

Die Herausforderung ist in erster Line eine medizinische, zum anderen eine gesellschaftliche. Eine der medizinischen Herausforderungen besteht vor allem darin, diejenigen Menschen zu identifizieren, die ein erhöhtes Risiko für einen plötzlichen Herztod haben. In diese Richtung geht auch ein guter Teil der kardiologischen Forschung.

Die gesellschaftliche Herausforderung besteht darin, genügend Menschen in Reanimationsmaßnahmen zu schulen und diese schnellstmöglich einleiten zu können, sollte ein PHT-Ereignis im öffentlichen Raum stattfinden. Zu den erweiterten Reanimationsmaßnahmen gehört - nachdem sehr häufig eine lebensbedrohliche ventrikuläre Arrhythmie die Ursache für den Herz-Kreislauf-Stillstand ist - der Einsatz eines automatisierten externen Defibrillators (AED). (2,3)

## 2. Der plötzliche Herztod

### 2.1 Definition

Es gibt in der Literatur keine einheitliche Definition für den plötzlichen Herztod. Die am häufigsten verwendete Definition ist ein unerwarteter, natürlicher Tod aufgrund einer kardialen Ursache, der mit einem plötzlichen Bewusstseinsverlust, innerhalb einer Stunde nach Einsetzen der akuten Symptome, einhergeht. Durch die Aussage, dass das Ereignis natürlich ist, soll der Tod durch gewaltsame oder traumatische Ursachen ausgeschlossen werden. Das Zeitkriterium versucht sich auf Todesfälle aufgrund von lebensbedrohlichen Arrhythmien – Tachykardie und Kammerflimmern – zu konzentrieren, da diese zu den häufigsten Ursachen zählen. Darüber hinaus gibt es auch nicht kardiale Ursachen für einen plötzlichen Herztod. Auf diese wird in Punkt *“1.4 Nicht kardiologische Ursachen“* weiter eingegangen. (2)

### 2.2 Inzidenz

Alleine in Amerika sterben jedes Jahr ungefähr 350 000 Menschen an einem plötzlichen Herztod (PHT), in Europa sterben 50 bis 100 Personen pro 100 000 Einwohner\*innen an einem PHT. (1,3,5) Das mittlere Überleben von Herzinfarkten außerhalb des Krankenhauses liegt in manchen Untersuchungen bei unter 5 Prozent. Das bedeutet, dass rund 50 Prozent aller kardiovaskulären Patienten\*innen plötzlich sterben.(5)

| Länder       | <i>Plötzliche Herztode pro Jahr</i> |
|--------------|-------------------------------------|
| Weltweit     | 17 Millionen                        |
| Europa       | 300 Tausend                         |
| USA          | 180 bis 250 Tausend                 |
| Japan        | 0,85 bis 1,05 Millionen             |
| Zentralasien | 1,8 Millionen                       |
| Österreich   | 15 Tausend                          |
| Deutschland  | 66 Tausend                          |

Tabelle 1: Häufigkeiten für einen plötzlichen Herztod (6–10) „selbst erstellt“

Prinzipiell tritt das Ereignis eines PHT vor allen Dingen bei Patienten\*innen mit strukturellen Herzerkrankungen auf. Bei jungen Menschen ist weniger eine strukturelle Herzerkrankung, sondern eher eine Genmutationen ursächlich für den PHT. (11,12)

### 2.3 Risikofaktoren

Nachdem der plötzliche Herztod vor allem bei herzkranken Menschen auftritt, sind die Risikofaktoren, die zu diesen Erkrankungen führen - vor allem für die koronare Herzkrankheit (KHK)- auch Risikofaktoren für den PHT.(10)

| <b>Risikofaktoren für den plötzlichen Herztod</b> |
|---|
| Nikotinabusus                                     |
| Adipositas  |
| Diabetes mellitus/ Metabolische Syndrom           |
| Hypertonie  |
| Positive Familienanamnese                         |
| Hypercholesterinämie                              |
| Hyperlipidämie                                    |
| Hyperinsulinämie                                  |
| Stress assoziierte Reaktionen                     |
| Alkoholabusus                                     |
| Bewegungsmangel                                   |

**Tabelle 2: Risikofaktoren für den plötzlichen Herztod** (10) „selbst erstellt“

## 2.4 Diagnose und Arrhythmiemechanismen

Bei Patienten\*innen, die einen plötzlichen Herztod erleiden, wird in vielen Fällen eine maligne ventrikuläre Arrhythmie, seltener eine andere Rhythmusstörung, dokumentiert. Diese beginnt in >75% mit einer ventrikulären Tachykardie, die meisten in Kammerflimmern degeneriert. Bradykardien sind viel seltener ursächlich für ein PHT-Ereignis.

Aufgrund der fehlenden Hirnperfusion kommt es zu einem schnellen Kollaps und einer Bewusstlosigkeit, es besteht keine oder eine nicht signifikante Atmung. Aufgrund der fehlenden Herzkontraktion gibt es keinen signifikanten Auswurf. Die betroffenen Personen reagieren weder auf Schmerz, auf Berührung oder einen akustischen Reize. (13–15)

## 3. Ursachen für einen plötzlichen Herztod

### 3.1 Kardiale Ursachen für einen plötzlichen Herztod

#### 3.1.1 Die koronare Herzkrankheit(KHK)

Die koronare Herzkrankheit mit ihren verschiedenen Manifestationsformen, wie dem akuten Koronarsyndrom, der chronischen ischämischen Kardiomyopathie, sowie dem Zustand nach einem Myokardinfarkt mit Ausbildung von Narben, ist die häufigste Ursache für Arrhythmie bedingte PHT-Ereignisse. (16,17)

Zwei Mechanismen sind für die Entstehung von malignen ventrikulären Arrhythmien relevant:

- Akute Ischämien
- Myokardiale Narben, in deren Randgebiet zum gesunden Myokard, das Substrat für Reentry- Mechanismen entsteht.

Seit 2018 gibt eine neue Definition für die akute koronare Herzkrankheit, die sogenannte „Fourth universal definition of myocardial infarction“. (16)

Diese werden in folgende Typen eingeteilt:

**Typ 1** (spontaner Myokardinfarkt-MI-) Steht im Zusammenhang mit atherosklerotischer Plaqueruptur, Ulzeration, Rissbildung, Erosion oder Dissektion mit intraluminalen Thrombus in einer oder mehreren der Koronararterien, was zu einer verminderten Durchblutung des Herzmuskels führt.

**Typ 2** (MI sekundär zu einem ischämischen Ungleichgewicht): MI als Folge eines erhöhten Sauerstoffbedarfs oder einer verminderten Versorgung (z.B. koronare endotheliale Dysfunktion, Koronararterienspasmen, Koronararterienembolie, Tachyarrhythmien/Bradyarrhythmien, Anämie, Atemstillstand, Bluthochdruck oder Hypotonie)

**Typ 3** (MI mit Todesfolge, wenn Biomarkerwerte nicht verfügbar sind): Plötzlicher, unerwarteter Herztod, bevor Blutproben für Biomarker entnommen werden konnten oder bevor sie im Kreislauf erscheinen.

**Typ 4a** (MI im Zusammenhang mit perkutaner Koronarintervention [PCI])

**Typ 4b** (MI im Zusammenhang mit Stentthrombose)

**Typ 5** (MI im Zusammenhang mit Koronararterien-Bypass-Operation) (16)

Das akute Koronarsyndrom, ist in all seinen Definitionen ein lebensbedrohliches Ereignis. Für diese Arbeit ist vor allem Typ 1 bis Typ 3 relevant. Die Diagnose erfolgt über die Klinik, über ein EKG, welches sich mit oder ohne ST-Hebung zeigen kann, und durch einen typischen Anstieg und Abfall der biochemischen Marker des Herzens. (18,19)

Zusätzlich zum akuten Koronarsyndrom wird auch die chronische Form der KHK (chronische ischämische Herzkrankheit) mit einer erhöhten Mortalität und einer relevanten Anzahl an plötzlichen Herztoden assoziiert. Von dieser chronischen Form spricht man, sobald die betroffenen Koronargefäße soweit verengt sind, dass Zellen des Herzmuskels nicht mehr ausreichend mit Sauerstoff versorgt werden. Diese Minderversorgung führt bei den Patient\*innen zu Schmerzen in der Brust, zu Atemnot und einem Beklemmungsgefühl. Diese Beschwerden lindern sich meist durch Verringerung der Aktivität oder durch die Einnahme von gefäßerweiternden Medikamenten.(17,20)

### **Epidemiologie**

In den USA gibt es jedes Jahr mindestens fünf Millionen Notaufnahmen wegen akuter Brustschmerzen. Jährlich erleiden über 800 000 Menschen einen akuten Myokardinfarkt, (AMI) von denen 27 Prozent versterben, meistens schon bevor sie das Krankenhaus erreichen (19). Aufgrund der Fortschritte in der Diagnose und in der Behandlung von AMI ist seit den 1970er Jahren ein signifikanter Rückgang der kardiovaskulären Todesfälle zu verzeichnen. In einer Schätzung lag die Krankenhaussterblichkeit vor der Ära der kardiovaskulären Intensivstationen bei über 30%. Mit perkutaner Koronarintervention (PCI) und Stenting, antithrombotischer Therapie und routinemäßigen Kontrollen im Krankenhaus hat die Krankenhausmortalität des ST-Hebungs-MI (STEMI) heute einen Wert von 6–7% erreicht. (19)

### **Pathophysiologie**

Ein akuter Myokardinfarkt tritt auf, wenn die myokardiale Perfusion vermindert oder unterbrochen ist und somit eine Hypoxie entsteht.

Der grundsätzliche Entstehungsmechanismus besteht in der Bildung eines Thrombus, der in einer Koronararterie den Durchfluss behindert. Meist ist das auslösende Ereignis die Ruptur oder die Rissbildung eines atherosklerotischen Plaques, an welchem sich Blut mit thrombogenen Lipiden ansetzt und zur Aktivierung von Thrombozyten- und Gerinnungsfaktoren führt. Andere, seltene Ursachen eines Myokardinfarkts sind Koronararterienembolien, welche durch eine Klappenvegetation oder intrakardiale Thromben, Kokainkonsum, Koronararteriendissektion, Hypotonie und Anämie ausgelöst werden können. (6,8,19)

### **Risikofaktoren**

Risikofaktoren für einen Myokardinfarkt lassen sich in zwei allgemeine Kategorien einteilen: nicht modifizierbare Risikofaktoren (Alter, männliches Geschlecht und Familienanamnese, z.B familiäre Hyperlipidämie), modifizierbare Risikofaktoren (Rauchen, ungesunde Ernährung, Bewegungsmangel, Stress, Übergewicht, Diabetes mellitus, Bluthochdruck, Hyperlipidämie). (10)

### **3.1.2 Herzinsuffizienz**

Die Herzinsuffizienz ist eine progressive Erkrankung, bei welcher es durch ein Abnehmen der Herzleistung zu einer fehlenden bzw. verminderten Kreislaufzirkulation des Blutes kommt.

Die akute Herzinsuffizienz entsteht meist durch ein akute kardiales Ereignis, wie z.B im Rahmen eines akuten Myokardinfarktes, oder einer Blutdruckkrise. Es handelt sich um eine lebensbedrohliche Erkrankung, die eine erhebliche Mortalität aufweist. Eine akute bzw. progrediente Herzinsuffizienz ist derzeit, in der westlichen Welt, die häufigste Ursache für ungeplante Krankenhauseinweisungen bei Patienten\*innen über 65 Jahren. Eine akute Herzinsuffizienz ist eine der häufigsten Ursachen für Krankenhauseinweisungen mit jährlich etwa 900.000 Krankenhausentlassungen in den USA und 81.500 in Großbritannien. (21,22) Das durchschnittliche Alter der

Patienten\*innen mit akuter Herzinsuffizienz liegt bei 75 Jahren. In den nächsten Jahrzehnten wird die Prävalenz der akuten Herzinsuffizienz insbesondere bei älteren Patienten\*innen, aufgrund der Kombination aus verbessertem Überleben kardiovaskulärer Erkrankungen und fortschreitender Alterung der Bevölkerung in den Industrieländern, weiter zunehmen. (21–24)

Bei den meisten Patienten\*innen, die mit Herzinsuffizienz und reduzierter Auswurffraktion/Ejektionsfraktion (HFrEF) ins Krankenhaus eingeliefert werden, sind das endsystolische und enddiastolische Volumen sowie der enddiastolische Druck erhöht. Diese erhöhten enddiastolischen Füllungsdrücke werden auf den pulmonalvenösen Kreislauf übertragen und führen zu Anzeichen und Symptomen einer pulmonalen Stauung.

Diese äußert sich insbesondere durch Dyspnoe bei Belastung, Flüssigkeitsretention mit Ödemen in Bauch und Beinen, Vertigo und Inappetenz. Die Bauchbeschwerden erklären sich durch eine Stauung in den abdominalen Organen, was in der Folge zu Anorexie und Blähungen führt. Im weiteren Verlauf, kann es, vor allem ohne adäquate Therapie zu einer weiteren Kontraktilitätseinschränkung und progredienten systolischen linksventrikulären Dysfunktion kommen.

Das Herz muss verstärkt arbeiten, um die Perfusion aufrecht zu erhalten, dies wiederum verstärkt die Belastung. Diese Belastung vergrößert den Herzmuskel und treibt die Progression der Insuffizienz weiter voran. (21–24)

Neben dem terminalen Pumpversagen, ist in diesem Patienten\*innenkollektiv der plötzliche Herztod eine häufige Todesursache und wird in der Literatur bei bis zu 40% der Patienten\*innen berichtet. Durch eine deutliche Verbesserung der medikamentösen Herzinsuffizienz-Therapie, sowie mechanischer Therapie, wie z.B.: die CRT-Implantation, hat über die Zeit die Häufigkeit des PHT abgenommen. (21–24)

### **3.1.3 Hypertrophe Kardiomyopathien**

Die hypertrophe Kardiomyopathie (HCM) ist eine Herzerkrankung, die durch eine erhöhte linksventrikuläre (LV) Wanddicke verschiedener Morphologien und durch ein breites Spektrum an klinischen und hämodynamischen Manifestationen gekennzeichnet ist. Die Diagnose einer HCM wird normalerweise durch eine echokardiographische

## Einsatz und Wirksamkeit von automatisierten externen Defibrillatoren (AED)

Untersuchung gestellt. Die HCM ist definiert durch eine maximale ventrikuläre Wandstärke von  $\geq 15$  mm in mindestens einem Segment des linken Ventrikels (LV).

Hierbei ist wichtig zu erwähnen, dass die Anomalien nicht durch funktionelle Veränderungen oder durch eine koronare Herzkrankheit zu erklären sind.

Bis zu 60 % der HCM-Fälle bei Jugendlichen und Erwachsenen werden durch Mutationen in kardialen Sarkomerproteingenen mit autosomal-dominanter Vererbung verursacht. (23,25)

Bisher sind mindestens 15 Ursachen, 2 Gene und über 1.500 Mutationen bekannt.

Trotzdem ist die Ätiologie der Krankheit bei bis zu 30 % der Fälle noch unbekannt. Laut echokardiographischen Studien wird die weltweite Prävalenz der HCM in der Allgemeinbevölkerung auf 0,2% geschätzt.

Der histologische Befund bei Patienten\*innen mit HCM zeigt hypertrophierte Myozyten mit bizarr geformten Kernen und myokardialer Unordnung.

Die linksventrikuläre Hypertrophie (LVH) entwickelt sich am häufigsten während der Adoleszenz, sie kann jedoch auch im Säuglings- und Kindesalter auftreten. Die Krankheit gilt als spät ausbrechend, wenn sie erst zwischen dem 20. und 50. Lebensjahr erkannt wird. Männliche Patienten\*innen mit HCM haben eine 3:2-Überlegenheit gegenüber weiblichen Patienten\*innen, weibliche Patient\*innen sind jedoch älter und symptomatischer. Weibliche HCM-Patient\*innen zeigen auch ein höheres Risiko für eine Progression zu einer fortgeschrittenen Herzinsuffizienz. (23)

Die Mehrzahl der HCM-Patient\*innen weist keine oder nur geringfügige Symptome auf. Diese Gruppe hat eine deutlich bessere Prognose als solche mit schwereren Symptomen. Patient\*innen mit leichten bis mittelschweren Symptomen können durch eine wirksame Behandlung einen stabilen klinischen Verlauf aufweisen oder mit zunehmendem Alter eine langsame Progression erfahren.

Die Mehrheit der Patienten\*innen mit HCM hat eine normale Lebenserwartung. (23,25)

Doch gibt es unter ihnen auch Patient\*innen, die einen plötzlichen Herztod erleiden. Risikofaktoren sind die Dokumentation von nicht- anhaltenden ventrikulären Tachykardien, anamnestisch ungeklärten Synkopen und zunehmenden LV-Verdickungen im Septum und in der posterioren Wand.

Wichtig ist, dass die hypertrophe Kardiomyopathie die häufigste Ursache von PHT bei Jugendlichen und Leistungssportlern ist.

Daher ist es essentiell, Personen mit einem erhöhten Risiko für einen PHT zu identifizieren und frühzeitig zu behandeln. (18,23–25)

Bei errechnetem, hohem Risiko sollten diese Kinder und Jugendliche mit einem ICD versorgt werden. Auch zeigen Studien mit neuen Medikamenten erste vielversprechende Ergebnisse. (23,24)

### **3.1.4 Genetische Kanalopathien**

Zu dem SADS („sudden arrhythmic death syndrome“) zählen verschiedene angeborene Fehlleitungen des Herzens, die zu einem plötzlichen Herztod führen können. Die häufigsten sind das Long QT Syndrom (LQTS), das Brugada Syndrom (BrS) und die catecholaminerge polymorphe ventrikuläre Tachykardie (CPVT). Diese sind vor allem für plötzliche Herztode in jungen Jahren bekannt, da sie meist Menschen unter 35 Jahren betreffen. Bei Autopsien in diesem Alter sind 40 Prozent ohne klaren pathologischen Auslöser und meist verbirgt sich dahinter ein „sudden arrhythmic death syndrome“. (12,26,27)

Diese Erkrankungen treten meist im Schlaf auf und sind bei Sportler\*innen dreimal häufiger zu erwarten als eine hypertrophe Kardiomyopathie. Genetische Mutationen im Zusammenhang mit zerebralen Ionenkanalopathien, die Epilepsie verursachen, treten in bis zu 6% der SADS-Fälle auf und zeigen daher, dass eine kombinierte kardiale und zerebrale Pathologie durchaus keine Seltenheit ist. (11) Jede Ionenkanalopathie hat ihre eigene Elektrokardiogramm-(EKG) Signatur und typische Darstellungsart und wird häufig fehldiagnostiziert. Deshalb sollte auf die frühe Erkennung der SADS ein besonderes Augenmerk gelegt werden. Beispielsweise sollte bei einem durch Fieber ausgelösten kardialen Ereignis ein zunehmender Verdacht auf ein Brugada Syndrom gestellt werden.

Das Long-QT-Syndrom tritt bei 1 von 2000 Personen auf, das Brugada Syndrom und CPVT treten bei etwa 1 von 10.000 Personen auf, wovon über 70 % männlich sind.

Das zelluläre Aktionspotential, das den Herzzyklus antreibt, wird durch eine spezifische Reihe depolarisierender und repolarisierender Ionen und den dazugehörigen Ionenströmen geformt. Ändern sich diese Ströme, wird das Timing verzerrt und die Form

## Einsatz und Wirksamkeit von automatisierten externen Defibrillatoren (AED)

der Aktionspotentiale wird verändert, daher wird das Myokard anfälliger für Rhythmusstörungen. Die Erregbarkeit der Herzzelle hängt von der Verfügbarkeit von freiem Calcium ab. Wenn der Calcium-Wert zu hoch ist, kann die Zelle spontan depolarisieren. Diese Gefahr besteht vor allem bei Patienten\*innen mit CPVT.

Oft liegt die Ionenkanal-Pathologie an einer Mutation von einem speziellen Gen, welches den Kanal funktionsunfähig, aktiv, überaktiv oder undicht machen kann. (11,12,27)

Das Long QT Syndrom (LQTS) ist eine vererbte Ionenkanal-Pathologie, nicht zu verwechseln mit dem erworbenen Long QT-Syndrom, welches durch erworbene Herzerkrankungen, durch biochemische oder pathophysiologische Ereignisse, wie einer Hypokaliämie, oder durch neurologische Ereignisse, wie einem Schlaganfall, entstehen kann. Das Kardinalmerkmal ist eine verlängerte Repolarisation.

Vorgeburtlich kann sich ein Long QT-Syndrom bereits beim Fötus in Form einer erniedrigten Herzfrequenz manifestieren. Die Diagnose von LQTS wird durch eine klinische und familiäre Anamnese und das 12-Kanal-EKG gestellt, zusätzlich kann der Schwartz-Score ein hilfreiches Tool sein (*Bild1*). (6,11,27)

| <b>EKG - Veränderungen</b>              |     | <b>Eigen - Anamnese</b>                |     |
|---|-----|--|-----|
| QTc $\geq$ 480                          | 3   | Synkope, stressinduziert               | 2   |
| QTc 460 - 479                           | 2   | Synkope, andere Ursache                | 1   |
| QTc 450 - 459 (Männer)                  | 1   | Innenohrschwerhörig., kong.            | 0,5 |
| QTc $\geq$ 480 4 Minuten nach Belastung | 1   |  |     |
| Torsade de Pointes                      | 2   | <b>Familien - Anamnese</b>             |     |
| T - Wellen - Alternans                  | 1   | LQTS bei Familienmitglied              | 1   |
| T - Wellen - Kerbungen                  | 1   | Unerklärter plötzlicher Herztod < 30 J | 0,5 |
| Niedrige Herzfrequenz                   | 0,5 |  |     |

**Wahrscheinlichkeit für LQTS:**  
 **$\leq$  1 : gering , 1,5 - 3 : mittel ,  $\geq$  3,5 : sehr hoch**

**Bild 1: Schwartz Score (11)**

## Einsatz und Wirksamkeit von automatisierten externen Defibrillatoren (AED)

Typischerweise fallen die Patienten\*innen mit rezidivierenden, stressinduzierten Synkopen auf und man erkennt ein deutlich verlängertes QT-Intervall im EKG. Bei der passenden familiären Anamnese ist hier eine Diagnosestellung möglich, doch gibt es auch Patienten\*innen, bei denen das Syndrom erstmalig in der Familie zu finden ist.

Hier ist die Erstellung einer Diagnose meist schwieriger. Die große Gefahr hierbei sind kardiale Ereignisse, wie Herzrhythmusstörungen, Präsynkopen, Synkopen und Herzstillstände. Diese können im Rahmen eines Long QT-Syndroms durch körperlichen und emotionalen Stress beziehungsweise durch Sport, Furcht oder Freude ausgelöst werden. Es gibt drei häufige Genotypen (LQT1, LQT2 und LQT3), welche dazu neigen, genotypspezifische Synkopen zu haben. Zusätzlich unterscheiden sie sich durch ihre charakteristische T-Wellen-Morphologie und durch das Alter und das Geschlecht der Patienten\*innen. (1,11,27)

Patienten\*innen mit LQT1 und LQT2 neigen zu plötzlichen Herztod-Ereignissen. Wichtig ist, dass davor häufig mehrere „warnende“ Synkopenepisoden auftreten und so eine rettende Diagnosestellung erfolgen kann.(27)

Bei LQT3 ist die erste Präsentation der Erkrankung häufig der plötzliche Herztod.

Bei LQT1 sind männliche Jugendliche im Alter von 5–15 Jahren besonders gefährdet, da diese insbesondere beim Sport eine verbreiterte T-Welle aufweisen. Bei LQT2 sind erwachsene Frauen, insbesondere bis zu 9 Monate nach der Geburt, am stärksten gefährdet. Dort treten meist in der Nacht Arrhythmien und doppelte T-Wellen auf, welche durch akustische oder emotionale Stimulierungen entstehen. Bei LQT3 sind Genträger oft bradykard, mit spät einsetzenden T-Wellen und plötzlichem Herztod im Schlaf. Das größte Risiko haben Patienten\*innen, die schon sehr früh einen Herzstillstand überlebt haben oder eine Synkope hatten und kontinuierlich ein nächtliches QTc-Intervall von über 500 ms haben. (27)

Das Brugada Syndrom (BrS) ist eine erbliche Herzrhythmusstörung, die ein erhöhtes Risiko für ventrikuläre Tachyarrhythmien und für einen plötzlichen Herztod aufweist. Das BrS ist im EKG durch eine gewölbte ST-Strecken-Hebung in den rechten präkordialen Ableitungen gekennzeichnet.

Die Prävalenz wird in verschiedenen Populationen auf 1:2.000 bis 1:5.000 geschätzt, wobei die höchste bei südostasiatischen Männern liegt. Mehr als 18 Gene, die mit dem BrS

## Einsatz und Wirksamkeit von automatisierten externen Defibrillatoren (AED)

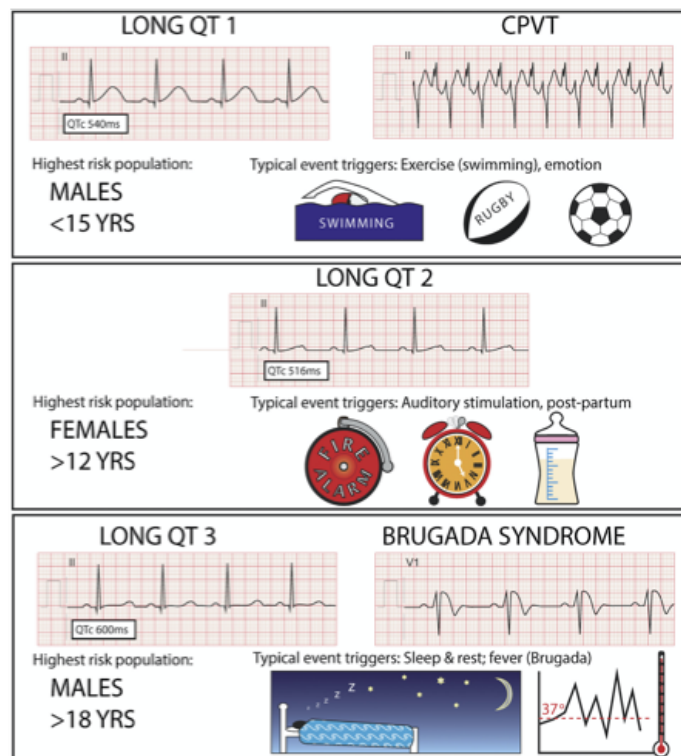
assoziiert sind, wurden entdeckt, und neuere Erkenntnisse deuten auf einen komplexen polygenen Vererbungsmodus mit häufigen genetischen Varianten hin.

Die Diagnose des BrS beruht derzeit auf der Präsentation mit einem Typ-1-Brugada-Muster im EKG, entweder spontan oder nach einem medikamentösen Provokationstest mit einem Natriumkanalblocker.

Das BrS kann bei Personen durch Faktoren wie Fieber ausgelöst werden, dies wurde kürzlich bei mehreren Patienten\*innen nachgewiesen, die mit dem neuartigen Coronavirus 2019 (COVID-19) infiziert waren und dabei am EKG angeschlossen waren.

Eine aggressive antipyretische Therapie und eine regelmäßige EKG-Überwachung bis zum Abklingen des Fiebers sind aktuelle Empfehlungen, um das Arrhythmierisiko bei diesen COVID-19-Patienten\*innen zu reduzieren.

Wie im *Bild 2* abzulesen, tritt das Brugada Syndrom meist nachts und in Ruhe auf und birgt daher ein großes Risiko für einen unbemerkten plötzlichen Herztod. (11,12)



**Bild 2: Darstellung der Unterschiede zwischen LQT1, LQT2, LQT3, Brugada Syndrome und CPVT aus der Studie „Skinner JR, Winbo A, Abrams D, Vohra J, Wilde AA. Channelopathies That Lead to Sudden Cardiac Death: Clinical and Genetic Aspects. Hear Lung Circ “(11)**

## Einsatz und Wirksamkeit von automatisierten externen Defibrillatoren (AED)

CPVT (catecholaminerge polymorphe ventriculäre Tachykardie) ist eine potenziell lebensbedrohliche erbliche Arrhythmie, die durch das Auftreten polymorpher ventrikulärer Arrhythmien gekennzeichnet ist. Sie tritt bei einem hohen adrenergen Tonus, zum Beispiel bei körperlicher Anstrengung oder starken Emotionen, auf. CPVT ist eine seltene Krankheit mit einer geschätzten Prävalenz von 1:10.000.

Wegen der großen Gefahr eines plötzlichen Herztodes (PHT) ist eine rechtzeitige Erkennung von entscheidender Bedeutung. Tatsächlich konnte bei Autopsien ohne ersichtliche Todesursache durch eine molekulare Autopsie bei bis zu 15% der Fälle eine pathogene mutmaßliche RYR2-Mutation identifiziert werden.

Die Mehrzahl der Patienten\*innen stellt sich im Alter von etwa 10 Jahren mit belastungsinduzierten synkopalen Episoden vor. Es werden jedoch auch atypische Fälle erkannt, bei denen der Symptombeginn in der 3. oder 4. Lebensdekade beginnt.

Diese atypische Form der CPVT trat häufiger bei Frauen und bei Genotyp-negativen Personen auf. In etwa einem Drittel der Fälle ist ein Herzstillstand das erste Symptom der Erkrankung. Es zeigte sich, dass bei unbehandelten Patienten\*innen mit CPVT die Sterblichkeitsrate vor dem 40. Lebensjahr bei etwa 30% liegt.(11,26,27)

Patienten\*innen mit CPVT haben ein strukturell normales Herz und ein normales 12-Kanal-Ruhe-EKG. Eine Sinusbradykardie liegt bei etwa 20 % der Patienten\*innen vor.

Der zugrunde liegende Mechanismus der Sinusbradykardie liegt bei den Zellen des Sinusknotens, welche einen kontinuierlichen Kalziumleak aufweisen, die wiederum die Auslösung des Aktionspotentials behindert und die intrinsische Ausgangsherzfrequenz verringert. Darüber hinaus wird bei einer Untergruppe von Patienten\*innen eine ausgeprägte U-Welle beobachtet, die auch im Zusammenhang mit einem veränderten intrazellulären Calcium-Handling steht. Supraventrikuläre Arrhythmien wie Vorhofflimmern und Sick-Sinus-Syndrom sind bei 16–26 % der Patienten\*innen vorhanden und können bei einigen Betroffenen ventrikuläre Arrhythmien hervorrufen. Bei Belastungstests treten typischerweise zuerst isolierte monomorphe ventrikuläre Extrasystolen (VPBs) auf. (11,12,26,27)

### **3.1.5 Arrhythmogene rechtsventrikuläre Kardiomyopathien (ARVC)**

Die arrhythmogene rechtsventrikuläre Kardiomyopathie, früher als „arrhythmogene rechtsventrikuläre Dysplasie“ bezeichnet, kennzeichnet sich durch ventrikuläre Arrhythmien aufgrund eines pathologischen Fibrofett-Ersatzes des rechten Ventrikels (RV) mit Myozytenverlust. Dies betrifft in der Regel die Hinterwand des rechten Herzens und ist in den meisten Fällen asymptomatisch. (28)

Laut der Studie von Ellinor betrifft die ARVC 10 bis 15 Prozent der plötzlichen Tode bei jüngeren Personen.(29)

Leider ist die erste klinische Präsentation meist der unerwartete Herzstillstand. Die wenigen Symptome, die davor auftreten, sind Herzklopfen oder Synkopen. Dies zeigt, wie schwierig die Diagnosestellung bei einer arrhythmogenen rechtsventrikulären Kardiomyopathie ist. (28,29)

Deshalb gibt es, um die klinische Diagnose der ARVC zu erleichtern, Kriterien, die helfen sollen, die Krankheit schneller zu erkennen und somit über eine Therapie vor größeren Komplikationen schützen zu können.

Die ideale Diagnose beinhaltet charakteristische Änderungen im Elektrokardiogramm (EKG), im 2D-Echokardiogramm, im RV-Gramm, in der kardialen Magnetic Resonanz (CMR) Bildgebung und in der Endomyokardbiopsie (EMB). (29)

Die große Anzahl an möglichen Untersuchungen zeigt die Schwierigkeiten, eine definitive Diagnose bei ARVC zu stellen. Viele Probleme bei der Diagnosestellung resultieren aus einer Überdiagnose isolierter Personen mit Zufallsbefund oder einer Unterdiagnose von Angehörigen von Personen mit eindeutiger Vorgeschichte von ARVC oder einem plötzlichen Herztod im engen Familienumfeld, bei unklarer pathologischer Genese.

Der hilfreichste Ansatz zur Diagnose ist die Ersteinschätzung der ARVC-Wahrscheinlichkeit. (6,28)

Diese Schätzung beruht auf einer sorgfältigen Betrachtung der Anamnese des Patienten\*innen mit Synkopen oder Palpitationen, dokumentierten Arrhythmien und einer ausgeprägten Familienanamnese. Bei der Gewichtung der Familienanamnese ist der Umfang der verfügbaren Informationen zu berücksichtigen. Beispielsweise ist das Fehlen

eines plötzlichen Herztodes in der Vorgeschichte kein Ausschluss der Erkrankung. Es können Verwandte früh an anderweitigen Erkrankungen und Unfällen verstorben sein. Schwierige Fälle werden am besten in Zentren mit umfassender Expertise in der Diagnose und Behandlung der ARVC betreut, idealerweise mit systematischer Evaluation der gesamten Familie.

Gerade deshalb ist es sehr wichtig, das Bewusstsein für die Krankheit aufrecht zu erhalten und weiter auf diesem Gebiet zu forschen, damit in Zukunft die Diagnosestellung der arrhythmogenen rechtsventrikulären Kardiomyopathie erleichtert wird.

Die bestmögliche Therapie ist das Einsetzen eines implantierbaren kardioverter-Defibrillators (ICD), welcher bei Auftreten von ventrikulären Tachyarrhythmien einen plötzlichen Herztod verhindern kann. (6,18,28,29)

### **3.2 Nicht kardiale Ursachen für einen PHT**

Obwohl die meisten Ursachen für einen plötzlichen Herztod eine Pathologie am Herzen als Ursache haben, gibt es auch nicht-kardiale Ursachen für dieses Ereignis.

Diese Gruppe an Pathologien ist nur für einen kleinen Teil der PHT verantwortlich und wird deshalb in der Arbeit nur kurz angeschnitten.

Die Hauptursachen sind thromboembolische Ereignisse, die bei einer bestimmten Größe mit dem Leben nicht mehr vereinbar sind. Hierzu zählen der cerebrale Insult und die Pulmonalembolie. Obwohl diese Pathologien natürlich auch durch ein thromboembolisches Ereignis im Herzen ausgelöst werden können, zählen sie hierbei nicht zu den kardiologischen Ursachen für einen plötzliche Herztod.

(2,9,24)

#### **3.2.1 COVID-19 und plötzlicher Herztod**

Seit dem Ausbruch des Coronavirus-2 (SARS-CoV-2) im Dezember 2019 in Wuhan entstanden viele schwere, akute, respiratorische Syndrome (SARS-CoV-2). (30,31)

Obwohl die meisten Menschen auf den Intensivstationen in den Krankenhäusern sterben, gibt es einen nicht zu vernachlässigen Anteil an Coronavirus-2 (SARS-CoV-2)-Patienten\*innen, die einen plötzlicher Herztod erleiden. (30)

## Einsatz und Wirksamkeit von automatisierten externen Defibrillatoren (AED)

Es gibt überzeugende Beweise für einen Zusammenhang zwischen Influenza-Epidemien und schwerwiegenden, unerwünschten kardiovaskulären Ereignissen, wie Myokardinfarkt (MI), Schlaganfall und plötzlichen Herztoden(30,31).

Obwohl der direkte kausale Zusammenhang von PHT und COVID-19 noch nicht ganz geklärt ist und es auf diesem Gebiet noch viele Studien und weitere Forschungen braucht, deuten die folgenden Daten auf eine plausible Korrelation hin. Aufmerksam wurde man über Berichte aus Gemeinden und Krankenhäusern, die über eine erhöhte Inzidenz von PHT berichten. (30,31)

Daten der Feuerwehr von Houston zeigen in der COVID-19-Pandemie einen Anstieg der Notrufe aufgrund eines Herzstillstandes um 45%. Daten aus Italien deuten auf einen signifikanten Zusammenhang zwischen der Verbreitung von COVID-19 und einem Anstieg der Zahlen von OHCA (out-of-hospital cardiac arrest) hin. (30,31)

Laut diesen Studien gab es im Vergleich zum Vorjahr einen Anstieg der OHCA um 58%. Bei insgesamt 103 von 362 Patienten\*innen mit OHCA wurde die Diagnose Covid-19 vermutet oder bestätigt. Ein zweifacher Anstieg der OHCA wurde in der COVID-19-Pandemie in Paris festgestellt. Obwohl plötzliche Herztode auch direkt durch COVID-19 entstehen können, kann es auch indirekte Gründe geben, die sich negativ auf die Lebenserwartung auswirken können. Zu diesen zählen beispielsweise der Lockdown und die daraus resultierende persönliche Isolation und mangende medizinische Versorgung durch Einschränkungen im Gesundheitssystem. (30,31)

Durch die Freiräumung von Krankenhausstationen und Intensivbetten für COVID 19-Patienten\*innen mussten Untersuchungen verschoben werden, Operationen wurden abgesagt und wegen der Furcht vor einer Ansteckung im Krankenhaus zögerten viele Patienten\*inne, bei Beschwerden ins Krankenhaus zu kommen.

Daten aus China zeigen, dass 27,8 % der aufgenommenen COVID-19- Patienten\*innen eine Myokardläsion hatten. Die Patienten\*innen hatten in den meisten Fällen einen erhöhten Troponinspiegeln und hatten auch häufiger maligne Arrhythmien (11,5 % vs. 5,2 %). Die Gesamtsterblichkeit war bei den Patienten\*innen mit erhöhten Troponinspiegeln viel höher (59,6 % gegenüber 8,9 %). Diese Patienten\*innen Daten stammten zwar von stationären Aufenthalten, sie zeigten aber trotzdem, dass eine myokardiale Schädigung während einer Covid-19-Infektion keine Seltenheit ist.

## Einsatz und Wirksamkeit von automatisierten externen Defibrillatoren (AED)

Die genaue Ursache für einen PHT bei COVID-19 ist vielen Ursachen geschuldet und kann aufgrund fehlender Daten und der Neuheit der Erkrankung schwierig festgestellt werden. Trotzdem ist der Verlauf der Infektion maßgeblich für den späteren Verlauf der Genesung und für das potentielle Mortalitätsrisiko. Häufige Ursachen für PHT bei COVID-19 sind in der Tabelle 3 gelistet. (12,30,31)

|     |  |
|-----|--|
| 1.  | Akute Myokarditis einschließlich stressinduzierter Kardiomyopathie |
| 2.  | Postmyokarditis-Folgen   |
| 3.  | Akutes Koronarsyndrom  |
| 4.  | Hypoxie  |
| 5.  | Hochgradiger systemischer Entzündungszustand                       |
| 6.  | Gerinnungsstörung  |
| 6a  | Lungenembolie  |
| 6b  | Koronarthrombose   |
| 6c  | Schlaganfall   |
| 7.  | Herzbeutelamponade   |
| 8.  | Elektrolytungleichgewicht  |
| 9.  | Genetische Veranlagungen   |
| 10. | Arrhythmien  |
| 10a | Arzneimittelinduziert  |
| 10b | Aufgrund ausgelöster vorhandener Kanalopathien                     |
| 10c | Direkte Arrhythmien durch COVID-19                                 |

**Tabelle 3: Ursachen für PHT bei COVID-19 (30) „selbst erstellt“**

Trotzdem sind all diese Informationen nur Vermutungen und es werden größere, multizentrische epidemiologische Studien und randomisierte Kontrollstudien erforderlich sein, um die Auswirkungen von COVID-19-Erkrankungen auf die Gesundheit und die potenzielle Sterblichkeit der Bevölkerung besser einschätzen zu können. Ein wichtiger Teil wird auch die psychosoziale Veränderung der Menschen in der neuen Situation sein. (30)

Primär ist die Prävention der Eckpfeiler der Behandlung von COVID-19-Patienten\*innen mit mittelschweren bis schweren COVID-19-Erkrankungen. Diese Behandlung beinhaltet

eine Thromboseprophylaxe in Form von Heparin, um das Auftreten tödlicher thromboembolischer Ereignisse zu verhindern. Gegebenenfalls sollten Thrombozytenaggregationshemmer eingesetzt werden.

Das Ziel sollte eine auf Wissenschaft fundierte Therapieempfehlung bei einer COVID-19-Infektion sein, damit die Zahl an PHT im Rahmen dieser Erkrankung möglichst klein gehalten wird. (12,30,31)

### **3.2.2 Plötzlicher Herztod (PHT) bei Diabetes mellitus**

In bis zu 50 Prozent der Fälle ist eine kardiovaskuläre Vorerkrankung oder ein kardiovaskuläres Ereignis ursächlich für einen plötzlichen Herztod. Patienten\*innen mit Diabetes mellitus sterben in 50 bis 70 Prozent an einem kardiovaskulären Ereignis. Deshalb ist diese Gruppe an Patienten\*innen besonders gefährdet. (32)

Die Interaktion zwischen DM und PHT ist ein multifaktorielles Ereignis und vielen Faktoren und Ursachen geschuldet. Doch sind die häufigsten Ursachen für eine erhöhte Inzidenz des PHT bei DM in der Studie „Plötzlicher Herztod bei Diabetes mellitus“ von C. W. Israel und Y. H. Lee-Barkey wie folgt beschrieben: (32)

|   |
|---|
| <b>Direkt arrhythmogene Effekte des Diabetes mellitus</b> |
| 1. Kardiale autonome Neuropathie                          |
| 2. Repolarisationsverlängerung (QT-Zeit-Verlängerung)     |
| 3. Sympathikusaktivierung (besonders bei Hypoglykämien)   |
| <b>Ischämische Effekte des Diabetes mellitus</b>          |
| 1. Atherosklerose(koronare Herzkrankheit, Myokardinfarkt) |
| 2. Endotheliale Dysfunktion                               |

|  |
|--|
| <b>Direkte Effekte des Diabetes mellitus auf das Myokard</b>   |
| <ol style="list-style-type: none"><li>1. Diabetische Kardiomyopathie, Herzinsuffizienzinduktion</li><li>2. Fibrosebildung , verstärkte Vernarbung</li><li>3. Adverses Remodelling nach Myokardinfarkt</li><li>4. Inflammation, Autoimmunphänomene (Diabetes mellitus Typ1)</li></ol> |
| <b>Metabolische Effekte und Komorbidität</b>   |
| <ol style="list-style-type: none"><li>1. Freie Fettsäuren, Hypercholesterinämie</li><li>2. Assoziierte Adipositas</li><li>3. Assoziierte Hypertonie</li><li>4. Assoziiertes Schlafapnoe-Syndrom</li></ol>  |
| <b>Rheologische und hämostaseologische Effekte</b>   |
| <ol style="list-style-type: none"><li>1. Thrombophilie, Hyperkoagulabilität</li><li>2. Expression von Adhäsionsmolekülen</li><li>3. Erhöhte Blutviskosität</li></ol>   |
| <b>Diabetische Nephropathie</b>  |
| <ol style="list-style-type: none"><li>1. Hypo-/Hyperkaliämie</li><li>2. Endotheliale Schädigung</li><li>3. Urämische Kardiomyopathie</li></ol>   |

**Tabelle 4: Ursachen für SCD bei Diabetes mellitus** (32) „selbst erstellt“

Zusätzlich spielen die medikamentöse Therapie, proarrhythmische Effekte durch Hypoglykämien und die mit Diabetes assoziierten Erkrankungen im Rahmen eines metabolischen Syndroms eine wichtige Rolle.(32)

Dabei sollte besonders darauf geachtet werden, wie häufig ein PHT bei Patienten\*innen mit Diabetes mellitus eintritt. Um dieses Ereignis zu beobachten, wurden 5.000 Personen im Alter zwischen 30 und 62 Jahren für 38 Jahren begleitet und diese Daten wurden in der Studie „Plötzlicher Herztod bei Diabetes mellitus“ von C. W. Israel und Y. H. Lee-

## Einsatz und Wirksamkeit von automatisierten externen Defibrillatoren (AED)

Barkey untersucht. Es stellte sich heraus, dass ein plötzlicher Herztod bei Diabetikern deutlich häufiger auftritt als bei Nichtdiabetikern. Bei Männern im Alter unter 65 Jahren lag das jährliche Risiko für einen plötzlichen Herztod bei 3,6 pro 1000 Patienten\*innen, bei Frauen war es bei 5,3 und stieg bei Diabetikern im Alter von 65 bis 74 Jahren auf 7,4 (Männer) bzw. 7,8 (Frauen). Auch in einer Studie aus den USA zeigten sich ähnliche Daten. Es wurden 16.000 Männer und Frauen zwischen 45 und 64 Jahren ohne klinische Zeichen einer Atherosklerose eingeschlossen. Im Vergleich zu den Nichtdiabetikern hatten die Diabetiker ein 3,9-fach höheres Risiko für einen plötzlichen Herztod. (32)

Trotzdem ist man bei Diabetikern in Bezug auf einen implantierbaren kardioverter-Defibrillator (ICD) immer noch sehr vorsichtig. Ein Grund dafür ist die erhöhte Infektionsgefahr, die fast doppelt so hoch ist wie bei Nicht-Diabetikern. Trotzdem profitieren vor allem Patienten\*innen mit vielen Risikofaktoren von einem ICD, hierbei konnte die Mortalität um 39 Prozent reduziert werden. Die optimale Betreuung dieser Patienten\*innen sollte mit einer engen Blutzucker Kontrolle einhergehen und zusätzliche Risikofaktoren sollten vermieden werden, da diese Erkrankung ein deutlich höheres Risiko für einen plötzlichen Herztod aufweist. (32)

## **4. Einsatz von automatisierten externen Defibrillatoren (AED)**

### **4.1 Geschichte des AEDs**

Aufgrund der schlechten Überlebenschancen bei Herzinfarkten außerhalb des Krankenhauses wurde 1990 unter der Leitung von Leonard Cobb an einem Defibrillator gearbeitet, der frei zugänglich auf öffentlichen Plätzen platziert werden konnte und dessen Handhabung auch für den Umgang mit Laien zugelassen war. Im Jahre 1993 war klar, dass die medizinische Fertigungsindustrie schnell auf die Herausforderung der American Heart Association (AHA) reagieren würde und entwickelte mit der erforderlichen Forschung und den nötigen Anforderungen den ersten AED(3,33,34).

Die Konferenz mit dem Titel "Public Access Defibrillation“, eine neue Strategie zur Bewahrung vor dem plötzlichen Herztod, wurde vom 8. bis 10. Dezember 1994 in Washington einberufen. Diese Konferenz zog etwa 300 Teilnehmer an, wobei zahlreiche Vertreter\*innen aus den Bereichen Wissenschaft, Industrie, Medizin, Pflege, öffentliche Gesundheit und Ingenieurswesen vertreten waren.

Daraus entwickelte sich das Bild eines idealen AEDs, dieser sollte einfach zu bedienen, klein, leicht, robust, wartungsarm, kostengünstig und selbsttestend sein; sollte in der Lage sein, Missbrauch zu verhindern und er sollte in der Lage sein, die Daten zu archivieren und bei Bedarf bereitzustellen. Die meisten modernen AEDs erfüllen diese Kriterien. (3,33,34)

Ein wichtiger Fortschritt in den letzten zehn Jahren war die Entwicklung alternativer Wellenformen für die Defibrillation. Herkömmliche Defibrillatoren verwendeten monophasische Wellenformen, bei denen elektrische Energie mit einer einzigen Polarität geliefert wurde, daher konnte der Strom nur in eine einzige Richtung fließen. Im Gegensatz dazu beinhalten die neueren zweiphasigen Wellenformen eine Stromumkehr zu einem bestimmten Zeitpunkt im Energieschock. Dieser Mechanismus wird als biphasische Wellenform bezeichnet und benötigt weniger Energie für eine erfolgreiche Defibrillation. Die Defibrillatoren kommen daher mit kleineren Batterien und Komponenten aus, welche zu einer Gesamtreduktion von Größe und Gewicht führen.

## Einsatz und Wirksamkeit von automatisierten externen Defibrillatoren (AED)

Weitere Vorteile sind niedrigere Herstellungskosten, einfachere Wartung und längere Batterielebensdauer. (33)

Für monophasische Schocks besteht das etablierte Protokoll darin, große Stromstärken abzugeben, normalerweise 200, 300 und 360 J. Durch die Änderung der Wellenform in biphasische Defibrillation wird die erforderliche Energiemenge reduziert und es besteht ein geringeres Risiko einer verursachten Myokardschädigung. Biphasische Wellenformgeräte können bei niedrigeren Energieniveaus den gleichen Erfolg bewirken. Studien, die unter kontrollierten Bedingungen in elektrophysiologischen Laboratorien durchgeführt wurden, haben gezeigt, dass ein biphasischer Shock mit 115-J- und 130-J und ein monophasische Schock mit 200-J eine gleichwertige Defibrillationswirksamkeit aufweisen. Diese Veränderung trug einen entscheidenden Teil zur Entwicklung der Geräte bei und hat uns zu den jetzigen automatisierten externen Defibrillatoren gebracht. (33)

In einer multizentrischen prospektiven Studie wurden 115 Personen mit Herzstillstand randomisiert und mit einem traditionellen monophasischen Shock von 200, 300 und 360 oder mit einem biphasischen Schock von 150 J therapiert. Obwohl sich das Überleben zwischen den Gruppen nicht unterschieden hat, erbrachte das biphasische Gerät für die Patienten\*innen eine bessere zerebrale Funktion. (33) Da biphasische Defibrillatoren weniger Energie benötigen, können Lithiumbatterien verwendet werden. Lithiumbatterien haben eine vorhersehbare Lebenserwartung, müssen nicht aufgeladen oder gewartet werden, sind energiereich und erfordern in einigen Fällen keine spezielle Entsorgung. Beispielsweise verwendet eines der beliebtesten AED-Modelle auf dem Markt einen 13-oz-Akku, der 5 Jahre Standby, 300 Schocks oder 12 Stunden kontinuierliche Überwachung ermöglicht. (33)

Ein weiterer wichtiger Faktor der modernen Geräte ist die Analyse des vorherrschenden Rhythmus. Automatisierte externe Defibrillatoren weisen eine hohe Sensitivität und Spezifität zur Erkennung von Kammerflimmern auf. Unter Verwendung ausgeklügelter Mikroprozessoren werden die Ergebnisse durch die Analyse der Oberflächen-Elektrokardiographie interpretiert. Es werden verschiedene Komponenten gemessen, wie Amplitude, Frequenz, Steigung und Integration der Wellenmorphologie.

Die Geräte filtern auch nach externen Signalen, die die korrekte Interpretation beeinträchtigen könnten, z. B. Bewegungsartefakte, lose Elektroden und Funkübertragungen in der Nähe (33).

In vielen Feldversuchen haben sich AEDs bei der Interpretation von Herzrhythmusstörungen als äußerst genau erwiesen. Die Sensitivität zur Erkennung von Kammerflimmern reicht von 96 % bis 100 %. Die genaue Zurückhaltung der Defibrillation (Spezifität) bei entsprechenden Rhythmen (Sinustachykardie, Asystolie) nähert sich 100 %. Die seltenen Fehler bei der elektrokardiographischen Analyse waren Situationen, bei denen das Gerät als Reaktion auf „feines“ Kammerflimmern keinen Schock empfohlen hat. (33)

### **4.2 Funktionsweise des automatisierten externen Defibrillators (AED)**

Der Goldstandard für die Therapie des plötzlichen Herztod ist die Reanimation und die rasche Defibrillation.

Die Programmierung der Defibrillatoren soll es dem Ersthelfer so einfach wie möglich machen und leitet den Bediener mit einer Sprachsteuerung durch die Bedienungsschritte. Es bleibt dem Bediener, folgende Schritte zu befolgen:

1. „Einschalten“. Dies wird durch Umlegen eines Netzschalters oder durch Anheben der Monitorabdeckung erreicht. Beim Einschalten des Geräts wird eine Reihe von Sprachanweisungen ausgelöst, die den Benutzer durch die Betriebssequenz führen.
2. „Bringen Sie die Elektrodenpads an“. Sprachaufforderungen und diagrammartige Anweisungen fordern den Bediener auf, die Elektrodenpads in einer anterolateralen Position auf der betroffenen Person zu platzieren. Pflaster mit transdermalen Medikamenten müssen entfernt werden. Bei einigen Patienten\*innen muss die Brustbehaarung rasiert werden. Wenn der Patient\*in nass oder schweißtreibend ist, hilft das Trocknen der Brustwand, Lichtbögen zwischen den Elektrodenpads zu vermeiden.
3. „Analysieren Sie den Rhythmus.“ In einigen Modellen erfolgt die Analyse automatisch, nachdem die Elektrodenpads platziert und angeschlossen wurden; andere verlangen, dass der Retter eine „Analyse“-Taste drückt. Es werden Anweisungen gegeben, die Herz-

Lungen-Wiederbelebung zu stoppen und die Möglichkeit anderer Bewegungsartefakte zu reduzieren.

4. „Schock“. Wenn der interpretierte Rhythmus Kammerflimmern ist, rät das Gerät zum Schock. Damit der Schock abgegeben werden kann, muss der Bediener den „Schock“-Knopf manuell drücken. Bei einigen AEDs muss der Bediener nach der Defibrillation erneut die „Analysieren“-Taste drücken. Andere Modelle analysieren automatisch neu und empfehlen einen weiteren Schock, bis maximal drei Schocks abgegeben wurden. Zu diesem Zeitpunkt sind die AEDs auf eine Pause von 1 Minute programmiert, um die Fortsetzung der Herz-Lungen-Wiederbelebung zu ermöglichen. Wenn nach 1 Minute noch Kammerflimmern vorliegt, wird eine zusätzliche Runde mit drei Schocks abgegeben, bis der AED keinen Schock mehr ausführt. (33,35)

Um zu untersuchen, wie einfach ein AED von Laien verwendet werden kann, untersuchte Gundry die Zeit, von einem simulierten Herzstillstand bis zu einer durchgeführten Defibrillation. Die AEDs wurden in der einen Gruppe von 15 Kindern der sechsten Klasse ohne vorherige Ausbildung und in der anderen Gruppe von 22 ausgebildeten Notfallmedizinern verwendet. Die Kinder konnten die AEDs präzise und zeitnah bedienen und defibrillierten die Scheinopfer nur 23 Sekunden später als die ausgebildeten Sanitäter (90 Sekunden gegenüber 67 Sekunden). Die Autoren kamen zu dem Schluss, dass für den weit verbreiteten Einsatz von AEDs nur eine „bescheidene“ Schulung erforderlich wäre, und schlugen vor, dass „sogar ein Kind dies tun könnte“. (36)

Es muss allerdings erwähnt werden, dass diese Untersuchung unter Idealbedingungen durchgeführt wurde.

Wie eine vorbildhafte Reanimation auszusehen hat, konnte man beispielsweise bei dem Europameisterschaftsspiel Dänemark gegen Finnland beobachten, als der Spieler Christian Eriksen plötzlich, mitten im Spiel, zusammenbrach und, von seinem Team umringt, reanimiert wurde: Dramatische Szenen, die wiederum zeigen, wie aktuell der plötzliche Herztod ist und wie wichtig eine schnelle Ersthilfe bis hin zu einem abgegebenen Schock ist. Im Falle von Christian Eriksen hat der Spieler bei der „Ankunft“ des medizinischen Personal noch geatmet, war aber schon bewusstlos.(37,38)

Er wurde direkt an den AED angeschlossen und es wurde über dessen Motorisierung ein Herzstillstand festgestellt. Wegen der schnellen Handhabung konnte rasch mit einer

## Einsatz und Wirksamkeit von automatisierten externen Defibrillatoren (AED)

Herzdruckmassage begonnen werden und der lebensrettende Schock wurde nur wenige Minuten nach dem Herzstillstand abgegeben. Leider ist dieses Beispiel noch kein Standard, sondern eher ein hervorragendes Ziel für die Zukunft (37,38) .

Um diese Ziel zu erreichen, ist der richtige örtliche Einsatz der AEDs ein wesentlicher Faktor. Idealerweise sollten AEDs dort aufgestellt werden, wo sie am häufigsten in Verwendung sind. Diese Orte könnten beispielsweise internationale Flughäfen, Gefängnisse, größere Einkaufszentren und Sportanlagen mit vielen Zuschauern sein. (37,38)

Anfangs war es nur medizinischem, beziehungsweise speziell geschultem Personal vorbehalten, die AEDs zu verwenden. Erst der Drang zu einem weit verbreitetem Netz an automatisierten externen Defibrillatoren hat die Handhabung der AEDs auch für den Laien zugänglich gemacht. Die anfängliche Angst vor der falschen Handhabung und die daraus resultierenden Verletzungen durch die Defibrillatoren haben sich als unbegründet erwiesen, ebenso wie die Befürchtung, dass der Einsatz von AEDs am Arbeitsplatz zu Kunstfehlerklagen führen könnte (2,3,33).

Tatsächlich kam es eher dazu, dass der gesetzliche Trend nur dann ein Risiko vorsah, wenn der Ersthelfer nichts unternahm. Zusätzlich gab es auch Risiken für Unternehmen, die ihre Firma nicht adäquat mit Geräten für diesen Notfall ausstatteten und ihre Mitarbeiter nicht in deren Verwendung schulten. Im Juni 1996 befand eine Jury in Florida eine Firma für fahrlässig, weil es seine Mitarbeiter nicht angemessen in der Notfallversorgung geschult hatte und nicht über die richtige medizinische Ausrüstung, einschließlich eines AED, auf dem Gelände verfügte (2,3,33).

Die Überlebenschance sinkt mit jeder verstrichenen Minute um ca. 10% (3,21). Das bedeutet, dass das Überleben bei einem PHT wesentlich von der Zeit bis zur Defibrillation abhängig ist. Daher ist schnelles Handeln durch ein möglichst geschultes Personal wichtig. In Casinos, wo die Securities auf die vorhandenen AEDs und ihre Anwendung geschult waren, lag das mittlere Überleben bei 53%. (39) Bei einem Schock, der innerhalb von drei Minuten abgegeben wurde, lag das Überleben sogar bei 74%. Hier sieht man, wie wichtig eine schnelle Reanimation und Defibrillation ist. Denn das Überleben fällt um 7 bis 10 Prozent pro Minute, wenn keine Reanimation (CPR) durchgeführt wird. Daraus kann man schließen, dass ein Patient\*in, der nach 5 Minuten noch keine

## Einsatz und Wirksamkeit von automatisierten externen Defibrillatoren (AED)

Reanimationsmaßnahmen sowie eine Defibrillation erhalten hat, nur noch eine Überlebenschance von 50 bis 65 Prozent hat. (4,39)

Um ein breites Angebot an AEDs zu gewährleisten, gibt es verschiedene Organisationen, die automatisierte externe Defibrillatoren im öffentlichen Raum zur Verfügung stellen, so auch der Verein „Österreichischer Herzfonds“, der seit 2003 sechszwanzig aus Spendengeldern finanzierte AEDs in ganz Österreich an verschiedene Organisationen übergeben hat.

### **4.3 Einsatz von AEDs**

#### **4.3.1 AEDs im öffentlichen Raum**

Für die rasche und sichere Defibrillation auf öffentlich zugänglichen Plätzen sollten AEDs möglichst sichtbar angebracht werden, damit im Falle eines Herzstillstands eine schnelle Erste-Hilfe geleistet werden kann. (40) Nachdem nicht alle Plätze gleich aufgebaut sind und es sogar bei einer großen Menschenanzahl möglich sein soll, einen AED schnell zu erkennen und in Betrieb zu nehmen, stellen sich einige Fragen in Bezug auf die richtige Positionierung:

- Wo sollten automatisierte externe Defibrillatoren (AEDs) platziert werden?
- Wie hoch ist die Effizienz ?

Daraus ergibt sich der Versuch, eine „Kosten-Nutzen-Rechnung“ zu erstellen.

In den Leitlinien zur kardiologischen Notfallversorgung empfiehlt die American Heart Association (AHA), AEDs an öffentlichen Orten zu platzieren, an denen alle 5 Jahre ein Herzstillstand auftritt. (2,3,33)

Diese Kriterien erfüllen mehrere öffentliche Veranstaltungsorte, darunter sind internationale Flughäfen, Bezirksgefängnisse, große Einkaufszentren, öffentliche Sportarenen und große Industriestandorte.

Zusätzlich stellte die American Heart Association ein Vier-Punkte-Konzept („chaine of survival“) auf, das für ein Überleben im Falle eines plötzlichen Herztodes wichtig ist. (41)

Diese Punkte sind:

1. ein früher Zugang zu einem EMS System,
2. eine frühe kardiopulmonale Reanimation (CPR),
3. eine frühe Abgabe einer Defibrillation
4. eine frühe Hilfe durch ein Personal mit erweiterter Spezifikation (advanced life support). (41)

Leider haben die meisten Laien Hemmungen und sind zögerlich, eine Reanimation durch zu führen. Daher kommt es in den meisten Fällen vor, dass eine schnelle und richtige Anwendung eines AEDs nur durch medizinisches oder speziell geschultes Personal durchgeführt wird. In den seltensten Fällen sind die „first responder“, Personen, die kein Vorwissen über die ersten lebensrettenden Maßnahmen und keine Erfahrungen im Umgang mit dem AED haben. (33,41)

Die Studie „Public-Access Defibrillation and Survival after Out-of-Hospital Cardiac Arrest“ untersuchte in einer groß angelegten Studie, welchen Bedeutung, eine speziell auf den AED geschulte Personengruppe auf das Überleben bei einem PHT hat. (40) In dieser Studie wurde eine Gruppe, die zusätzlich zu Reanimationsmaßnahmen auch auf den Umgang mit einem AED eingeschult wurde mit einer Gruppe verglichen, die nur Reanimationsmaßnahmen wie Herzdruckmassage und Beatmung erlernten. Hierbei wurden in 933 nordamerikanischen Gemeinden 19 000 Freiwillige in zwei Gruppen eingeteilt. Die Gemeinden wurden nach dem Zufallsprinzip zugewiesen, um einen Verbesserungsnachweis bei einer dieser Behandlungsstrategien zu zeigen. 84 Prozent der AEDs wurden in öffentlichen Einrichtungen und 16 Prozent in Wohneinheiten untergebracht. Das primäre Ziel war es, einen Unterschied in der Häufigkeit der überlebenden Personen nach einem plötzlichen Herztod festzustellen. Der Zeitraum der Studie betrug 3 Jahre. Es ereigneten sich 107 Herzstillstände in den „nur“-CPR-geschulten Gemeinden und 128 Herzstillstände in den CPR + AED-Gemeinden. Es gab keinen Unterschied in der Einleitung der CPR durch Umstehende in den beiden Behandlungsarmen (62,0% gegenüber 64,8%). AED-Schocks wurden in der CPR und AED Gruppe bei 44 der 128 Herzstillstände (34,4%) abgegeben und in der reinen CPR Gruppe wurde ein Schock bei nur 2 der 107 Herzstillstände (1,9%) abgegeben. Das Intervall zwischen dem Anruf beim Notarzt\*ärztin und der ersten Rhythmusbewertung war in den

## Einsatz und Wirksamkeit von automatisierten externen Defibrillatoren (AED)

AED Gruppe mit 6,0 gegenüber 8,7 Minuten kürzer. In den reinen CPR Gruppe überlebten 15 von 107 Patienten\*innen, in den CPR+AED-Gemeinden überlebten 30 von 128 Patienten\*innen. Mehr als 90% der Überlebenden in beiden Gruppen hatten in der Folge eine normale oder eine nur leicht beeinträchtigte Gehirnleistung Dies zeigt, dass durch die richtige Schulung inklusive der Handhabung des AEDs bei einer größeren Personengruppe der Erfolg von Reanimationsmaßnahmen zu einem deutlich besseren Outcome bei Herzstillständen führen kann. Weiteres ist ersichtlich, wie die schnellere Rhythmusbewertung und damit die raschere Anforderung von Hilfe das Überleben positiv beeinflussen kann. (40)

### 4.3.2 AEDs in Flughäfen und Flugzeugen

Vor allem auf großen Flughäfen ist die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten eines plötzlichen Herztodes besonders groß. Aus diesem Grund wurden verschiedene Daten von Flughäfen und Flugzeugen gesammelt, um die Einsätze der AEDs zu untersuchen.

Die Fluggesellschaft Qantas platzierte 1991 automatisierte externe Defibrillatoren an mehreren großen Flughäfen. Boden- und Flugbesatzungen wurden in Reanimationsmaßnahmen sowie im Umgang mit den AEDs geschult. (42)

Die AED-Nutzung wurde über 65 Monate mit >200.000 Flügen und 31.000.000 Passagieren evaluiert. AEDs wurde insgesamt 109-mal eingesetzt: 63-mal zur Überwachung eines kranken Patienten\*innen und 46-mal bei einer bewusstlosen Person (27 im Flugzeug und 19 im Terminal). Vermutlich wurden die Patient\*innen, bei denen der plötzliche Herztod nicht direkt wahrgenommen wurde, für schlafend befunden oder waren auf der Toilette. Von den Patienten\*innen mit Bradyarrhythmie überlebte keiner. Von den Patienten\*innen mit einem PHT wurden 17 defibrilliert. Nur 4 der 17 Patienten\*innen überlebten und wurden aus dem Krankenhaus entlassen. Flugumleitungen aufgrund medizinischer Notfälle sind für Fluggesellschaften teuer und für Passagiere störend. Qantas traf die Entscheidung, Flugzeuge nicht umzuleiten, wenn der dokumentierte Rhythmus des Herzstillstands Asystolie oder eine pulslose elektrische

## Einsatz und Wirksamkeit von automatisierten externen Defibrillatoren (AED)

Aktivität ist. Dies führte zu erheblichen Kosteneinsparungen für die Fluggesellschaft und glich somit die Kosten für das entstandene AED Programm aus.

Im Jahr 1997 rüstete die American Airlines ihre Flugzeuge mit AEDs aus und schulte Flugbegleiter\*innen für die richtige Anwendung. (43) Es wurden Daten von 627.956 Flügen vom 1. Juni 1997 bis 15. Juli 1999 mit 71.000.000 Passagieren gesammelt.

Die AEDs wurden 200 Mal verwendet (9 am Gate und 191 im Flugzeug). (43)

Die AEDs wurden 101-mal zur Überwachung eines kranken Passagiers und 99-mal bei Bewusstlosigkeit eingesetzt. Es wurden insgesamt 15 Patienten\*innen aufgrund eines PHT-Ereignisses defibrilliert. Die Überlebenschance nach Abgabe eines Schocks war 40% und es überlebten 6 Patienten\*innen.(43)

Auf den drei Flughäfen in Chicago-O'Hare, Midway und Meigs Field wurden automatisierte externe Defibrillatoren innerhalb von 60 bis 90 Sekunden zu Fuß an allen Passagierbereichen platziert. Die Studie dauerte zwei Jahre und in der Zeit passierten mehr als 200 Millionen Passagiere diese Flughäfen. (4)

Während des Untersuchungszeitraums kam es bei 18 Patienten\*innen zu einem Herzstillstand. Das Durchschnittsalter betrug 67,8 Jahre und 94,4% der Patienten\*innen waren männlich. Es wurde vor dem AED-Schock bei 94,4% der Betroffenen eine Reanimation begonnen. 7 von 18 (38,8%) der Anwendungen des AEDs wurden von Personen ohne vorherige Schulung in der Verwendung eines AEDs durchgeführt. 16 der 18 (89,9%) Einsätze des AEDs wurden von Rettungssanitätern durchgeführt. 11 Patienten\*innen (61,1%) überlebten und wurden ohne neurologische Einschränkungen aus dem Krankenhaus entlassen. Die Zeit bis zur Anwendung des AED-Schocks war überlebenswichtig. Der AED wurde innerhalb von 5 Minuten nach dem Kollaps bei 12 Patienten\*innen eingesetzt, wovon überlebten 75%. Wohingegen nur 2 von 6 Personen (33%) überlebten, wenn AED-Schocks später als 5 Minuten nach dem Kollaps abgegeben wurden. Selbst an einem überfüllten öffentlichen Ort mit vielen potenziellen Opfern gibt es ein sehr begrenztes Zeitfenster, in dem ein AED erfolgreich eingesetzt werden kann.(4)

### 4.3.3 AEDs in Casinos

Auch in Casinos lässt sich an Spieltagen die Anwendung von AEDs gut beobachten. Auf den Etagen des Casinos ist jeder Kunde in Sichtweite eines Sicherheitsbeamten\*in und wird durch das vorliegende Kamerasystem überwacht. Deshalb lässt sich auch hier die Häufigkeit eines plötzlichen Herztodes gut erkennen.

Im März 1997 wurde in 32 Casinos ein Wiederbelebungsprogramm gestartet und ein Konzept entwickelt, welches es als Ziel hatte, das Überleben bei einem möglichen plötzlichen Herztod zu verbessern. (39)

Es wurden AEDs innerhalb weniger Minuten von jedem Ort, an dem Spieler anwesend waren, stationiert. Bei einem plötzlichen Herztod wurde eine Reanimation durch einen Sicherheitsbeamten\*in durchgeführt, während ein anderer den AED am Patienten\*in anbrachte. Die Wiederbelebung wurde fortgesetzt, bis bei den Patienten\*innen Puls und Atmung wieder einsetzte oder bis das EMS-Personal eintraf. (39)

Der AED wurde bei 148 Herzstillständen eingesetzt, wobei der initiale Rhythmus in 105 Fällen Kammerflimmern (71%), in 26 Fällen eine Asystolie (18%) und in 17 Fällen eine pulslose elektrische Aktivität (11%) war. Keiner der 43 Patienten\*innen mit pulsloser elektrischer Aktivität oder Asystolie überlebte. Bei den Patienten\*innen mit Kammerflimmern als anfänglichem Rhythmus überlebten 56 von 105 Patienten\*innen (53 %). Die Zeit bis zur Defibrillation war wiederum ein wichtiger Prädiktor für das Überleben. Wenn der erste AED-Schock innerhalb von 3 Minuten nach dem Zeitpunkt des Zusammenbruchs abgegeben wurde, betrug die Überlebensrate 74%; wenn der Schock länger als 3 Minuten nach dem Kollaps abgegeben wurde, lag die Überlebenschance nur mehr bei 49%.(39)

Die Daten aus den Casinos sind wahrscheinlich der Goldstandard in Bezug auf ein optimiertes Handeln im Falle eines plötzlichen Herztodes und zeigen, dass ein Überleben bei einer lebensbedrohlichen ventrikulären Arrhythmie in vielen Fällen möglich ist. (2,39)

Einsatz und Wirksamkeit von automatisierten externen Defibrillatoren (AED)

| <b>Studien</b>  | <b><i>Defibrillation wegen einem PHT</i></b> | <b><i>Überlebende</i></b> |
|---|--|---------------------------|
| O'Rourke: "Airline Cardiac Arrest Program".(42)   | 17   | 4                         |
| Page: "Automated External Defibrillators by a U.S. Airline". (43)                                       | 15   | 6                         |
| Caffrey:" Public use of Automated external Defibrillators". (4)   | 18   | 11                        |
| Valenzuela:"Outcomes of Rapid Defibrillation by Security Officers after Cardiac Arrest in Casino". (39) | 148  | 56                        |

**Tabelle 5: Zusammenfassung Herztode und Überlebende in den Analysen „selbst erstellt“**

## 5. Kosteneffizienz

Für die Standardbewertung von medizinischen Outcomes wird international das sogenannte QALYs (Quality Adjusted Life Years ) herangezogen. Dies ist eine errechnete Kennzahl für die Bewertung eines Lebensjahres in Relation zur Gesundheit.

So fallen für die Platzierung von AEDs und die Ausbildung von geschulten Ersthelfern hohe Kosten an. Die durchschnittlichen Kosten pro gerettetem Lebensjahr bei den großen Flughäfen und Casinos wurden auf ca. 35.000 bis 50.000 USD berechnet. (2)

Die Kosten für die Rettung von Menschenleben durch die Platzierung von AEDs an Flughäfen hängt von Größe des Flughafens und der Schulung des Personals ab. Platzieren von AEDs in Flugzeugen mit weniger als 200 Passagieren kosten ungefähr 35.000 USD pro Lebensjahr.

Platzierung von AEDs an großen öffentlichen Orten wie Einkaufszentren oder Sportstätten kostet ca. 500.000 bis mehr als 2 Millionen US-Dollar pro gerettetem Lebensjahr. (2)

Die Kosten für die Platzierung an großen Industriestandorten, auf Golfplätzen, in Gesundheitsclubs und Gemeindezentren können zwischen 1 und 10 Millionen US-Dollar pro gerettetem Lebensjahr betragen.

An den Standorten, an denen die Kosten relativ gering waren, ist auch die Kosten – Nutzen Rechnung in einem guten Verhältnis. Die Platzierung an Standorten, die Millionen von Dollar pro gerettetem Lebensjahr kosten, entspricht nicht den allgemein akzeptierten Ausgaben. Dennoch ist die Platzierung auf Golfplätzen, in Gesundheitsclubs und an anderen gut sichtbaren Orten eine Möglichkeit, das allgemeine öffentliche Bewusstsein für den plötzlichen Herztod zu verbessern. (2)

## **6. Zielsetzung**

### **6.1 Fragestellung**

Ziel der Analyse war, die vom Österreichischen Herzfonds zur Verfügung gestellten AEDs auf die Häufigkeit ihrer Einsätze, ihre Effizienz bei den Einsätzen, beziehungsweise zu hinterfragen, ob und wie häufig Personal für den Einsatz der AEDs geschult werden.

## 7. Material und Methoden

### 7.1 Einteilung und Herangehensweise

Für diese Untersuchung wurden die automatisierten externen Defibrillatoren analysiert, welche vom Österreichischen Herzfonds von 2003 bis 2020 verschenkt wurden.

### 7.2 Der österreichische Herzfonds

Der Österreichische Herzfonds wurde im Jahr 1971 gegründet und ist ein gemeinnütziger Verein, der sich die Herzgesundheit in Österreich zum Ziel gesetzt hat. Laut dem Motto des Österreichischen Herzfonds „Schach dem Herztod“ werden kardiologische Forschungsprojekte finanziert, Herz-Kreislauf-Vorsorgekampagnen für die österreichische Bevölkerung durchgeführt, Defibrillatoren finanziert und finanzielle Hilfen für Kinder mit angeborenen Herzfehlern geleistet. Alle Projekte werden ausschließlich durch Spenden von Privatpersonen und Firmen finanziert. (44)

Ziel ist es, die Anzahl der plötzlichen Herztode zu reduzieren und die Behandlungsmöglichkeiten zu verbessern. Herz-Kreislaufkrankungen sind in Österreich immer noch die Todesursache Nummer ein.(44)

Univ.-Prof. Dr. Fritz Kaindl gründete im Jahr 1971 den Österreichischen Herzfonds. Gleichzeitig startete die österreichweite Aufklärungskampagne unter dem Motto „Schach dem Herztod“, die im Radio und Fernsehen zu hören war. Mit rund 3.6 Millionen Euro an Spendeneinnahmen wurde der Grundstein für die Arbeit des Österreichischen Herzfonds gelegt. (44)

Von diesen Spendengeldern wurden seit 2003 in ganz Österreich automatische externe Defibrillatoren zur Verfügung gestellt. Bisher erhielten verschiedene Organisationen wie z.B.: Theater, Seniorenheime, Sportanlagen und verschiedenste Verbände 26 AEDs. Diese Institutionen sind in der folgenden Auflistung dokumentiert. (44)

## Einsatz und Wirksamkeit von automatisierten externen Defibrillatoren (AED)

### Übersicht Defibrillatorenvergabe

| Datum                | BL | Einrichtung / Unternehmen                       | Stk.      | Kosten<br>Euro   |
|----------------------|----|---|-----------|------------------|
| 12.05.03             | W  | Theater an der Josefsstadt                      | 1         | 1.987,44         |
| 23.05.03             | W  | Kammerspiele                                    | 1         | 1.987,44         |
| 07.12.03             | OÖ | Landestheater Linz                              | 1         | 1.987,44         |
| 03.11.04             | T  | Tiroler Landestheater                           | 1         | 2.461,20         |
| 16.04.07             | W  | Seniorenresidenz Oberlaa, Wien                  | 1         | 1.453,84         |
| 24.03.09             | W  | Institut „Gesünder Leben“, Wien (50% Förderung) | 1         | 473,00           |
| 10.06.11             | K  | Wörthersee-Stadion Klagenfurt                   | 1         | 1.260,00         |
| 24.09.11             | T  | Herzverband Tirol (Herzsportgruppe Schwaz)      | 1         | 970,20           |
| 24.09.11             | T  | Herzverband Tirol (Herzsportgruppe Wörgl)       | 1         | 970,20           |
| 24.09.11             | T  | Herzverband Tirol (Herzsportgruppe Imst)        | 1         | 970,20           |
| 02.08.12             | T  | Herzverband Tirol (Herzsportgruppe St. Johann)  | 1         | 990,00           |
| 20.12.12             | ST | Mag. Fink / Kulmland                            | 1         | 1.000,00         |
| 22.01.13             | OÖ | Musiktheater Blumau (50% Förderung)             | 1         | 500,00           |
| 29.10.15             | T  | Tiroler Landestheater                           | 1         | 1.178,10         |
| 17.05.16             | K  | Gemeinde Heldenberg, Kleinwetzdorf              | 1         | 1.188,00         |
| 02.06.16             | T  | Herzverband Tirol (Herzsportgruppe Rheutte)     | 1         | 1.178,10         |
| 01.09.18             | W  | Schauspielhaus Wien, Porzellang. 19, 1090 Wien  | 1         | 1.178,10         |
| 27.12.18             | W  | Sportstättenverein Marswiese 1170 Wien          | 1         | 1.178,10         |
| 18.06.19             | NÖ | Marktgemeinde Enzersfeld im Weinviertel         | 2         | 2.356,20         |
| 01.07.19             | S  | USK Volksbank Gneis, Salzburg                   | 1         | 1.178,10         |
| 20.12.19             | S  | Sportstätte Salzburg Mitte                      | 1         | 1.188,00         |
| 15.08.20             | W  | Integrationshaus Wien                           | 1         | 1.188,00         |
| 15.10.20             | NÖ | Gemeinde Leitzersdorf                           | 1         | 1.188,00         |
| 23.12.20             | ST | Herzverband Steiermark (Sportgruppe Graz)       | 1         | 1.188,00         |
| 23.12.20             | ST | Herzverband Steiermark (Sportgruppe Rottenmann) | 1         | 1.188,00         |
| <b>Kosten gesamt</b> |    |   | <b>26</b> | <b>32.385,66</b> |

Tabelle 6: Liste der vergebenen Defibrillatoren des Österreichischen Herzfonds „selbst erstellt“

## Einsatz und Wirksamkeit von automatisierten externen Defibrillatoren (AED)

An diese Organisationen wurde der folgende Fragebogen gesendet, welcher eine bessere Einsicht in den bisherigen Gebrauch und in die Wirksamkeit der automatisierten externen Defibrillatoren geben soll.

### 7.3 Fragebogen

Der Fragebogen umfasst 16 Fragen, welche in der folgende Tabelle gelistet sind.

|                | <i>Die Fragen</i>   | <i>Antwortmöglichkeit</i>  |
|----------------|---|--|
| <b>Frage 1</b> | Bitte geben Sie hier den Namen der Firma/Organisation/Sportgruppe etc. an   | Offene Frage   |
| <b>Frage 2</b> | Name der Person, die für den Defibrillator verantwortlich ist (Titel, Vor- und Nachname)                                | Offene Frage   |
| <b>Frage 3</b> | Kontaktdaten der verantwortlichen Person (E-Mail, Telefon)  | Offene Frage   |
| <b>Frage 4</b> | Wo ist das Gerät aufgestellt? (Eingangsbereich, Büro, etc.)   | Offene Frage   |
| <b>Frage 5</b> | Ist der Defibrillator noch funktionsfähig?  | 1. Ja<br>2. Nein<br>3. Weiß nicht  |
| <b>Frage 6</b> | Wenn Antwort nein, was wurde mit dem Gerät gemacht?   | 1. Entsorgt<br>2. Gerät befindet sich im Unternehmen<br>3. Sonstiges   |
| <b>Frage 7</b> | Kam der Defibrillator bisher zum Einsatz? Wie oft wurde der Defibrillator eingesetzt?                                   | 1. Das Gerät kam noch nie zum Einsatz<br>2. 1 Einsatz<br>3. 2Einsätze<br>4. 3 Einsätze<br>5. Mehr als 3 Einsätze |
| <b>Frage 8</b> | Bitte geben Sie das Datum des letzten Einsatzes an  | Offene Frage   |
| <b>Frage 9</b> | Bitte beschreiben Sie die Situation/en, die den Einsatz des Defibrillators notwendig machten (Was ist passiert, wer war | Offene Frage   |

|                 |   |   |
|-----------------|---|---|
|                 | betroffen, konnte die Person gerettet werden?)  |   |
| <b>Frage 10</b> | Finden jährlich Schulungen in Erste Hilfe bei Herzstillstand mit Verwendung des Defibrillators für die Mitarbeiter*innen statt? | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ja</li> <li>2. Nein</li> <li>3. Weiß nicht</li> </ol> |
| <b>Frage 11</b> | Wann fand die letzte Schulung statt?  | Offene Frage  |
| <b>Frage 12</b> | Wo fand die letzte Schulung statt?  | Offene Frage  |
| <b>Frage 13</b> | Wie viele Mitarbeiter*innen wurden geschult?  | Offene Frage  |
| <b>Frage 14</b> | Welche Organisation hat die Schulung durchgeführt?  | Offene Frage  |
| <b>Frage 15</b> | Wann ist die nächste Schulung geplant?  | Offene Frage  |
| <b>Frage 16</b> | Haben Sie Fragen/Wünsche/Anregungen - den Defibrillator betreffend - an den Österreichischen Herzfonds?                         | Offene Frage  |

**Tabelle 7: Fragen und Antwortmöglichkeiten der Umfrage des Österreichischen Herzfonds „selbst erstellt“**

### 7.4 Studien Design

In diese Analyse gingen die 26 AEDs, die vom Österreichischen Herzfonds zwischen 2003 und 2020 vergeben worden waren, ein.

Die Daten aus der Umfrage wurden ausgewertet und mit internationalen Studien verglichen.

Um mehr Daten zu generieren, wurden Anfragen an andere Organisationen gestellt.

Damit sollte es möglich gemacht werden, zusätzliche Daten von Geräten in diese Studien einfließen zu lassen und damit die Genauigkeit und die Aussagekraft der Daten zu verbessern.

Es wurden Anfragen an das Österreichische Rote Kreuz, an PULS.at, an die Cardio-Angel und an die Stadt Wien gesendet.

## Einsatz und Wirksamkeit von automatisierten externen Defibrillatoren (AED)

Leider konnte ich von keiner dieser Organisationen Daten erhalten. Auch auf die Anfrage, diese Daten vor Ort einzusehen, erfolgte eine Absage.

Aus diesen Gründen ist die Studiendatenlage für einen guten Vergleich sehr gering, ein Vergleich und eine daraus folgende Interpretation wird versucht.

## 8. Ergebnisse

Nicht alle Fragen aus dem Fragebogen sind für die Berechnungen und den internationalen Vergleich gedacht. Um die Vollständigkeit der Antworten und die Gesamteinschätzungen besser zu verstehen, werden alle Fragen trotzdem erläutert.

Dabei liegt aber das Hauptaugenmerk auf den Fragen sieben, acht und neun, welche sich auf die tatsächlichen Einsätze der AEDs, die klinische Situation und letztlich den Outcome beziehen.

Die Fragen eins bis einschließlich drei enthalten personenbezogenen Daten und werden daher nicht weiter aufgelistet.

### **Frage 4: *Wo ist das Gerät aufgestellt?***

Antworten: Eingangsbereich, Zuschauer-Bereich, Büro, Turnsaal, Rezeption, Gemeindeamt-Eingang, Arztzimmer.

Alle AEDs wurden an Plätzen des öffentlichen Lebens aufgestellt und sind daher im Falle eines Notfalls schnell zugänglich.

### **Frage 5: *Ist der Defibrillator noch funktionsfähig?***

Antwort: 25 Geräte sind noch intakt und funktionieren

1 Gerät wurde 2004 aus unbekanntem Gründen ausgeschieden.

Für die Berechnung verringert sich die Zahl der Geräte auf fünfundzwanzig.

### **Frage 6: *Wenn Antwort nein, was wurde mit dem Gerät gemacht?***

Antwort: Das Gerät wurde entsorgt, keine genaue Angabe zur Art der Entsorgung

### **Frage 7: *Kam der Defibrillator bisher zum Einsatz? Wie oft wurde der Defibrillator eingesetzt?***

Antwort: insgesamt 5 Einsätze in 4 Einrichtungen

Hierbei wurde der AED in einer Einrichtung zweimal verwendet, und in drei

weiteren Einrichtungen erfolgte jeweils ein Einsatz.

**Frage 8: Bitte geben Sie das Datum des letzten Einsatzes an.**

Antwort: 18.04.2009, 05.03.2010, 06.02.2017, 04.02.22, 23.02.22,

**Frage 9: Bitte beschreiben Sie die Situation/en, die den Einsatz des Defibrillators notwendig machten.**

Antwort:

1. Ein Gemeindemitglied hatte einen Herzinfarkt. Der Sohn hat den Defibrillator geholt und eingesetzt. Es kam auch ein Rettungshubschrauber zum Einsatz, der Vater konnte leider nicht gerettet werden.
2. Herzstillstand bei einem Gast vom Seniorenheim, hat nicht überlebt.
3. Wir erinnern uns nur an einen Herrn, Jahrgang 1924 . Reanimiert wurde in seinen Apartment, am 23.1.2022. Der Herr wurde wiederbelebt, ist aber einige Wochen danach verstorben.
4. Defibrillationseinsatz am 5.3.2010, bei einer Dame, Jahrgang 1921. Die Dame ist verstorben.
5. Defibrillationseinsatz am 4.2.2022 bei einem unserer Mitarbeiter\*innen (59, männlich). Der Defibrillationseinsatz war erfolgreich.

**Frage 10: Finden jährlich Schulungen in Erste Hilfe bei Herzstillstand mit Verwendung des Defibrillators für die Mitarbeiter\*innen statt?**

Antwort: 53 Prozent der Organisationen führen jährlich eine Schulung durch, im Gegensatz zu 47 Prozent, die keine jährliche Schulung durchführen.

**Frage 11: Wann fand die letzte Schulung statt?**

**Antwort:**

2021– hat eine Organisation eine Schulung abgehalten.

2020 – haben 5 Organisationen eine Schulung abgehalten.

2019 - haben 8 Organisationen eine Schulung abgehalten.

2018-2017- waren keine Schulungen

2016 - haben 4 Organisationen eine Schulung abgehalten.

**Frage 12: Wo fand die letzte Schulung statt?**

*Antwort:* Alle Organisationen hielten ihre Kurse in deren Räumlichkeiten ab oder es wurden naheliegende Möglichkeiten verwendet. In einigen Fällen wurden die Räumlichkeiten der Rettungsorganisationen genutzt, die den Kurs organisierten.

**Frage 13: Wie viele Mitarbeiter\*innen wurden geschult?**

*Antwort:* Im Durchschnitt waren bei den Kursen jeweils 10 bis 15 Personen anwesend.

**Frage 14: Welche Organisation hat die Schulung durchgeführt?**

*Antwort:* Die Schulungen wurden bei 80 Prozent von Rettungsorganisationen, wie dem Roten Kreuz, den Johannitern, dem Samariterbund abgehalten.

*Die restlichen Schulungen wurden durch geschultes Personal, wie Ärzte\*innen und Sicherheitsbeauftragten, durchgeführt.*

**Frage 15: Wann ist die nächste Schulung geplant?**

*Antwort:* Bei 47,4% wurde die nächste Schulung für das folgende Jahr 2021 angesetzt, bei den anderen Organisationen, die regelmäßig Kurse abgehalten haben, gab es durch die Richtlinien während der Corona Pandemie keine Pläne für neue Kurse.

**Frage 16: Haben Sie Fragen/Wünsche/Anregungen?**

Auf die möglichen Verbesserungen oder Veränderungen für den Österreichischen Herzfonds und dessen Konzept wird im Diskussionsteil näher eingegangen.

Es kamen keine relevanten Anregungen, die für die Datenanalyse von Bedeutung gewesen wären, außer dem Ersuchen von Kostenübernahme von Ersatzteilen über den Österreichischen Herzfonds.

Aus diesen Antworten ergaben sich verschiedene, für die Interpretation wichtige Aspekte:

1. Die AEDs des Österreichischen Herzfonds sind an öffentlich zugänglichen Plätzen aufgehängt.  
Die Defibrillatoren wurden so platziert, dass sie sich im Falle eines Notfalls im möglichst nahen Umfeld befinden und so leicht zu erreichen sind.
2. Während der Nachbeobachtung von 1 bis 17 Jahren wurden die AED in fünf Fällen verwendet. Der AED wurde jeweils, wegen eines plötzlichen Herztod Ereignisses eingesetzt und es wurde in allen Fällen ein Schock abgegeben. Nur in einem Fall konnte der Betroffene gerettet werden. Das bedeutet ( bei der sehr geringen Fallzahl, eine 20% Überlebenschance bei diesen AED Einsätzen.
3. Es erfolgten regelmäßige Schulungen, wobei hauptsächlich die Reanimation und weniger das Handling, der AEDs durchgemacht wurde. Diese Schulungen wurden von Rettungsorganisationen oder geschultem medizinischen Personal durchgeführt.

In der „Tabelle 8“ wurden die Daten der vorliegenden Untersuchung aus dem Österreichischen Herzfonds mit den international publizierten Daten verglichen.

## Einsatz und Wirksamkeit von automatisierten externen Defibrillatoren (AED)

| <b>Daten<br/>Öst. Herzfond</b>   | <b><i>Defibrillation<br/>wegen eines PHT</i></b> | <b><i>Überlebende</i></b> | <b>Überlebenschance<br/>bei einem SCD</b> |
|--|--|---------------------------|---|
| Österreichischen<br>Herzfonds<br>2022  | 5  | 1                         | <b>20%</b>                                |
| <b>Int. Daten</b>  | <b><i>Defibrillation<br/>wegen PHT</i></b>       | <b><i>Überlebende</i></b> | <b>Überlebenschance<br/>bei einem SCD</b> |
| O'Rourke: "Airline<br>Cardiac Arrest<br>Program".(42)  | 17   | 4                         | <b>23%</b>                                |
| Page: "Automated<br>External Defibrillators<br>by a U.S. Airline". (43)  | 15   | 6                         | <b>40%</b>                                |
| Caffrey: "Public use of<br>Automated external<br>Defibrillators". (4)  | 18   | 11                        | <b>61%</b>                                |
| Valenzuela: "Outcomes<br>of Rapid Defibrillation<br>by Security Officers<br>after Cardiac Arrest in<br>Casino". (39) | 148  | 56                        | <b>38%</b>                                |
| Zusammenfassung<br>der Int. Studien  | 198  | 77                        | <b>//////</b>                             |

**Tabelle 8: Zusammenfassung der Daten aus den internationalen Studien „selbst erstellt“**

## 9. Diskussion

Der plötzliche Herztod ist ein multifaktorielles Ereignis, welches im Rahmen verschiedener Erkrankungen auftritt. Viele der Patient\*innen haben mehrere kardiovaskuläre Risikofaktoren, welche maßgeblich für das Entstehen eines plötzlichen Herztodes (PHT) sind. (1,17)

Die häufigste pathophysiologische Ursache ist die koronare Herzkrankheit, welche rund 80% der PHT-Fälle ausmacht. Doch ein plötzliches Herztod-Ereignis betrifft auch Patienten\*innen mit einer chronischen Herzinsuffizienz, oder mit arrhythmogener rechtsventrikulärer Kardiomyopathie (ARVC). Bei Kindern und Jugendlichen tritt der PHT vor allem bei Ionenkanalerkrankungen wie dem Long QT Syndrom (LQTS), dem Brugada Syndrom (BrS) und der catecholaminergen polymorphen ventrikulären Tachykardie (CPVT) auf. (11,12,25,27)

Wie gezeigt wurde ist bei Reanimationsmaßnahmen, im Rahmen von PHT Ereignissen, der Einsatz des automatisierten externen Defibrillators ein wichtiges Tool. Allerdings ereignet sich ein plötzlicher Herztod meist nicht im öffentlichen Bereich, sondern zu 70 bis 80 Prozent in den eigenen vier Wänden.(4) Für die Fälle, wo solch ein Ereignis im öffentlichen Raum stattfindet, sollte ein AED im möglichst nahem Umfeld zur Verfügung stehen. (1)

Aus den Daten aus dem Österreichischen Herzfonds ist zu entnehmen, dass zwischen 2003 und 2020 fünf Einsätze der AEDs zustande kamen. Bei all diesen Einsätzen wurde mindestens ein Schock abgegeben. In Summe konnte jedoch nur eine Person gerettet werden. Aus diesen Daten berechnet sich eine 20% Überlebenschance. Vergleicht man unsere limitierten Daten mit den internationalen zitierten Studien, ergibt sich eine breite Variation von Überlebenschancen im Rahmen eines PHT- Ereignisses, nämlich zwischen 23% und 61%.

In der Studie mit 61% wurden die Patient\*innen mit einem PHT innerhalb weniger Minuten von gut ausgebildeten Ersthelfern wiederbelebt, diese hatten sofort Zugang zu einem automatisierten Defibrillator (AED).(4)

## Einsatz und Wirksamkeit von automatisierten externen Defibrillatoren (AED)

Zum einen waren in den Analysen an denen die Ersthelfer auf das Handling mit den AEDs vor Ort geschult waren, beispielsweise in der Studie von Valenzuela, die Sicherheitsbeamten\*innen in den Casinos, oder in der Studie von Caffrey, die Notfallsanitäter\*innen am Flughäfen, das Outcome wegen den schnell eingeleiteten Reanimationsmaßnahmen und dem sofortigen Zugang zu einem AED sehr gut. (4,39).

Zum anderen waren in den oben genannten Studien besonders viele AEDs aufgestellt und die Personen waren ständig überwacht, sodass sehr schnell Hilfe erfolgen konnte. Daraus kann man schließen, wie wichtig die Bereitstellung von AEDs, aber auch das Schulen der Ersthelfer für das Überleben bei einem PHT ist. (39)

Dies zeigte auch die Studie von Hallstrom: „Public-Access Defibrillation and Survival after Out-of-Hospital Cardiac Arrest“, in der die Überlebenschance mit oder ohne AED verglichen wurde. Hier liegt die Überlebenschance in der Gruppe ohne AED bei nur 15%, im Vergleich zu den 24% in der Gruppe mit speziellem AED-Training.(40)

Dies zeigt, wie wichtig die Bereitstellung von AEDs in Kombination mit regelmäßigen Schulungen zu Reanimationsmaßnahmen im Hinblick auf das Überleben bei einem PHT ist. Das Ergebnis ist, dass trotz der, auf die Reanimation geschulten Ersthelfer, nur eine sehr geringe Überlebenschance ohne abgegebenen Schock bestehen kann. (40)

Laut den internationalen Guidelines, sind die AEDs zwar in der Anschaffung und Wartung mit hohen Kosten verbunden, doch können sie kosteneffektiv eingesetzt werden, wenn sie an Orten platziert werden, an denen eine angemessene Anzahl von Herzstillständen zu erwarten ist. Diese Herzstillstände müssen schnell erkannt werden, da die Überlebenschance mit jeder verstrichenen Minute um rund 10 Prozent abnimmt. Denn, wie auch im Verlauf dieser Arbeit gezeigt, ist das Zeitfenster vom Beginn eines Kreislaufkollapses bis zu einer lebensrettenden Defibrillation sehr kurz. (2)

Erfolgt eine Schockabgabe erst nach 5 Minuten, verringern sich die Raten an erfolgreichen Wiederbelebungen dramatisch. (4)

Damit bei Reanimationsmaßnahmen die Wiederbelebungsmaßnahmen und die Handhabung des AEDs schnell und sicher funktionieren, sollte man mit dem richtigen Training schon in der Schulzeit beginnen und sollte dies letztlich das ganze Leben weiterführen. Zusätzlich ist das Schulen der Personen vor Ort ein wichtiger und nicht zu vernachlässigender Faktor. Hierbei sollte der Fokus auch auf regelmäßigen Kursen mit

einem praktischen Schwerpunkt liegen, damit für den Fall eines Einsatzes die Handgriffe und Abläufe gut funktionieren. (2,33)

In der Literatur wird auch immer wieder auf die hohen Kosten für die Prävention eines plötzlichen Herztodes hingewiesen. Dabei trägt das Bereitstellen der AEDs den größten Anteil. Laut der Studie von Roger A. Winkle; „The effectiveness and cost effectiveness of public-Access defibrillation,“ betragen die Kosten pro qualitativ hochwertigem Lebensjahr (QALY) rund 500.000 bis 2 Millionen Dollar. (2)

Wichtig bei diesem Thema ist das Einfließen neuer wissenschaftlicher Erkenntnisse, da eine jede solche potenzielle Leben retten kann.

### **9.1 Limitation**

Eine wichtige Limitation dieser Arbeit ist die kleine Fallzahl der AEDs des Österreichischen Herzfonds. Dadurch entsteht eine große Spannweite der möglichen primären Endpunkte.

### **9.2 Ausblick**

Es ist demnach zu empfehlen, die Bereitstellung und die Entwicklung von automatisierten externen Defibrillatoren weiter voranzutreiben. Der Fokus sollte aber auch auf den Schulungen der Personen vor Ort sowie auf österreichweiten Erste-Hilfe-Kursen liegen. Ebenso sind breiter angelegte, kontrolliert durchgeführte Studien erforderlich, um die Effektivität von Reanimationsmaßnahmen und damit die Prävention des plötzlichen Herztodes untersuchen zu können.

Das Ziel der Organisation Puls.at ist, „die Überlebenschance bei plötzlichen Herztoden in Wien durch Reanimationsmaßnahmen von 20% auf 70% anzuheben. Denn mit jeder ungenützten Minute, sinkt die Überlebenschance dramatisch“. (45)

## 10. Conclusion

Die Reanimation und die Defibrillation mittels automatisierten externen Defibrillator, sind die wichtigsten Werkzeuge in der Ersten-Hilfe bei einem plötzlichen Herztod (PHT). Richtig und schnell angewendet, helfen sie das Leben der betroffenen Patienten\*innen zu retten. (1,2)

Darüber hinaus ist die regelmäßige Schulung der Reanimationsmaßnahmen inklusive der Handhabung des AEDs essenziell, für eine potentiell gute Überlebenschance der Patienten\*innen bei einem PHT. (40)

## Literaturverzeichnis

1. Morin DP, Homoud MK, Estes NAM. Prediction and Prevention of Sudden Cardiac Death. *Card Electrophysiol Clin* [Internet]. 2017;9(4):631–8. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ccep.2017.07.012>
2. Winkle RA. The effectiveness and cost effectiveness of public-access defibrillation. *Clin Cardiol*. 2010;33(7):396–9.
3. Rho RW, Page RL. The automated external defibrillator. *J Cardiovasc Electrophysiol*. 2007;18(8):896–9.
4. Sherry L, Caffrey, E.M.T.-P., Paula J, Willoughby, D.O., M.H.P.E., Paul E. Pepe, M.D., M.P.H. and LBB, M.D. Public use of Automated external Defibrillators. 2002;347(16):1242–7.
5. Adabag AS, Luepker R V., Roger VL, Gersh BJ. Sudden cardiac death: Epidemiology and risk factors. *Nat Rev Cardiol* [Internet]. 2010;7(4):216–25. Available from: <http://dx.doi.org/10.1038/nrcardio.2010.3>
6. Murakoshi N, Aonuma K. Epidemiology of arrhythmias and sudden cardiac death in Asia. *Circ J*. 2013;77(10):2419–31.
7. Podolsky A. Plötzlicher Herztode Statistiken. 2017;1–8.
8. Meinertz T. Plötzliche Herztode Deutschland 1. 2019;6–15.
9. Kammerflimmern B. Plötzliche Herztode Europa, Österreich. 2009;
10. Malakar AK, Choudhury D, Halder B, Paul P, Uddin A, Chakraborty S. A review on coronary artery disease, its risk factors, and therapeutics. *J Cell Physiol*. 2019;234(10):16812–23.
11. Skinner JR, Winbo A, Abrams D, Vohra J, Wilde AA. Channelopathies That Lead to Sudden Cardiac Death: Clinical and Genetic Aspects. *Hear Lung Circ* [Internet]. 2019;28(1):22–30. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.hlc.2018.09.007>
12. Korlipara H, Korlipara G, Pentyala S. Brugada syndrome. *Acta Cardiol* [Internet]. 2020;0(0):1–20. Available from: <https://doi.org/10.1080/00015385.2020.1790823>
13. Bui AL, Horwich TB, Fonarow GC. Epidemiology and risk profile of heart failure. *Nat Rev Cardiol* [Internet]. 2011;8(1):30–41. Available from:

<http://dx.doi.org/10.1038/nrcardio.2010.165>

14. Lo R, Chia KKM, Hsia HH. Ventricular Tachycardia in Ischemic Heart Disease. *Card Electrophysiol Clin* [Internet]. 2017;9(1):25–46. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ccep.2016.10.013>
15. Krummen DE, Ho G, Villongco CT, Hayase J, Schricker AA. Ventricular fibrillation: Triggers, mechanisms and therapies. *Future Cardiol*. 2016;12(3):373–90.
16. Thygesen K, Alpert JS, Jaffe AS, Chaitman BR, Bax JJ, Morrow DA, et al. Fourth Universal Definition of Myocardial Infarction (2018). *J Am Coll Cardiol* [Internet]. 2018;72(18):2231–64. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2018.08.1038>
17. Wang JJ. Risk of coronary heart disease in people with chronic obstructive pulmonary disease: A meta-analysis. *Int J COPD*. 2021;16:2939–44.
18. Rabinstein AA. Sudden cardiac death [Internet]. 1st ed. Vol. 119, *Handbook of Clinical Neurology*. Elsevier B.V.; 2014. 19–24 p. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-7020-4086-3.00002-3>
19. Boateng S, Sanborn T. Acute myocardial infarction. *Disease-a-Month* [Internet]. 2013;59(3):83–96. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.disamonth.2012.12.004>
20. Brennan EJ. Chronic heart failure nursing: Integrated multidisciplinary care. *Br J Nurs*. 2018;27(12):681–8.
21. Sinnenberg L, Givertz MM. Acute heart failure. *Trends Cardiovasc Med*. 2020;30(2):104–12.
22. Teixeira A, Arrigo M, Tolppanen H, Gayat E, Laribi S, Metra M, et al. Management of acute heart failure in elderly patients. *Arch Cardiovasc Dis* [Internet]. 2016;109(6–7):422–30. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.acvd.2016.02.002>
23. Adamczak DM, Oko-Sarnowska Z. Sudden cardiac death in hypertrophic cardiomyopathy. *Cardiol Rev*. 2018;26(3):145–51.
24. Wong CX, Brown A, Lau DH, Chugh SS, Albert CM, Kalman JM, et al. Epidemiology of Sudden Cardiac Death: Global and Regional Perspectives. *Hear Lung Circ* [Internet]. 2019;28(1):6–14. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.hlc.2018.08.026>
25. Maron BJ, Maron MS. Hypertrophic cardiomyopathy. *Lancet* [Internet].

- 2013;381(9862):242–55. Available from: [http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(12\)60397-3](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(12)60397-3)
26. Lieve K V., van der werf C, Wilde AA. Catecholaminergic polymorphic ventricular tachycardia. *Circ J*. 2016;80(6):1285–91.
  27. Shah SR, Park K, Alweis R. Long QT Syndrome: A Comprehensive Review of the Literature and Current Evidence. *Curr Probl Cardiol* [Internet]. 2019;44(3):92–106. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.cpcardiol.2018.04.002>
  28. Sayed A, Pal S, Poplawska M, Aronow WS, Frishman WH, Fuisz A, et al. Arrhythmogenic right ventricular cardiomyopathy diagnosis. *Cardiol Rev*. 2020;28(6):319–24.
  29. Ellinor PT, MacRae CA, Thierfelder L. Arrhythmogenic Right Ventricular Cardiomyopathy. *Heart Fail Clin* [Internet]. 2010;6(2):161–77. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.hfc.2009.12.003>
  30. Yadav R, Bansal R, Budakoty S, Barwad P. COVID-19 and sudden cardiac death: A new potential risk. *Indian Heart J*. 2020;72(5):333–6.
  31. Malaty M, Kayes T, Amarasekera AT, Kodsí M, MacIntyre CR, Tan TC. Incidence and treatment of arrhythmias secondary to coronavirus infection in humans: A systematic review. *Eur J Clin Invest*. 2021;51(2):0–3.
  32. Israel CW. Plötzlicher Herztod bei Diabetes mellitus. 2016;4(April):193–200.
  33. Theodore S. Takata, MD; Richard L. Page MD; Jose A. Joglar M. Automated External Defibrillators: Technical Considerations and Clinical Promise. 2013;
  34. Weisfeldt ML, Kerber RE, McGoldrick RP, Moss AJ, Nichol G, Ornato JP, et al. Public access to defibrillation. *Am J Emerg Med*. 1996;14(7):684–92.
  35. Husain S, Eisenberg M. Police AED programs: A systematic review and meta-analysis. *Resuscitation* [Internet]. 2013;84(9):1184–91. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2013.03.040>
  36. Gundry JW, Comess KA, DeRook FA, Jorgenson D, Bardy GH. Comparison of Naive Sixth-Grade Children With Trained Professionals in the Use of an Automated External Defibrillator. *Circulation* [Internet]. 1999 Oct 19;100(16):1703–7. Available from: <https://doi.org/10.1161/01.CIR.100.16.1703>
  37. Stelzer D med. K. Herzstillstand von Christian Eriksen. 2021;
  38. Pd V, Post F, Stelzer K. Plötzlicher Herztod Fußball.
  39. Valenzuela TD, Roe DJ, Nichol G, Clark LL, Spaite DW, Hardman RG. Outcomes of

- Rapid Defibrillation by Security Officers after Cardiac Arrest in Casinos. *N Engl J Med.* 2000;343(17):1206–9.
40. Hallstrom AP, Ornato JP, Weisfeldt M et al; Public-Access Defibrillation and Survival after Out-of-Hospital Cardiac Arrest. *N Engl J Med.* 2015;687–96.
41. Cummins RO, Ornato JP, Thies WH, Pepe PE. Improving survival from sudden cardiac arrest: the “chain of survival” concept. A statement for health professionals from the Advanced Cardiac Life Support Subcommittee and the Emergency Cardiac Care Committee, American Heart Association. *Circulation* [Internet]. 1991 May 1;83(5):1832–47. Available from: <https://doi.org/10.1161/01.CIR.83.5.1832>
42. O’Rourke MF, Donaldson E, Geddes JS. An Airline Cardiac Arrest Program. *Circulation* [Internet]. 1997 Nov 4;96(9):2849–53. Available from: <https://doi.org/10.1161/01.CIR.96.9.2849>
43. Page RL, Joglar JA, Kowal RC, Zagrodzky JD, Nelson LL, Ramaswamy K, et al. Use of Automated External Defibrillators by a U.S. Airline. *N Engl J Med.* 2000;343(17):1210–6.
44. Österreichische Herzfonds H. Schach dem Herztod. 2021;14–5.
45. Puls.at. Konzept Wien 2022.

## **Tabellenverzeichnis**

|            |  |           |
|------------|--|-----------|
| Tabelle 1: | Häufigkeiten für einen plötzliche Herztod                                  | <b>8</b>  |
| Tabelle 2: | Risikofaktoren für den plötzlichen Herztod                                 | <b>9</b>  |
| Tabelle 3: | Ursachen für SCD bei COVID-19  | <b>24</b> |
| Tabelle 4: | Ursachen für SCD bei Diabetes mellitus                                     | <b>25</b> |
| Tabelle 5: | Zusammenfassung Herztode und Überlebende in den Analysen                   | <b>38</b> |
| Tabelle 6: | Liste der vergebenen Defibrillatoren des Österreichischen Herzfonds        | <b>42</b> |
| Tabelle 7: | Fragen und Antwortmöglichkeiten der Umfrage des Österreichischen Herzfonds | <b>44</b> |
| Tabelle 8: | Zusammenfassung der Daten aus den internationalen Studien                  | <b>51</b> |

## Abbildungsverzeichnis

|              |   |           |
|--------------|---|-----------|
| Abbildung 1: | Schwartz Score  | <b>17</b> |
| Abbildung 2: | Darstellung der Unterschiede zwischen LQT1, LQT2, LQT3, Brugada Syndrome und CPVT | <b>19</b> |

## Index der Abkürzungen

- **AED** Automatisierte externe Defibrillatoren
- **AHA** Amerika Health Association
- **AHF** Acute heart failure
- **AMI** Akuter Myokardinfarkt
- **BrS** Brugada Syndrom
- **CMR** Kardiale Magnetresonanz
- **CPVT** Catecholaminergie polymorphie ventriculare Tachykardie
- **EKG** Elektrokardiogramm
- **HCM** Die hypertrophe Kardiomyopathie
- **LV** Linksventrikuläre
- **LQTS** Long QT Syndrom
- **OHCA** Out-of-hospital cardiac arrest
- **PHT** Plötzlicher Herztod
- **SADS** Sudden arrhythmic death syndrom
- **SCD** Sudden Cardiac Death
- **CRT** Kardiale Resynchronisationstherapie

## Curriculum vitae

### Ausbildung

|                   |  |  |
|-------------------|--|--|
| 09.2017 – 09.2018 | <b>Samariterbund</b>                   | Rettungssanitäter                        |
| 08.2016 – 08.2022 | <b>Sigmund Freud Universität</b>       | Medizinstudium                           |
| 03.2015 – 03.2016 | <b>WIFI Klagenfurt</b>                 | Berufsreifeprüfung                       |
| 06.2014 – 12.2014 | <b>Bundesheer, Hilgertkaserne,</b>     | Präsenzdienst                            |
| 06.2014 – 08.2014 | <b>Bundesheer, Fliegerhorst Fiala,</b> | Erste-Hilfe-Kurs                         |
| 10.2013 – 12.2013 | <b>Bergler Ausbildungszentrum,</b>     | Operationsgehilfe                        |
| 06.2013 – 12.2013 | <b>MAZ Klagenfurt</b>                  | Heilmasseur                              |
| 11.2013 – 12.2013 | <b>MAZ Klagenfurt</b>                  | Einführung „Wirtschaftlichen Grundlagen“ |
| 05.2012 – 04.2013 | <b>MAZ Klagenfurt</b>                  | Medizinischer Masseur                    |
| 09.2010 – 03.2012 | <b>Kanada, British Columbia</b>        | Eishockeyspieler                         |

---

### Arbeitserfahrung

|                   |  |
|-------------------|--|
| 04.2022 – 07.2022 | <b>Landeskrankenhaus Scheibbs</b><br>Klinisch Praktisches Jahr – Abteilung Chirurgie                   |
| 01.2022 – 04.2022 | <b>Landeskrankenhaus Waidhofen an der Ybbs</b><br>Klinisch praktisches Jahr – Abteilung Innere Medizin |
| 08.2021 – 10.2021 | <b>Landeskrankenhaus Klagenfurt</b><br>Klinisch praktisches Jahr – Abteilung Plastische Chirurgie      |
| 03.2021 - 05.2021 | <b>Landeskrankenhaus Klagenfurt</b><br>Dezentrales Forschungspraktikum auf der Pädiatrie               |
| 09.2020 – 02.2021 | <b>Marienapotheke</b><br>Medizinisches Personal für Corona Testung                                     |
| 07.2020 – 07.2020 | <b>Landeskrankenhaus Scheibbs</b><br>Famulatur Allgemein Chirurgie                                     |
| 08.2019 – 08.2019 | <b>Krankenhaus der Barmherzigen Brüder Sankt Veit</b><br>Famulatur Allgemein Chirurgie                 |
| 07.2018 – 08.2018 | <b>KABEK Klinikum Klagenfurt am Wörthersee</b><br>Famulatur Kardiologie                                |
| 06.2018 – 07.2018 | <b>Berufsrettung Wien</b><br>107 Praktikumsstunden   |
| 09.2017 – 08.2020 | <b>Orthopädisches Spital Speising GmbH</b><br>Dreijährige Arbeit als OP-Assistent                      |
| 06.2014 – 12.2014 | <b>Präsenzdienst</b>   |

## Einsatz und Wirksamkeit von automatisierten externen Defibrillatoren (AED)

### **Fähigkeiten**

Sprachkenntnisse: Deutsch (Muttersprache), Englisch (verhandlungssicher)

Kenntnisse: Rettungssanitäter, Erste Hilfe, B-Führerschein

---

### **Außercurriculare Aktivitäten:**

15 Jahre Eishockeyspieler beim KAC, Übungsleiter Sportklettern, Tennis, Squash, Klettern, Bergsteigen