



Hochschule für Angewandte  
Wissenschaften Hamburg  
*Hamburg University of Applied Sciences*

Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg

Fakultät Life Sciences

**Machbarkeitsstudie: Integration von Automatischen  
Externen Defibrillatoren an den U-Bahn - Haltestellen der  
Hamburger Hochbahn AG**

Bachelorthese

**Erster Gutachter:** Prof. Dr. Frank Hörmann, HAW Hamburg

**Zweiter Gutachter:** Dipl.-Biol. Ingomar Spieß, Hamburger Hochbahn AG

**Studiengang:** Rettungsingenieurwesen

**Eingereicht von:** Tobias Maasland, 7. Semester Rescue Engineering  
tobias.maasland@haw-hamburg.de

Matr.-Nr.: 1 999 452

**Eingereicht am:** 01.08.2013

## Urheberbestätigung

Ich versichere hiermit, dass ich die vorliegende Arbeit mit dem Thema „Machbarkeitsstudie: Integration von Automatischen Externen Defibrillatoren an den U-Bahn - Haltestellen der Hamburger Hochbahn AG“ selbstständig verfasst und keine anderen Hilfsmittel als die angegebenen benutzt habe. Alle Stellen, die wörtlich oder sinngemäß aus veröffentlichten oder nicht veröffentlichten Schriften entnommen sind, habe ich in jedem einzelnen Falle durch Angabe der Quelle (auch der verwendeten Sekundärliteratur) als Entlehnung kenntlich gemacht. Die Arbeit hat in gleicher oder ähnlicher Form noch keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegen und wurde auch noch nicht veröffentlicht.

Hamburg, der 01. August 2013



Tobias Maasland

## Zusammenfassung

Diese Arbeit beantwortet die Frage, ob und wie die Hamburger Hochbahn AG ein Netz von Defibrillatoren an den U-Bahn-Haltestellen aufbauen sollte. Die Wissenschaft zeigt auf, dass die Laienreanimationsquote in Deutschland bei 15 % liegt. Durch die Einführung eines Defibrillationsprogrammes, flankiert von Marketing-Maßnahmen, könnte diese Zahl für den Hamburger Raum erhöht und Sterbefälle durch Herz-Kreislauf-Stillstand verhindert werden.

Momentan liegt das Zeitintervall von Herz-Kreislauf-Stillstand bis zum Eintreffen des Rettungsdienstes bei mindestens 6 Minuten an den Haltestellen der Hochbahn. Eine Verkürzung dieses Zeitintervalles ist für die Betroffenen lebensrettend, da sich die Überlebenschance jede Minute um ca. 7–10 % verschlechtert. Im Zuge der Auswertung wurden in einem Zeitraum von 5 1/2 Jahren die Haltestellen aufgelistet, bei denen es zu Reanimationen und anderen Vorfällen kam.

Unter Berücksichtigung von Fahrgastzahlen, der Struktur sowie der Anbindung der Haltestellen wurde eine Liste besonders exponierter Haltestellen erarbeitet. Diese Haltestellen scheinen zunächst am besten geeignet, um ein Defibrillationsprogramm mit automatisierten externen Defibrillatoren aufzubauen. Auch wurden besondere Umstände an einigen Haltestellen der Hochbahn durch Anbindungen an Großveranstaltungen oder speziellen Meldesäulen mit einbezogen.

Die Einführung eines solchen Programmes ist bei der Hochbahn unter bestimmten Einschränkungen empfehlenswert. Bei einer rein finanziellen Betrachtung ist die Einführung eines solchen Programmes defizitär und es ist davon abzuraten. Durch die enge Verbindung mit der Stadt Hamburg

ist die finanzielle Betrachtung allein dadurch unvollständig, da Mitbürger, welche nach einer Reanimation neurologisch gesund sind, beispielsweise volkswirtschaftlich gesehen keine Pflegekosten für die Versicherungsträger bedeuten. Weiterhin existieren durch das Spannungsverhältnis im Zusammenhang mit der Daseinsvorsorge des öffentlichen Personennahverkehrs andere Anforderungen an Projekte als in der freien Wirtschaft. Die Hochbahn selber ist für ein solches Projekt offen und hat mit vergangenen Initiativen und Kampagnen bereits gezeigt, dass die Fahrgastsicherheit ein wichtiger Punkt für sie ist.

---

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1	Zielsetzung . . . . .	2
1.2	Vorgehensweise und Methodik . . . . .	2
1.2.1	Bestandsaufnahme bestehender Konzepte im deutschen ÖPNV . .	3
1.2.2	Vorfallanalyse Hochbahn . . . . .	3
1.2.3	Bemessung von gefährdeten Haltestellen . . . . .	4
1.2.4	Experteninterviews . . . . .	6
<b>2</b>	<b>Bisherige Erkenntnisse</b>	<b>8</b>
2.1	Herzerkrankungen in Deutschland . . . . .	8
2.2	Laienreanimation . . . . .	10
2.2.1	Der Reanimationsalgorithmus für Laien . . . . .	11
2.2.2	Neuerungen im Wiederbelebungsalgorithmus . . . . .	12
2.2.3	Beteiligung von Laien . . . . .	14
2.3	Automatisierte externe Defibrillatoren . . . . .	16
2.3.1	Bedienungssicherheit . . . . .	22
2.3.2	Elektrische Interferenzen . . . . .	22
2.4	Frühdefibrillation . . . . .	23
2.5	Public Access Defibrillator-Programme . . . . .	26
2.5.1	Studienergebnisse . . . . .	26
2.5.2	Installationsempfehlungen zu PAD-Programmen . . . . .	30
2.6	Kosteneffektivität von PAD-Programmen . . . . .	32
2.6.1	Direkte Kosten . . . . .	32
2.6.2	Indirekte Kosten . . . . .	34
2.6.3	Finanzierungsmodelle . . . . .	36
2.6.4	Auftretende Kosten . . . . .	38
2.6.5	Kostenreduktion . . . . .	39

---

2.7	Rechtliche Aspekte . . . . .	40
2.7.1	Organisationsintern . . . . .	40
2.7.2	Extern zum Fahrgast . . . . .	42
2.8	Zusammenfassung . . . . .	43
<b>3</b>	<b>Bestehende Kooperationen im deutschen ÖPNV</b>	<b>44</b>
3.1	U-Bahn München . . . . .	44
3.2	Flughafen Frankfurt . . . . .	45
3.3	Üstra Hannover . . . . .	46
3.4	Zusammenfassung . . . . .	47
<b>4</b>	<b>Aktueller Stand der Hochbahn</b>	<b>48</b>
4.1	Beschreibung . . . . .	48
4.2	Finanzierung . . . . .	48
4.3	Zusammenfassung . . . . .	50
<b>5</b>	<b>Vorfallanalyse bei der Hochbahn</b>	<b>51</b>
5.1	Prozesse innerhalb der Leitstelle der Hochbahn . . . . .	51
5.2	Vorfallanalyse . . . . .	51
5.3	Betrachtung der Vorfallanalyse . . . . .	51
5.4	Zusammenfassung . . . . .	54
<b>6</b>	<b>Darstellung Installationskonzepte</b>	<b>55</b>
6.1	Bei den Wachen der Hamburger Hochbahn Wache . . . . .	55
6.2	Im U-Bahn-Fahrzeug . . . . .	55
6.3	An der Haltestelle . . . . .	57
6.4	Zusammenfassung . . . . .	58
<b>7</b>	<b>Geeignete Haltestellen zur Installation</b>	<b>59</b>
7.1	Haltestellen mit höchster Fahrgastzahl . . . . .	60
7.2	Haltestellen mit höchster Gefährdung . . . . .	61

---

7.3	Neue Meldesäulen . . . . .	62
7.4	Technische Anbindung . . . . .	62
7.5	Zusammenfassung . . . . .	64
<b>8</b>	<b>Aufwandsschätzung</b>	<b>65</b>
8.1	Beschaffung . . . . .	65
8.2	Installation und Wartung . . . . .	66
8.3	Schulung . . . . .	68
8.4	Finanzieller Einfluss des plötzlichen Herztodes auf die Hamburger Wirtschaft	70
8.5	Zusammenfassung . . . . .	71
<b>9</b>	<b>Interpretation der Ergebnisse</b>	<b>72</b>
9.1	Empfehlung zur Umsetzung . . . . .	72
9.1.1	Identifizierte Haltestellen . . . . .	76
9.1.2	Informationen für Fahrgäste . . . . .	78
9.1.3	Marketing . . . . .	79
9.2	Ausblick auf weitere Orte für AEDs bei der Hochbahn . . . . .	79
9.2.1	Busumsteigehöfe . . . . .	79
9.2.2	Fähranleger . . . . .	80
<b>10</b>	<b>Schlussbetrachtung</b>	<b>81</b>
<b>A</b>	<b>Anhang</b>	<b>94</b>

## Abbildungsverzeichnis

1	Die Überlebenskette nach AHA (Sofortige Erkennung und Aktivierung, frühzeitige HLW, schnelle Defibrillation, erweiterte Maßnahmen der HLW und integrierte Versorgung nach dem Ereignis); aus: Travers et al. 2010: S677 . . . . .	12
2	Vereinfachter Reanimationsalgorithmus für Erwachsene; aus: Travers et al. 2010: S679 . . . . .	13
3	1-Monats-Überlebensrate bei beobachteten und unbeobachteten Herz-Kreislauf-Stillständen in Relation zum Auftreten von Laienreanimation und Helfertyp; aus: Herlitz et al. 2005: 294 . . . . .	16
4	Elektrodenposition und Stromfluss; aus: Gruner/Stegherr/Veith 2006: 33 .	18
5	Überlebensraten in Abhängigkeit verschiedener Reanimationsmaßnahmen nach AHA; aus: Gruner/Stegherr/Veith 2006: 96 . . . . .	24
6	Zuordnung der designierten Anwenderkreise im angloamerikanischen Sprachraum; aus: Burghofer et al. 2004: 23 . . . . .	29
7	Vorfälle unter Alkoholeinfluss, 2008 - 2013, in Relation zu Vorfälle insgesamt	52
8	Mindestwerte Dauer Herz-Kreislauf-Stillstand an Haltestellen der Hochbahn bis zum Eintreffen des Rettungsdienstes. Die blaue Linie stellt das Jahresmittel dar. . . . .	54
9	Symbol E010 für AEDs; aus: DIN EN ISO 7010:13 . . . . .	59
10	Innenfutterbleche der neuen Meldesäule; Quelle: eigene Aufnahme . . . . .	67
11	Innenausbau der neuen Meldesäule mit Feuerlöscher; Quelle: eigene Aufnahme . . . . .	67
12	Schaubild der Kampagne <i>Ein Leben Retten</i> , aus: Deutsche Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin e.V. Et al. 2013: o. S. . . . .	82
13	Haltestellenhinweis, AED-Hinweistafel sowie AED-Box in Haltestelle Fröttmaning, München; Quelle: eigene Aufnahme . . . . .	94
14	Hochbahn-bekannte Reanimationen 2008 - 1 Hj. 2013 . . . . .	95

---

15	Hochbahn-bekannte Herzvorfälle 2008 - 1 Hj. 2013 . . . . .	96
16	Vorfälle 2008 . . . . .	97
17	Verletzungsmuster 2008 . . . . .	97
18	Vorfälle 2009 . . . . .	98
19	Verletzungsmuster 2009 . . . . .	98
20	Vorfälle 2010 . . . . .	99
21	Verletzungsmuster . . . . .	99
22	Vorfälle 2011 . . . . .	100
23	Verletzungsmuster . . . . .	100
24	Vorfälle 2012 . . . . .	101
25	Verletzungsmuster . . . . .	101
26	Vorfälle 1. Halbjahr 2013 . . . . .	102
27	Verletzungsmuster 1. Halbjahr 2013 . . . . .	102
28	Fahrgastaufkommen 2012; Hansen 2013: o. S. . . . .	103
29	Fahrgastaufkommen 2012 - tabellarisch; Hansen 2013: o. S. . . . .	104
30	Haltestelle Barmbek; HVV 2013: o. S. . . . .	105
31	Haltestelle Baumwall; HVV 2013: o. S. . . . .	106
32	Haltestelle Billstedt; HVV 2013: o. S. . . . .	107
33	Haltestelle Berliner Tor; HVV 2013: o. S. . . . .	108
34	Haltestelle Feldstraße; HVV 2013: o. S. . . . .	109
35	Haltestelle Hauptbahnhof Nord; HVV 2013: o. S. . . . .	110
36	Haltestelle Hauptbahnhof Süd; HVV 2013: o. S. . . . .	111
37	Haltestelle S Jungfernstieg; HVV 2013: o. S. . . . .	112
38	Haltestelle U Jungfernstieg; HVV 2013: o. S. . . . .	113
39	Haltestelle U Kellinghusenstraße; HVV 2013: o. S. . . . .	114
40	Haltestelle U Landungsbrücken; HVV 2013: o. S. . . . .	115
41	Haltestelle U Lübecker Straße; HVV 2013: o. S. . . . .	116
42	Haltestelle U Rathaus; HVV 2013: o. S. . . . .	117
43	Haltestelle U St. Pauli; HVV 2013: o. S. . . . .	118

---

44	Haltestelle U Sternschanze; HVV 2013: o. S. . . . .	119
45	Haltestelle U Wandsbek Markt; HVV 2013: o. S. . . . .	120
46	USAR-Fahrplan Hamburg 2012/2013; HVV 2013: o. S. . . . .	121

---

## Tabellenverzeichnis

1	Eventhaltestellen der Hochbahn . . . . .	5
2	Bemessung gefährdete Haltestellen . . . . .	6
3	Fahrgastaufkommen Hamburger Hochbahn, aus: Abbildung 29 . . . . .	60
4	Haltestellen mit höchster Gefährdung . . . . .	61
5	Haltestellen mit Wandsprechstelle oder Sondersäule, aus: Kunzendorf 2013: o. S. . . . .	64
6	Empfohlene Haltestellen für eine erste Installations-Iteration, geordnet nach Gefährdung und Fahrgastanzahl . . . . .	77

## 1. Einleitung

Die Hamburger Hochbahn AG ist mit über 220 Mio. Fahrgästen in ihren U-Bahnen und 210 Mio. Fahrgästen in ihren Bussen das zweitgrößte Nahverkehrsunternehmen Deutschlands. Das Unternehmen befindet sich im Besitz der Freien und Hansestadt Hamburg.<sup>1</sup> Im Zuge der Strategie Hochbahn 2030, eine unternehmensweite Neuausrichtung mit dem Kernpunkt der Fahrgastzahlensteigerung, wurden verschiedene Tätigkeitsfelder identifiziert. Eine Säule in dieser Strategie ist der Punkt *Arrangeur komplementärer Mobilität*, in dem sich auch die Fahrgastsicherheit wiederfindet. Die Hochbahn möchte dem Fahrgast mehr als nur ihr Kerngeschäft bieten. Durch Kampagnen wie *Ich drück' für dich* hat die Hochbahn schon in der Vergangenheit ihr Engagement für die Fahrgastsicherheit in den Vordergrund gehoben. Aufgrund dessen ist diese These entstanden, um die Möglichkeit einer weiteren Verbesserung zu erforschen.

In der Forschungsarbeit SuSi-PLUS wurde die gefühlte Sicherheit von Fahrgästen im öffentlichen Personennahverkehr (ÖPNV), auch an Haltestellen, erforscht. Es wurde festgestellt, dass partizipatorische Maßnahmen von wachsender Bedeutung sind. Durch diese „versuchen viele Verkehrsunternehmen, Zivilcourage und gegenseitigen Respekt zu fördern, unsoziales Verhalten, Konflikte und Vandalismus/Graffiti zu reduzieren sowie die emotionale Bindung an das Verkehrsunternehmen zu stärken.“<sup>2</sup> Dies könnte beispielsweise auch durch die Integration von automatisierten externen Defibrillatoren an den Haltestellen der Hamburger Hochbahn AG geschehen. Im Verlaufe dieser Arbeit wird festgestellt, wie eine solche Umsetzung geschehen könnte.

Einem Mitarbeiter konnte nach einem Stromunfall unter Zuhilfenahme eines AEDs das Leben gerettet werden. Hochbahnintern gab es durchaus schon Überlegungen, AEDs für Fahrgäste aufzustellen. Dies wurde aus verschiedenen Gründen ab einem gewissen Punkt

---

<sup>1</sup>Hamburger Hochbahn AG 2013: 4 f.

<sup>2</sup>Hamburger Hochbahn AG et al. 2005: Band 7, 17.

nicht weiter verfolgt und hat mitunter auch zu der Idee zu dem Thema dieser These geführt.

### 1.1. Zielsetzung

Obwohl sich die medizinischen Erkenntnisse durch die Forschung ständig weiter entwickeln, erfolgt die Umsetzung von derer meist schleppend. Einer dieser Punkte ist die Reanimation. Inzwischen ist nachgewiesen, dass Defibrillation unter den korrekten Umständen lebensrettend ist (siehe Kapitel 2.3). In dieser Arbeit soll beleuchtet werden, wie die Einführung eines Defibrillationsprogrammes bei der Hamburger Hochbahn AG möglich wäre. Insbesondere die Aspekte Kosteneffektivität und geeignete Orte zur Installation werden beleuchtet.

Die Kernfrage der vorliegenden Arbeit ist:

Wie kann sich die Einführung eines Defibrillationsprogrammes bei der Hamburger Hochbahn AG gestalten?

### 1.2. Vorgehensweise und Methodik

Nachfolgend werden die Vorgehensweisen und Methodiken erläutert, welche im Zuge der Erstellung dieser Arbeit angewendet wurden.

Zum Einsatz kamen quantitative und qualitative Verfahren. Eine Bestandsaufnahme vorhandener Defibrillationsprogramme wurde durchgeführt. Durch eine Vorfalldanalyse, basierend auf den Daten der Hochbahn, konnten die Vorfalldarten herausgearbeitet werden. Weiterhin wurden Experteninterviews durchgeführt.

### 1.2.1. Bestandsaufnahme bestehender Konzepte im deutschen ÖPNV

Die Bestandsaufnahme wurde als qualitative Auswertung am Beispiel der U-Bahn München, dem Frankfurter Flughafen und der Üstra Hannover durchgeführt. Die Rahmenbedingungen der Projekte, die Laufdauer sowie vorherrschende Kooperationen wurden aufgezeigt. Soweit wissenschaftlich auswertbare Studien vorlagen, sind diese im Analyseteil besprochen.

### 1.2.2. Vorfallanalyse Hochbahn

Die Hamburger Hochbahn AG dokumentiert den Tagesbetrieb in einem SAP-System, einer Softwarelösung für betriebliche Dokumentation der SAP AG. Im Zuge der Vorfallanalyse wurden alle Einträge extrahiert, welche unter den Oberkategorien *Erkrankung von Fahrgästen/Personen* oder *Unfall Fahrgäste* gemeldet wurden. Der Zeitraum für die Auswertung reicht vom 01.01.2008 bis zum 30.06.2013. Da die Daten für das Jahr 2013 nur zur Hälfte vorlagen, wurden die Werte im Jahr 2013 für eine Jahresauswertung hochgerechnet bzw. abgeschätzt. Im Zuge dieser Datengrundlage wird in dieser Ausarbeitung von einer 6-Jahres-Auswertung gesprochen. Die in der Meldung beschriebenen Texte wurden gegengelesen und mit einer eigens erstellten Kategorie bewertet, da sich das Meldebild manchmal von den eingegebenen Texten unterschied. Folgende Kategorien haben sich daraus ergeben:

- Atemnot
  
- Epilepsie
  
- Herz
  
- Hilfloose Person (HiLoPe)

- Kreislauf
- Reanimation
- Sonstiges
- Sturz
- Verletzung (Kopf, Arm, Hand, Bein)

Es ergeben sich zwei Einschränkungen. Erstens werden im Tagesbetrieb der Hochbahn nicht alle Vorkommnisse notiert. Der Fahrgast kann die Haltestelle verlassen, obwohl er eine Erkrankung hat. Zweitens kann es zu Reanimationen auf dem Hochbahngelände kommen, die nicht in den Betriebsablauf eingreifen. Diese werden nicht gemeldet und durch die Berufsfeuerwehr Hamburg abgearbeitet. Eine Auswertung zu Reanimationsdaten der Feuerwehr auf Haltestellengeländen wurde angefragt, konnte dem Autor leider nicht rechtzeitig für die Auswertung in dieser Arbeit zur Verfügung gestellt werden.

### 1.2.3. Bemessung von gefährdeten Haltestellen

Neben dem Aufkommen von Fahrgästen gibt es weitere Bemessungsgrößen von Haltestellen. So sind Haltestellenaufbau, -struktur, Bahnsteiglängen, die Zuwegung sowie die Art und Weise der Fahrgastströme wichtige Indikatoren. Die Identifikation eines Kriterienkataloges für die Bemessung von gefährdeten Haltestellen folgt in diesem Kapitel.

Eine Besonderheit stellen die sogenannten Event-Haltestellen (siehe Tabelle 1) dar, die die Hochbahn speziell für Großveranstaltungen ausgerüstet hat. An diesen kann bei Veranstaltungen die Abfertigung über zusätzliches Personal durchgeführt werden. Dies ist erforderlich, da der Zugfahrer eine sichere Abfertigung des Zuges aufgrund des

erhöhten Fahrgastaufkommens nicht mehr alleine bewältigen kann. Insbesondere ein weißer Markierungsstreifen an der Bahnsteigkante kann zur Abfertigung vom Zugfahrer nicht mehr erkannt werden. Fahrgäste würden sich dann noch im Gefahrenbereich bei der Zuganfahrt befinden. Andererseits strömen immer wieder Fahrgäste nach und ignorieren die Signale des Zugfahrers, so dass die Türen nicht ordnungsgemäß geschlossen werden können. Zu diesem Zweck existieren an diesen Haltestellen spezielle Fahrsignale (T-Signal, Kranz-Signal), die von zusätzlichem Personal bedient werden.

Neben der Fahrgastanzahl gibt es noch weitere Gefährdungsfaktoren, die eine Installation von AEDs an Haltestellen rechtfertigen können. Der Autor hat die Faktoren in Tabelle 2 zusammengetragen. Das durchschnittliche Fahrgastalter sollte ebenso als Faktor mit aufgenommen werden, da die Inzidenz von plötzlichem Herztod mit höherem Alter zunimmt<sup>3</sup>. Dieser Wert lässt sich jedoch nur mit aufwendigen Fahrgastzählungen ansatzweise erarbeiten und variiert nach Tageszeit und eventuell stattfindenden Veranstaltungen. Er ist somit kein Teil der Bewertung.

Haltestelle	Linie
Messehallen	U2
Sternschanze	U3
Feldstraße	U3
St. Pauli	U3
Landungsbrücken	U3
Baumwall	U3
Rathaus	U3
Überseequartier	U4

**Tabelle 1:** Eventhaltestellen der Hochbahn

---

<sup>3</sup>American Heart Association 2000: I-60.

Faktor	Beschreibung
Eventhaltestelle	Die Haltestelle liegt im Einzugsbereich von Großveranstaltungen. <sup>a</sup> Durch die erhebliche Personenanzahl steigt die statistische Wahrscheinlichkeit für einen plötzlichen Herztod <sup>b</sup> . Die durchschnittlichen Fahrgastzahlen treten hier in den Hintergrund.
Länge des Bahnsteigs	Haltestellen mit kurzen Bahnsteigen, welche beispielsweise ebenso von Großveranstaltungen betroffen sind, ergeben ein strategisches Problem. Durch die hohe Personenanzahl könnte es sehr viel schwieriger werden, bei einem Notfall an das Bahnsteigende mit dem AED zu gelangen, wenn die Haltestelle mit nur einem AED ausgestattet ist. <sup>c</sup>
Umsteigebahnhof	Durch die Wartezeit an Haltestellen kommt es beispielsweise während der Hauptverkehrszeiten kurzfristig zu einer erhöhten Personenanzahl am Bahnsteig. Dies lässt die statistische Wahrscheinlichkeit für einen plötzlichen Herztod ansteigen <sup>d</sup> .
Anzahl Linien	Die Anzahl der Linien vor Ort spielt eine indirekte Rolle bei dem wahrscheinlichen Vorhandensein von Fahrgästen an der Haltestelle.

**Tabelle 2:** Bemessung gefährdete Haltestellen

<sup>a</sup>Siehe Tabelle 1.

<sup>b</sup>American Heart Association 2000: I-60.

<sup>c</sup>Grolms 2013: o. S.

<sup>d</sup>American Heart Association 2000: I-60.

#### 1.2.4. Experteninterviews

Es wurden Experteninterviews mit mehreren Mitarbeitern der Hochbahn Hamburg und ihren Tochtergesellschaften sowie mit Mitarbeitern der U-Bahn München durchgeführt, bei denen im Gespräch oder im Nachgang Informationen und Daten eingegangen sind. Diese Informationen und Daten sind als Quelle angegeben und im Literaturverzeichnis aufgenommen worden.

---

Bei der Hochbahn Hamburg gab es Interviews in den Bereichen Infrastruktur, Kommunikation und Security. Die Mitarbeiter der U-Bahn München wurden zu ihren Projektergebnissen und ihrer Vorgehensweise befragt.

## 2. Bisherige Erkenntnisse

Dieser Abschnitt stellt den aktuellen Stand von Wissenschaft und Technik zur Reanimation dar. Alle wesentlichen Aspekte für die vorliegende Arbeit, wie die Herzerkrankung an sich, der Laienhelfer, der automatisierte externe Defibrillator und Public-Access-Defibrillationsprogramme, werden vorgestellt. Das Kapitel schließt mit der Analyse der Kosteneffizienz von schon existierenden Defibrillator-Programmen ab.

### 2.1. Herzerkrankungen in Deutschland

Die medizinische Inzidenz beschreibt die Anzahl der Neuerkrankungen in einer bestimmten Bevölkerungsgruppe. Die Inzidenzraten vom plötzlichen Herztod werden zwischen 0,36 bis 1,28 pro 1 000 Einwohner pro Jahr angenommen<sup>4</sup>. Auf Deutschland übertragen mit einer angenommenen Einwohnerzahl von 81 Mio. ergibt dies ein Minimum von 29 160 und ein Maximum von 103 680 Fällen pro Jahr. Die Definition des plötzlichen Herztodes wird in der Literatur auf unterschiedliche Weise angegeben:

Natural death from cardiac causes, heralded by abrupt loss of consciousness within 1 hour of the onset of an acute change in cardiovascular status. Preexisting heart disease may or may not have been known to be present, but the time and mode of death are unexpected.<sup>5</sup>

**Herztod, plötzlicher** [...] sog. akuter Herztod; Tod innerh. weniger Minuten durch plötzl. eingetretenes Herzversagen; **Urs.:** u.a. hämodynam. relevante Herzrhythmusstörung (Kammerflimmern, Asystolie, elektromechan. Entkopplung [...])<sup>6</sup>

Eine Ursache für den plötzlichen Herztod stellt die ventrikuläre Fibrillation<sup>7</sup> (VF) dar. VF ist durch Defibrillation behandelbar, genauso wie die pulslose ventrikuläre Tachykardie

---

<sup>4</sup>Priori et al. 2001: 1377.

<sup>5</sup>Myerburg/Castellanos 2007: 933.

<sup>6</sup>Psyhyrembel 2012: 883, Hervorhebung im Original.

<sup>7</sup>auch: Kammerflimmern.

(pVT). Der plötzliche Herztod kann auch durch eine elektromechanische Entkopplung und Asystolie eintreten, wobei diese nicht durch Defibrillation versorgbar sind.<sup>8</sup>

Die pVT bedeutet per Definition einen Herzschlag von über 100 Schlägen pro Minute mit vermindertem Schlagvolumen: „Herzrhythmusstörung mit hoher Herzfrequenz (Erwachsene  $\geq 100/\text{min}$ ); führt zu verkürzter Diastolendauer mit erniedrigtem Schlagvolumen [...]“<sup>9</sup>

Burghofer et al. weisen auf die lebensbedrohliche Konsequenz des Kammerflimmerns hin.

Kammerflimmern stellt eine unkoordinierte elektrische Erregung des Herzmuskels dar und ist gleichbedeutend mit einem funktionellen Kreislaufstillstand. Es findet kein Transport von Sauerstoff zu den lebenswichtigen Organen mehr statt. Der Zustand des Kammerflimmerns geht nach nur wenigen Minuten in eine Asystolie über.<sup>10</sup>

Die verschiedenen Ursachen und Symptome des plötzlichen Herztodes werden unter dem Oberbegriff Herz-Kreislauf-Stillstand zusammengefasst. Es existieren unterschiedliche Angaben über das Aufkommen von Kammerflimmern beim Herz-Kreislauf-Stillstand. Während Luna/Coumel/Leclercq berichten, dass „[...] the most frequent causes of sudden death are ventricular tachyarrhythmias (84% of cases) [...]“<sup>11</sup>, zeigen Priori et al. auf, dass „The first recorded rhythm in patients presenting with a sudden cardiovascular collapse is ventricular fibrillation (VF) in 75–80% [...]“<sup>12</sup> Rea et al. stellen Werte von 44 % bis 59 % in Aussicht.<sup>13</sup> Die Ergebnisse dieser Studien lassen darauf schließen, dass VF in der Mehrzahl der Fälle von plötzlichem Herztod auftritt.

---

<sup>8</sup>Burghofer et al. 2004: 1.

<sup>9</sup>Pschyrembel 2012: 2052.

<sup>10</sup>Burghofer et al. 2004: 1.

<sup>11</sup>Luna/Coumel/Leclercq 1989: o. S.

<sup>12</sup>Priori et al. 2001: 1377.

<sup>13</sup>Rea et al. 2003: 2782.

Die American Heart Association (AHA) weist darauf hin, dass die Defibrillation die Maßnahme erster Wahl zur Durchbrechung von VF/pVT und der Wiederherstellung eines normalen Sinusrhythmus ist.<sup>14</sup>

Der Erfolg einer Reanimation hängt vom Zeitintervall zwischen beobachteten Herz-Kreislauf-Stillstand und begonnenen Reanimationsmaßnahmen ab, wie Link et al. beschreiben:

For every minute that passes between collapse and defibrillation, survival rates from witnessed VF SCA<sup>15</sup> decrease 7% to 10% if no CPR<sup>16</sup> is provided. When bystander CPR is provided, the decrease in survival rates is more gradual and averages 3% to 4% per minute from collapse to defibrillation. CPR can double or triple survival from witnessed SCA at most intervals to defibrillation.<sup>17</sup>

## 2.2. Laienreanimation

Das International Liaison Committee on Resuscitation (ILCoR) ist eine 1992 gegründete Vereinigung, die die wissenschaftliche Erforschung der Herz-Lungen-Wiederbelebung (HLW) international koordiniert und vorantreibt. Diese Empfehlungen werden für professionelle Notfallmediziner wie auch für Laienhelfer herausgegeben. Außerdem werden Empfehlungen zur Verwendung von Defibrillatoren oder anderweitigen, beispielsweise mechanischen, Reanimationshilfen verfasst. Im Jahr 2000 wurden in Zusammenarbeit mit der AHA erstmalig Leitlinien für Reanimationen herausgegeben. 2005 folgte dann der *International Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science with Treatment Recommendations* (CoSTR), bei dem weltweit Organisationen aus der Herz-Lungen-Wiederbelebungsforschung bei der Erstellung zu

---

<sup>14</sup>Travers et al. 2010: S678.

<sup>15</sup>Sudden Cardiac Arrest: Herz-Kreislauf-Stillstand.

<sup>16</sup>Cardiopulmonary resuscitation: Herz-Lungen-Wiederbelebung.

<sup>17</sup>Link et al. 2010: S706.

Reanimationsempfehlungen zusammengearbeitet haben. 2010 erschien eine neue Ausgabe dieser Empfehlungen.<sup>18</sup>

Die AHA und das European Resuscitation Council (ERC) geben ihre Reanimationsempfehlungen basierend auf den Erkenntnissen der ILCoR ab. Die Unterschiede in den Empfehlungen sind minimal und betreffen diese Arbeit nicht. Aufgrund dessen werden in dieser Arbeit primär die Empfehlungen der AHA genutzt.<sup>19</sup>

Die AHA hat im Jahr 2000 festgestellt, dass Laien ein kritischer Verbindungspunkt in der Rettungskette zwischen einem Unfall oder einer Erkrankung und dem Eintreffen des Rettungsdienstes sind (siehe drei Kettenglieder auf der linken Seite in Abbildung 1). Sie empfiehlt, Laienhelfer dahingehend auszubilden, dass sie Herzerkrankungen erkennen und entsprechende Maßnahmen treffen können. Dies wäre beispielsweise durch eine Ausbildung zum First Responder möglich. Ein First Responder hat kürzere Reaktionszeiten als der Rettungsdienst und führt grundlegende lebenserhaltende Maßnahmen durch (siehe Kapitel 2.5). Davon abgesehen wird empfohlen, HLW und den Umgang mit automatisierten externen Defibrillatoren (AED) zu schulen.<sup>20</sup>

### 2.2.1. Der Reanimationsalgorithmus für Laien

Der Ablauf der Reanimation (siehe Abbildung 1) für Laien nach dem aktuellen Stand der Wissenschaft ist wie folgt definiert: Der Helfer soll zunächst die Atmung prüfen. Hierzu wird der Kopf überstreckt, so dass die Zunge den Atemweg nicht mehr verlegen kann. Findet keine oder unregelmäßige Atmung statt, soll ein Notruf abgesetzt und mit der HLW begonnen werden. Bei dieser soll mit beiden Händen auf das Sternum gedrückt werden. Diese Kompressionen sollen mindestens 5 cm tief sein und mit einer Frequenz von 100 Wiederholungen pro Minute durchgeführt werden. Dabei soll, sofern anwesend,

---

<sup>18</sup>Sayre et al. 2010: S567.

<sup>19</sup>Gässler/Helm/Hossfeld 2011: 10.

<sup>20</sup>American Heart Association 2000: I-60.



**Abbildung 1:** Die Überlebenskette nach AHA (Sofortige Erkennung und Aktivierung, frühzeitige HLW, schnelle Defibrillation, erweiterte Maßnahmen der HLW und integrierte Versorgung nach dem Ereignis); aus: Travers et al. 2010: S677

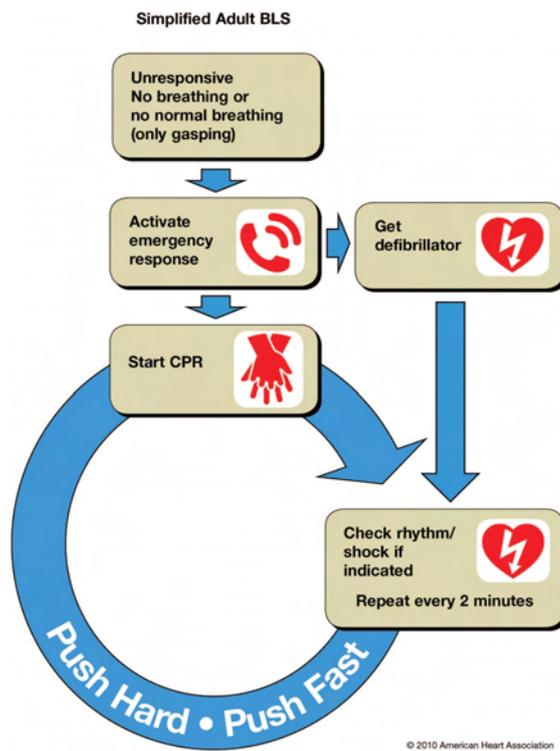
ein weiterer Helfer einen vorhandenen Defibrillator besorgen. Nach 2 Minuten sollten die Helfer wechseln, um Erschöpfung vorzubeugen. Zu beachten ist, dass die HLW möglichst unterbrechungsfrei durchgeführt werden soll, da nur so ein suffizienter zerebraler und kardialer Perfusionsdruck erreicht werden kann.<sup>21</sup>

Prinzipiell empfiehlt die AHA, schnell und hart zu drücken, um ein Leben zu retten („Push hard & fast“), wie Abbildung 2 verdeutlicht.

### 2.2.2. Neuerungen im Wiederbelebungsalgorithmus

Eine der wichtigsten Neuerungen ist die Veränderung der Reanimationsabfolge auf 30:2. Dies wurde schon in den Empfehlungen 2005 geändert. Nach 30 Kompressionen soll 2 Mal beatmet werden, jede Beatmung sollte höchstens ca. 1 Sekunde dauern. Die CoSTR des ILCoR aus dem Jahre 2010 beinhalten weitere wesentliche Änderungen im empfohlenen Reanimationsablauf. Ursprünglich wurde geraten, zunächst den Atemweg zu prüfen, zu beatmen und schließlich die Herz-Druck-Massage (HDM) durchzuführen. Dieser Ablauf wurde als ABC (Airway, Breathing, Compressions) beschrieben. Inzwischen empfiehlt die ILCoR, nach der Abfolge CAB vorzugehen. Somit soll sofort mit Kompressionen begonnen werden. Die Kompressionstiefe soll nun mindestens 5 cm betragen und nach jeder

<sup>21</sup>Berg et al. 2010: S686 ff.; Trappe 2009: 38.



**Abbildung 2:** Vereinfachter Reanimationsalgorithmus für Erwachsene; aus: Travers et al. 2010: S679

Kompression soll darauf geachtet werden, dass sich der Brustkorb wieder komplett zurück hebt. Die kompressionsfreien Intervalle sollen minimiert werden, so dass sofort nach der Analyse eines AEDs und einer eventuellen Defibrillation mit der Reanimation fortgefahren wird. Für Laien gab es weitere Veränderungen: Die Überprüfung per Pulskontrolle, ob eine Person einen Kreislauf hat, wurde aus dem Algorithmus entfernt. Es soll, bei bewusstlosen Personen ohne oder mit unnormaler Atmung (Schnappatmung), sofort mit Kompressionen begonnen werden. Dabei wird explizit für untrainierte Laienhelfer die Empfehlung ausgesprochen, nur Kompressionen durchzuführen und während einer Reanimation auf die Beatmung zu verzichten (*Hands-Only CPR* oder auch *Chest Compression CPR*).<sup>22</sup>

Ogawa et al. stellten fest, dass die HLW für spezielle Patientengruppen besser ist.

Conventional CPR is associated with better outcomes than chest compression only CPR for selected patients with out of hospital cardiopulmonary arrest, such as those with arrests

<sup>22</sup>Field et al. 2010: S642.

of non-cardiac origin and younger people, and people in whom there was delay in the start of CPR.<sup>23</sup>

### 2.2.3. Beteiligung von Laien

Die Beteiligungsquote von Laien an Reanimationen bei beobachtetem Herz-Kreislauf-Stillstand im öffentlichen Raum in Deutschland ist mit 15 % vergleichsweise gering.<sup>24</sup> Die Beteiligungsquoten im europäischen Raum liegen laut Gräsner et al. bei bis zu 60 %, wobei die Autoren bemerken, dass diese große Differenz künstlich durch fehlende Berichterstattung, aber auch durch tatsächliche Unterschiede in der Reanimationsausbildung erzeugt werden kann.<sup>25</sup>

Die Gründe für die geringe Beteiligungsquote in Deutschland sind vielseitig. Vaillancourt/Stiell/Wells haben sich innerhalb einer umfangreichen Untersuchung mit wissenschaftlichen Arbeiten zur Laienreanimation auseinandergesetzt, diese bewertet und Faktoren für geringe Beteiligung identifiziert. Einer der Hauptgründe sind fehlendes Interesse und fehlende Motivation. Die Personen, die am wahrscheinlichsten einen Herz-Kreislauf-Stillstand beobachten könnten, sollten gezielt über Kampagnen und Informationsveranstaltungen rekrutiert werden. Das HLW-Training sollte mehr Zeit mit den Übungspuppen verbringen und durch knappe Anweisungen, wie man mit ansteckenden Krankheiten umgehen kann, verkürzt und vereinfacht werden. Außerdem sollten verstärkt Verhaltenshilfen angebracht werden, die einem Helfer in speziellen Situationen (beispielsweise Reanimation bei blutendem Patienten) Handlungsanweisungen mit auf den Weg geben. Innerhalb der entsprechenden Leitstelle der Organisation sollte ein Leitfaden existieren, den die Disponenten der Notrufannahme bei einer Reanimation nutzen können.<sup>26</sup>

---

<sup>23</sup>Ogawa et al. 2011: 1.

<sup>24</sup>Gräsner et al. 2012: 594.

<sup>25</sup>Gräsner et al. 2011: S8.

<sup>26</sup>Vaillancourt/Stiell/Wells 2008: 57.

Drager empfiehlt, die Beatmung komplett aus dem Reanimationsalgorithmus für Laien zu entfernen, um so die Beteiligungsquote an Reanimationen zu erhöhen.

By eliminating mouth-to-mouth ventilations in bystander CPR instruction, the current complexity of this training would be simplified and intimate mouth-to-mouth contact between the victim and rescuer would be eliminated. If this change would occur, bystander CPR rates could potentially increase, which would then lead to a rise in survival rates for out-of-hospital cardiac arrest victims. Any improvement in patient survival rates, especially those that favor neurologic outcomes, would prove to be beneficial for public health worldwide.<sup>27</sup>

Es hat auch einen positiven Effekt, kurze Erinnerungsvideos des grundlegenden Ablaufs einer Reanimation anzusehen, wie Ahn et al. feststellten. Es wurde ein HLW-Training in Kombination mit einem AED-Training durchgeführt. Die Video-Erinnerungsgruppe wurde per SMS wiederholt daran erinnert, sich ein Trainingsvideo auf ihrem Mobiltelefon anzusehen. Bei einem weiteren Test nach 3 Monaten hat die Video-Erinnerungsgruppe Reanimationsabläufe mit weniger Fehlern durchgeführt als die Kontrollgruppe.

Repeated viewing of a reminder video clip on a mobile phone is effective for the retention of some key skills related to CPR and AED and is helpful for preserving willingness and self-assessed confidence for bystander CPR of trainees at 3 months after the initial training. These results suggest that mobile phones may be used as an efficient refresher method for the retention of CPR and AED skills in lay responders.<sup>28</sup>

Wenn geholfen wird, ist die HLW lebensrettend, da sie den Blutkreislauf aufrecht erhält. Durch HLW kann Return of spontaneous circulation (ROSC: Wiederinkrafttreten des Kreislaufs) erreicht werden. Wenn HLW bei einem Herz-Kreislauf-Stillstand bis zum Eintreffen der Rettungskräfte durchgeführt wird, ergeben sich höhere ROSC-Raten<sup>29</sup>.

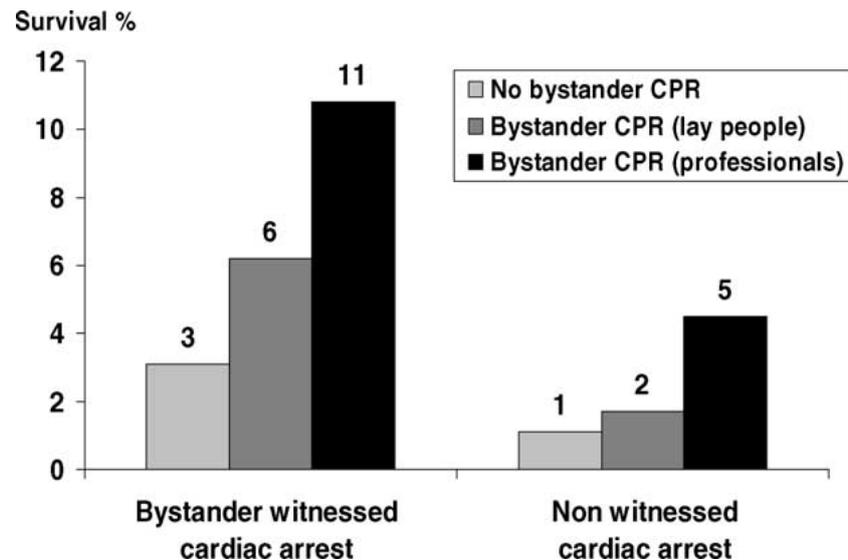
---

<sup>27</sup>Drager 2012: 238.

<sup>28</sup>Ahn et al. 2011: 1546.

<sup>29</sup>Gräsner et al. 2008: S45.

Herlitz et al. stellten fest, dass durch Laienreanimation die Überlebensquote nach einem Monat bei beobachtetem Herz-Kreislauf-Stillstand von 3,1 % auf 6,2 % steigt, bei Reanimationen durch professionelle Kräfte auf 10,8 %. Bei nichtbeobachtetem Herz-Kreislauf-Stillstand liegt die Überlebensrate bei 1,1 % ohne Reanimation, bei 1,7 % mit Laienreanimation und bei 4,5 % bei professioneller Reanimation. Hierzu siehe Abbildung 3.<sup>30</sup>



**Abbildung 3:** 1-Monats-Überlebensrate bei beobachteten und unbeobachteten Herz-Kreislauf-Stillständen in Relation zum Auftreten von Laienreanimation und Helfertyp; aus: Herlitz et al. 2005: 294

### 2.3. Automatisierte externe Defibrillatoren

Durch den Einsatz von automatisierten externe Defibrillatoren (AED) können Laienreanimationen strukturierter durchgeführt werden, da das Gerät mit den Helfern über Sprachausgabe Anweisungen mitteilt. Außerdem ist die Defibrillation die am Besten wirkende Methode, um ein VF oder pVT zu durchbrechen und einen normalen Sinusrhythmus herzustellen.

<sup>30</sup>Herlitz et al. 2005: 291.

AEDs übernehmen die Analyse des Herzrhythmus, leiten den Anwender in der Reanimation an und lösen eine Defibrillation durch einen elektrischen Schock aus, falls dies indiziert ist. AEDs sind bedienungssicher und können durch eingebaute Sicherheitsalgorithmen Patienten nicht verletzen. Vor der Anwendung müssen beigelegte Klebeelektroden am Körper des Patienten befestigt werden.

Die elektrische Defibrillation, die wörtlich übersetzt 'Entflimmerung' bedeutet, stellt die einzig wirksame Behandlung des Kammerflimmerns dar.<sup>31</sup>

**Defibrillation:** [...] Verf. i. R. der Reanimation zur Durchbrechung eines Herz-Kreislauf-Stillstands bei Kammerflimmern od. pulsloser ventrikulärer Tachykardie (Abk. PVT); **Prinzip:** simultane Entladung aller zu diesem Zeitpunkt nicht refraktären Herzmuskelfasern u. damit Induktion einer rhythmischen Herzaktion [...]<sup>32</sup>

Automatisierte externe Defibrillatoren, abgekürzt AED, beinhalten ein Rhythmusanalyse-System und ein Schockempfehlungssystem. Der AED empfiehlt eine Defibrillation, falls möglich, und der Bediener muss zum Auslösen den Defibrillations-Knopf drücken. Vollautomatisierte externe Defibrillatoren benötigen kein Betätigen des Defibrillations-Knopfes und lösen selbst aus.<sup>33</sup>

Monsieurs et al. stellten in Frage, warum in den aktuellen Richtlinien semiautomatisierte AEDs (Semi-automatic external defibrillators; SAED) vollautomatisierten (Fully automatic external defibrillator; FAED) vorgezogen werden. Sie untersuchten den unterschiedlichen Einsatz von SAEDs und FAEDs mit Pflegeschülern in einem simulierten Herz-Kreislauf-Stillstand-Szenario und fanden heraus, dass die Nutzung „[...] of the FAED version of the CR Plus resulted in increased compliance with the protocol and reduced variability in time to deliver three shocks.“ Durch den Einsatz von FAED kann folglich eine höhere Genauigkeit bei der Ausführung von Reanimationen erreicht werden. Sie haben jedoch auch bemerkt, dass die Pflegeschülergruppe weniger Scheu

---

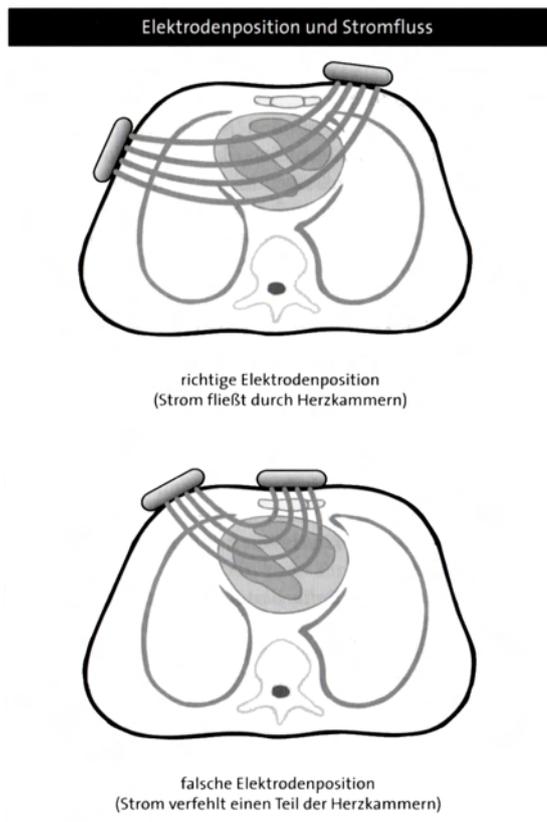
<sup>31</sup>Gruner/Stegherr/Veith 2006: 31.

<sup>32</sup>Psyhyrembel 2012: 447, Hervorhebung im Original.

<sup>33</sup>American Heart Association 2000: I-62.

vor einer Reanimation als andere Laienhelfer haben könnte, womit die Ergebnisse nicht mit Sicherheit auf andere Personengruppen übertragen werden können. Es wurde nur ein AED eingesetzt und es wurde eine Situation erzeugt, bei der nur eine Person die Reanimation durchführte.<sup>34</sup>

Die Rhythmusanalyse wird ebenso durch die (Klebe-)Elektroden durchgeführt wie die eigentliche Defibrillation, wie Abbildung 4 zeigt.



**Abbildung 4:** Elektrodenposition und Stromfluss; aus: Gruner/Stegherr/Veith 2006: 33

Moderne AEDs leiten den Anwender durch den gesamten Interaktionsprozess und können das Audioumfeld sowie die EKG-Verlaufslinie bei der Reanimation aufzeichnen, wie folgend von Trappe et al. beschrieben:

Alle Schritte, die zu tun sind, werden über eine Sprachsteuerung per Ansage mitgeteilt. „Voice recorder“ sind eingebaute Mikrochips oder Tonbandgeräte zur Sprachaufzeichnung

<sup>34</sup>Monsieurs et al. 2005: 47.

der Reanimierenden und können mit den entsprechenden Programmen der Hersteller zu einer besseren Rekonstruktion des Reanimationsverlaufs genutzt werden. Diese „Voice recorder“ sind leider nicht in allen Geräten vorhanden und sind von den Sprachkommandos unabhängig. Nach Aufkleben der Elektroden erfolgt bei einigen Geräten eine vollautomatische EKG-Analyse, bei anderen muss diese Analyse erst durch Knopfdruck ausgelöst werden. Nach erfolgter EKG-Analyse erhält man bei Vorliegen von Kammerflimmern die Aufforderung, durch Knopfdruck einen Stromstoß auszulösen.<sup>35</sup>

Der AED prüft automatisch, ob ROSC eintritt. Sobald dies geschieht, gibt er keine Empfehlungen oder Schocks mehr ab.<sup>36</sup>

Defibrillatoren arbeiten monophasisch oder biphasisch. Monophasische Geräte liefern Strom mit gleichbleibender Polarität ab, bei biphasischen wechselt die Polarität. Biphasische Geräte haben die monophasischen heutzutage abgelöst. Monophasische Geräte arbeiten mit bis zu 360 J, biphasische Geräte im Bereich 150 – 200 J. Die Effizienz biphasischer Geräte  $\geq 200$  J ist gleich oder höher als bei monophasischen. Biphasische Wellenformen unterbrechen VF effizienter.<sup>37</sup>

Sasson et al. fanden heraus, dass die HLW die Überlebensrate erhöht. Am höchsten ist die Überlebensrate in Kombination mit dem Einsatz eines Defibrillators.

OHCA<sup>38</sup> victims who receive CPR from a bystander or an EMS<sup>39</sup> provider, and those who are found in VF or VT, are much more likely to survive than those who do not. Moreover, we found that the strength of association between VF/VT and survival was greatest in locations in which a defibrillator is available at public sites.<sup>40</sup>

---

<sup>35</sup>Trappe et al. 2005: 288.

<sup>36</sup>American Heart Association 2000: I-66 f.

<sup>37</sup>Link et al. 2010: S708.

<sup>38</sup>Out of hospital cardiac arrest: Prähospitaler Herz-Kreislauf-Stillstand.

<sup>39</sup>Emergency medical services: Rettungsdienst.

<sup>40</sup>Sasson et al. 2010: 74.

Die Bundesärztekammer empfiehlt ein maximales Zeitintervall von 5 Minuten bis zur Defibrillation.<sup>41</sup> Valenzuela et al. stellten Überlebensraten von 74 % fest, wenn innerhalb von 3 Minuten defibrilliert wurde. Kam es erst nach 3 Minuten zu einer Defibrillation, waren es noch 49 %.<sup>42</sup>

Es gab in einer Studie von Hallstrom/Ornato verbesserte Überlebensraten, wenn die HLW durch trainierte Laien mit Unterstützung eines AEDs durchgeführt: „There were more survivors to hospital discharge in the units assigned to have volunteers trained in CPR plus the use of AEDs (30 survivors among 128 arrests) than there were in the units assigned to have volunteers trained only in CPR [...]“<sup>43</sup>

Nach Field et al. haben Personen mit VF und pVT bei einem beobachteten Herz-Kreislauf-Stillstand und sofortiger HLW mit der Unterstützung eines Defibrillators bessere Überlebenschancen im Vergleich zu anderen Ursachen für Herz-Kreislauf-Stillstand.

The vast majority of cardiac arrests occur in adults, and the highest survival rates from cardiac arrest are reported among patients of all ages with witnessed arrest and a rhythm of VF or pulseless ventricular tachycardia (VT). In these patients the critical initial elements of CPR are chest compressions and early defibrillation.<sup>44</sup>

Wik et al. weisen darauf hin, dass sich komplexe, lange Schulungsprogramme für AED-Einweisungen als nicht notwendig erweisen können, da die AED-Bedienung auch für untrainierte Laien fehlerfrei durchführbar ist.

These findings suggest that use of an AED by untrained laypersons may be feasible and that complex and time-consuming training programmes may not be necessary. The present study also supports the need for annual training and recertification.<sup>45</sup>

---

<sup>41</sup>Bundesärztekammer 2008: o. S.

<sup>42</sup>Valenzuela et al. 2000: 1206.

<sup>43</sup>Hallstrom/Ornato 2004: 637.

<sup>44</sup>Field et al. 2010: 642.

<sup>45</sup>Wik et al. 2003: 167.

Die Einfachheit der Anwendung von AEDs wurde von Gundry et al. erforscht. Zwei Gruppen wurden eingeteilt. In der einen Gruppe wurden 22 Personen aus dem Rettungswesen (Emergency Medical Technicians/Paramedics) eingesetzt, in der anderen 15 Sechstklässler, welche noch nie Defibrillatoren bedient haben. Die Bedienung erfolgte bei beiden suffizient für eine Reanimation. Sie schließen daraus, dass Schulungen für AEDs sehr stark vereinfacht werden können.

Recent technological developments and emphasis on human-factors design have made these devices much more portable and straightforward to use. These factors have supported the notion of a broader use of AEDs, including laypersons. In this study, statistically significant reductions in defibrillation times were seen with EMTs/paramedics versus untrained lay subjects. The absolute differences between groups, however, were small and may be of little clinical relevance. Furthermore, lay subjects demonstrated proficient electrode placement and safety precautions with the AED system used. These findings suggest that use of this AED by untrained laypersons may be feasible and that complex and time-consuming training programs may not be necessary.<sup>46</sup>

Es ist von Vorteil für eine Reanimation, wenn vorab Reanimationstraining durchgeführt wurde, so Kuramoto et al. Auch das Vorhandensein von AEDs im öffentlichen Raum könnte das Interesse an solchen Trainings erhöhen.

Experience of CPR training had an impact on the willingness comparable with experience of actual bystander CPR. Awareness of the presence of AEDs in public spaces is a significant factor in CPR training. The prevalence of AEDs might promote interest in CPR training and advance public willingness to attempt CPR.<sup>47</sup>

---

<sup>46</sup>Gundry et al. 1999: 1707.

<sup>47</sup>Kuramoto et al. 2008: 479.

### 2.3.1. Bedienungssicherheit

AEDs bestimmen durch Sensivität und Spezifität, ob sie einen Schock abgeben, wie folgend durch Gruner/Stegherr/Veith beschrieben:

Auf dem weltweiten Markt kommen manuelle, halbautomatische und vollautomatische Defibrillatoren zum Einsatz. Diese weisen eine unterschiedliche Sensivität und Spezifität auf. Unter Sensivität wird das Erkennen defibrillationspflichtiger Rhythmen<sup>48</sup> und die Freigabe eines Schocks verstanden, wohingegen Spezifität das Erkennen von nicht defibrillationspflichtigen Rhythmen<sup>49</sup> mit der Nichtfreigabe eines Schocks bedeutet.<sup>50</sup>

Bei halbautomatischen Geräten liegt die Sensivität bei über 95 %, die Spezifität bei nahezu 100 %.<sup>51</sup>

Es existieren gewisse Einschränkungen bei der Nutzung von AEDs. Wasser gefährdet die Helfer bei der Nutzung. Falls ein Helfer während eines Schocks Kontakt mit dem Wasser hat, in dem auch ein Patient liegen könnte, können den Helfer auch elektrische Schocks oder Verbrennungen treffen. Außerdem sollten Kinder unter 8 Jahren oder unter 25 kg Körpergewicht nicht mit einem Defibrillator behandelt werden.<sup>52</sup>

### 2.3.2. Elektrische Interferenzen

Herr Kunzendorf (Hochbahn, Fachbereich Kommunikationssysteme) wies darauf hin, dass die Hochbahn mit 750 Volt Gleichstrom versorgt wird.<sup>53</sup> Die Defibrillatoren der U-Bahn München haben ein Bahnstromtauglichkeitszertifikat erhalten.<sup>54</sup>

---

<sup>48</sup>VF oder pVT; d. Verf.

<sup>49</sup>Sinusrhythmus, elektromechanische Entkopplung oder Asystolie; d. Verf.

<sup>50</sup>Gruner/Stegherr/Veith 2006: 34.

<sup>51</sup>Ebd.: 35.

<sup>52</sup>vgl. American Heart Association 2000: I-64.

<sup>53</sup>Kunzendorf 2013: o. S.

<sup>54</sup>Grolms 2013: o. S.

Ein Problem kann in Verbindung mit Wechselstromanlagen, wie beispielsweise bei der S-Bahn eingesetzt, vorkommen. Schlimp et al. haben in Österreich eine Untersuchung durchgeführt, die den Einfluss von Wechselstrom auf EKGs durch die Bahnstromversorgung bemessen sollte. Sie haben erhebliche Beeinflussungen festgestellt:

In conclusion, we here show that near 16.7-Hz power lines the EMI intensity in the tested human surface ECG was in direct linear correlation with magnetic induction and caused relevant disturbance of ECG-rhythms to a degree that proper diagnosis was rendered impossible.<sup>55</sup>

## 2.4. Frühdefibrillation

Durch den Einsatz von AEDs kann die Zeit vom Herz-Kreislauf-Stillstand bis zur ersten Defibrillation erheblich gesenkt werden.

Frühdefibrillation ist laut AHA für das Klinikum mit Defibrillation mit unter 3 Minuten empfohlen<sup>56</sup>, präklinisch mit 3–5 Minuten nach Herz-Kreislauf-Stillstand<sup>57</sup>.

Die Frühdefibrillation im Laufe der Wiederbelebung ist laut Link et al. kritisch für das Überleben. Man spricht von einer Verkürzung der „call-to-arrival-time“, bei der durch das Handeln eines Ersthelfers dem Betroffenen wesentlich früher Hilfe zugehen kann als beispielsweise durch den Rettungsdienst.

Early defibrillation is critical to survival from sudden cardiac arrest (SCA) for several reasons: the most frequent initial rhythm in out-of-hospital witnessed SCA is ventricular fibrillation (VF), the treatment for ventricular fibrillation is defibrillation, the probability of successful defibrillation diminishes rapidly over time, and VF tends to deteriorate to asystole over time.<sup>58</sup>

---

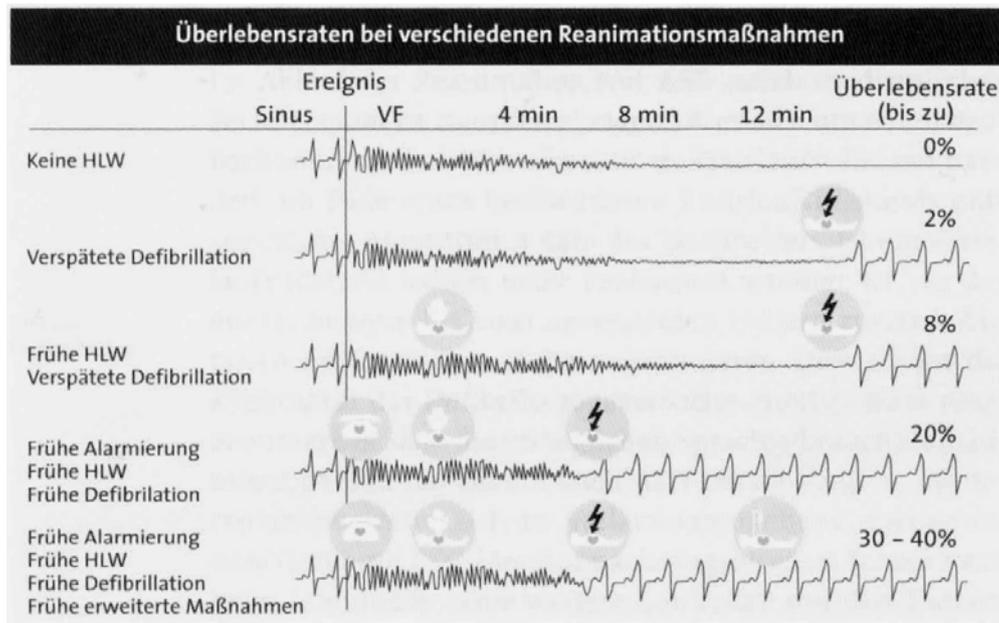
<sup>55</sup>Schlimp et al. 2007: 404.

<sup>56</sup>Link et al. 2010: S711.

<sup>57</sup>Berg et al. 2010: S694.

<sup>58</sup>Link et al. 2010: S706.

Die Überlebensraten in Abhängigkeit verschiedener Reanimationsmaßnahmen nach AHA finden sich in Abbildung 5. Wie gezeigt, ergibt die HDM in Zusammenhang mit einer frühzeitigen Defibrillation Überlebensraten von 30–40 %. Bei HDM mit Defibrillation nach über 12 Minuten, die beispielsweise durch den eintreffenden Rettungsdienst durchgeführt wird, liegt die Überlebensrate bei 8 %.



**Abbildung 5:** Überlebensraten in Abhängigkeit verschiedener Reanimationsmaßnahmen nach AHA; aus: Gruner/Stegherr/Veith 2006: 96

Frühdefibrillation kann laut Gottschalk et al. zu einer höheren Auftrittswahrscheinlichkeit von ROSC sowie zu anderen positiven Effekten führen.

We conclude that early defibrillation provides a higher incidence of return of a spontaneous circulation, a reduced need for antiarrhythmics and shorter in-hospital treatment times in patients with out-of-hospital ventricular fibrillation.<sup>59</sup>

<sup>59</sup>Gottschalk et al. 2002: 15.

Kloeck et al. weisen darauf hin, dass die Implementation von Frühdefibrillation durch begleitende Maßnahmen flankiert werden sollte:

- Establish acceptance, support, and coordination by responsible community medical and EMS authorities.
- In some specific situations consider combining training programs for bystander defibrillation with training in BLS, with careful monitoring of results.
- Arrange for review of all clinical applications of an AED by a medically qualified program coordinator or a designated representative.
- Plan for critical program evaluation at two levels: individual clinical uses and overall EMS system effects.
- Use only AEDs; practical considerations render manual defibrillators inadvisable for lay use.
- Continue innovations to produce simple, lightweight, economically priced, and highly reliable AEDs.<sup>60</sup>

---

<sup>60</sup>Kloeck et al. 1997: 2183 f.

## 2.5. Public Access Defibrillator-Programme

Die Anwendung von AEDs durch zufällig anwesende untrainierte Laien bei Patienten mit Herz-Kreislauf-Stillstand wird als Public-Access-Defibrillation (PAD) bezeichnet.<sup>61</sup> Durch den Einsatz der AEDs wird Frühdefibrillation ermöglicht.

### 2.5.1. Studienergebnisse

Valenzuela et al. haben im Jahr 2000 verschiedene Kasinos in Nevada, U.S.A., flächendeckend mit AEDs ausgestattet. Die Unterbringungspunkte der AEDs wurden so gewählt, das ein Anwendungsintervall von 3 Minuten vom Kollaps bis zur Defibrillation ermöglicht wurde. Ebenso wurde das Sicherheitspersonal der Kasinos im Umgang mit AEDs geschult. Wiederbelebungsmaßnahmen waren ihnen bereits bekannt. Bei 105 Patienten, deren initialer Rhythmus VF war, wurde ein AED eingesetzt. Innerhalb von  $3,5 \pm 2,9$  Minuten wurde der Defibrillator angebracht, nach  $4,4 \pm 2,9$  Minuten die erste Defibrillation durchgeführt und nach  $9,8 \pm 4,3$  Minuten erreichten die Paramedics den Ort. 56 Patienten überlebten bis zur Entlassung aus dem Klinikum. Von den 90 Patienten, bei denen der Herz-Kreislauf-Stillstand beobachtet wurde, stand die Überlebensrate bei 74%, wenn sie innerhalb von 3 Minuten defibrilliert wurden. Die Überlebensrate betrug 49%, wenn sie nach mehr als 3 Minuten reanimiert wurden. Daraus folgern sie, dass Frühdefibrillation die Überlebensrate für Personen mit VF präklinisch verbessern kann. Reaktionszeiten von weniger als 3 Minuten bis zur Defibrillation sind erforderlich, um die höchsten Überlebensraten zu erzielen.<sup>62</sup>

In Piazzeria, Italien haben Capucci/Aschieri/Piepoli von 1999 bis 2002 untersucht, wie sich das von ihnen initiierte Projekt „Progetto Vita“ etabliert. Das Projekt ist die erstmalige Einführung präklinischer Frühdefibrillation durch medizinische Laien.

---

<sup>61</sup>Trappe 2009: 39.

<sup>62</sup>Valenzuela et al. 2000: 1206.

39 AEDs wurden in Piazenza verteilt: 12 in Orten mit hohem Risiko, 12 in Rettungswagen, welche mit Laien besetzt waren und 15 in Polizeifahrzeugen. 1 285 Laienhelfer wurden für die Hilfe bei plötzlichem Herztod trainiert. In den ersten 15 Monaten wurden 203 Meldungen vom plötzlichen Herztod durchgegeben, 197 davon korrekterweise. Die Überlebensrate insgesamt lag bei 5,6%. Die Rate nahm von 2,9% auf 11,1% mit der Unterstützung durch die eingeführte medizinische Notfallversorgung zu. In 106 Fällen kamen die Helfer mit  $5 \pm 1$  Minuten vor dem Rettungsdienst, der mit  $6 \pm 2$  Minuten eintraf, an. Capucci/Aschieri/Piepoli schließen daraus, dass die Einführung der Defibrillatoren Frühdefibrillation ermöglicht und die Überlebensrate verdreifacht.<sup>63</sup>

An drei Flughäfen in Chicago, U.S.A., haben Caffrey et al. 2002 eine ebenso flächendeckende Installation von AEDs durchgeführt. Die Nutzung von Defibrillatoren wurde durch Videos, Flyer und Medienberichterstattung begleitet. Über einen Zeitraum von 2 Jahren hatten 21 Personen einen Herzinfarkt, von denen 18 VF hatten. Mit zwei Ausnahmen waren die Helfer freiwillig und zufällig vor Ort. Bei 9 wurde innerhalb von 5 Minuten eine Defibrillation durchgeführt. Bei 4 Patienten war kein Defibrillator in der Nähe oder innerhalb von 5 Minuten benutzt worden, diese Patienten verstarben. 3 weitere verblieben trotz der Nutzung des AEDs in VF und verstarben. 11 Patienten mit VF wurden erfolgreich reanimiert. Davon erlangten 8 schon vor der Einlieferung in das Klinikum ihr Bewusstsein wieder. 6 von 11 Helfern hatten keine Einweisung oder Erfahrung im Umgang mit AEDs, obwohl 3 von ihnen einen medizinischen Titel hielten. 10 von 18 Patienten lebten ohne neurologische Einschränkungen nach 1 Jahr. Die Autoren bemerken am Ende, dass die AEDs effektiv genutzt wurden. Der Großteil der Helfer war Laien.<sup>64</sup>

In einer landesweiten Studie in Japan erhoben Kitamura et al. den Zusammenhang zwischen Verfügbarkeit von AEDs auf Verbesserungen des Patienten-Outcome. Sie werteten eine Summe von 312 319 Datensätzen über einen Zeitraum vom 01.01.2005

---

<sup>63</sup>Capucci/Aschieri/Piepoli 2002: 721 f.

<sup>64</sup>Caffrey et al. 2002: 1242.

bis 31.12.2007 aus. Die entsprechenden Patienten hatten einen präklinischen Herzinfarkt. Bei 12 631 lag VF, dessen Ursache kardial war, vor. Diese Personen erlitten einen Herz-Kreislauf-Stillstand unter Beobachtung. 462 dieser Personen erhielten Defibrillation durch AEDs von Laien. Diese Proportion stieg von 1,2 % auf 6,2 %, während die landesweite Dichte von AEDs zunahm. Die mittlere Zeit bis zur Defibrillation sank im Zuge der Zeit mit der Einführung von AEDs von 3,7 auf 2,2 Minuten ab. 14,4 % der Patienten mit VF mit kardialen Ursachen waren einen Monat nach Entlassung aus dem Klinikum mit minimalen neurologischen Einschränkungen am Leben; Patienten mit AED-Defibrillation zu 31,6 %. Frühdefibrillation ist mit einem guten neurologischen Outcome assoziiert.<sup>65</sup>

Trappe et al. weisen darauf hin, dass vor der Einführung eines PAD-Programmes zunächst ein flächendeckendes First Responder-Programm erstellt werden sollte, auf dem aufbauend ein PAD-Programm etabliert wird. Außerdem sollten Schulungsmaßnahmen für Laien zur Reanimation existieren. In jedem Falle seien jedoch die Überprüfung der Wirtschaftlichkeit eines solchen Programmes vonnöten.<sup>66</sup>

In einer weiteren Ausarbeitung stellt Trappe in Frage, ob AED-Konzepte wirklich sinnvoll sind oder man sich eher wieder allein auf die HLW konzentrieren sollte. Die AED-Ära sei vorbei und das Engagement in AED-Programmen deutlich verebbt. Gerade durch den finanziellen Aspekt und die regelmäßig durchzuführenden Schulungen sei klar geworden, dass Projekte dieser Art mühsam sein können. Es stellt fest, dass nichtsdestotrotz die Laienreanimation in Verbindung mit schneller AED-Anwendung die Prognose von Patienten mit Herz-Kreislauf-Stillstand erheblich verbessert.<sup>67</sup>

Im Zusammenhang mit Defibrillationsprogrammen gibt es verschiedene Anwenderkreise, wie in Abbildung 6 dargestellt wird. Beim sogenannten *Fire Extinguisher Approach* werden AEDs, ähnlich Feuerlöschern, in hoher Anzahl im öffentlichen Raum bereitgestellt, um im Notfall sofort griffbereit zu sein. Valenzuela et al., Capucci/Aschieri/Piepoli und

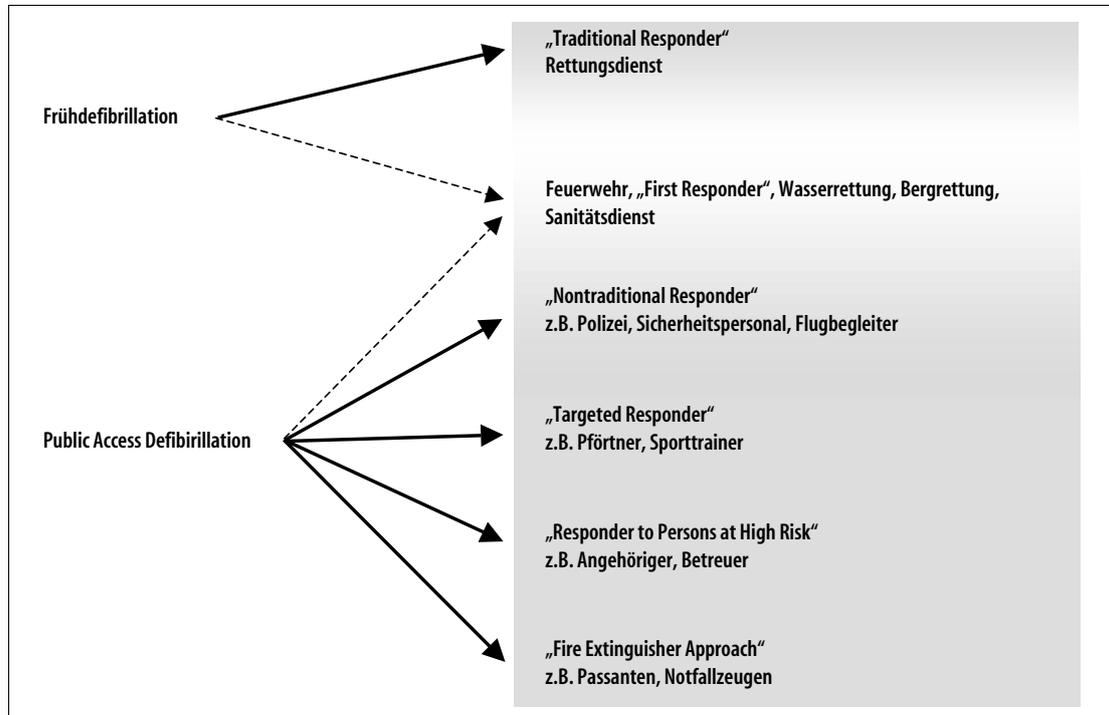
---

<sup>65</sup>Kitamura et al. 2010: 994.

<sup>66</sup>Trappe et al. 2005: 289.

<sup>67</sup>Trappe 2012: 36.

Caffrey et al. haben durch ihre Studien bewiesen, dass der *Fire Extinguisher Approach* finanziell und strukturell machbar und sinnvoll ist. Die weiteren Rollen werden in der Abbildung beschrieben.



**Abbildung 6:** Zuordnung der designierten Anwenderkreise im angloamerikanischen Sprachraum; aus: Burghofer et al. 2004: 23

Weitere Ausführungen zu PAD-Programmen findet sich bei Priori et al.<sup>68</sup> und im Positionspapier von Trappe et al.<sup>69</sup>. Die AHA hat im Zuge ihrer CoSTR-Empfehlungen einen eigenen Teil für Defibrillatoren veröffentlicht<sup>70</sup>. Schließlich wurde eine Machbarkeitsstudie in Bayern durchgeführt, welche PAD-Programme weltweit sehr detailliert beschreibt und bewertet<sup>71</sup>.

<sup>68</sup>Siehe Priori et al. 2001.

<sup>69</sup>Siehe Trappe et al. 2005.

<sup>70</sup>Siehe Link et al. 2010.

<sup>71</sup>Siehe Burghofer et al. 2004: 54 ff.

### 2.5.2. Installationsempfehlungen zu PAD-Programmen

PAD-Programme sollten nicht einzig durch die Installation von AEDs in der Öffentlichkeit durchgeführt werden. Es werden weitere Maßnahmen benötigt, wie das folgende Kapitel aufzeigen soll.

Die AHA stellt verschiedene Voraussetzungen fest, die für ein PAD-Programm sprechen:

- Die begründete Wahrscheinlichkeit des Auftretens von Herzstillständen, so dass alle 5 Jahre ein AED benutzt werden wird (geschätzte Rate ist 1 Herzstillstand pro 1 000 Personenjahre)
- Der Rettungsdienst kann nicht innerhalb von 5 Minuten nach dem Anruf vor Ort sein und einen Schock durch einen Defibrillator abgegeben haben. In vielen Strukturen kann diese Zeit durch trainierte und gut ausgerüstete Laien überbrückt werden:<sup>72</sup>
  - Einbringen als „First Responder“
  - Erkennen von Herzstillstand
  - Notruf zu benötigten Zeiten absetzen
  - HLW durchführen
  - AED sicher anbringen und anwenden

---

<sup>72</sup>American Heart Association 2000: I-60.

Die Bundesärztekammer befürwortet den Einsatz von PAD, wenn diese funktionsgerecht eingesetzt werden. Dies bedeutet:<sup>73</sup>

- ein Eingreifintervall  $\leq 5$  Minuten
- das PAD-System ist in den Rettungsdienst eingebunden
- die Analysefähigkeit der AEDs ist gut
- das PAD-Programm wird durch medizinisches Qualitätsmanagement überwacht

Gruner/Stegherr/Veith setzen einen Zwei-Jahres-Rhythmus voraus, in dem das Gerät eingesetzt wird, um seine Tauglichkeit beweisen zu können.

Public-Access-Defibrillations-Projekte werden dort empfohlen, wo ein AED-Gerät vermutlich mindestens einmal innerhalb von zwei Jahren bei einem Herz-Kreislauf-Stillstand zur Anwendung kommt. Gleichzeitig mit einer entsprechenden Ausstattung mit AED-Geräten muss die Schulung und Einweisung von Laienhelfern in die Basisreanimation und in die Bedienung der Geräte erfolgen. In Frühdefibrillation geschulte Laien und Ersthelfer führen bis zum Einsatz des AED-Geräts selbstständig Basismaßnahmen der Reanimation durch.<sup>74</sup>

Der Großteil der Fälle des plötzlichen Herztodes tritt zu Hause ein, so Priori et al. Dies bedeutet, dass ca. 15 % aller Herz-Kreislauf-Stillstände im öffentlichen Raum anzutreffen sind:

Eighty percent of out-of hospital cases [of SCD; d. Verf.] occurred at home and about 15 % on the street or in a public place. Forty percent of SCDs were unwitnessed.<sup>75</sup>

---

<sup>73</sup>Bundesärztekammer 2008: A1025.

<sup>74</sup>Gruner/Stegherr/Veith 2006: 48.

<sup>75</sup>Priori et al. 2001: 1377.

## 2.6. Kosteneffektivität von PAD-Programmen

Ein Punkt, der bei PAD-Programmen beleuchtet werden muss, ist die Kostenfrage. Bei der Betrachtung der Kosteneffizienz spielen dabei zwei Arten von Ausgaben eine Rolle. Dies sind einmal direkte Kosten durch Anschaffung, Wartung und Schulung. Weiterhin existieren indirekte Kosten durch den Einfluss von plötzlichem Herztod auf die Gesellschaft. Faktoren wie die Kosten für Langzeitbehandlungen von neurologisch geschädigten Patienten oder Kosten für Transport und Behandlung von Patienten, die mit der Hilfe von PAD-Programmen überlebt haben, müssen mit berücksichtigt werden. Insgesamt gibt es nur wenige Publikationen, die sich mit der Kosteneffektivität von PAD-Programmen auseinandersetzen.<sup>76</sup>

Das ERC rät dazu, sich bei den geplanten Kosten eines PAD-Programmes mit allen berührenden Kostenfaktoren auseinanderzusetzen:

*Recommendation 10*

*It is important that when budgeting the cost of an early defibrillation programme, the annual costs should include an allowance for maintenance including equipment, personnel, training, and monitoring costs.*<sup>77</sup>

### 2.6.1. Direkte Kosten

Was die direkten Ausgaben betrifft, so haben Burghofer et al. 2004 den aktuellen Stand der Kostenanalysen im PAD-Bereich zusammengefasst:

Es existieren nur wenige Publikationen, die eine Kosten-Nutzen-Analyse der „Public Access Defibrillation“ zum Ziel haben. Analysen unter volkswirtschaftlichen Aspekten kommen zu kontroversen Ergebnissen. Für einzelne Lokalisationen ist die Wahrscheinlichkeit, Ort eines

---

<sup>76</sup>Burghofer et al. 2004: 54 f.

<sup>77</sup>Priori et al. 2004: 443, Hervorhebungen im Original.

Herzstillstandereignisses zu sein, von entscheidender Bedeutung für die Kosteneffektivität eines AED/PAD-Programmes.<sup>78</sup>

An den Flughäfen in Chicago (siehe Kapitel 2.5) nahmen Caffrey et al. für ihre Defibrillatoren eine Laufzeit von minimal 10 Jahren an. Durch diese Voraussetzung sind sie unter Berücksichtigung der Geräte, Halterungen, Alarmsysteme und qualitätssichernden Maßnahmen auf Kosten von 35 000 US\$ gekommen. Unter der Berücksichtigung der Studienergebnisse führt dies zu Kosten von 3 000 US\$ pro Patient und 7 000 US\$ pro gerettetem Leben. Weiterhin stellten sie fest, dass der Großteil der Patienten vor der Einlieferung in das Klinikum das Bewusstsein wiedererlangten, was sich auf die Folgekosten (beispielsweise künstliche Beatmung oder Behandlung in der Intensivstation) auswirkt. Trotzdem fordern sie weitere Untersuchungen, um diese Kosteneinsparungen zu bestätigen.<sup>79</sup>

Capucci et al. gaben in Piazzeria (siehe Kapitel 2.5) 270 000 US\$ aus, um 39 AEDs zu beschaffen und 1 285 freiwillige Helfer innerhalb von 22 Monaten auszubilden. Dies geschah in kostenloser Zusammenarbeit mit den lokalen Radio- und Nachrichteneinrichtungen.<sup>80</sup>

Bei einem 7-jährigem AED-Programm in den U.S.A. in Kooperation mit der Polizei stellten Forrer et al. fest, die Kosten für die Rettung eines Lebens pro Jahr betrüge 16 060 US\$ bei Gesamtkosten von 70 342 US\$. Sie stellten einen potenziellen Vorteil durch die verkürzte Ankunftszeit eines Defibrillators mit geschätzten 23 542 US\$ pro gerettetem Leben und gesparten Kosten von 5 375 US\$ pro Jahr pro gerettetem Leben.<sup>81</sup>

---

<sup>78</sup>Burghofer et al. 2004: 56.

<sup>79</sup>Caffrey et al. 2002: 1245.

<sup>80</sup>Capucci et al. 2002: 1069.

<sup>81</sup>Forrer et al. 2002: 25.

In Ontario, Kanada, wurde geschätzt, dass die Implementierung von AEDs zu Kosten von 51 579 CA\$ führen würden. In den Folgejahren würden diese Gesamtkosten jedoch auf ca. 50 000 CA\$ sinken und jedes gerettete Leben 2 632 CA\$ kosten.<sup>82</sup>

Matula et al. stellten im U-Bahn-Projekt in München (siehe Kapitel 2.5) fest, dass sich die Gesamtkosten des Projektes auf 181 300 EUR beliefen. Umgerechnet bedeuten dies 22 662 EUR/Überleber.<sup>83</sup>

Burghofer et al. schlussfolgerten 2004, dass eine Effektivitätsgrenze für PAD-Programme existiert:

Als Grenzwert, ab dem die volkswirtschaftlichen Kosten für ein gewonnenes Lebensqualitätadjustiertes Lebensjahr nicht mehr vertretbar erscheinen, wird in den USA die *Summe von 50.000 US\$* angenommen.<sup>84</sup>

Legt man die 50 000 US\$ zugrunde, so waren die angeführten Beispiele aus Kostensicht vertretbar.

### 2.6.2. Indirekte Kosten

Indirekte Kosten werden nach Nichol beispielsweise mit Hilfe des Lebensqualität-adjustiertem Lebensjahrs geschätzt, wie Burghofer et al. beschreiben. Dieser Faktor wird mit einem Wert zwischen Null und Eins multipliziert. Null ist hierbei der Tod, Eins bedeutet Gesundheit, nicht eingeschränkt durch Erkrankungen oder Behinderungen. Es werden die Kosten pro gewonnenem Lebensqualität-adjustiertem Lebensjahr bewertet.<sup>85</sup>

Nichol et al. setzten sich 1998 mit dem möglichen Potential von Kosteneffektivität durch PAD auseinander. Die Kosten durch ein PAD-Programm in Assoziation mit

---

<sup>82</sup>Health Quality Ontario 2005: 8.

<sup>83</sup>Matula et al. 2009: o. S.

<sup>84</sup>Burghofer et al. 2004: 55, Hervorhebung durch den Verfasser.

<sup>85</sup>Ebd.: 55.

Laienhelfern betragen 44 000 US\$ pro Lebensqualität-adjustiertem Lebensjahr. Bei einem PAD-Programm mit der Polizei würden diese Kosten noch 27 200 US\$ pro Lebensqualität-adjustiertem Lebensjahr betragen. Sie schlussfolgern daraus, dass PAD-Programme ökonomisch attraktiv sein könnte.<sup>86</sup>

2003 stellten Nichol et al. fest, dass bei hohen Fallzahlen von plötzlichem Herztod ein PAD-Programm mit geschulten Ersthelfern eine gute Alternative zum klassischen Rettungsdienst sei. Sie berichteten, dass der Rettungsdienst Kosten von 14 100 US\$ pro Herzinfarkt hat. Trainierte Laienhelfer in Kasinos ergeben zusätzliche Kosten von 56 700 US\$ pro Lebensqualität-adjustiertem Lebensjahr. Es kann große Unterschiede bei PAD-Programmen geben. In internationalen Flughäfen liegen die Kosten pro Lebensqualität-adjustiertem Lebensjahr bei 55 200 US\$, in einem Gemeindezentrum bei 10 324 900 US\$. Wären die Inzidenzraten vom plötzlichen Herztod jedoch sehr gering und der Rettungsdienst in etwa so schnell wie die geschulten Ersthelfer, wäre der Einsatz finanziell fraglich. Aufgrund dessen sollte bei der Installation eines Defibrillationsprogrammes mit einbezogen werden:

- die Inzidenz von plötzlichem Herztod
- die geschätzte Zeit bis zur Defibrillation durch Helfer und
- die Überlebensraten durch das Rettungswesen.

Bei hoher Inzidenz, kurzer Defibrillationszeit und schlechtem strukturellem Aufbau des Rettungswesens folgerten sie eine höhere Kosteneffektivität.<sup>87</sup>

In einer prospektiven Studie im Jahre 2009 berichten Nichol et al. von Unterschieden in der bloßen HLW im Vergleich zu HLW mit AED. Bei der bloßen HLW entstanden Kosten von 42 400 US\$ im Zusammenhang mit 0.58 Lebensqualität-adjustiertem Lebensjahren.

---

<sup>86</sup>Nichol et al. 1998: 1315.

<sup>87</sup>Nichol et al. 2003: 700 f.

HLW und AED ergaben 1.14 Lebensqualität-adjustiertem Lebensjahre, Kosten in Höhe von 68 400 US\$ und Langzeitkosten von 46 700 US\$ pro Lebensqualität-adjustiertem Lebensjahr. Sie schließen, dass das Training und das Ausstatten von Laienhelfern für die Defibrillation eine erhöhte Kosteneffektivität, ähnlich zu anderen gesundheitssteigernden Maßnahmen, haben könnte.<sup>88</sup>

Sie beschreiben weiterhin, dass bei angenommenen Kosten von 100 000 US\$ pro Lebensqualität-adjustiertem Lebensjahr eine Chance von 99,7 % besteht, dass PAD-Programme kosteneffektiv sind. Sollte die Gesellschaft höchstens 50 000 US\$ bereitstellen, läge die Chance bei 63,7 %.<sup>89</sup>

Nichol et al. wiesen darauf hin, dass einige der Kosten in ihren Studien nicht komplett bekannt sind und geschätzt wurden. Sie haben unter anderem die Kosten für die Versorgung des Patienten durch den Rettungsdienst nicht als Faktor mit aufgenommen. Weiterhin wurden die Lohnfortzahlungskosten für die Schulung der Ersthelfer nicht mit einberechnet. Weitere Punkte wurden identifiziert. Der Autor dieser Arbeit schließt daraus, dass die Gesamtkosten somit insgesamt höher liegen als durch die Studien angegeben.<sup>90</sup>

### 2.6.3. Finanzierungsmodelle

Was die Finanzierung eines PAD-Programms angeht, so gibt es unterschiedliche Modelle, die in Betracht gezogen werden können.

---

<sup>88</sup>Nichol et al. 2009: 226.

<sup>89</sup>Ebd.: 229.

<sup>90</sup>Nichol et al. 1998: 1316 f.; Nichol et al. 2003: 698 f.; Nichol et al. 2009: 227.

### **Eigenerwerb**

Der Preis eines AEDs wurde im Jahre 2004 mit ca. 1 500 EUR angegeben.<sup>91</sup> Hierbei ist zu berücksichtigen, dass mindestens die Anzahl der geplanten AEDs pro zu versorgendem Objekt plus mindestens ein Wechsexemplar beschafft werden muss.

### **Spende**

Über die Gründung eines Vereines könnte die Möglichkeit eingeräumt werden, Geräte auf Spendenbasis zu erhalten. Diese wiederum könnten der Hochbahn oder einem Kooperationspartner zur Verfügung gestellt werden. Die U-Bahn München führt ein ähnliches Modell durch. Der Verein „München gegen den plötzlichen Herztod e.V.“ hat die Ziele, finanzielle Mittel zur Beschaffung von AEDs über Spenden aufzubringen. Dieser Verein spendet die Geräte an die Berufsfeuerwehr München. Durch einen Gestattungsvertrag, den die U-Bahn München mit der Berufsfeuerwehr München geschlossen hat, werden die AEDs an den Haltestellen der U-Bahn untergebracht. Gemeinsam mit der Münchner Verkehrsgesellschaft (MVG) wird die Wartung der Geräte durchgeführt. Die MVG trägt die Kosten für die Infrastruktur der Anbindung der AEDs.<sup>92</sup>

### **Leasing**

Durch Leasing können die AED-Geräte günstig angeschafft und durch den Leasing-Partner automatisch gewartet werden. Die hohen Investitionskosten fallen weg, genauso das zeitaufwendige Updaten aller AEDs, falls sich die Leitlinien der ILCOR ändern sollten.

---

<sup>91</sup>Burghofer et al. 2004: 53 f.

<sup>92</sup>Grolms 2013: o. S.

#### 2.6.4. Auftretende Kosten

Neben den Anschaffungskosten gibt es noch eine Reihe weiterer Ausgaben, die bei der Finanzierung berücksichtigt werden müssen.

##### **Umbauten**

Für die Installation von AEDs an den Haltestellen sind Umbauten vonnöten. Diese schließen einerseits die technische Anbindung, die Sicherung und die Meldung bei Entnahme mit Aufschaltung eines Videobildes mit ein.

Bei einer Integration von AEDs in die Meldesäulen neuerer Generation müssen Umbauten an diesen vorgenommen werden.

##### **Wartung**

Ein auf die AEDs eingewiesener Mitarbeiter muss die Defibrillatoren im regelmäßigen Turnus laut MPG überprüfen, siehe Kapitel 2.7. Hierfür fallen Mitarbeiterkosten an.

Ebenso müssen die Klebeelektroden nach ihrem Mindesthaltbarkeitsdatum getauscht werden. Die Kosten für diese Elektroden unterscheiden sich teilweise erheblich.<sup>93</sup>

##### **Schulung Mitarbeiter**

Burghofer et al. haben folgende Punkte identifiziert, die bei den Personalkosten anfallen könnten:

Bei unabhängiger Durchführung der Ausbildung durch Ressourcen des AED/PAD-Programmes können für folgende Positionen Aufwendungen anfallen:

- Ausbildungskosten für die programmeigenen Trainer

---

<sup>93</sup>Burghofer et al. 2004: 53.

- Personalkosten für die Programmorganisation und -leitung
- Personalkosten für die programmeigenen Trainer
- Personalkosten für die designierten Anwender (Arbeitsausfall)
- Materialkosten für Trainings-AEDs und Manikins
- Materialkosten für sonstige medizinisch-technische Ausrüstung, die im jeweiligen Programm zur Verfügung steht
- Raumressourcen

Bei Durchführung der Ausbildung komplett oder teilweise durch externe Anbieter fallen für folgende Positionen Kosten an:

- Ausbildungskosten für die designierten Anwender, die mit dem jeweiligen Anbieter zu vereinbaren sind
- Alternativ Personalkosten und Leihgebühren für die externen Trainer und externes Trainingsmaterial
- Eventuell Personalkosten für die designierten Anwender (Arbeitsausfall)<sup>94</sup>

#### 2.6.5. Kostenreduktion

Burghofer et al. beschreiben einige Punkte, mit denen die Kosten eines PAD-Programmes gesenkt werden können:

- Identifikation und Einbeziehung von Partnern, die in das AED/PAD-Programm integriert werden, so dass sich der Kostenaufwand auf mehrere Einrichtungen verteilt

---

<sup>94</sup>Burghofer et al. 2004: 53 f.

- Kontaktaufnahme zu anderen AED/PAD-Programmen zur Initiierung von Sammelbestellungen oder gemeinsamer Nutzung von Auswertungs-Hard- und Software
- Kontaktaufnahme zu anderen AED/PAD-Programmen zur Planung gemeinsamer Trainingsmaßnahmen
- Akquirierung von Sponsoren/Spendengeldern<sup>95</sup>

## 2.7. Rechtliche Aspekte

Es existieren verschiedene rechtliche Aspekte, welche bei der Einführung eines PAD-Programmes Berücksichtigung finden müssen.

### 2.7.1. Organisationsintern

Einerseits geht es um organisationsinterne rechtliche Aspekte, die in der Straßenbahn-Bau- und Betriebsordnung sowie der Medizinprodukte-Betreiberverordnungen zu finden sind. Andererseits müssen auch haftungsrechtliche Aspekte geklärt werden.

#### **Straßenbahn-Bau- und Betriebsordnung**

In der Straßenbahn-Bau- und Betriebsordnung (BOStrab) wird neben dem Straßenbahnbetrieb auch der Betrieb von U-Bahnen geregelt. Hier heißt es in § 31 Abs. 4 Nr. 5, Haltestellen müssen versehen sein mit „Mitteln und Einrichtungen zur Ersten Hilfe.“ Der Autor sieht die Möglichkeit, dass AEDs in Zukunft ein Mittel der ersten Hilfe werden und somit ebenso vorgehalten werden müssen.

---

<sup>95</sup>Burghofer et al. 2004: 56.

## Medizinprodukte-Betreiberverordnung

Der Betreiber eines Medizinproduktes ist derjenige, der das Gerät zur Verfügung stellt. Automatisierte externe Defibrillatoren sind aktive, nicht implantierbare Medizinprodukte. Durch den Einsatz von AEDs werden bestimmte Pflichten auferlegt. Die wichtigsten Punkte folgend, entnommen aus *Kassenärztliche Vereinigung Bayerns: Die Medizinprodukte-Betreiberverordnung in der Praxis*.<sup>96</sup>

*Einweisungen* auf Medizinprodukte dürfen nur durch dafür geschulte Personen durchgeführt werden. Es muss ein *Medizinproduktebuch* geführt werden. In diesem werden Funktionsprüfungen, Einweisungen, Kontrollen, Funktionsstörungen und Meldungen dokumentiert. Eine besondere Form ist nicht vorgeschrieben. Weiterhin muss von allen aktiven, nicht implantierbaren Medizinprodukten ein *Bestandsverzeichnis* angelegt werden. Es dient hauptsächlich dazu, dem Betreiber, aber auch Prüfern einen schnellen Überblick über die vorhandenen Geräte zu verschaffen. Die *Gebrauchsanweisungen* der Medizinprodukte müssen jederzeit zugänglich sein. Weiterhin müssen *sicherheits- und messtechnische Kontrollen* (STK/MTK) durchgeführt werden. STK sind beispielsweise für Defibrillatoren und MTK beispielsweise für Blutdruckmessgeräte durchzuführen. Die STK ist meist alle 12 Monate durchzuführen, genaueres befindet sich in der Gebrauchsanweisung oder, falls dort nicht aufgeführt, in der MPBetreibV. Die Ergebnisse der Kontrolle sind im Medizinproduktebuch zu notieren.

## Haftung

Im Falle eines Schadens durch die Nutzung der AEDs der Hochbahn sollte geklärt werden, wer organisatorisch die Haftung übernimmt. In München ist dies der ärztliche Leiter des Betriebes, welcher mit seiner ärztlichen Haftpflichtversicherung geklärt hat, dass diese für Haftungsfragen eintreten würde.<sup>97</sup>

<sup>96</sup>Kassenärztliche Vereinigung Bayerns 2001: 8, Hervorhebungen durch den Verfasser.

<sup>97</sup>Grolms 2013: o. S.

### 2.7.2. Extern zum Fahrgast

Andererseits gibt es auch rechtliche Aspekte, die den Fahrgast betreffen.

Eine Defibrillation ist, rechtlich gesehen, eine Körperverletzung nach StGB § 223. Der Helfer erhält durch den Umstand Rechtssicherheit, dass eine „mindestens mutmaßliche Einwilligung des Opfers“ der Körperverletzung durch die Defibrillation angenommen werden kann.<sup>98</sup>

Bei nicht erfolgter Hilfeleistung könnte StGB § 323c Unterlassene Hilfeleistung zutreffen. Dies gilt nur, wenn es dem Betroffenen zuzumuten gewesen wäre, unter den gegebenen Umständen Hilfe zu leisten.

Weiterhin gibt es eine Feststellung zur Verhältnismäßigkeit der Defibrillation:

Das Bundesministerium der Justiz führt dazu aus: „Entscheidend ist damit immer, ob das Risiko bei Einsatz der Geräte in der konkreten Rettungssituation in einem angemessenen Verhältnis zu den Rettungschancen steht und der Einsatz sorgfältig durchgeführt wurde. Bei der Beurteilung der anzuwendenden Sorgfalt durch medizinische Laien ist auch die von der Bundesärztekammer aufgestellte Empfehlung zur Aus- und Fortbildung von Laien mit zu berücksichtigen.“<sup>99</sup>

Außerdem steht dem Helfer StGB § 34 Rechtfertigender Notstand zur Verfügung. Dieser beschreibt, dass ein Rechtfertigungsgrund für ein rechtsverletzendes Verhalten gegeben werden kann und der Betroffene hierdurch zur Duldung des Verhaltens verpflichtet wird.

---

<sup>98</sup>Hensel 2002: A476.

<sup>99</sup>Ebd.: A476.

## 2.8. Zusammenfassung

Die Laienreanimation bei Herz-Kreislauf-Stillstand, bestenfalls durchgeführt durch einen geschulten Laien mit Nutzung eines AEDs, geht besonders bei zeitnaher Intervention mit besseren Überlebensraten einher als der Einsatz des herkömmlichen Rettungsdienstes. Die Defibrillation ist das wirksamste Mittel gegen VF oder pVT und kann bei frühzeitiger Anwendung bessere Überlebensraten ergeben. AEDs führen den Benutzer durch den Prozess und unterstützen bei der Durchführung der Reanimation. Die Geräte sind bedienungssicher und schaden dem Patienten in keinem Fall.

Weltweit wurden Public-Access-Defibrillationsprogramme etabliert und erprobt. Die Programme haben die Zeit vom Herz-Kreislauf-Stillstand bis zur Defibrillation erfolgreich abgesenkt. Generell wird empfohlen, zunächst ein First Responder-Programm aufzubauen, um dann PAD-Programme einzuführen. Aufgrund des hohen Personenaufkommens bei der Hochbahn ist diese, beispielsweise im Zusammenhang mit der Nutzung von Haltestellen für die Unterbringung von AEDs, eher geeignet für ein PAD-Programm. Vor dem Hintergrund der Betrachtungen von direkten und indirekten Aufwendungen erscheinen PAD-Projekte als sinnvoll, wenn die Kosten pro gerettetem Leben 50 000 US\$ nicht übersteigen und wenn die entsprechenden AEDs mindestens alle 5 Jahre eingesetzt werden.

Es gilt bestimmte rechtliche Vorgaben des Arbeitsschutzes und aus dem Medizinproduktegesetz zu beachten. Laienhelfer sind rechtlich abgesichert. Intern muss festgestellt werden, wer organisatorisch für die AED-Geräte zuständig ist und wie die Haftpflichtabsicherung aufgestellt wird.

Darüber hinaus bestehen Konzepte der Laienreanimation an anderen Standorten in Deutschland, wie im folgenden Kapitel aufgeführt.

### 3. Bestehende Kooperationen im deutschen ÖPNV

Im öffentlichen Personennahverkehr in Deutschland gibt es bereits einige Kooperationen bei PAD-Programmen, die nachfolgend vorgestellt werden.

#### 3.1. U-Bahn München

Bei der U-Bahn München sind 88 Haltestellen mit insgesamt 100 AEDs ausgestattet, 2 Geräte befinden sich im mobilen Einsatz. In naher Zukunft sollen alle Haltestellen mindestens einen AED erhalten. Im Zusammenhang mit der Nutzung der AEDs beobachteten Matula et al. folgende Ergebnisse:

Im Beobachtungszeitraum von 91 Monaten kam es zu AED Einsätzen bei 17 Patienten, davon 14 mit plötzlichem Herztod (82%). Bei 3 Patienten wurde bei nicht-kardialer Ursache kein Schock abgegeben. 12 der 14 Patienten mit plötzlichem Herztod wurden primär erfolgreich reanimiert (86%) und in ein Klinikum eingeliefert. 8 dieser Patienten konnten ohne neurologische Schäden entlassen werden (57%). Bei 10 Patienten lag initial Kammerflimmern vor, davon überlebten 8 ohne neurologische Schäden (80%). Einmalig wurde ein vom Gerät empfohlener Schock durch den Ersthelfer nicht ausgelöst, ansonsten erfolgten korrekte AED-Anwendungen. Technische Fehlfunktionen aufgrund der starken elektromagnetischen Felder in den U-Bahnhöfen traten nicht auf. Die Gesamtkosten des Projektes beliefen sich auf 181.300,00 Euro, d.h. 22.662,00 Euro/Überleber.<sup>100</sup>

Das Projekt wird in München mit verschiedenen Kooperationspartnern durchgeführt. Mitgearbeitet haben:<sup>101</sup>

- der Verein „München gegen den plötzlichen Herztod e. V.“
- die Stadtwerke München GmbH

---

<sup>100</sup>Matula et al. 2009: o. S.

<sup>101</sup>Münchener Verkehrsgesellschaft mbH 2013: o. S.

- die Berufsfeuerwehr München
- die Stadt Garching (3 U-Bahnhöfe) und
- die Münchner Verkehrsgesellschaft mbH.

### 3.2. Flughafen Frankfurt

Am Flughafen Frankfurt wurde im Dezember 2002 ein Defibrillationsprogramm gestartet, bei dem zunächst 16 AEDs in Terminal 1 und 2 aufgebaut wurden, welche für Fluggäste wie auch für Mitarbeiter sichtbar und zugänglich aufgebaut wurden. 1 500 First Responder wurden ausgebildet, 500 hiervon Mitarbeiter des Flughafenpersonals und 1 000 Beamte der Bundespolizei. Ab 2008 wurde der Bestand der AEDs auf insgesamt 44 im Jahr 2010 ausgeweitet. Gaber/Trappe schließen folgendes aus der Nutzung der 44 aufgebauten AEDs im Zeitraum 2003 bis 2010:

Zum jetzigen Zeitpunkt sollten AEDs an Plätzen installiert werden, an denen sich viele Menschen aufhalten, und auch in Kliniken. Schulungen der Mitarbeiter in Reanimationsmaßnahmen und AED-Anwendung sind unerlässlich. Die Ergebnisse der Frühdefibrillation am Flughafen Frankfurt am Main in den Jahren 2003 bis 2010 bestätigen die Ergebnisse mit einer Überlebensrate von 57% bei 14 reanimierten Patienten mit AED-Einsatz.<sup>102</sup>

Auch in Frankfurt arbeiten verschiedene Kooperationspartner mit. Dies sind:<sup>103</sup>

- die Fraport AG
- die Deutsche Herzstiftung e.V. und
- die Unfallkasse Hessen.

---

<sup>102</sup>Gaber/Trappe 2011: 437.

<sup>103</sup>Ebd.: 437.

### 3.3. Üstra Hannover

Da das AED-Projekt in Hannover erst im Juli 2013 gestartet wurde, liegen noch keine wissenschaftliche auswertbaren Ergebnisse hierfür vor. Alle U-Bahn-Stationen und das Kundenzentrum werden mit insgesamt 46 AEDs ausgestattet. Die Wilhelm-Hirte-Stiftung hat hierfür 70 000 und die üstra 60 000 EUR gespendet. Die Feuerwehr Hannover übernimmt den Betrieb der AEDs. Ärztlich und wissenschaftlich begleitet wird das Projekt durch die Kardiologie der Medizinischen Hochschule Hannover. Über ein Multiplikatorprinzip wurden zunächst 10 Mitarbeiter der üstra im Umgang mit den AEDs ausgebildet. Diese haben ihr Wissen üstra-intern an 164 Mitarbeiter aus den Bereichen Leitstelle, Mobile Service Teams, Kundenzentrum sowie dem Sicherheitsdienst protec weitergegeben.

Die Kooperationspartner im AED-Projekt in Hannover sind:<sup>104</sup>

- die Feuerwehr der Landeshauptstadt Hannover
- die Medizinische Hochschule Hannover
- die Deutsche Herzstiftung e.V.
- die Wilhelm-Hirte-Stiftung
- die protec Service GmbH
- die Infrastrukturgesellschaft Region Hannover GmbH und
- die üstra.

---

<sup>104</sup>rc 2013: o. S.

### 3.4. Zusammenfassung

In München, Frankfurt und Hannover hat sich gezeigt, dass Kooperationen für die Einführung von PAD-Programmen eingegangen wurde. Dies ist insbesondere aus dem Blickwinkeln Wartung und medizinische Aufsicht interessant. Die Wartung könnte ein Subunternehmen übernehmen. Die medizinische Aufsicht wiederum eine entsprechende Abteilung in einem Klinikum, jedoch kann auch die Einbindung des Betriebsärztlichen Dienstes der Hochbahn eine Möglichkeit darstellen. Dazu ist der aktuelle Stand der Hochbahn näher zu beleuchten, wie im folgenden Kapitel aufgezeigt wird.

## 4. Aktueller Stand der Hochbahn

### 4.1. Beschreibung

Es existieren momentan 14 AEDs auf den Betriebshöfen und in den Verwaltungsgebäuden der Hochbahn, welche für Mitarbeiter vorgehalten werden. Es wurde in der Bürgerschaft Hamburg 2013 eine Anfrage gestellt, ob Defibrillationsgeräte bei der Hochbahn vorhanden seien und falls nicht, ob diese eingeführt werden könnten.<sup>105</sup> Dies ging aus einer Initiative hervor, bei der die Wichtigkeit der Einführung von Defibrillatoren in der Öffentlichkeit beleuchtet wurde.<sup>106</sup>

### 4.2. Finanzierung

Die Daseinsvorsorge beschreibt die Grundversorgung der Bürger aus staatlicher Sicht und schließt Punkte wie Müllabfuhr, Rettungsdienst oder eben den ÖPNV ein. Aufgrund dessen wird es immer Unternehmen geben, die öffentliche Aufgaben erfüllen.<sup>107</sup> Die Hamburger Hochbahn AG erreichte 2012 einen Kostendeckungsgrad von 90,2 %, welcher der höchste Grad deutscher öffentlicher Verkehrsunternehmen ist.<sup>108</sup>

Größtenteils wird die Abdeckung des ÖPNVs in Deutschland über öffentliche Konzessionen vergeben. Die Fahrpreise werden in der Regel politisch bestimmt und führen dazu, dass die Verkehrsunternehmen nicht autonom bei der Fahrpreisgestaltung, Linienführung etc. arbeiten. Dies wirkt sich wiederum auf deren Wirtschaftlichkeit aus. Durch Linien, die in schwach besiedelten und somit wirtschaftlich uninteressanten Gebieten erschlossen werden, welche jedoch ebenso politisch im Sinne der Daseinsvorsorge gewollt sind, entstehen Verluste. Der ÖPNV in Deutschland ist somit per Definition ein Verlustgeschäft.

<sup>105</sup>Bürgerschaft Hamburg, Drucksache 20/7554.

<sup>106</sup>Bürgerschaft Hamburg, Drucksache 20/4140.

<sup>107</sup>Eckhardt 2013: o. S.

<sup>108</sup>Hamburger Hochbahn AG 2013: 48.

Um die Verluste gegenzurechnen, werden Verkehrsunternehmen meist in Holdings mit gewinnabwerfenden Schwesterunternehmen untergebracht. Die Verluste können so steuermindernd mit den Schwesterunternehmen verrechnet werden.<sup>109</sup> In Hamburg ist die Hamburger Gesellschaft für Vermögens- und Beteiligungsmanagement mbH (HGV) jene Holdinggesellschaft, die unter anderem die Hamburger Hochbahn AG hält. Weitere Unternehmen in der Holding sind beispielsweise die Hamburger Hafen und Logistik AG (HHLA), die Bäderland GmbH, die Siedlungs-Aktiengesellschaft Hamburg (SAGA), die Gesellschaft für Wohnen und Bauen mbH (GWG) und weitere.<sup>110</sup>

Die Freie und Hansestadt Hamburg ist folglich über die HGV der Eigentümer der Hamburger Hochbahn AG und kann somit politisch-strategische Aspekte des öffentlichen Interesses in den Aufsichtsrat der Hochbahn einbringen. Die Umsetzung bzw. Einführung eines PAD-Programmes (siehe Kapitel 2.5) unterliegt somit vielseitigeren Entscheidungsfaktoren als z. B. bei einem Unternehmen aus der freien Wirtschaft. Dies kann im besten Fall zu weniger Restriktionen bei der Einführung oder der Ausgestaltung eines PAD-Programmes führen.<sup>111</sup>

In diesem Zusammenhang stoßen Verkehrsunternehmen auf das sogenannte Optimierungsproblem. Es soll eine hohe Effizienz erreicht werden, also der höchstmögliche Kundennutzen bei geringstmöglichem Mitteleinsatz. Hierbei entsteht ein Spannungsfeld aus den Faktoren Angebotsqualität, Nachfragemenge, Mitteleinsatz, Aufwand und Erlösen. All dies steht unter dem großen Ziel der Fahrgastmengensteigerung. Durch höhere Fahrgastzahlen kann das Defizit eines Verkehrsunternehmens weiter abgesenkt und der Kostendeckungsgrad gesteigert werden. Die Installation von AEDs verbessert die Angebotsqualität eines Verkehrsunternehmens und kann somit im weiteren Sinne die Nachfragemenge steigern.<sup>112</sup>

---

<sup>109</sup>Eckhardt 2013: o. S.

<sup>110</sup>Hamburger Gesellschaft für Vermögens- und Beteiligungsmanagement mbH 2013: o. S.

<sup>111</sup>Eckhardt 2013: o. S.

<sup>112</sup>Ebd.: o. S.

Ein AED-Programm führt zunächst zu einer höheren Investitionssumme, die sich langfristig vor dem Hintergrund der Qualitätssteigerung und eines möglichen Imagegewinns für das Nahverkehrsunternehmen Hochbahn bezahlt machen kann.<sup>113</sup> Außerdem könnten Verbesserungen in der öffentlichen gesundheitlichen Vorsorge dazu führen, dass weniger volkswirtschaftliche Kosten durch die Nachsorge von Personen mit Herzinfarkt oder ähnlichen Erkrankungen des Herz-Kreislauf-Systems aufgebracht werden, so schließt der Autor dieser Arbeit.

### 4.3. Zusammenfassung

Das wirtschaftliche Spannungsfeld stellt sich durch die Eigentumsverhältnisse mit der Stadt Hamburg im Rahmen der Daseinsvorsorge anders dar als in der freien Wirtschaft. Dies kann dazu führen, dass bei der Einführung eines solchen PAD-Programmes weniger Restriktionen durch ein berechtigtes öffentliches Interesse aufliegen. Weiterhin kann die Einführung positive Effekte wie beispielsweise ein verbessertes Image inne beinhalten.

---

<sup>113</sup>Eckhardt 2013: o. S.

## 5. Vorfallanalyse bei der Hochbahn

Im folgenden Abschnitt werden die Ergebnisse der Vorfall-Auswertung der Hamburger Hochbahn dargestellt. Die Vorgehensweise bei der Analyse wurde in Kapitel 1.2 dargestellt.

### 5.1. Prozesse innerhalb der Leitstelle der Hochbahn

Im Falle eines Notfalles werden zeitnah die Hochbahn Wache wie auch die Berufsfeuerwehr Hamburg informiert. Weitere Kommunikation über die Meldesäule findet nur statt, wenn die Person in der Nähe der Säule bleibt. Eine Nutzung der Haltestellendurchsage durch die Leitstelle wird nicht vorgenommen.<sup>114</sup>

### 5.2. Vorfallanalyse

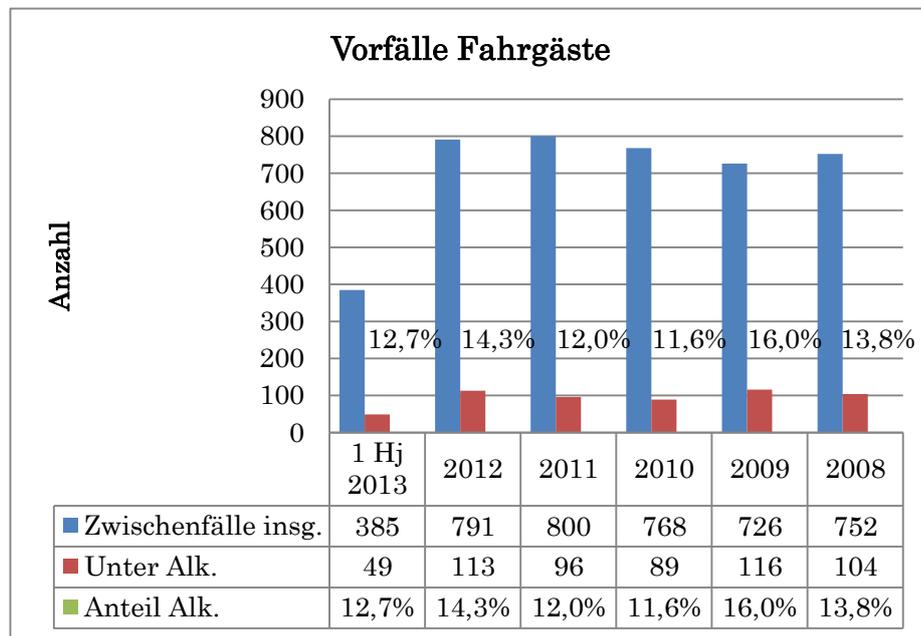
Die Gesamtzahl der Vorfälle findet sich in Abbildung 7. Hierbei wurde der Vollständigkeit halber der Anteil der Vorfälle unter Alkoholeinfluss mit aufgeführt. Die Auswertung der SAP-Daten der Hochbahn für 2008 bis zum 1. Halbjahr 2013, aufgeschlüsselt nach Jahren und Vorfällen, findet sich im Anhang ab Abbildung 16.

### 5.3. Betrachtung der Vorfallanalyse

*Kopfverletzungen* (92 im 6-Jahres-Mittel) ist die mit Abstand am häufigsten auftretende Art der *Verletzungen* (120 Verletzungen insgesamt im 6-Jahres-Mittel), meist durch Stürze verursacht, wie den Verlaufsbeschreibungen in der SAP-Auswertung zu entnehmen war. Neben erster Hilfe und dem Rufen des Rettungsdienstes gibt es keine Vorschläge, wie diese Zahl verändert werden könnte.

---

<sup>114</sup>Heinemeyer 2013: o. S.



**Abbildung 7:** Vorfälle unter Alkoholeinfluss, 2008 - 2013, in Relation zu Vorfälle insgesamt

*Epilepsie* ist im 6-Jahres-Mittel 44 mal aufgetreten. Es empfiehlt sich ein eigenes Meldebild für die Hochbahn. Durch Schulungen könnte die Erkennungsrate von Epilepsie erhöht werden.

*Schlaganfälle* wurden so gut wie nie festgestellt. Auch hier könnte durch Schulungen und erste Erkennungsmaßnahmen schneller festgestellt werden, ob ein Fahrgast einen Schlaganfall erlitten hat (Kreuzgriff, Pupillenleuchte, Semiparese). Es bleibt jedoch fraglich, ob dieser Informationsvorsprung von wesentlichem Vorteil gegenüber dem Rettungsdienst ist, da vor Ort nicht weiter diagnostiziert oder behandelt werden kann.

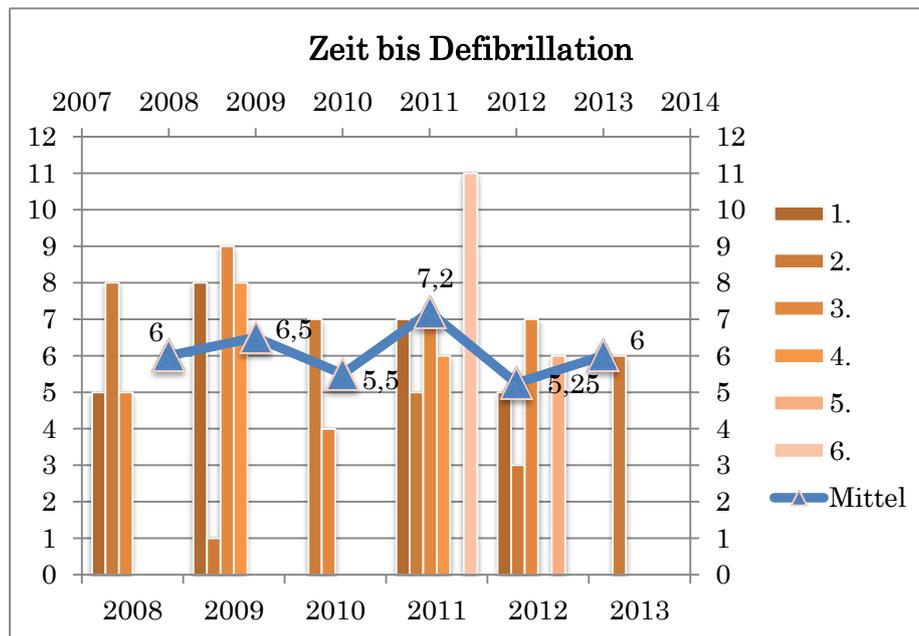
*Herzerkrankungen* sind mit 15-maligem Auftreten im 6-Jahres-Mittel ein Aspekt im Tagesgeschäft der Hochbahn. Die entsprechenden Vorfälle sind auf der Abbildung 15 vermerkt. Es ist unklar, ob die Fahrgäste vor Ort warteten und gerade in den

Zug einstieg oder ob sie sich schon länger im Zug befanden. Durch eine genauere Beschreibung im Meldewesen, bei dem darauf eingegangen wird, wo der Fahrgast zustieg, könnte hier in Zukunft eine Auswertung erfolgen.

*Reanimationen* waren von Hochbahn-Seite im 6-Jahres-Mittel 4 Mal pro Jahr vertreten. Abbildung 14 zeigt die betroffenen Haltestellen. Es wurde eine zeitliche Auswertung durchgeführt. Hierbei wurden die Daten aus dem SAP-System bei der Hochbahn entnommen, soweit sie beschrieben wurden. Somit sind die angegebenen Werte Mindestwerte, bei denen bei einem Herz-Kreislauf-Stillstand Laien kein Defibrillator bis zum Eintreffen des Rettungsdienstes zur Verfügung stand. Die eigentliche Dauer kann erheblich höher sein. Bei Fällen, bei denen es keine Angaben über den Beginnzeitpunkt gab oder wo der Verlauf unklar geschildert wurde, wurde keine Auswertung vorgenommen. Aufgrund dessen sind teilweise keine Daten innerhalb eines Jahres zwischen den einzelnen Auswertungen vorhanden. Der Gesamtdurchschnitt über 6 Jahre liegt bei 6 Minuten. Die Ergebnisse der Auswertung finden sich in Abbildung 8.

Eventuell gibt es in der Kommunikation der Leitstelle zur Haltestelle über Lautsprecher ein ungenutztes Potenzial, mit dem vorhandene Helfer auf ein Notfallereignis aufmerksam gemacht werden können.

Es sollte außerdem, auch über die Leitstelle, sichergestellt werden, dass ein benutzter AED beim ärztlichen Dienst ausgewertet und wieder aufgefüllt wird. Die Leitstelle sollte dies in Zusammenarbeit mit dem Personal vor Ort besprechen. Ebenfalls sollten alle Mitarbeiter darüber informiert werden, wer der Ansprechpartner nach der Nutzung eines AEDs ist und dass das Gerät dem ärztlichen Dienst zugeführt werden soll.



**Abbildung 8:** Mindestwerte Dauer Herz-Kreislauf-Stillstand an Haltestellen der Hochbahn bis zum Eintreffen des Rettungsdienstes. Die blaue Linie stellt das Jahresmittel dar.

#### 5.4. Zusammenfassung

Es existieren verschiedene Verletzungsmuster, allen voran die Kopfverletzung. Epilepsie tritt vergleichsweise häufig auf, so dass sich ein eigenes Meldebild anbietet. Als weiterführende Maßnahme könnte die Erkennung von Schlaganfällen geschult werden, so dass die Mitarbeiter der Hochbahn diese frühzeitig erkennen können.

Das Zeitintervall, bis eine Defibrillation nach einem Herz-Kreislauf-Stillstand bisher an den Haltestellen der Hochbahn durchgeführt wurde, liegt im 6-Jahres-Mittel bei mindestens 6 Minuten.

## 6. Darstellung Installationskonzepte

Es gibt unterschiedliche Möglichkeiten für die Installation der AEDs: von der Hamburger Hochbahn Wache, über die U-Bahn-Fahrzeuge bis hin zu den Haltestellen. Im folgenden werden die verschiedenen Installationsarten beleuchtet und bewertet.

### 6.1. Bei den Wachen der Hamburger Hochbahn Wache

Die Hamburger Hochbahn Wache (HHW) ist eine Tochtergesellschaft der Hamburger Hochbahn AG und für die Sicherheit (Security: Sicherheit der Organisation vor externen Einwirkungen) in den Hochbahn-Anlagen, -Gebäuden und -Geländen zuständig. Es existiert eine „First Responder“-Einheit, welche zum einfacheren Verständnis der Bevölkerung auf „Notfallhelfer“ umbenannt wurde. Diese First Responder werden bei besonderen Anlässen, beispielsweise Großveranstaltungen, aus dem Security-Tagesgeschäft herausgezogen und als Safety-Kraft (Safety: Sicherheit der Organisation bei internen Einwirkungen) eingesetzt. Die entsprechenden Kräfte, die als First Responder eingesetzt werden, erhalten eine 80-stündige Ausbildung in erweiterter Erster Hilfe. Die Doppelmanntreife wird mit einem Notfallrucksack ausgestattet. Eine Ausrüstung mit einem portablen AED ist nicht vorgesehen. Bisher kam es noch zu keinen Reanimationen als First Responder bei der HHW.<sup>115</sup> Die Ausstattung der First Responder-Streifen mit einem AED kann, bei entsprechender Schulung der Mitarbeiter, durchaus Zeitvorteile bei einem Zwischenfall bedeuten.

### 6.2. Im U-Bahn-Fahrzeug

Laut Unternehmensbericht 2012 besitzt die Hochbahn 752 betriebsfähige U-Bahn-Wagen. Es existieren 3 Fahrzeugtypen, DT3, DT4 und DT5. DT3 und DT5 sind dreiteilige

---

<sup>115</sup>Schmidt 2013: o. S.

Fahrzeuge, der DT4 ist vierteilig. Untereinander sind die 3 verschiedenen Fahrzeugtypen nicht kombinierbar. Der DT4 beispielsweise kann mit 4 Wagen in Einfachtraktion eingesetzt werden oder mit 8 Wagen in Doppeltraktion. Beide Varianten gelten als ein Fahrzeug. Von der Variante DT3 befinden sich momentan noch 69 Fahrzeuge im Einsatz, bei der DT4 sind dies 126 und die DT5 hält 4 Fahrzeuge zu Verfügung.<sup>116</sup>

199 Fahrzeuge müssten demzufolge mit AEDs ausgestattet werden. Außerdem entstehen Folgekosten:

- durch die eventuelle Doppelbestückung der genutzten Fahrerstände eines Zuges mit AEDs aufgrund von effizienteren Fahrerwechseln (Fahrer muss nicht erst den AED aus einem Zugende holen)
- durch den Anbau einer sicheren Halterung und die Wartung der Halterung und des AEDs
- durch die Entnahme des AEDs bei Betriebsschluss (Entnahme zur Sicherheit aus dem Zug)
- durch administrativen und organisatorischen Aufwand für den Tausch und die Sicherung von momentan nicht genutzten Geräten (Züge können durchaus ein paar Tage in Sonne oder Schnee stehen).

Weiterhin kann eine strategische Platzierung von AEDs nicht erfolgen, da bei einem iterativen Vorgehensmodell die Züge der Hochbahn nach und nach mit AEDs ausgestattet würden. Somit würde sich der AED ständig beim Fahrer befinden, aber nicht am Bahnsteig beim Fahrgast. Außerdem kann eine gleichzeitige Einführung nicht ohne Umbauten an den Führerständen der Zugfahrer geschehen. Dies müsste in mindestens 199-facher Ausführung vollzogen werden (weitere Fahrzeuge des Typs DT5 sind in der Beschaffung).

---

<sup>116</sup>Hamburger Hochbahn AG 2013: 37.

Der Autor schließt somit darauf, dass eine Unterbringung in der Fahrerkabine nur den Vorteil brächte, dass ein AED immer beim Zugfahrer wäre. Dies ist im Zuge eines *Nontraditional Responder*-Konzeptes ein interessantes Vorgehen (siehe Kapitel 2.5). Dabei ist zu berücksichtigen, dass ein U-Bahn-Fahrzeug bei Betätigung der Notbremse immer erst an der nächsten Haltestelle einfährt und hält, da nur dort ein einfacher Zugang für Rettungskräfte ermöglicht wird. Der Zug hält kurz vor der Haltestelle, wenn der Nothalt am Gleis betätigt wird. Dadurch wird gewährleistet, dass eine Hilfeleistung immer an der Haltestelle durchgeführt wird. Hierdurch bringt die Unterbringung bei den Fahrern keinen wesentlichen Vorteil. Eine Unterbringung an der Haltestelle direkt bietet sich eher an.

### 6.3. An der Haltestelle

Eine weitere Möglichkeit ist die Installation von AEDs an den Haltestellen. Dies betrifft in erster Linie nur die Positionierung an den Bahnsteigen, in Ausnahmefällen auch im Zwischengeschoss oder den Schalterhallen. München hat das Konzept, so wie gerade beschrieben, umgesetzt. Momentan bedient die Hochbahn 91 Haltestellen. Bei einer Ausbaustufe, bei der jede Haltestelle mindestens einen AED erhalten würde, wären  $91 + 1$  (ein Tauschgerät) Geräte nötig. Hierbei gibt es Haltestellen, welche durch ein großes Fahrgastvolumen und weitere Faktoren (siehe folgendes Kapitel) eindeutiges Potential für die Unterbringung von mindestens einem AED-Gerät bieten würden. Haltestellen im Randgebiet sind hingegen im ersten Schritt durch geringere Fahrgastzahlen vergleichsweise weniger attraktiv als Installationspunkt von AEDs. Der plötzliche Herztod kann zu jeder Zeit überall geschehen, nur ist bei größeren Menschenmengen die Wahrscheinlichkeit höher, dass dieses geschieht. Es bietet sich hierdurch ein iteratives Vorgehen an, so schließt der Autor.

Ein Vorteil durch die Unterbringung an der Haltestelle ist die direkte Integration in ein schon etabliertes Melde- und Notfallmanagementsystem der Hochbahn (siehe Kapitel

5.1). Die Implementierung, den Notruf zu benötigten Zeiten abzusetzen, wird bei der Einführung von PAD empfohlen (siehe Kapitel 2.5.2).

#### 6.4. Zusammenfassung

Die Installation von AEDs an den Haltestellen ist die sinnvollste Alternative. Durch die feste Positionierung mit entsprechender Markierung weiß der Fahrgast, dass sich ein AED vor Ort befindet – im Gegensatz zu der Unterbringung in der U-Bahn. Außerdem lassen sich so zunächst die wichtigsten Haltestellen mit den Geräten ausstatten, die im folgenden Kapitel identifiziert werden. Eine weitere Möglichkeit besteht darin, die First Responder der Hochbahn Wache mit AED-Geräten auszustatten, die insbesondere bei Großveranstaltungen oder weiteren Vorkommnissen mit hohem Personenaufkommen eingesetzt werden.

## 7. Geeignete Haltestellen zur Installation

Das folgende Kapitel identifiziert die geeigneten Haltestellen zur Installation. Dies wird einmal aufgrund der Fahrgastanzahl und einmal aufgrund der Gefährdungslage durchgeführt. In der Auswertung (siehe Kapitel 9.1.1) folgt die Kombination der Ergebnisse der beiden Auswertungen zur endgültigen Empfehlung der betroffenen Haltestellen.

Wie in Kapitel 2.5.2 beschrieben, eignen sich für die Installation von AEDs besonders Orte in der Öffentlichkeit und Orte mit mehr als 1 000 Besuchern/Jahr, bei denen es eine hohe Eintrittswahrscheinlichkeit eines Herzstillstandes gibt. Eine Auswertung der Fahrgastzusammensetzung nach Alter existiert bei der Hochbahn nicht, diese wäre äußerst umständlich zu erheben.

Somit sind zunächst alle Haltestellen der U-Bahn mögliche Installationspunkte für einen AED. Da es jedoch strukturelle Unterschiede in der Ausgestaltung der Haltestellen gibt, folgt in diesem Kapitel eine Auswertung.

Auch sollte bei der Installation eines AEDs auf die gute Sichtbarkeit für die Öffentlichkeit geachtet werden. In der DIN EN ISO 7010:2012-10 existiert ein Symbol, welches auf den Standort eines AEDs hinweisen soll (siehe Abbildung 9). München hat die Anbringung des Symbols als Würfel direkt am Standort des AEDs gelöst, so dass das Symbol aus allen Richtungen am Bahnsteig sichtbar ist (siehe Abbildung 13).



**Abbildung 9:** Symbol E010 für AEDs; aus: DIN EN ISO 7010:13

### 7.1. Haltestellen mit höchster Fahrgastzahl

10% der U-Bahn-Fahrzeuge sind mit einem Zählsensor ausgestattet, der die Ein- und Ausstiege von Fahrgästen misst. Durch diese Funktionalität sowie manueller Zählung werden Fahrgastzahlen bei der Hochbahn erhoben.<sup>117</sup>

Folgend sind die ersten 15 Haltestellen mit höchster Fahrgastzahl zu sehen. Tabelle 3 beinhaltet das Fahrgastaufkommen (Summe Ein-, Aus- und Umsteiger) der U-Bahn an einem durchschnittlichen Werktag (Mo-Do).

Haltestelle	Kürzel	Fahrgäste
Hauptbahnhof Süd	HB	118 300
Berliner Tor	BT	115 100
Jungfernstieg	JG	98 800
Kellinghusenstraße	KE	80 700
Schlump	SL	65 000
Barmbek	BA	61 100
Wandsbek Markt	WM	55 800
Wandsbek-Gartenstadt	WK	50 200
Hauptbahnhof Nord	HX	45 800
Billstedt	BI	31 600
Farmsen	FA	30 800
Ohlsdorf	OH	29 900
Horner Rennbahn	HN	28 300
Stephansplatz	SN	25 100
Norderstedt Mitte	NO	23 100

**Tabelle 3:** Fahrgastaufkommen Hamburger Hochbahn, aus: Abbildung 29

<sup>117</sup>Kunzendorf 2013: o. S.

## 7.2. Haltestellen mit höchster Gefährdung

Als weitere, zusätzliche Bemessungsgrundlage gilt es auch das Gefahrenpotential der Haltestellen zu berücksichtigen.

Mit den Bewertungsgrundlagen aus Kapitel 1.2.3 wurde eine Matrix (siehe Tabelle 4) erstellt, mit der die 15 besonders gefährdeten Haltestellen gefunden wurden.

Haltestelle	Eventhaltest.	Größe Bahnst. <sup>a</sup>	Anz. Linien <sup>b</sup>	Umsteigebhf.
Landungsbrücken	Ja	Kurz	1 (Ja)	Ja
St. Pauli	Ja	Kurz	1	Nein
Feldstraße	Ja	Kurz	1	Nein
Baumwall	Ja	Kurz	1	Nein
Rathaus	Ja	Kurz	1	Nein
Jungfernstieg	Ja	Lang	3 (Ja)	Ja
Hauptbahnhof Süd	Ja	Lang	2 (Ja)	Ja
Kellinghusenstraße	Nein	Kurz	2	Ja
Sternschanze	Nein	Kurz	1 (Ja)	Nein
Berliner Tor	Nein	Lang	2 (Ja)	Ja
Hauptbahnhof Nord	Nein	Lang	2 (Ja)	Ja
Schlump	Nein	Lang	2	Ja
Lübecker Straße	Nein	Lang	2	Ja
Wandsbek-Gartenstadt	Nein	Lang	2	Ja
Barmbek	Nein	Lang	1 (Ja)	Ja
<i>Sortierung:</i> Eventhaltest. Ja-Nein, Größe Bahnsteig Kurz-Lang, Anz. Linien abstg., Umsteigebhf. Ja-Nein				

**Tabelle 4:** Haltestellen mit höchster Gefährdung

<sup>a</sup>Kurz: Nur kurze Züge (U3), Lang: Alle Züge

<sup>b</sup>In Klammern: S-Bahn-Linien zum Umsteigen.

### 7.3. Neue Meldesäulen

Bei der Auswahl der geeigneten Haltestellen könnte auch die Installation neuer Meldesäulen eine Rolle spielen. Aktuell werden die alten, orangen Meldesäulen sukzessiv durch die neuen, grau-roten ersetzt. Das Roll-Out wurde 2012 begonnen und wird sich über die nächsten Jahre fortsetzen. Jedes Jahr wird eine neue Iteration mit einer kleinen Anzahl an Haltestellen fortgesetzt. Eventuell bietet sich eine Kombination des Roll-Outs mit der gleichzeitigen Installation von AEDs an.<sup>118</sup>

### 7.4. Technische Anbindung

Um das aktuelle Meldebild in der Leitstelle aufzuschalten, muss eine Anbindung des AEDs erfolgen. Die technische Anbindung für die alten und neuen Meldesäulen geschieht auf Basis der gleichen Infrastruktur. Der Sensor für die Entnahme des Feuerlöschers ist auf dem letzten freien Draht der Verbindung angeschlossen. Eine Erweiterung für einen zusätzlichen Sensor für den AED wäre möglich. Dies würde in jeder Säule die Installation einer speicherprogrammierbaren Steuerung (SPS) voraussetzen, was mit erheblichem Mehraufwand und ebenso einhergehenden erheblichen Mehrkosten verbunden ist. Gleiches gilt für eine eventuelle Freigabeschaltung eines eigenen Fachs an der Meldesäule. Hierfür müsste einerseits die technische Anbindung von der Seite der Meldesäule geschaffen werden. Weiterhin muss eine funktionierende Lösung entworfen, getestet und installiert werden. Schließlich muss innerhalb der Leitstellensoftware eine Anpassung vorgenommen werden, dass eine Freischaltung erfolgen kann.<sup>119</sup>

Alternativ zu diesen technischen Lösungsansätzen besteht die Möglichkeit, den Defibrillator im gleichen Fach wie den Feuerlöscher unterzubringen (siehe Kapitel 2.6.4). Dieser ist schon mit der Leitstelle verbunden und eine Entnahme führt automatisch

---

<sup>118</sup>Kunzendorf 2013: o. S.

<sup>119</sup>Ebd.: o. S.

zu einem Alarm in der Leitstelle sowie einer Aufschaltung des aktuellen Videobildes. Es werden Änderungen am Aufbau der Aufbewahrungseinheit der Meldesäule benötigt, welche aber mit vertretbarem Aufwand durchgeführt werden können, da die Säulen immer kurz vor Installation an der Haltestelle gefertigt und ausgeliefert werden können. Ferner ist es möglich, die Aufbewahrungseinheit aufgrund einer modularen Bauweise für schon aufgebaute Meldesäulen neuerer Generation zu tauschen. Hierbei ist zu beachten, dass somit auch keine Diebstahlsicherung erfolgen kann, da der Feuerlöscher nur alarmgesichert ist und eine Sicherung des AEDs in der gleichen Halterung wie die des Feuerlöschers dementsprechend auch nur alarmgesichert erfolgen würde.<sup>120</sup>

Eine Möglichkeit, eben gerade aufgeschaltetes Videomaterial in der Leitstelle zeitnah mit einer Timeline um ein paar Sekunden zurückspulen zu können, um Personen schnell zu identifizieren, wurde vorgeschlagen. Es befindet sich eine neue Software im Roll-Out, die diese Möglichkeit beinhalten soll.<sup>121</sup>

Die Implementierung der Defibrillatoren, soweit möglich, könnte mit der Installation von den neuen Meldesäulen einhergehen (siehe voriges Kapitel 7.3). Es gibt Haltestellen, bei denen eine Wandsprechstelle oder Sondersäule existiert. Hier kann die Installation eines AEDs nur mit einer Sonderlösung, individuell für jede Haltestelle erstellt, durchgeführt werden. Tabelle 5 listet die betroffenen 16 Haltestellen auf.

---

<sup>120</sup>Kunzendorf 2013: o. S.

<sup>121</sup>Ebd.: o. S.

Haltestelle	Kürzel
Baumwall	BL
Borgweg	BO
Denhaide	DE
Feldstraße	FE
Hagendeel	HL
Joachim-Mähl-Straße	JM
Lübecker Straße	LU
Mönckebergstraße	MO
Mundsburg	MU
Mümmelmannsberg	MG
Osterstraße	OS
Richtweg	RW
Rödingsmarkt	RD
Schippelsweg	SW
Steinfurther Allee	SF
Uhlandstraße	UH

**Tabelle 5:** Haltestellen mit Wand-sprechstelle oder Sondersäule, aus: Kunzendorf 2013: o. S.

## 7.5. Zusammenfassung

Die Stelle, an der sich der AED befindet, sollte durch ein gut sichtbares Symbol markiert werden. In Abhängigkeit von der Anzahl der Fahrgäste sowie dem Gefährdungspotential können geeignete Standorte abgeleitet werden. Es existieren Meldesäulen bei der Hochbahn, welche Sonderanfertigungen sind und sich zu einer Installation in der Säule nicht eignen. Hier müssen Sonderlösungen vorgenommen werden, da an diesen Haltestellen wahrscheinlich die neue Meldesäule nicht eingeführt wird. Der geschätzte Aufwand hierfür sowie die Kosten für Beschaffung, Installation und Wartung der AEDs befinden sich im folgenden Kapitel.

## 8. Aufwandsschätzung

Nach der Identifikation der geeigneten Haltestellen geht es im Rahmen der Aufwandsschätzung um die finanziellen und zeitlichen Rahmenbedingungen, soweit diese bekannt sind.

### 8.1. Beschaffung

Die Berechnung der Beschaffungskosten lehnt sich an die Berechnung von Nichol et al. an.<sup>122</sup> Bei einem angenommenen Preis von 1 500 EUR für ein AED-Gerät und einer angenommenen Laufzeit von 10 Jahren ergeben sich jährliche Gerätekosten von 150 EUR. Diese Kosten werden mit der Anzahl der zu installierenden Geräte multipliziert. Wird beispielsweise eine Anzahl von 20 Geräten vorausgesetzt (bei einer abzudeckenden Haltestellenanzahl von 15 Haltestellen), belaufen sich die jährlichen Kosten auf 3 000 EUR sowie die zunächst anfallenden Investitionskosten auf 30 000 EUR. Sollte die gleiche Inzidenz von Herz-Kreislauf-Stillständen an U-Bahn-Haltestellen wie bei der U-Bahn München<sup>123</sup> vorfallen, so betrüge diese 1,8 pro Jahr<sup>124</sup>. Dies würde 1 667 EUR pro gerettetem Leben pro Jahr bedeuten. Bei Ausbaustufen mit mehr Geräten oder Veränderungen in den Inzidenzraten sollte diese Berechnung entsprechend erneut ausgeführt werden.

Würden sofort alle 91 Haltestellen ausgestattet werden, wären jährliche Gerätekosten von 13 650 EUR und somit eine Investitionssumme für die Geräte alleine von 136 500 EUR zu veranschlagen. Bei gleicher Inzidenz wie im vorangegangenen Absatz ergäben sich 7 583 EUR pro gerettetem Leben pro Jahr bei erheblich höherem Investitionsvolumen, da auch die Umstellung der Meldesäulen einberechnet werden sollte.

---

<sup>122</sup>Nichol et al. 2003: 698.

<sup>123</sup>14 Stück in 91 Monaten, vgl. Matula et al. 2009: o. S.

<sup>124</sup>91 Monate/12=7,6 Jahre; 14 Einsätze/7,6 Jahre=1,8 Einsätze pro Jahr

Eine iterative Vorgehensweise wird empfohlen, um das Investitionsvolumen im Rahmen zu halten und die Entscheidungen für die Ausstattung von weiteren Haltestellen von den Erfahrungen der Hochbahn abhängig zu machen.

## 8.2. Installation und Wartung

Installationskosten sind einmalig und durch die Anpassung der neuen Meldesäulen mit abfederbar (siehe Kapitel 2.6.4). Die Höhe der Kosten ist unbekannt, durch die Integration des AEDs mit in der Halterung für den Feuerlöscher jedoch günstiger als im Vergleich zu einer Neugestaltung der Säule. Haltestellen mit Sondersäulen (siehe Tabelle 5) benötigen spezielle Lösungen, da hier die neue Meldesäule aus baulichen Gründen nicht eingeführt werden kann. Diese müssen jeweils für den betreffenden Standort bemessen werden.

Um einen AED mit in der neuen Meldesäule der Hamburger Hochbahn unterzubringen, sind Umbaumaßnahmen an der Innenausstattung vonnöten. Er würde mit in der Halterung untergebracht, in der sich momentan der Feuerlöscher befindet. Diese Halterung ist alarmgesichert, bei Entnahme des Feuerlöschers erfolgt eine automatische Aufschaltung in der Leitstelle. Wie auf den Abbildungen 10 und 11 zu sehen, ist der Feuerlöscher bisher mittig angebracht. Es besteht die Möglichkeit, diesen horizontal seitlich etwas zu versetzen. Außerdem ist die Oberkante des Faches noch dahingehend umzugestalten, dass sie im rechten Winkel und nicht wie nun schräg abgesetzt abschließt. Im schrägen Blech ist der Entnahmesensor für den Feuerlöscher mittig untergebracht. Die hierdurch getroffenen Maßnahmen sollten dazu beitragen, einen AED mit in der Halterung des Feuerlöschers unterzubringen. Hierbei müssen die entsprechenden Maße des eingekauften AEDs mit der Fertigungsfirma der Meldesäulen hochbahnintern abgestimmt werden. Der vorhandene Platz bemisst sich ca. zu 21 cm x 8 cm x 12 cm (bei abgeschrägter Oberkante).<sup>125</sup>

---

<sup>125</sup>Kunzendorf 2013: o. S.



**Abbildung 10:** Innenfutterbleche der neuen Meldesäule; Quelle: eigene Aufnahme



**Abbildung 11:** Innenausbau der neuen Meldesäule mit Feuerlöscher; Quelle: eigene Aufnahme

Andere Möglichkeiten, wie die externe Anbringung einer eigens gestalteten AED-Halterung mit Freischalteinrichtung und mit anzubringender Kamera, sind, wenn ebenso neue Meldesäulen installiert werden, als nicht wirtschaftlich zu betrachten.

Wartungsarbeiten sind regelmäßig durch einen eingewiesenen Mitarbeiter vorzunehmen, welcher für die anzufallenden Arbeiten von seinen sonstigen Tätigkeiten freigestellt und bezahlt werden muss. Weiterhin müssen die durch das MPG und die MPBetreibV geforderten Auflagen durch Mitarbeiter und eine ärztliche Kraft erfüllt werden.

Es sollte berücksichtigt werden, dass mindestens ein Tauschgerät existiert, falls bei der Wartung ein Zwischenfall auftritt. Bestenfalls ist der Mitarbeiter, welcher die Geräte wartet, ebenfalls in die Herzdruckmassage unter Zuhilfenahme eines AEDs eingewiesen, falls es zum Zeitpunkt des Tausches bzw. der Wartung zu einem Herz-Kreislauf-Stillstand bei einem Fahrgast oder einem Mitarbeiter kommt.

### 8.3. Schulung

Einerseits werden größtenteils Laien an den Haltestellen der Hochbahn durch das hier vorgestellte Konzept angesprochen. Andererseits kann es auch dazu kommen, dass Mitarbeiter der Hochbahn zu einem Notfall gerufen werden oder bereits vor Ort sind, wie beispielsweise Zugfahrer. Diese müssen auf die Geräte eingewiesen sein, anders als die organisationsexternen Laienhelfer (siehe Kapitel 2.7).

Bei der Einweisung sollte beachtet werden, dass Arbeitgeber ihre Arbeitnehmer nicht dazu verpflichten sollten, AED-Schulungen mitzumachen und die AEDs verpflichtend einzusetzen. Mitarbeiter, die sich unter Druck gesetzt fühlen, könnten dies als Bedrohung auf ihr Anstellungsverhältnis sehen.<sup>126</sup>

---

<sup>126</sup>Peberdy et al. 2006: 64.

Abseits davon ist es im höchsten Maße empfehlenswert, die Fahrer der U-Bahnen in der Herzdruckmassage unter Zuhilfenahme eines AEDs zu unterrichten und jährlich durch eine Schulung die Kenntnisse auffrischen zu lassen. Durch ein anders geartetes Konzept ist zwar eine Abdeckung durch AEDs als *Fire Extinguisher Approach* durch Laien möglich, jedoch ist qualifizierte medizinische Versorgung davon abhängig, ob sich medizinisches Fachpersonal zum gegebenen Zeitpunkt vor Ort befindet. Durch die Einweisung der U-Bahn-Fahrer können diese als *Nontraditional Responder* eingebracht werden, was von Vorteil für Notfälle in der eigenen Bahn oder an einer Haltestelle ist (Begrifflichkeiten siehe Kapitel 2.5).

Weiterhin sollten die Mitarbeiter der Hamburger Hochbahn Wache in die Nutzung von der Herzdruckmassage in der Verbindung mit AEDs eingewiesen werden.

Durch die so erfolgte Schulung sind hochbahnintern Mitarbeiter vorhanden, die einen sogenannten *Nontraditional Responder* darstellen (siehe Kapitel 2.5). Sie sind auf die Funktionsweise von AEDs und die Reanimation eingewiesen, aber nicht die primäre Zielgruppe für medizinische Vorsorge. Die Schulung der Mitarbeiter macht dennoch Sinn, da in den meisten Fällen der Zugfahrer oder die Hochbahn-Wache zu Problemen hinzugezogen wird.

Gemäß §10 Arbeitsschutzgesetz und der Unfallverhütungsvorschrift BGV A1 der Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung gilt, dass Mitarbeiter für Erste Hilfe benannt und eingewiesen werden müssen. Diese Regelungen kommen dann zum Tragen, wenn ein eingewiesener Mitarbeiter einen anderen Mitarbeiter Erste Hilfe leistet. Bei der ersten Hilfe, bei der ein Mitarbeiter beispielsweise einem Fahrgast hilft, kommen diese Vorschriften nicht zum Einsatz, da die Maßnahme in dem Zusammenhang keine Arbeitsschutzmaßnahme ist.

Die Kosten für die Schulung stehen im direkten Verhältnis zu der Anzahl der Nutzer. Eine Schulung für die Einweisung in die Herz-Lungen-Wiederbelebung in Verbindung mit der Nutzung eines AEDs nimmt ca. einen Arbeitstag in Anspruch.

#### 8.4. Finanzieller Einfluss des plötzlichen Herztodes auf die Hamburger Wirtschaft

Lueg-Arndt berechnete mit Hilfe der Humankapitalmethode<sup>127</sup> den indirekten finanziellen Einfluss des plötzlichen Herztodes in Nordrhein-Westfalen.<sup>128</sup> Diese Art der Berechnung wird an dieser Stelle für Hamburg durchgeführt.

Für die Berechnung werden die oberen und unteren Fallzahlen des plötzlichen Herztodes sowie die Einwohnerzahl Deutschlands aus Kapitel 2.1 genutzt. Außerdem wird für Hamburg eine Einwohnerzahl von 1,8 Mio. angenommen. Lueg-Arndt geht davon aus, dass die von ihm angenommene Zahl für den plötzlichen Herztod zu niedrig gegriffen ist, da diese Todesursache manchmal nicht korrekt eruiert wird<sup>129</sup>.

$$\frac{81\,000\,000}{1\,800\,000} = 45$$

Die obere und untere Fallzahl wird nun durch den Faktor 45 dividiert, um eine auf Hamburg passende Inzidenzrate des plötzlichen Herztodes zu erhalten.

$$\frac{29\,160}{45} = 648$$

$$\frac{103\,680}{45} = 2\,304$$

Diese Fallzahlen werden nun mit dem durchschnittlichen hamburgischen Arbeitnehmerentgelt 2010<sup>130</sup> von 42 047 EUR multipliziert.

---

<sup>127</sup>Lt. Arndt „entspricht [bei der Humankapitalmethode; d. Verf.] der Wert des Lebens dem zukünftigen Markteinkommen einer Person“.

<sup>128</sup>Lueg-Arndt 2012: 4 ff.

<sup>129</sup>Ebd.: 4.

<sup>130</sup>Statistische Ämter des Bundes und der Länder 2013: o. S.

$$648 * 42\,047 \text{ EUR} = 27\,246\,456 \text{ EUR}$$

$$2.304 * 42\,047 \text{ EUR} = 96\,876\,288 \text{ EUR}$$

Der plötzliche Herztod, berechnet nach der Humankapitalmethode, kann insgesamt einen jährlichen indirekten finanziellen Verlust von 27,2 Mio. EUR bis 96,9 Mio. EUR für die Hamburger Wirtschaft und die Versicherungsträger der Arbeitnehmer bedeuten, da die Personen dem Arbeitsmarkt nicht mehr zur Verfügung stehen. Dies schließt weitere sekundäre Versorgungskosten der Stadt Hamburg, verursacht durch Rettungsdienste und Pflege in Krankenhäusern oder zu Hause, nicht ein.

### 8.5. Zusammenfassung

Bei der Einführung eines PAD-Programmes kommt es zu verschiedenen Kostenpunkten wie Beschaffung, Installation, Wartung und Schulung von Mitarbeitern. Bei statistisch betrachteten 1,8 Herz-Kreislauf-Stillständen pro Jahr würde dies bei einer geringen Beschaffungsquote von 20 AED-Geräten 1 667 EUR pro gerettetem Leben bedeuten. Bei der kompletten Ausstattung aller Haltestellen mit maximal einem Gerät entstünden 7 583 EUR pro gerettetem Leben unter gleichen Voraussetzungen. Diese Werte schließen nur den Beschaffungspreis ein. Weitere Kosten müssen im Verlauf der Installation geschätzt werden.

Der plötzliche Herztod kann einen finanziellen Verlust von 27,2 Mio. EUR bis 96,9 Mio. EUR für den Wirtschaftsraum Hamburg bedeuten, wie mit Hilfe der Humankapitalmethode errechnet wurde. Dies schließt weitere sekundäre Versorgungskosten nicht mit ein.

## 9. Interpretation der Ergebnisse

Nachdem bislang die Grundlagen dargestellt wurden, geht es im folgenden Kapitel jetzt um die Beantwortung der Hauptfrage dieser Arbeit. Es wird aufgezeigt, wie sich die Einführung eines Defibrillatorprogrammes bei der Hamburger Hochbahn AG gestalten kann.

### 9.1. Empfehlung zur Umsetzung

Die Installation von AEDs an den U-Bahn-Haltestellen bei der Hamburger Hochbahn AG ist eingeschränkt zu empfehlen. Die Reaktionszeit vom Kollaps zur Defibrillation von momentan 6 Minuten an den Haltestellen der Hochbahn kann durch Abdeckung mit AEDs gesenkt werden (siehe Kapitel 2.5). Dies kann das Outcome von Patienten erheblich verbessern, da jede Minute ohne Reanimation die Überlebenschancen um 7-10 % senkt. Durch die Installation von AEDs können Fahrgäste Sicherheit empfinden, da sie im Notfall auf das Gerät zurückgreifen können. Wenn auf die Einfachheit des Einsatzes eines AEDs im Rahmen einer Marketing-Kampagne hingewiesen wird, so dass beispielsweise eine Sprachausgabe mit Anweisungen erfolgt, könnte die Hemmschwelle für den Einsatz sinken.

Außerdem sollte in Betracht gezogen werden, die Mitarbeiter der Hochbahn, welche am Bahnsteig arbeiten, im speziellen die Zugfahrer und die Mitarbeiter der Hochbahn Wache in der Durchführung der Reanimation mit Nutzung eines AEDs zu schulen. Dies wäre ein Schritt in die Richtung eines *First Responder*-Programmes, abgebildet durch die Zugfahrer und die Hochbahn Wache als *Nontraditional Responder*. Es wird empfohlen, First Responder-Programm zu etablieren, bevor Public-Access-Programme gestartet werden. Durch die Ausbildung der Mitarbeiter sowie dem Einbeziehen von Laien an den Haltestellen können die Vorteile beider Arten von Konzepten genutzt werden (siehe Kapitel 2.5).

Andererseits ist das AED-Programm aus rein finanzieller Sicht nicht zu empfehlen, da durch das Programm nur Ausgaben generiert werden. Dies nur aus betriebswirtschaftlicher Sicht zu betrachten, wird der Lage der Hochbahn allerdings nicht gerecht: Sekundär könnten erfolgreiche Reanimationen mit Unterstützung durch Frühdefibrillation zu einem volkswirtschaftlichen Nutzen beitragen, so dass weniger Geld für Pflege- und Versorgungsausgaben aufgewendet werden muss. Außerdem ist durch die enge Verzahnung des Hamburger Senats und der Hochbahn ein Einfluss durch eine politische Entscheidung nicht auszuschließen. Da die Verluste der Hochbahn im Rahmen einer Verlustübernahme durch die Holdinggesellschaft HGV aufgefangen werden, steht Investitionsvolumen trotz des Minusgeschäfts der Hochbahn zur Verfügung. Weiterhin können durch ein AED-Programm die angenommene Fahrgastsicherheit gesteigert werden und somit eventuell die Fahrgastzahlen, was zu einem besseren Betriebsergebnis der Hochbahn führen kann.

Als Alternativlösung bietet sich auch die kostengünstigere Möglichkeit an, allein die HLW oder für Laien die HDM ins Bewusstsein von Fahrgästen und Bürgern zu rücken. Die HLW ist lebensrettend, insofern sie sofort und ohne zu zögern durchgeführt wird (siehe Kapitel 9.1.2). Die Brisanz dieses Faktors sollte vermittelt werden, ebenso der Ablauf einer Reanimation. In der Laienreanimation ist nur zu beachten, dass auf Atmung des Betroffenen geprüft wird. Ist diese nicht vorhanden, soll nach einem Notruf sofort mit der HLW begonnen werden. Diese Vorgehensweise hat höhere Überlebensraten als wenn auf den Rettungsdienst gewartet wird und dieser mit der Reanimation beginnt. Der Laienhelfer ist ein wesentlicher Punkt in der Rettungskette bei Personen mit Herz-Kreislauf-Stillstand. Durch Defibrillatoren können die Überlebensraten noch gesteigert werden. Aufgrund dessen ist eine HLW-Initiative sicherlich empfehlenswert. Durch die schon vorhandene Infrastruktur und die hohen Fahrgastzahlen der Hochbahn sind AEDs an den Haltestellen, dessen Anwendungsweise ebenso durch eine Kampagne unterstützt werden könnte, nach wie vor empfehlenswert.

Eine andere Möglichkeit wäre, die bisher durch Reanimationen betroffenen Haltestellen mit AEDs auszustatten (siehe Abbildung 14). Da jedoch nicht vorhersagbar ist, bei

welchen dieser Haltestellen dieser Vorfall wieder passiert, ist von dieser Vorgehensweise abzuraten. Andererseits zeigt dies auf, dass für ein komplettes Konzept alle Haltestellen der Hochbahn aufgenommen werden müssen. Schließlich sind die bisher vorgefallenen Reanimationen nicht deckungsgleich mit den einzuführenden Haltestellen.

Aufgrund dessen sollte die Möglichkeit in Betracht gezogen werden, die Haltestellen der Hamburger Hochbahn AG flächendeckend mit Defibrillatoren auszustatten. Durch ein iteratives Vorgehensmodell können die Investitionskosten pro Jahr niedriger gehalten werden. Mit der Ausgründung eines betreuenden Vereines, welcher Spendengelder akquiriert, könnten die Ausgaben bei gleicher Ausstattung niedrig gehalten werden. Gleiches gilt für ein Leasing-Modell.

Die Installation der AEDs sollte nicht gleichzeitig mit der Installation der neuen Meldesäulen durchgeführt werden (siehe Kapitel 7.3), da der Ausführungsplan größtenteils andere Haltestellen (zumindest für 2013 und 2014) beinhaltet, als die zur Installation vorgeschlagenen (siehe folgendes Kapitel).

Im deutschlandweiten Vergleich hat sich gezeigt, dass ein Projekt dieser Art am Besten durch verschiedene Kooperationen unterstützt werden sollte (siehe Kapitel 3). Mögliche Kooperationspartner wären:

- Berufsfeuerwehr Hamburg
- Hamburger Verkehrsverbund GmbH
- Ein Klinikum im Hamburger Raum, beispielsweise das Universitätsklinikum Eppendorf
- Deutsche Herzstiftung e. V.
- Kampagnenverantwortliche von *Ein Leben Retten*.

Um Großveranstaltungen auch sicher für die Fahrgäste durchzuführen, sollte das dort eingesetzte Personal die Telefonnummer der First Responder-Einheit der Hamburger Hochbahn Wache erhalten, um nicht den Umweg über die Leitstelle der Hochbahn gehen zu müssen. Bestenfalls sollte das gesamte anwesende Personal in die Nutzung von AEDs unterwiesen sein.

Weiterhin sollte ein ärztliches Qualitätsmanagement eingeführt werden, bei dem die durchgeführten Reanimationen analysiert werden. Dies bietet die Möglichkeit, eventuelle strukturelle Verbesserungen durchführen zu können. Die Analyse sollte hierbei den Fokus beispielsweise auf die korrekte Durchführung der Reanimationen sowie die Zeiten bis zu den Defibrillationen sowie, soweit geschehen, bis zum Durchbrechen von VF/pVT legen. Wird mit Hilfe der Analyse oder der Sprachaufzeichnung des Verlaufes festgestellt, dass erforderliche medizinische Maßnahmen nicht oder verspätet durchgeführt wurden, sollten diese Maßnahmen identifiziert und die Wirkung durch Kampagnen oder öffentlichen Veranstaltungen verbessert werden.

Ein möglicher Ansatz bei der Hochbahn wäre somit eine Mischung aus *Traditional Responder* (Stadtrettungsdienst), *First Responder* (Hamburger Hochbahn Wache), *Nontraditional Responder* (Mitarbeiter und Zugfahrer der Hochbahn) und dem *Fire Extinguisher Approach* durch Fahrgästen (siehe Kapitel 2.5).

Wie im Kapitel 2.5 beschrieben, wird empfohlen, zunächst ein First Responder-System zu etablieren, um darauf aufsetzend ein PAD-Programm aufzubauen. Da First Responder bei der Hochbahn nur durch die Hochbahn Wache eingesetzt werden und dies auch nur auf Großveranstaltungen, kann ein solches First Responder-Programm nur über strukturelle Veränderungen im städtischen Rettungsdienst erreicht werden. Der Einsatz der Zugfahrer und der Hochbahn Wache als Nontraditional Responder zu etablieren, indem die entsprechenden Mitarbeiter in Schulungen auf den Einsatz von AEDs bei Reanimationen vorbereitet werden. Im Notfall sind sie direkt vor Ort und können schneller Hilfe leisten als der Rettungsdienst, der zunächst noch eintreffen muss. Das momentan

schneller zu erreichende Programm bei der Hochbahn, welches aus Kostensicht ausgiebig beleuchtet wurde (siehe Kapitel 2.6), ist somit ein PAD-Programm in Kombination mit Einweisungen von Mitarbeitern.

Im folgenden Kapitel werden die Haltestellen vorgestellt, die nach den Berechnungen in dieser Arbeit am ehesten mit AEDs ausgestattet werden sollten. Es ist im Verlauf der letzten Jahre an verschiedenen Haltestellen im Einzugsgebiet der Hochbahn zu Reanimationen gekommen. Diese Vorfälle sind zu großen Teilen nicht deckungsgleich mit den berechneten, für AED-Installationen vorgeschlagenen Haltestellen. Nichtsdestotrotz sollte ein Einstiegspunkt für eine Installation gefunden werden. Dies ist mit den identifizierten Haltestellen des Autors möglich.

#### 9.1.1. Identifizierte Haltestellen

Die Ergebnisse der Analyse aus Kapitel 7.1 und Kapitel 7.2 wurden miteinander nach ihrer Position verrechnet. Sollte in der Tabelle Fahrgastanzahl ein Eintrag auf Platz 3 gewesen sein und in der Tabelle Fahrgastgefährdung auf Platz 5, so wurde  $(3 + 5)/2 = 4$  errechnet. Dies wurde nur für Einträge durchgeführt, die in beiden Tabellen zu finden waren. Das Ergebnis der Kreuztabelle wurde absteigend sortiert. Da nicht alle Haltestellen in diesem Ranking enthalten waren, wurden die ersten Einträge zunächst aus der Tabelle Fahrgastgefährdung entnommen und, je nach Position, erweitert um Einträge, die in beiden Tabellen vorhanden waren. Nachdem alle Inhalte aus der Tabelle Fahrgastgefährdung aufgenommen wurden, wurde bis zu einer Anzahl von 15 Einträgen insgesamt aus der Tabelle Fahrgastanzahl aufgefüllt. Herausgekommen ist die Kreuztabelle 6, geordnet nach Gefährdung und Fahrgastzahlen.

Die Installation für eine erste Phase wird für diese Haltestellen empfohlen, was ebenso wiederum unterteilt werden könnte in mehrere Abschnitte. Wie in Kapitel 2.6 beleuchtet, ist ein PAD-Programm nur unter bestimmten Voraussetzungen wirtschaftlich tragbar.

Haltestelle für AED-Installation <sup>a</sup>	Sondersäule
Landungsbrücken (Abb. 40)	Nein
St. Pauli (Abb. 43)	Nein
Jungfernstieg (Abb. 37, 38)	Nein
Feldstraße (Abb. 34)	Ja
Baumwall (Abb. 31)	Ja
Rathaus (Abb. 42)	Nein
Hauptbahnhof Süd (Abb. 36)	Nein
Kellinghusenstraße (Abb. 39)	Nein
Barmbek (Abb. 30)	Nein
Hauptbahnhof Nord (Abb. 35)	Nein
Sternschanze (Abb. 44)	Nein
Berliner Tor (Abb. 33)	Nein
Lübecker Straße (Abb. 41)	Ja
Wandsbek Markt (Abb. 45)	Nein
Billstedt (Abb. 32)	Nein

**Tabelle 6:** Empfohlene Haltestellen für eine erste Installations-Iteration, geordnet nach Gefährdung und Fahrgastanzahl

<sup>a</sup>Um den Aufbau der jeweiligen Haltestelle zu verdeutlichen, siehe angegebene Abbildungen.

Durch die relativ geringe Anzahl von Haltestellen in der ersten Ausbaustufe kann eine Erhöhung der Abdeckung lebensrettender Sofortmaßnahmen durch AEDs innerhalb der Hamburger Hochbahn AG erreicht werden. Bei der Annahme, dass AEDs an Haltestellen teilweise an beiden Enden des Bahnsteigs untergebracht werden, ergibt sich eine Anzahl von etwa 20 AEDs in der ersten Ausbaustufe. Beispielsweise die Zwischengeschosse oder Schalterhallen an den Haltestellen Jungfernstieg oder Berliner Tor bieten sich an, um weitere AEDs direkt im Fahrgaststrom anzubringen. Bei einer angenommenen Laufzeit von 10 Jahren pro Gerät relativiert sich das Investitionsvolumen über die Zeit. Weiterhin kann m. E. angenommen werden, dass die Installation von diesen Geräten zu einem erhöhten Sicherheitsgefühl der Fahrgäste führen kann und somit zu höheren Fahrgastzufriedenheiten bzw. höheren Fahrgastzahlen.<sup>131</sup>

<sup>131</sup>Hamburger Hochbahn AG et al. 2005: Band 7, 17.

### 9.1.2. Informationen für Fahrgäste

Wie in Kapitel 2.2.3 beschrieben, kann es einen positiven Effekt haben, Erinnerungsvideos von Reanimationen in Zusammenhang mit AEDs zu zeigen. Bei der Hochbahn kann beispielsweise das Fahrgastfernsehen für diese Methode genutzt werden. In der dort vorgestellten Untersuchung hat die Untersuchungsgruppe drei Monate vorher ein Training mitgemacht. M. E. nach ist dieser positive Effekt auch für die allgemeine Bevölkerung ohne Mobiltelefon nutzbar, bei der ein Training schon lange her ist oder eventuell nie stattgefunden hat. Auch Laien können AEDs effizient nutzen, da die Geräte mit dem Anwender kommunizieren und sie anleiten (siehe Kapitel 2.3).

Ähnliche Kampagnen wurden im TV in den U.S.A. durch die AHA als Infomercial<sup>132</sup> und als interessanter, unterhaltsamer Spot<sup>133</sup> gezeigt. In Großbritannien wurde dies durch die British Heart Foundation<sup>134</sup> durchgeführt, welche mit typisch britischem Humor die Einfachheit der Laienreanimation aufzeigen, wie beispielsweise der Verzicht auf die Beatmung. Immer wieder wird in den Videos erklärt, dass der Takt des Liedes *Staying Alive* von den Bee Gees genau die richtige Geschwindigkeit für die Herzdruckmassage beinhaltet.

Durch die Nutzung eines kurzen, visuell aufbereiteten Spots ohne Ton, könnte die Einfachheit der Reanimation den Fahrgästen gezeigt werden. Dies in einer Art, die einerseits über den Ablauf informieren soll und andererseits über die von der Hochbahn durchgeführte AED-Aktion, welche in Verbindung mit dem Marketing gefördert werden könnte.

---

<sup>132</sup>Video Official 2012 Hands-Only CPR Instructional Video 2012: o. S.

<sup>133</sup>Video Ken Jeong AHA Hands-Only CPR video 2011: o. S.

<sup>134</sup>Video Vinnie Jones' hard and fast Hands-only CPR 2011: o. S.

### 9.1.3. Marketing

Die Hochbahn hat in der Vergangenheit schon gezeigt, dass ihr die Sicherheit ihrer Fahrgäste wichtig ist. Die größte Kampagne dieser Art war hierbei *Ich drück' für dich*. Es existieren ebenso Flyer und Informationsmaterial über die Sicherheitseinrichtungen der Hochbahn auf der Homepage und in Papierformat. Hier bietet es sich an, die Nutzung von den neu eingeführten AEDs öffentlich darzustellen, beispielsweise *Herztage* zu veranstalten und die Nutzung des Fahrgastfernsehens für Informationen für den Notfall als allgemeiner Bildungsservice (siehe vorheriges Kapitel).

In München gibt es im Museum der MVG sporadisch in Zusammenarbeit mit der Berufsfeuerwehr München Reanimationstage. An diesen wird die Herz-Lungen-Wiederbelebung den Besuchern in Zusammenhang mit einem AED gezeigt und geschult.<sup>135</sup> Eventuell bietet sich eine solche Kooperation auch in Hamburg an.

## 9.2. Ausblick auf weitere Orte für AEDs bei der Hochbahn

Diese Machbarkeitsstudie beschäftigt sich mit der Installation von AEDs an den U-Bahn-Haltestellen der Hochbahn Hamburg. Im Zuge der Recherchen haben sich weitere Orte aufgetan, die sich für die Installation von AEDs eignen könnten.

### 9.2.1. Busumsteigehöfe

Die Hochbahn versorgt große Busumsteigeplätze wie beispielsweise in Poppenbüttel, Barmbek und Wilhelmsburg. Diese haben teilweise ebenso Meldesäulen. Das Potential für die Unterbringung von AEDs sollte geprüft werden.

---

<sup>135</sup>Grolms 2013: o. S.

Weiterhin gab es Überlegungen, ob Busse mit AEDs ausgestattet werden sollten. Die Anzahl der Busse in der Flotte der Hochbahn liegt bei 728. Nicht alle hiervon sind ständig im Einsatz. Das Investitionsvolumen wäre sehr hoch bei einer flächendeckenden Einführung. Hinzu käme die Ausbildung der Busfahrer in der Reanimation. Es könnte sinnvoll sein, einzig die Metrobuslinien mit AEDs auszustatten. Das Potential hierfür sollte weiter untersucht werden.

### 9.2.2. Fähranleger

Das Fahrgastaufkommen an den Haltestellen Jungfernstieg, Övelgönne sowie der Anleger des Musical-Theaters kann bei großen Events und gutem Wetter durchaus stark ansteigen. Eine Unterbringung von AEDs an diesen Orten, einhergehend mit entsprechender Beschriftung und Kampagnen auch für Touristen, sollte geprüft werden. Eine Ausstattung der 22 Schiffe der HADAG Seetouristik und Fährdienst AG sollte geprüft werden.

## 10. Schlussbetrachtung

Weltweit werden seit über 10 Jahren PAD-Programme mit unterschiedlichen Ergebnissen auch bei Verkehrsunternehmen durchgeführt. Ein wichtiger Punkt ist die Frage, ob ein solches Projekt volkswirtschaftlich sinnvoll eingesetzt werden kann. Da Verkehrsunternehmen in der Regel öffentliche Unternehmen sind, die einerseits Verlustübernahmen durch die öffentliche Hand erfahren, andererseits eine Daseinsvorsorge zur Mobilität erfüllen, gilt hier ein anderes Spannungsfeld an Entscheidungsargumenten für solche Programme als in der freien Wirtschaft. Durch die Einbindung von Laien und Mitarbeitern und damit einhergehend der effektiven Ausdehnung der Rettungskette haben PAD-Programme m. E. positive Effekte. Nicht nur können durch solche Programme Leben gerettet werden, ebenso ist die Informationswirkung solcher Programme auf Laien nicht zu unterschätzen. Durch gezielte Informationen, welche simplen Schritte bei der Reanimation durchgeführt werden müssen, könnten mehr Laien im Notfall helfen wollen.

Der Reanimationsablauf ist hierzulande im Bewusstsein der Öffentlichkeit nur gering vertreten im Gegensatz zu beispielsweise in den U.S.A. oder in Großbritannien, wo durch Fernsehkampagnen gelehrt wird, wie simpel eine Reanimation durchgeführt werden kann. Das vorangehende Ziel muss daher sein, im öffentlichen Bewusstsein zu verankern, dass die Reanimation in erster Linie nur aus Kompressionen des Brustkorbes ohne Beatmung besteht. Wenn mit der Reanimation sofort begonnen wird, wenn jemand kollabiert ist und nicht mehr regelmäßig atmet, hat sich m. E. die Einführung eines solches Systemes gelohnt. Weiterhin sollten durch Kampagnen und kostenfreie Informationsveranstaltungen Anstrengungen unternommen werden, die die Angst von Laien vor der Reanimation abbauen und die Verwendung von AEDs im Ernstfall etablieren. Eine Initiative dieser Art existiert schon, sie nennt sich *Ein Leben Retten*<sup>136</sup>. Sie stellt die Einfachheit der Reanimation grafisch auf simple Weise dar, wie in Abbildung

---

<sup>136</sup>Deutsche Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin e.V. Et al. 2013: o. S.

12 zu sehen ist. Die Initiative führt vom 16.09.2013 bis zum 22.09.2013 die *Woche der Reanimation* durch.



**Abbildung 12:** Schaubild der Kampagne *Ein Leben Retten*, aus: Deutsche Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin e.V. Et al. 2013: o. S.

Die Analyse der Vorfälle bei der Hochbahn hat ergeben, dass im Mittel minimal 6 Minuten vergehen, bis der Rettungsdienst eintrifft und eine Defibrillation durchführen kann. Dies bedeutet für den Patienten nur noch eine Überlebenschance von 40%. Durch die Nutzung von AEDs, auch wenn diese keine Defibrillation empfehlen, könnte die Hemmschwelle im Ernstfall herabgesetzt werden und Laien wie Mitarbeiter bei der Reanimation unterstützen. In Kombination mit den Medien, ob dies nun das Fahrgastfernsehen, TV oder Rundfunk sind, könnte sich eine Änderung der vergleichsweise schlechten Laienhelferquote von 15% in Hamburg bzw. in Deutschland ergeben.

Wesentliche Ergebnisse der vorliegenden Arbeit sind m.E. nach die empfohlenen Haltestellen zur Installation von AEDs (siehe Kapitel 7.1), die Analyse der Vorfälle bei der Hochbahn (siehe Kapitel 5 und ab Abbildung 16) sowie die Übersichtskarten zu Reanimationen (siehe Abbildung 14) und Herzvorfällen (siehe Abbildung 15). Ermöglicht wurde die Analyse der SAP-Daten durch ein hochbahnintern eigens entwickeltes Excel-Tool, welches Exporte von Datensätzen durchgeführt hat.

Letztendlich ist m.E. die Einführung von PAD-Programmen, die volkswirtschaftlich tragbar sind und nicht nur aus Marketing-Zwecken durchgeführt werden, durchaus sinnvoll. Es kann jedoch nicht erwartet werden, dass die Einwohner Deutschlands die Schulungsmaßnahmen von AEDs selber bezahlen sollen, wenn öffentlich PAD-Programme gestartet werden. Hier muss die Politik aktiv auf den Bürger zugehen. Dies bedeutet m. E. einerseits, dass durch TV-Beiträge, Infomercials und Außenwerbung auf die Wichtigkeit und der Einfachheit der Reanimation eingegangen wird. Andererseits sollten öffentliche Veranstaltungen ausgerufen werden, ein *Herztag* beispielsweise, an dem öffentlich geübt und den Bürgern so die Angst und eventuelle Hemmnisse vor der Reanimation genommen werden. Dies könnte, wenn durch Städte durchgeführt, durchaus positive Effekte im Tourismus oder allgemein im Image haben.

Ein Dialog mit der Hamburger Verkehrsverbund GmbH sollte durchgeführt werden, in der alle Verkehrsbetriebe des Großraumes Hamburg vertreten sind. Gerade in Städten wie Hamburg ist dem Fahrgast die Trennung zwischen S- und U-Bahn beispielsweise nicht offensichtlich, wodurch eventuell auch eine Erwartungshaltung zur der Vorhaltung von AEDs bei der S-Bahn, aber auch bei Bussen oder anderen Verkehrsmitteln, erweckt wird. Letztendlich ist eine flächendeckende Abdeckung, wo es volkswirtschaftlich sinnvoll erscheint, empfehlenswert.

Die Reanimation in ihrer Einfachheit und die Nutzung von AEDs müssen gesellschaftlich bekannt werden, da durch das zunehmende Alter des demografischen Wandels die Wahrscheinlichkeit für einen Herz-Kreislauf-Stillstand statistisch gesehen zunimmt.

## Literatur

- AHN, J. Y./CHO, G. C./SHON, Y. D./PARK, S. M. und KANG, K. H. (Dez. 2011): Effect of a reminder video using a mobile phone on the retention of CPR and AED skills in lay responders. In: *Resuscitation* 82.12, S. 1543–1547.
- AMERICAN HEART ASSOCIATION (Aug. 2000): Part 4: The Automated External Defibrillator Key Link in the Chain of Survival. In: *Circulation* 102. PMID: 10966663, S. I-60–I-76.
- BERG, R. A./HEMPHILL, R./ABELLA, B. S./AUFDERHEIDE, T. P./CAVE, D. M./HAZINSKI, M. F./LERNER, E. B./REA, T. D./SAYRE, M. R. und SWOR, R. A. (Feb. 2010): Part 5: Adult Basic Life Support 2010 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. In: *Circulation* 122.18 suppl 3. PMID: 20956221, S685–S705.
- BUNDESÄRZTEKAMMER (Mai 2008): Stellungnahme der Bundesärztekammer zu Public-Access-Defibrillations-Programmen. In: *Deutsches Ärzteblatt* 105.19, S. 1025.
- BURGHOFER, K./RUPPERT, M./HOFFMANN, G./URBAN, B. und LACKNER, C. K. (2004): Machbarkeitsstudie zur Umsetzung der sog. Public Access Defibrillation (PAD) in Bayern. URL: [http://www.stmi.bayern.de/imperia/md/content/stmi/sicherheit/rettungswesen2/automaisierteexternedefibrillation/pad\\_prolog.pdf](http://www.stmi.bayern.de/imperia/md/content/stmi/sicherheit/rettungswesen2/automaisierteexternedefibrillation/pad_prolog.pdf) (besucht am 06.05.2013).
- CAFFREY, S. L./WILLOUGHBY, P. J./PEPE, P. E. und BECKER, L. B. (2002): Public Use of Automated External Defibrillators. In: *New England Journal of Medicine* 347.16. PMID: 12393821, S. 1242–1247.
- CAPUCCI, A./ASCHIERI, D. und PIEPOLI, M. F. (Dez. 2002): Out-of-hospital early defibrillation successfully challenges sudden cardiac arrest: the Piacenza Progetto Vita project. In: *Italian Heart Journal* 3.12. PMID: 12611123, S. 721–725.

- CAPUCCI, A./ASCHIERI, D./PIEPOLI, M. F./BARDY, G. H./ICONOMU, E. und ARVEDI, M. (Aug. 2002): Tripling Survival From Sudden Cardiac Arrest Via Early Defibrillation Without Traditional Education in Cardiopulmonary Resuscitation. In: *Circulation* 106.9. PMID: 12196330, S. 1065–1070.
- DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR ANÄSTHESIOLOGIE UND INTENSIVMEDIZIN E.V./BERUFSVERBAND DEUTSCHER ANÄSTHESISTEN E.V./GERMAN RESUSCITATION COUNCIL E.V. und STIFTUNG DEUTSCHE ANÄSTHESIOLOGIE (2013): Ein Leben Retten - BDA - DGAI. URL: <http://www.einlebenretten.de/> (besucht am 06.05.2013).
- DRAGER, K. K. (Mai 2012): Improving Patient Outcomes with Compression-Only CPR: Will Bystander CPR Rates Improve? In: *Journal of Emergency Nursing* 38.3, S. 234–238.
- ECKHARDT, T. (2013): Gespräch mit Herrn Thilo Eckhardt der Hamburger Hochbahn AG, Abteilung Umweltschutz, Arbeitssicherheit und Brandschutz.
- FIELD, J. M./HAZINSKI, M. F./SAYRE, M. R./CHAMEIDES, L./SCHEXNAYDER, S. M./HEMPHILL, R./SAMSON, R. A./KATTWINKEL, J./BERG, R. A./BHANJI, F./CAVE, D. M./JAUCH, E. C./KUDENCHUK, P. J./NEUMAR, R. W./PEBERDY, M. A./PERLMAN, J. M./SINZ, E./TRAVERS, A. H./BERG, M. D./BILLI, J. E./EIGEL, B./HICKEY, R. W./KLEINMAN, M. E./LINK, M. S./MORRISON, L. J./O'CONNOR, R. E./SHUSTER, M./CALLAWAY, C. W./CUCCHIARA, B./FERGUSON, J. D./REA, T. D. und HOEK, T. L. V. (Feb. 2010): Part 1: Executive Summary 2010 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. In: *Circulation* 122.18 suppl 3. PMID: 20956217, S640–S656.
- FORRER, C. S./SWOR, R. A./JACKSON, R. E./PASCUAL, R. G./COMPTON, S. und MCEACHIN, C. (Jan. 2002): Estimated cost effectiveness of a police

- automated external defibrillator program in a suburban community: 7 years experience. In: *Resuscitation* 52.1, S. 23–29.
- GABER, W. und TRAPPE, H.-J. (Dez. 2011): Frühdefibrillation am Flughafen Frankfurt. In: *Der Kardiologe* 5.6, S. 436–442.
- GOTTSCHALK, A./BURMEISTER, M.-A./FREITAG, M./CAVUS, E. und STANDL, T. (Apr. 2002): Influence of early defibrillation on the survival rate and quality of life after CPR in prehospital emergency medical service in a German metropolitan area. In: *Resuscitation* 53.1, S. 15–20.
- GROLMS, W. (2013): Gespräch mit Herrn Wolfgang Grolms der Münchner Verkehrsgesellschaft mbH, Ressort Verkehrsservices, Marketing/Kommunikation.
- GRÄSNER, J.-T./WNENT, J./BEIN, B./DOERGES, V. und SCHOLZ (Mai 2008): Impact of bystander CPR on the outcome of patients after pre-hospital cardiac arrest. In: *Resuscitation* 77, Supplement, S45.
- GRÄSNER, J.-T./WNENT, J./GRÄSNER, I./SEEWALD, S./FISCHER, M. und JANTZEN, T. (Okt. 2012): Einfluss der Basisreanimationsmaßnahmen durch Laien auf das Überleben nach plötzlichem Herztod. In: *Notfall + Rettungsmedizin* 15.7, S. 593–599.
- GRÄSNER, J.-T./HERLITZ, J./KOSTER, R. W./ROSELL-ORTIZ, F./STAMATAKIS, L. und BOSSAERT, L. (Okt. 2011): AS29 Bystander CPR by lay-people in Europe. In: *Resuscitation* 82, Supplement 1, S8.
- GRUNER, M./STEGHERR, S. und VEITH, J. (Okt. 2006): Frühdefibrillation. 3., überarb. u. aktualis. A. Edewecht: Stumpf & Kossendey.
- GÄSSLER, H./HELM, M. und HOSSFELD, B. (2011): Aktuelle Reanimationsleitlinien 2010 Unterschiede zwischen ERC, AHA und ILCOR. In: *Der Notarzt* 27, S. 11–13.

- GUNDRY, J. W./COMESS, K. A./DEROOK, F. A./JORGENSEN, D. und BARDY, G. H. (Okt. 1999): Comparison of Naive Sixth-Grade Children With Trained Professionals in the Use of an Automated External Defibrillator. In: *Circulation* 100.16. PMID: 10525489, S. 1703–1707.
- HALLSTROM, A. und ORNATO, J. P. (2004): Public-Access Defibrillation and Survival after Out-of-Hospital Cardiac Arrest. In: *New England Journal of Medicine* 351.7. PMID: 15306665, S. 637–646.
- HAMBURGER GESELLSCHAFT FÜR VERMÖGENS- UND BETEILIGUNGSMA-NAGEMENT MBH (Juli 2013): Die Beteiligungen der HGV. URL: <http://www.hgv.hamburg.de/Beteiligungen.html> (besucht am 29.07.2013).
- HAMBURGER HOCHBAHN AG (2013): Unternehmensbericht 2012. [http://www.hochbahn.de/wps/wcm/connect/65ff5900404d5c96945ed4ccf66c0340/130624\\_HHA\\_UB12\\_D\\_online.pdf?MOD=AJPERES](http://www.hochbahn.de/wps/wcm/connect/65ff5900404d5c96945ed4ccf66c0340/130624_HHA_UB12_D_online.pdf?MOD=AJPERES) (Besucht am 25.07.2013).
- HAMBURGER HOCHBAHN AG/MANNHEIM/HANAU und INSTITUT WOHNEN UND UMWELT DARMSTADT (2005): SuSi-PLUS. Forschungsverbundvorhaben subjektive Sicherheit im öffentlichen Verkehr. URL: [http://www.susi-team.de/index.php?option=com\\_content&view=article&id=4&Itemid=5](http://www.susi-team.de/index.php?option=com_content&view=article&id=4&Itemid=5) (besucht am 07.05.2013).
- HANSEN, H. (2013): Gespräch mit Frau Heike Hansen der Hamburger Hochbahn AG, Ressort Betrieb und Infrastruktur, BS2 - Systementwicklung u. Qualitätsmanagement.
- HEALTH QUALITY ONTARIO (Dez. 2005): Use of Automated External Defibrillators in Cardiac Arrest. In: *Ontario Health Technology Assessment Series* 5.19. PMID: 23074470 PMCID: PMC3382296, S. 1–29.
- HEINEMEYER, H. (2013): Gespräch mit Herrn Horst Heinemeyer der Hamburger Hochbahn AG, Sachgebiet Betriebszentrale.

- HENSEL, F. J. (Feb. 2002): Reanimation: Frühdefibrillation durch medizinische Laien. In: *Deutsches Ärzteblatt* 99.8, A476–A477.
- HERLITZ, J./SVENSSON, L./HOLMBERG, S./ÄNGQUIST, K.-A. und YOUNG, M. (Sep. 2005): Efficacy of bystander CPR: Intervention by lay people and by health care professionals. In: *Resuscitation* 66.3, S. 291–295.
- HVV (2013): Haltestellen und besondere Orte. URL: <http://geofox.hvv.de/jsf/mobiInformation.seam?clear=true> (besucht am 22.07.2013).
- KASSENÄRZTLICHE VEREINIGUNG BAYERNS, Hrsg. (Aug. 2001): Die Medizinprodukte-Betreiberverordnung in der Praxis. München.
- KITAMURA, T./IWAMI, T./KAWAMURA, T./NAGAO, K./TANAKA, H. und HIRAIDE, A. (2010): Nationwide Public-Access Defibrillation in Japan. In: *New England Journal of Medicine* 362.11. PMID: 20237345, S. 994–1004.
- KLOECK, W./CUMMINS, R. O./CHAMBERLAIN, D./BOSSAERT, L./CALLANAN, V./CARLI, P./CHRISTENSON, J./CONNOLLY, B./ORNATO, J. P./SANDERS, A. und STEEN, P. (Apr. 1997): Early Defibrillation An Advisory Statement From the Advanced Life Support Working Group of the International Liaison Committee on Resuscitation. In: *Circulation* 95.8. PMID: 9133533, S. 2183–2184.
- KUNZENDORF, J. (Juli 2013): Gespräch mit Herrn Jürgen Kunzendorf der Hamburger Hochbahn AG, Stellvertr. Betriebsleiter BOStrab, Fachbereichsleiter Kommunikationssysteme.
- KURAMOTO, N./MORIMOTO, T./KUBOTA, Y./MAEDA, Y./SEKI, S./TAKADA, K. und HIRAIDE, A. (Dez. 2008): Public perception of and willingness to perform bystander CPR in Japan. In: *Resuscitation* 79.3, S. 475–481.
- LINK, M. S./ATKINS, D. L./PASSMAN, R. S./HALPERIN, H. R./SAMSON, R. A./WHITE, R. D./CUDNIK, M. T./BERG, M. D./KUDENCHUK, P.

- J. und KERBER, R. E. (Feb. 2010): Part 6: Electrical Therapies : Automated External Defibrillators, Defibrillation, Cardioversion, and Pacing 2010 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. In: *Circulation* 122.18 suppl 3. PMID: 20956222, S706–S719.
- LUEG-ARNDT, A. (Aug. 2012): Die indirekten Kosten des plötzlichen Herztods in Nordrhein-Westfalen und Deutschland. Kurzstudie. Köln: Cologne Business School.
- LUNA, A. BAYÉS DE/COUMEL, P. und LECLERCQ, J. F. (Jan. 1989): Ambulatory sudden cardiac death: mechanisms of production of fatal arrhythmia on the basis of data from 157 cases. In: *American heart journal* 117.1. PMID: 2911968, S. 151–159.
- MATULA, M./ASSAL, J./ENHUBER, K./GROLMS, W./SCHULDT, W./KORTE, T. und KANZ, K.-G. (Apr. 2009): V1663 - Hohe Effektivität und Sicherheit von automatischen externen Defibrillatoren (AED) in der Münchner U-Bahn. In: *Clinical Research in Cardiology* 98.Supplement 1.
- MÜNCHENER VERKEHRSGESELLSCHAFT MBH (Juli 2013): MVG - U-Bahn, Bus und Tram für München - Defibrillatoren. URL: <http://www.mvg-mobil.de/service/defibrillatoren.html> (besucht am 17.07.2013).
- MONSIEURS, K. G./VOGELS, C./BOSSAERT, L. L./MEERT, P. und CALLE, P. A. (Jan. 2005): A study comparing the usability of fully automatic versus semi-automatic defibrillation by untrained nursing students. In: *Resuscitation* 64.1, S. 41–47.
- MYERBURG, R. J. und CASTELLANOS, A. (2007): Cardiac Arrest and Sudden Cardiac Death. In: Heart disease: A Textbook of Cardiovascular Medicine. Hrsg. von BRAUNWALD, E. 8. Auflage. New York: Saunders, S. 933–971.

- NICHOL, G./VALENZUELA, T./ROE, D./CLARK, L./HUSZTI, E. und WELLS, G. A. (Dez. 2003): Cost Effectiveness of Defibrillation by Targeted Responders in Public Settings. In: *Circulation* 108.6. PMID: 12900345, S. 697–703.
- NICHOL, G./HALLSTROM, A. P./ORNATO, J. P./RIEGEL, B./STIELL, I. G./VALENZUELA, T./WELLS, G. A./WHITE, R. D. und WEISFELDT, M. L. (Juli 1998): Potential Cost-effectiveness of Public Access Defibrillation in the United States. In: *Circulation* 97.13, S. 1315–1320.
- NICHOL, G./HUSZTI, E./BIRNBAUM, A./MAHONEY, B./WEISFELDT, M./TRAVERS, A./CHRISTENSON, J. und KUNTZ, K. (Aug. 2009): Cost-Effectiveness of Lay Responder Defibrillation for Out-of-Hospital Cardiac Arrest. In: *Annals of Emergency Medicine* 54.2, 226–235.e2.
- OGAWA, T./AKAHANE, M./KOIKE, S./TANABE, S./MIZOGUCHI, T. und IMAMURA, T. (Jan. 2011): Outcomes of chest compression only CPR versus conventional CPR conducted by lay people in patients with out of hospital cardiopulmonary arrest witnessed by bystanders: nationwide population based observational study. In: *BMJ* 342.jan27 1, S. c7106–c7106.
- PEBERDY, M. A./OTTINGHAM, L. V./GROH, W. J./HEDGES, J./TERNDRUP, T. E./PIRRALLO, R. G./MANN, N. C. und SEHRA, R. (Juli 2006): Adverse events associated with lay emergency response programs: The public access defibrillation trial experience. In: *Resuscitation* 70.1, S. 59–65.
- PRIORI, S. G./ALLOT, E./BLOMSTROM-LUNDQVIST, C./BOSSAERT, L./BREITHARDT, G./BRUGADA, P./CANN, A. J./CAPPATO, R./COBBE, S. M./MARIO, C. D./MARON, B. J./MCKENNA, W. J./PEDERSEN, A. K./RAVENS, U./SCHWARTZ, P. J./TRUSZ-GLUZA, M./VARDAS, P./WELLENS, H. J. J. und ZIPES, D. P. (Aug. 2001): Task Force on Sudden Cardiac Death of the European Society of Cardiology. In: *European Heart Journal* 22.16, S. 1374–1450.

- PRIORI, S. G./BOSSAERT, L. L./CHAMBERLAIN, D. A./NAPOLITANO, C./ARNTZ, H. R./KOSTER, R. W./MONSIEURS, K. G./CAPUCCI, A. und WELLENS, H. J. (Jan. 2004): ESC-ERC recommendations for the use of automated external defibrillators (AEDs) in Europe. In: *European Heart Journal* 25.5. PMID: 15033257, S. 437–445.
- PSCHYREMBEL, W. (2012): Pschyrembel klinisches Wörterbuch: 2013. Auflage 264. Berlin: de Gruyter.
- RC (Juni 2013): üstra Stationen werden mit Defibrillatoren ausgestattet. URL: <http://www.newstix.de/index.php?site=&entmsg=true&ref=RNL&mid=21960> (besucht am 17.07.2013).
- REA, T. D./EISENBERG, M. S./BECKER, L. J./MURRAY, J. A. und HEARNE, T. (Okt. 2003): Temporal Trends in Sudden Cardiac Arrest A 25-Year Emergency Medical Services Perspective. In: *Circulation* 107.22. PMID: 12756155, S. 2780–2785.
- SASSON, C./ROGERS, M. A. M./DAHL, J. und KELLERMANN, A. L. (Jan. 2010): Predictors of Survival From Out-of-Hospital Cardiac Arrest A Systematic Review and Meta-Analysis. In: *Circulation: Cardiovascular Quality and Outcomes* 3.1. PMID: 20123673, S. 63–81.
- SAYRE, M. R./O’CONNOR, R. E./ATKINS, D. L./BILLI, J. E./CALLAWAY, C. W./SHUSTER, M./EIGEL, B./MONTGOMERY, W. H./HICKEY, R. W./JACOBS, I./NADKARNI, V. M./MORLEY, P. T./SEMENKO, T. I. und HAZINSKI, M. F. (Feb. 2010): Part 2: Evidence Evaluation and Management of Potential or Perceived Conflicts of Interest 2010 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. In: *Circulation* 122.18 suppl 3. PMID: 20956218, S657–S664.

- SCHLIMP, C. J./BREITENEDER, M./SEIFERT, J. und LEDERER, W. (2007): Interference of 16.7-Hz electromagnetic fields on measured electrocardiogram. In: *Bioelectromagnetics* 28.5, 402–405.
- SCHMIDT, S. (2013): Gespräch mit Herrn Sascha Schmidt der Hamburger Hochbahn-Wache GmbH, Wache und First Responder.
- STATISTISCHE ÄMTER DES BUNDES UND DER LÄNDER (Juli 2013): Arbeitnehmerentgelt (Inland) in Deutschland 1991 bis 2012 nach Bundesländern (WZ 2008) – Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen der Länder VGR dL. URL: [http://www.vgrdl.de/Arbeitskreis\\_VGR/tbls/tab.asp?lang=de-DE&tbl=tab10](http://www.vgrdl.de/Arbeitskreis_VGR/tbls/tab.asp?lang=de-DE&tbl=tab10) (besucht am 17.07.2013).
- TRAPPE, H.-J. (Feb. 2012): Einsatz automatisierter externer Defibrillatoren (AED). In: *Der Kardiologe* 6.1, S. 28–39.
- TRAPPE, H.-J./ANDRESEN, D./ARNTZ, H.-R./BECKER, H.-J. und WERDAN, K. (2005): Positionspapier zur „Automatisierten Externen Defibrillation“. In: *Zeitschrift für Kardiologie* 94.4, S. 287–295.
- TRAPPE, P. D. H.-J. (Feb. 2009): Prä- oder intrahospitaler Herz-Kreislauf-Stillstand. In: *Der Kardiologe* 3.1, S. 37–44.
- TRAVERS, A. H./REA, T. D./BOBROW, B. J./EDELSON, D. P./BERG, R. A./SAYRE, M. R./BERG, M. D./CHAMEIDES, L./O’CONNOR, R. E. und SWOR, R. A. (Feb. 2010): Part 4: CPR Overview 2010 : American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. In: *Circulation* 122.18 suppl 3. PMID: 20956220, S676–S684.
- VAILLANCOURT, C./STIELL, I. G. und WELLS, G. A. (Jan. 2008): Understanding and improving low bystander CPR rates: a systematic review of the literature. In: *CJEM* 10.1. PMID: 18226319, S. 51–65.

- VALENZUELA, T. D./ROE, D. J./NICHOL, G./CLARK, L. L./SPAITE, D. W. und HARDMAN, R. G. (2000): Outcomes of Rapid Defibrillation by Security Officers after Cardiac Arrest in Casinos. In: *New England Journal of Medicine* 343.17. PMID: 11071670, S. 1206–1209.
- Video Ken Jeong AHA Hands-Only CPR video (Juni 2011). URL: <http://www.youtube.com/watch?v=n5hP4DIBCEE> (besucht am 07.05.2013).
- Video Official 2012 Hands-Only CPR Instructional Video (Mai 2012). URL: <http://www.youtube.com/watch?v=zSgmledxFe8> (besucht am 07.05.2013).
- Video Vinnie Jones' hard and fast Hands-only CPR (Dez. 2011). URL: <https://www.youtube.com/watch?v=ILxjxfB4zNk> (besucht am 06.05.2013).
- WIK, L./DORPH, E./AUESTAD, B. und ANDREAS STEEN, P. (Feb. 2003): Evaluation of a defibrillator-basic cardiopulmonary resuscitation programme for non medical personnel. In: *Resuscitation* 56.2, S. 167–172.

## A. Anhang



**Abbildung 13:** Haltestellenhinweis, AED-Hinweistafel sowie AED-Box in Haltestelle Fröttmanning, München; Quelle: eigene Aufnahme



# Hochbahn-bekannte Herzvorfälle 2008 - 1 Hj. 2013

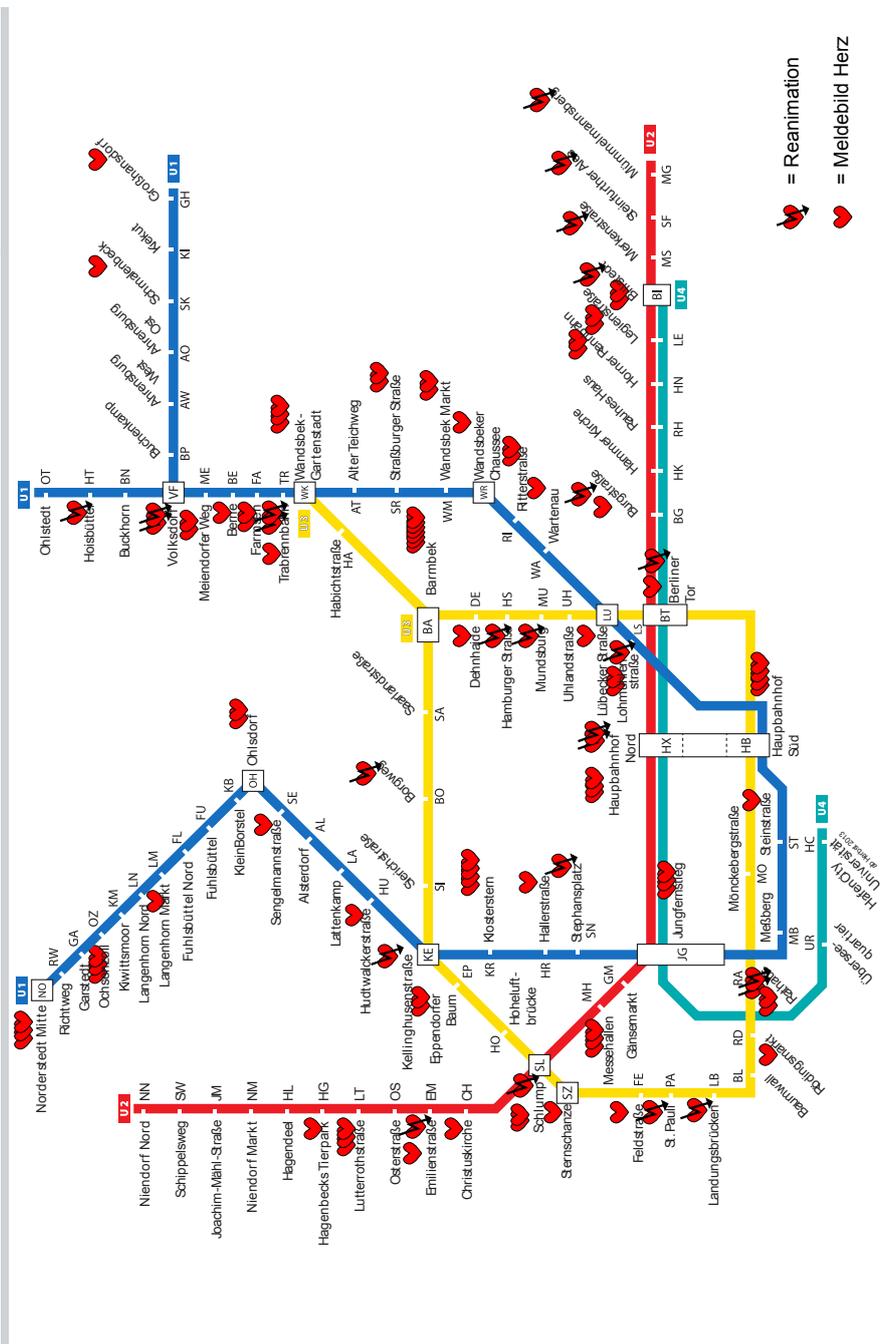


Abbildung 15: Hochbahn-bekannte Herzvorfälle 2008 - 1 Hj. 2013

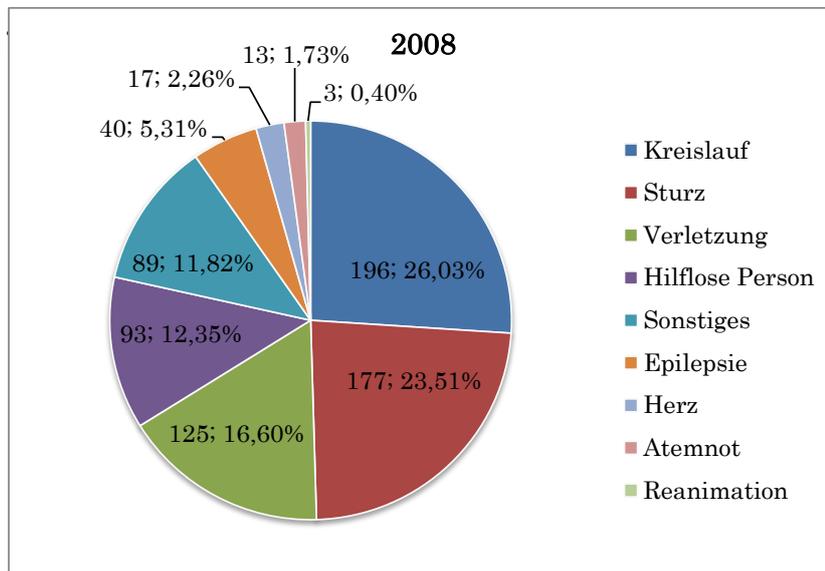


Abbildung 16: Vorfälle 2008

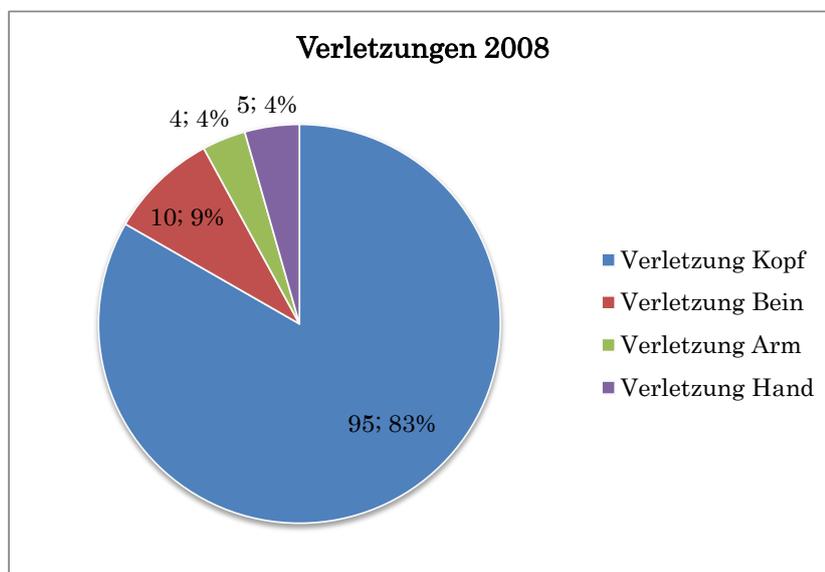


Abbildung 17: Verletzungsmuster 2008

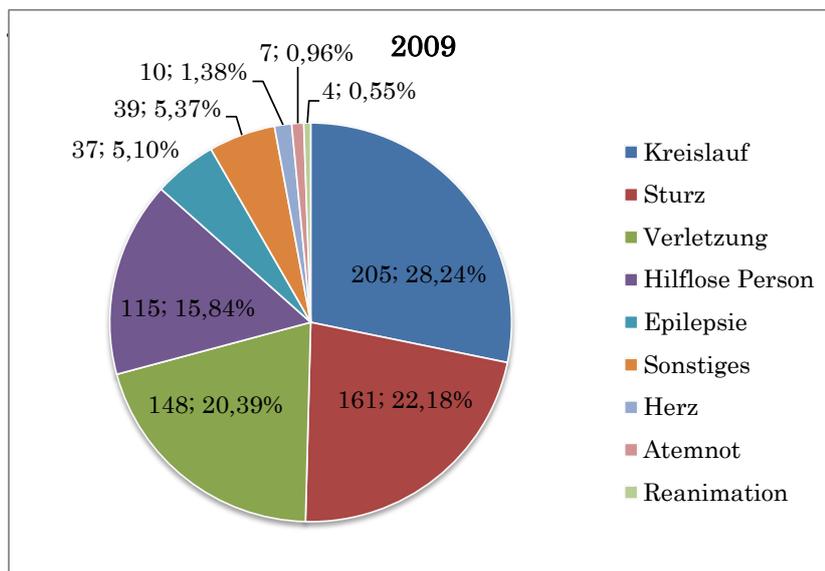


Abbildung 18: Vorfälle 2009

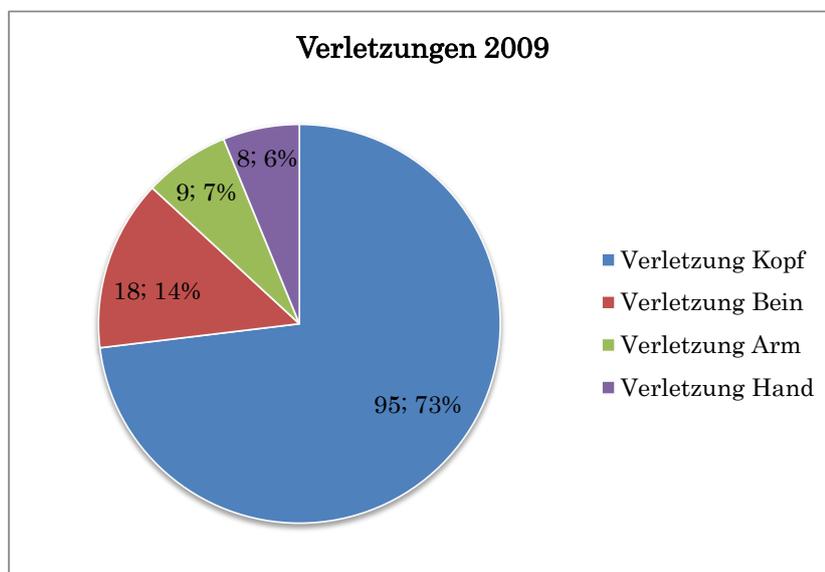


Abbildung 19: Verletzungsmuster 2009

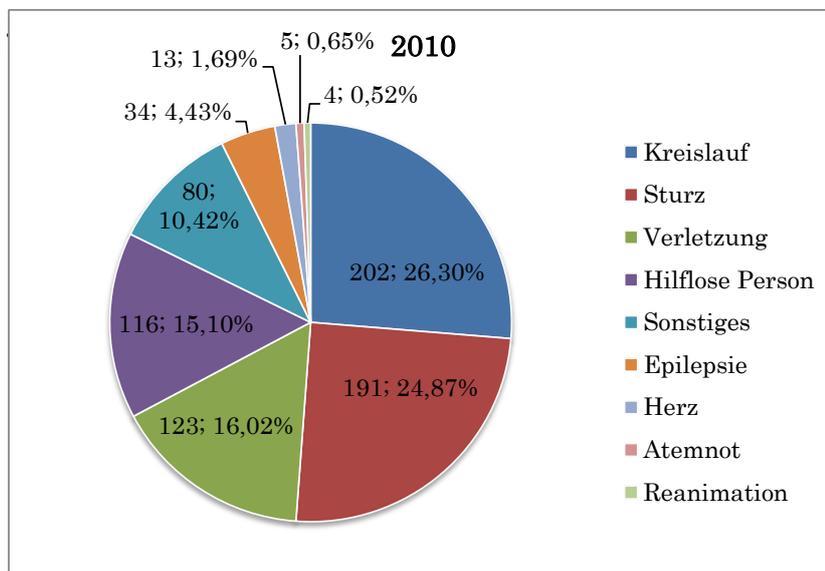


Abbildung 20: Vorfälle 2010

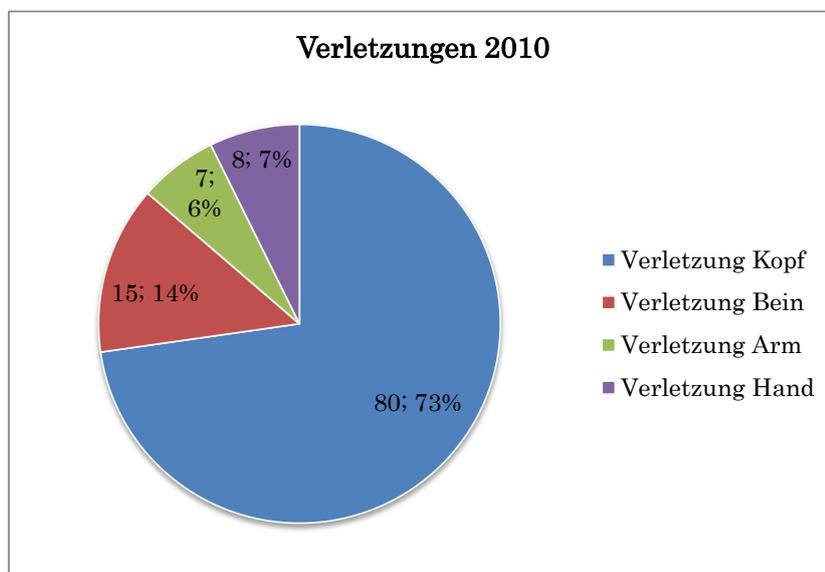


Abbildung 21: Verletzungsmuster

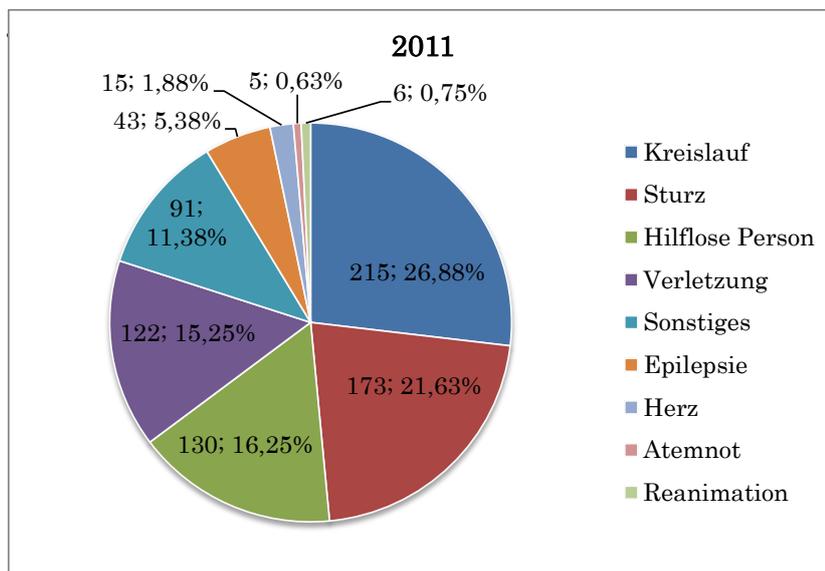


Abbildung 22: Vorfälle 2011

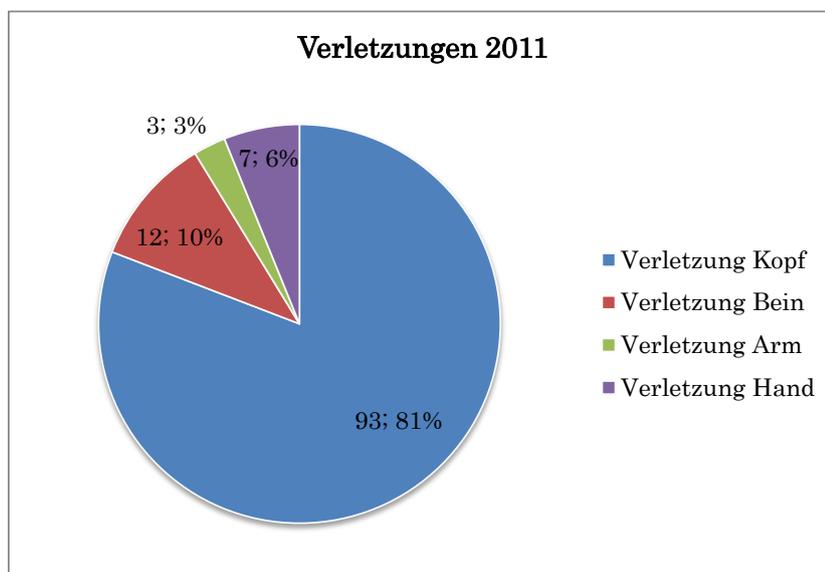


Abbildung 23: Verletzungsmuster

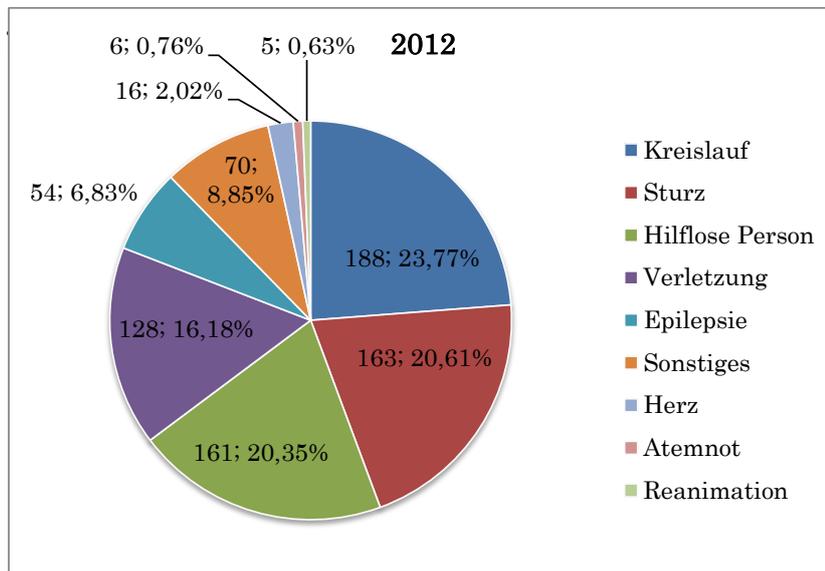


Abbildung 24: Vorfälle 2012

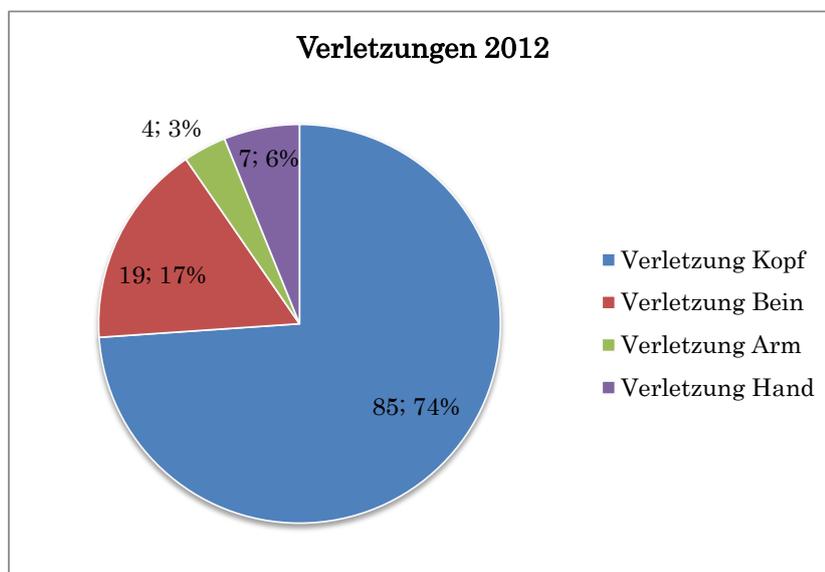


Abbildung 25: Verletzungsmuster

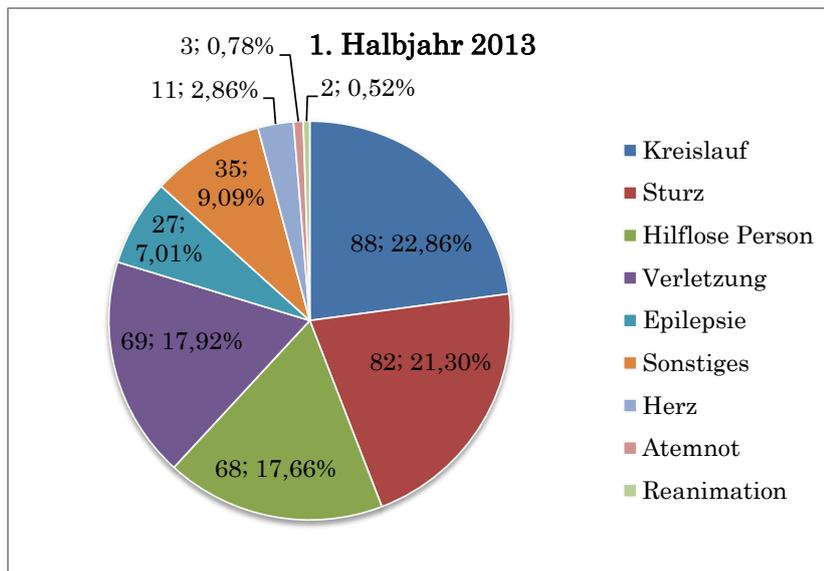


Abbildung 26: Vorfälle 1. Halbjahr 2013

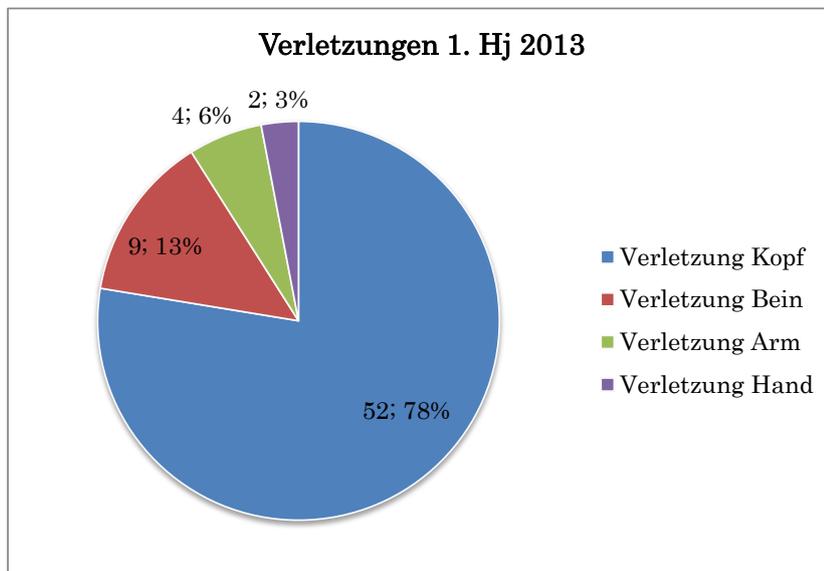
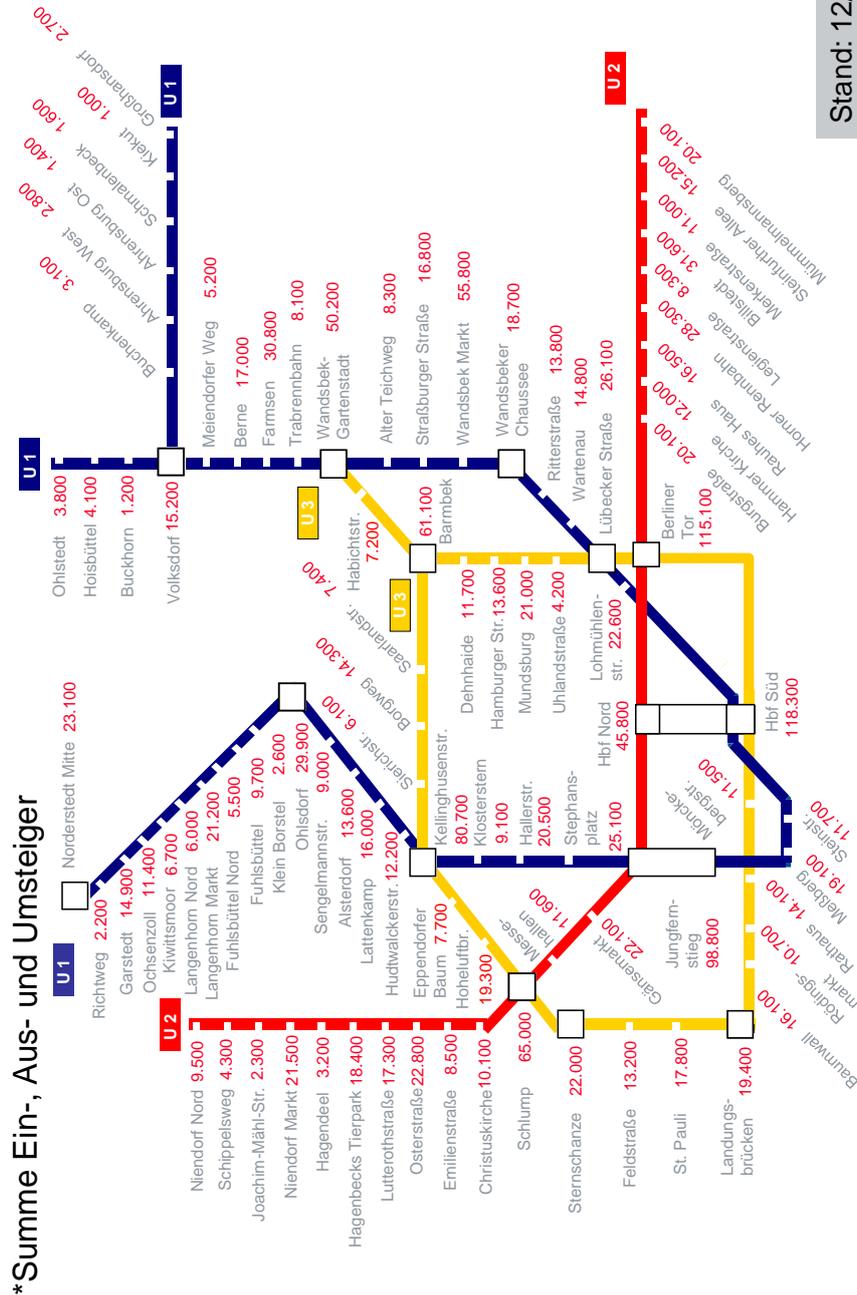


Abbildung 27: Verletzungsmuster 1. Halbjahr 2013

### Fahrgastaufkommen\* U-Bahn an einem durchschnittlichen Werktag (Mo-Do)



Stand: 12/2012

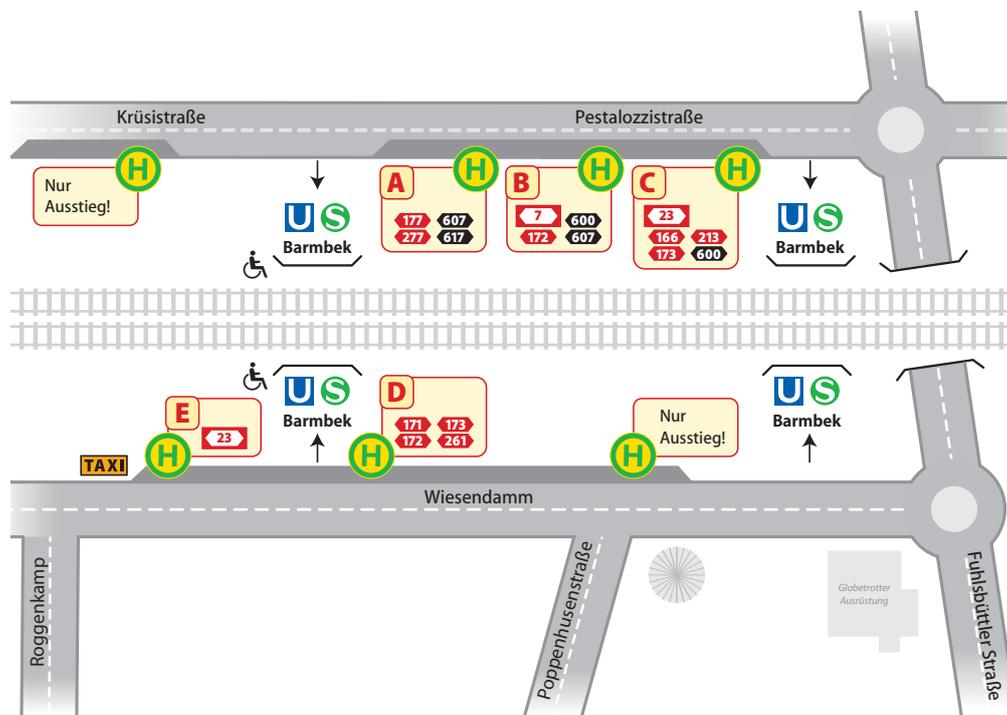


BS22/Ha – 31.05.2013

Abbildung 28: Fahrgastaufkommen 2012; HANSEN 2013: o. S.



## Hier finde ich meine Haltestelle!



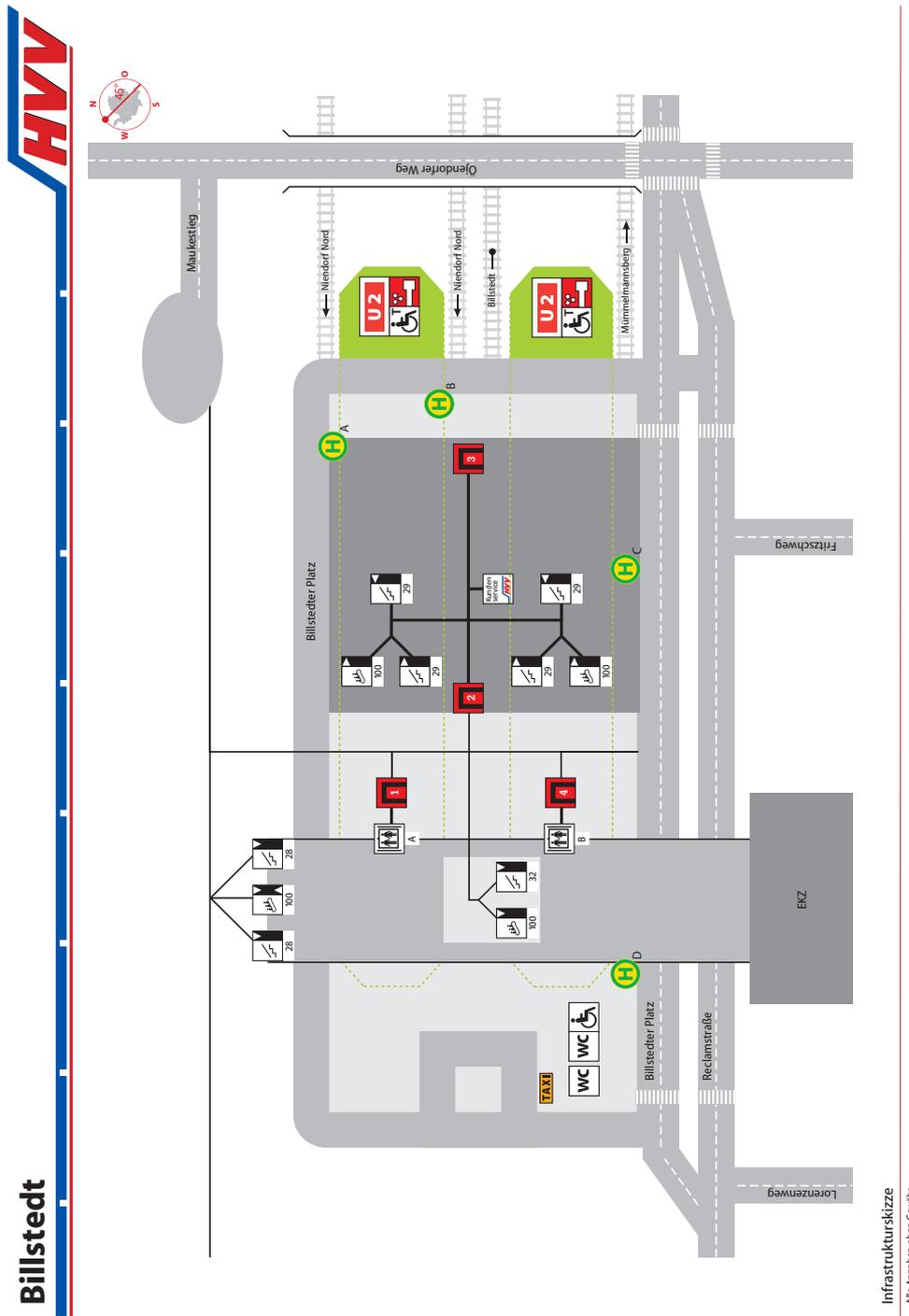
### Linienrichtungen

- |  |   |
|--|---|
| <p><b>A</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>177</b> Richtung Bramfelder See</li> <li><b>277</b> Richtung <b>U</b>Berne</li> <li><b>607</b> Richtung <b>S</b>Poppenbüttel</li> <li><b>617</b> Richtung <b>U</b>Berne</li> </ul> | <p><b>C</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>23</b> Richtung <b>U</b>Billstedt</li> <li><b>166</b> Richtung <b>U</b>Wandsbek-Gartenstadt</li> <li><b>173</b> Richtung Am Stühm-Süd</li> <li><b>213</b> Richtung <b>U</b>Billstedt</li> <li><b>600</b> Richtung Böckerstraße</li> </ul> |
| <p><b>B</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>7</b> Richtung Borcherting</li> <li><b>172</b> Richtung Lentersweg</li> <li><b>600</b> Richtung Bahnhof Altona</li> <li><b>607</b> Richtung <b>S</b>Reeperbahn</li> </ul>          | <p><b>D</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>171</b> Richtung Thomas-Mann-Straße</li> <li><b>172</b> Richtung Mundsburger Brücke</li> <li><b>173</b> Richtung Mundsburger Brücke</li> <li><b>261</b> Richtung <b>U</b>Horner Rennbahn</li> </ul>                                       |
| <p><b>E</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>23</b> Richtung <b>U</b>Niendorf Markt</li> </ul>  |   |
- Mit den Aufzügen am Wiesendamm und in der Krüsistraße gelangen Sie barrierefrei zu den Bahnsteigen und Bussen.

Bushaltestelle U S Barmbek | Stand: 11/2012

Abbildung 30: Haltestelle Barmbek; HVV 2013: o. S.





Infrastrukturskizze  
Alle Angaben ohne Gewähr.

Abbildung 32: Haltestelle Billstedt; HVV 2013: o. S.

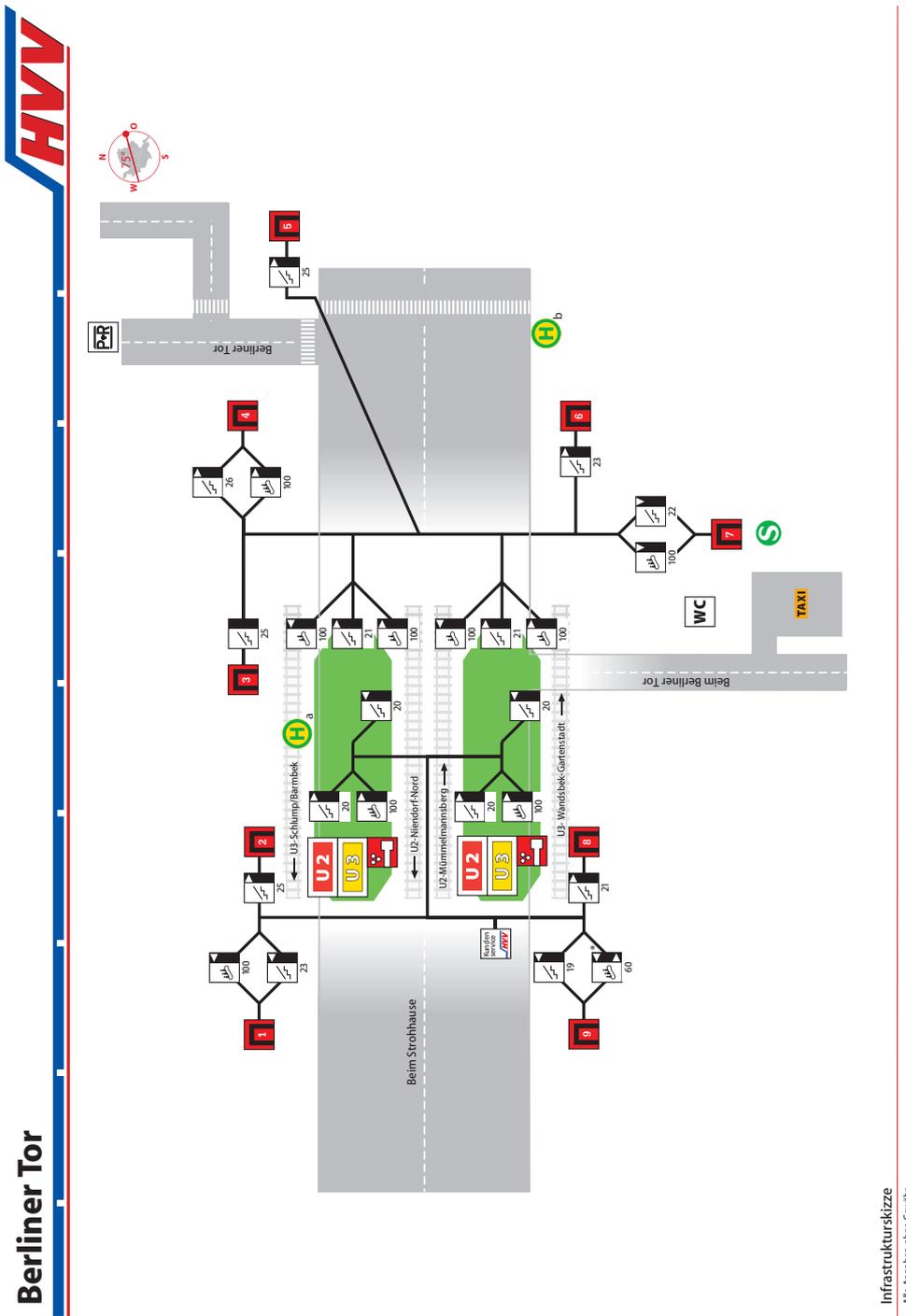
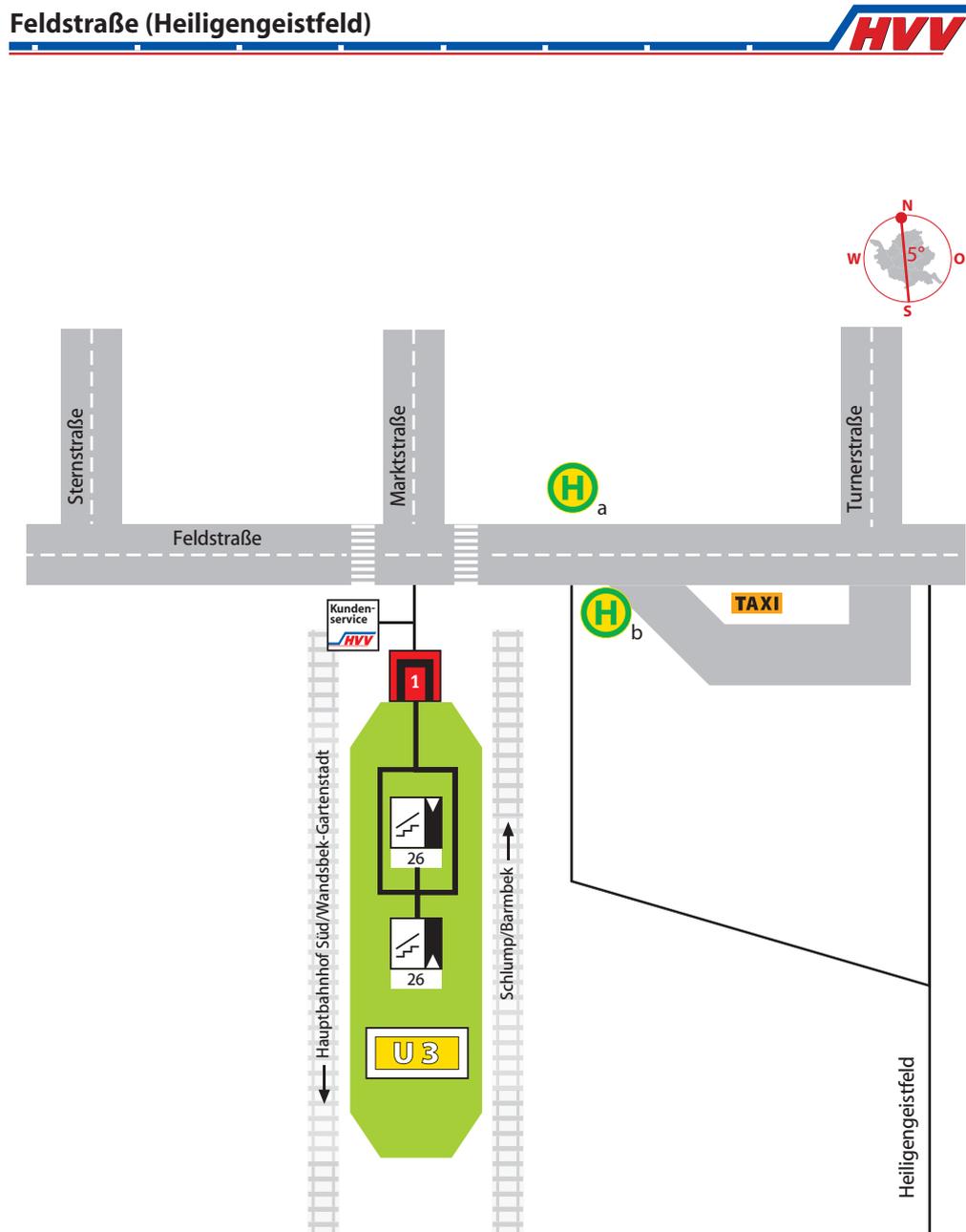


Abbildung 33: Haltestelle Berliner Tor; HVV 2013; o. S.



Infrastrukturkizze

Alle Angaben ohne Gewähr.

Abbildung 34: Haltestelle Feldstraße; HVV 2013: o. S.

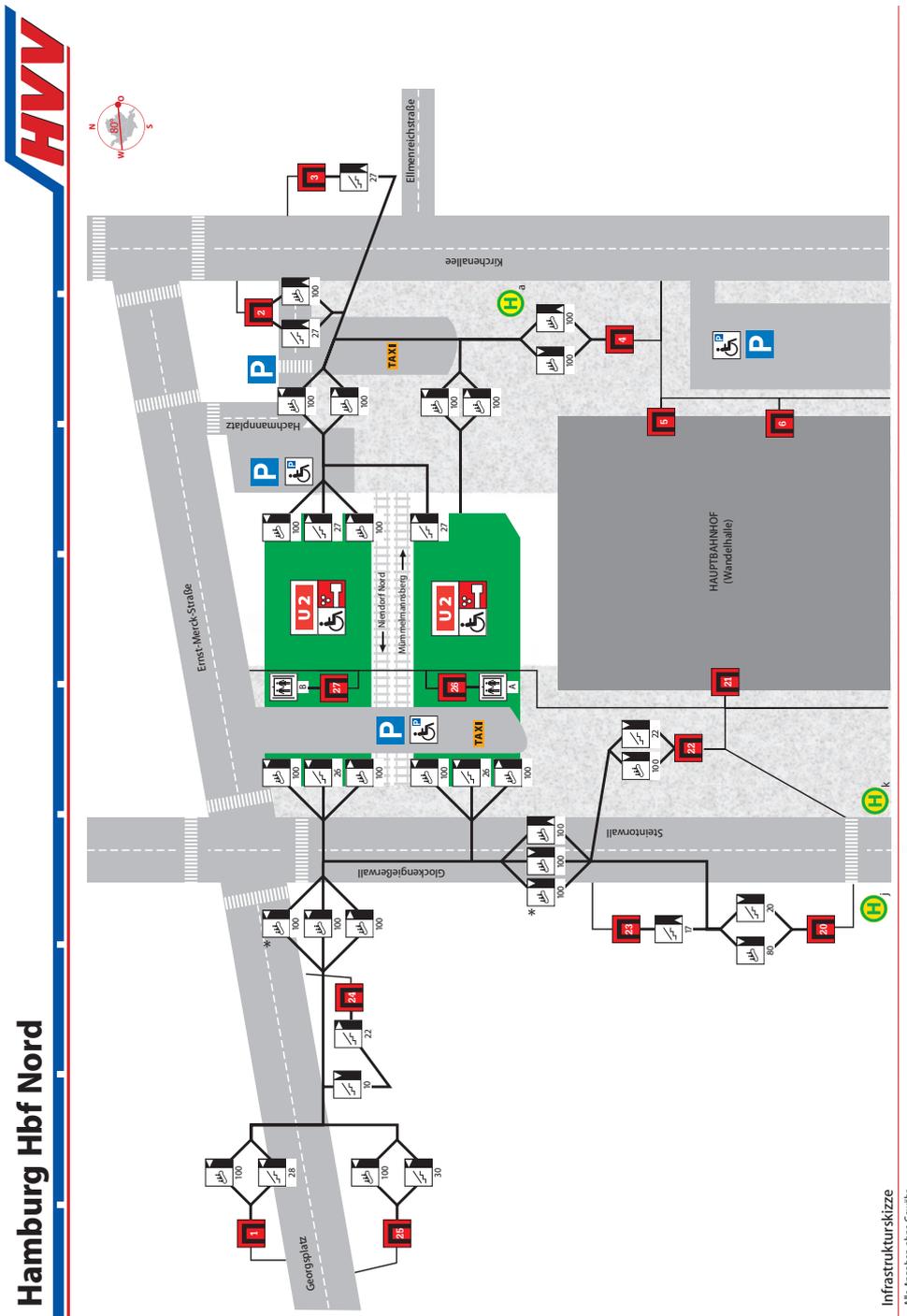
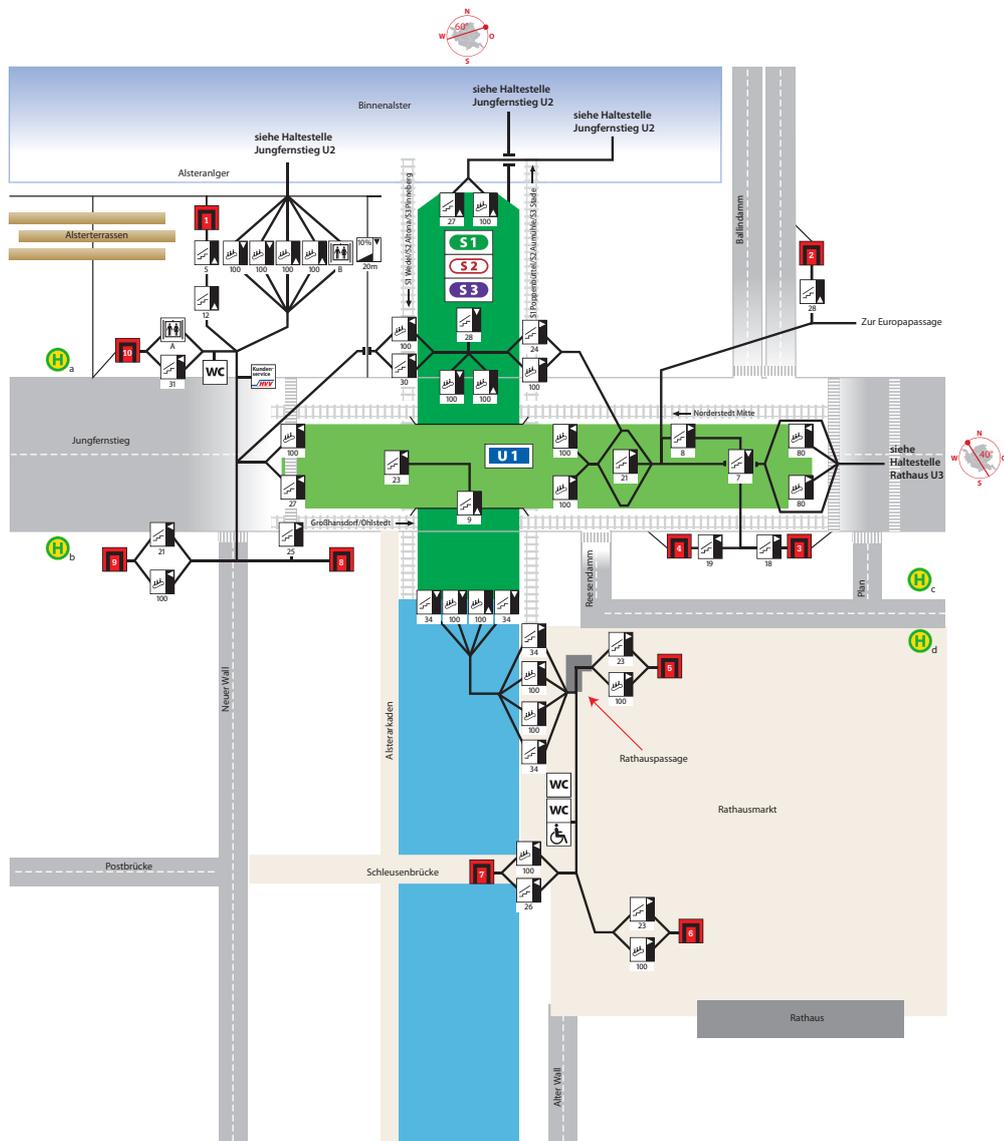


Abbildung 35: Haltestelle Hauptbahnhof Nord; HVV 2013; o. S.



S Jungfernstieg



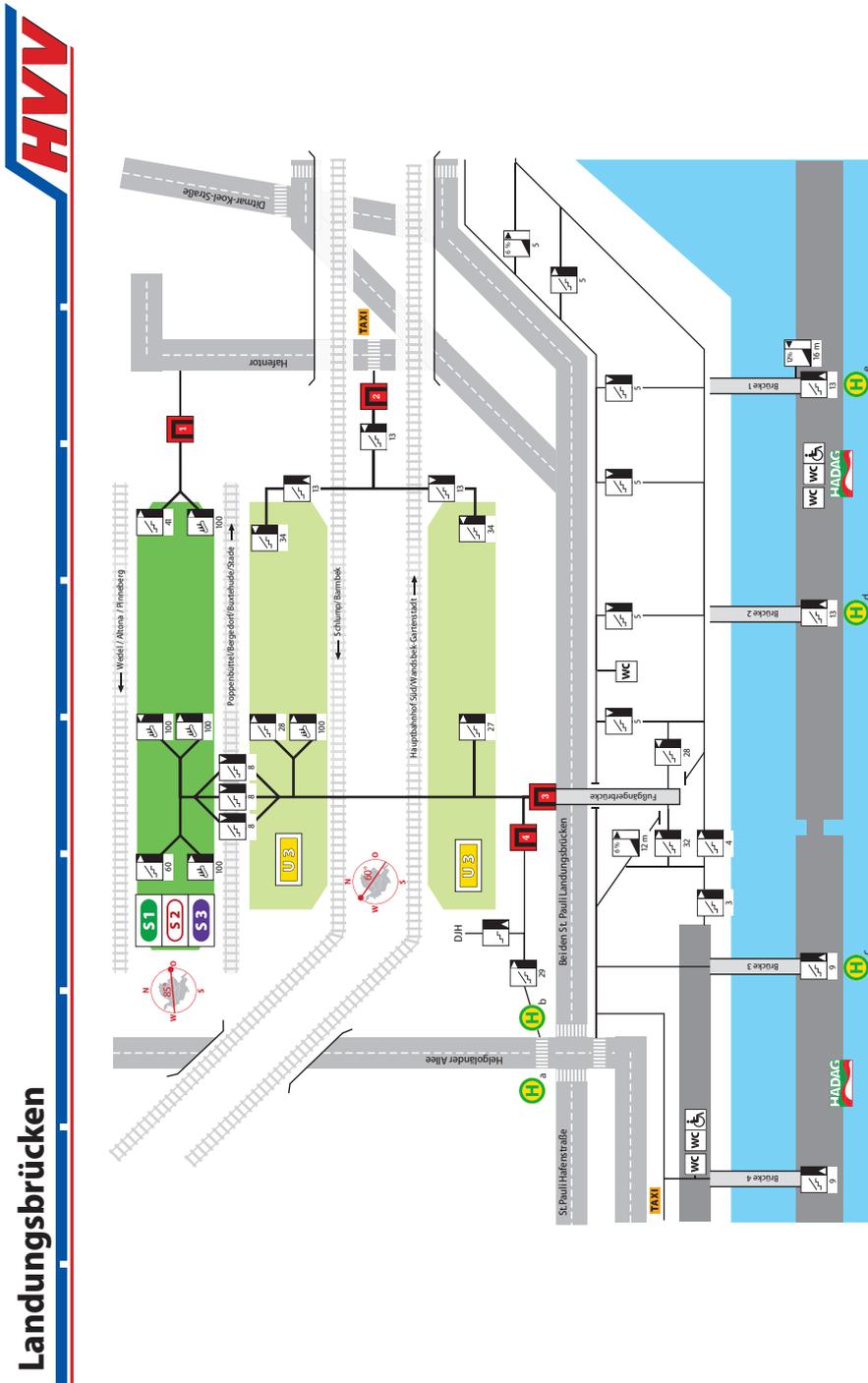
Infrastrukturskizze

Alle Angaben ohne Gewähr.

Abbildung 37: Haltestelle S Jungfernstieg; HVV 2013; o. S.

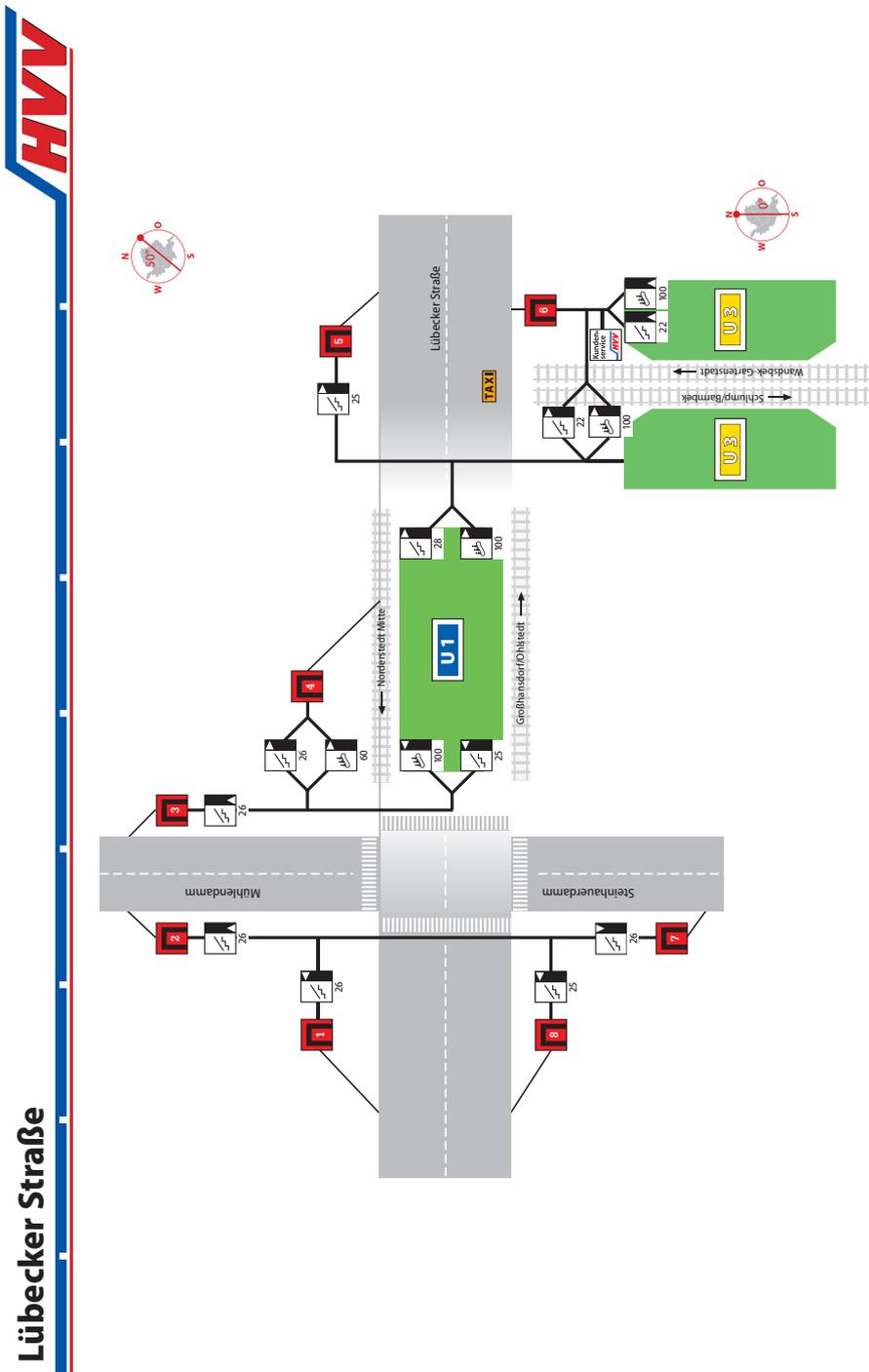






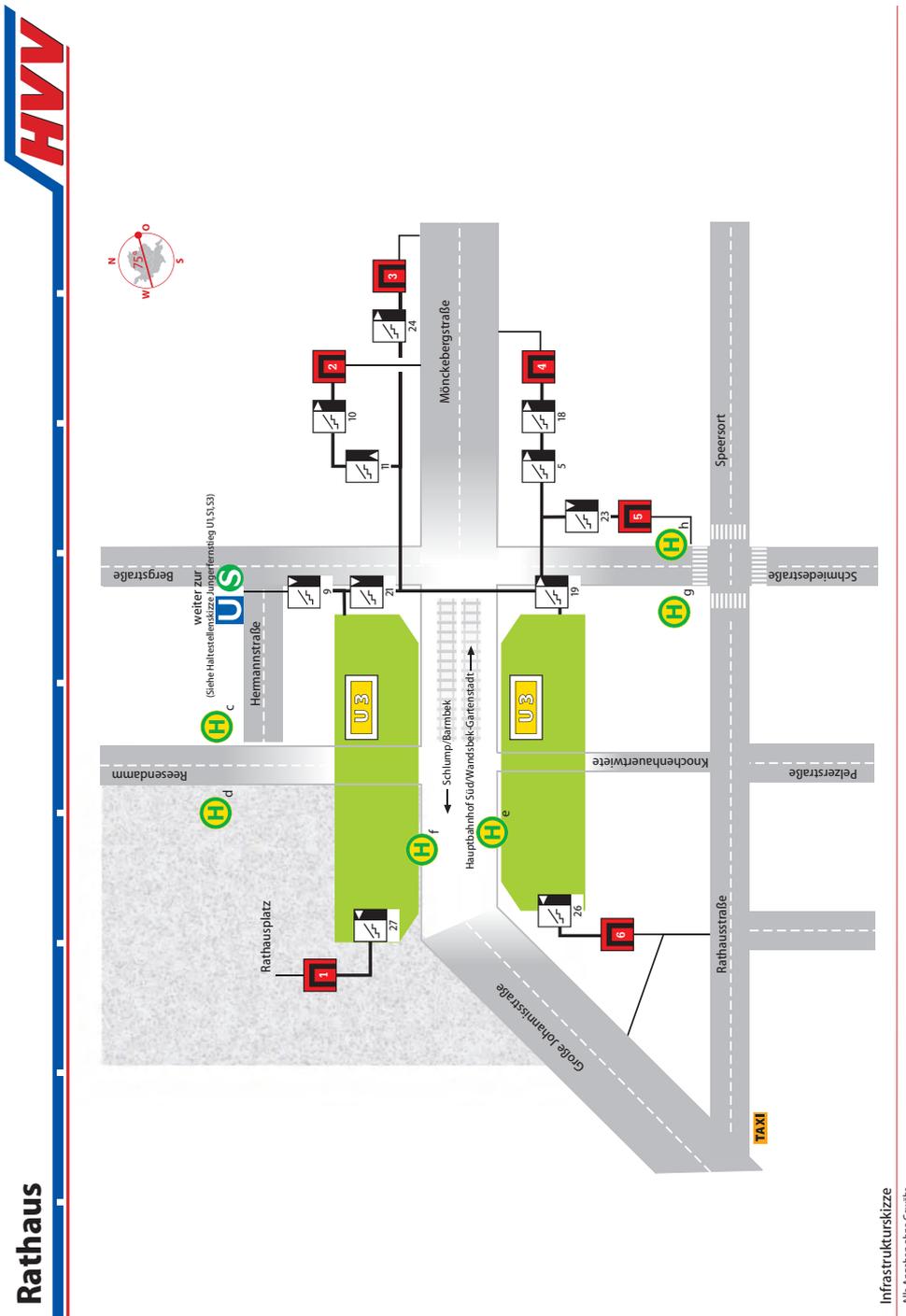
Infrastrukturskizze  
Alle Angaben ohne Gewähr.

Abbildung 40: Haltestelle U Landungsbrücken; HVV 2013; o. S.



Infrastrukturskizze  
Alle Angaben ohne Gewähr.

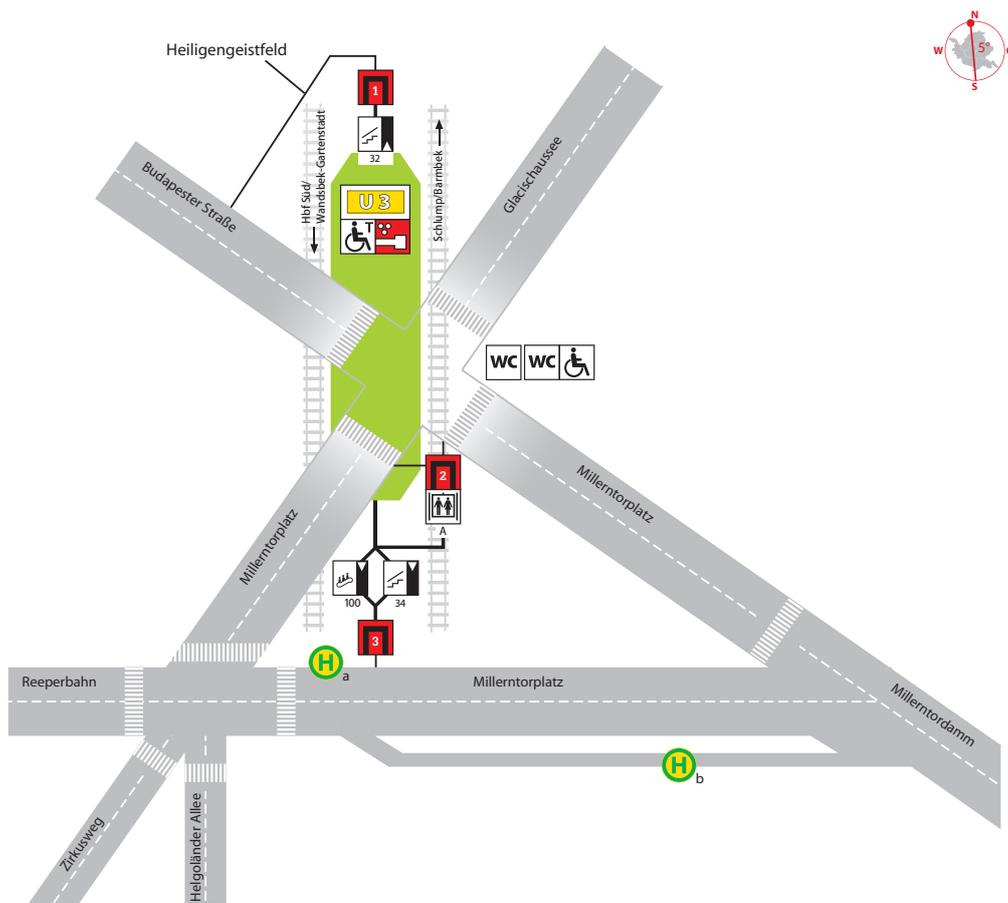
Abbildung 41: Haltestelle U Lübecker Straße; HVV 2013: o. S.



Infrastrukturkizze  
Alle Angaben ohne Gewähr.

Abbildung 42: Haltestelle U Rathaus; HVV 2013: o. S.

St. Pauli

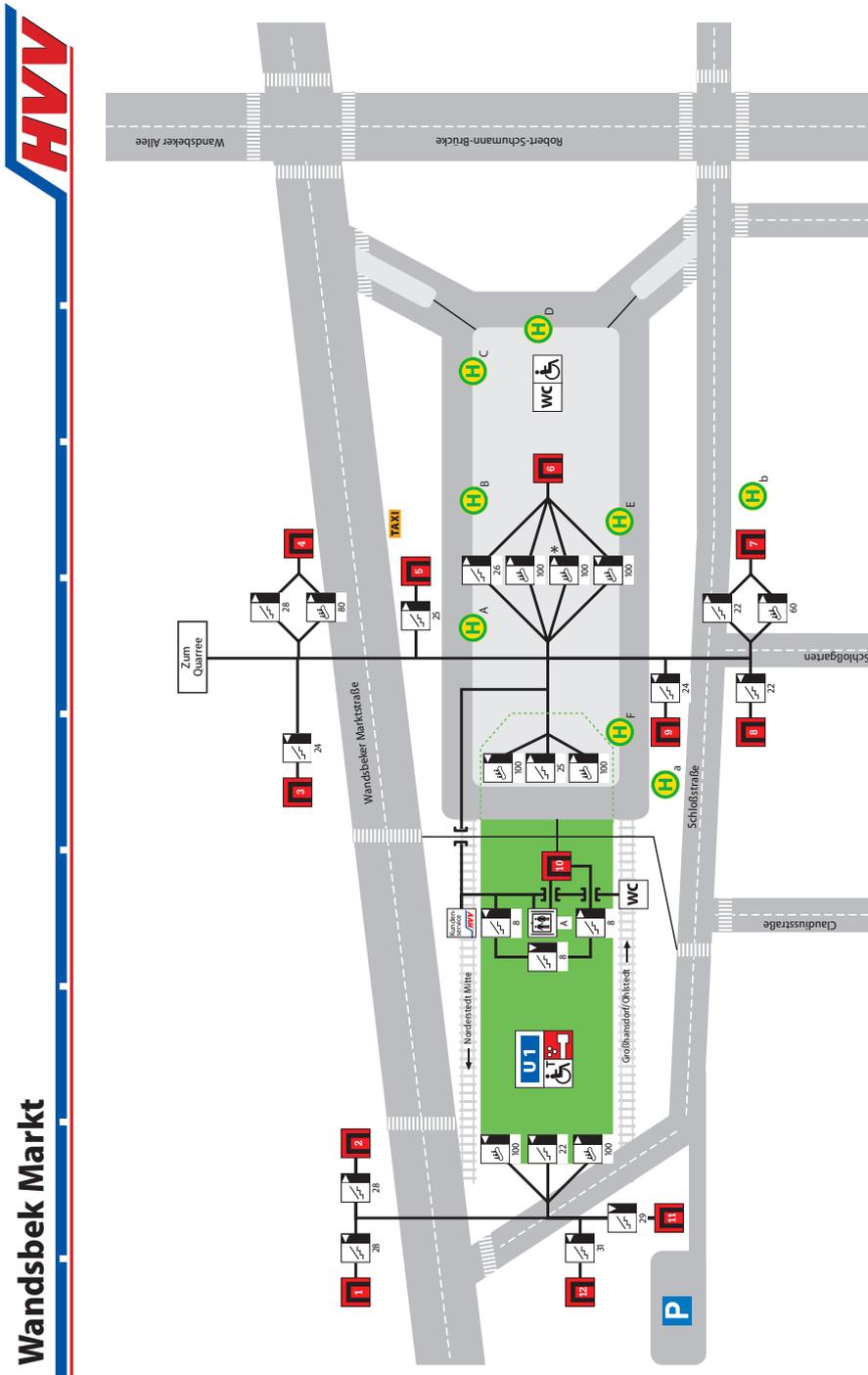


Infrastrukturskizze

Alle Angaben ohne Gewähr.

Abbildung 43: Haltestelle U St. Pauli; HVV 2013: o. S.





Infrastrukturskizze  
Alle Angaben ohne Gewähr.

Abbildung 45: Haltestelle U Wandsbek Markt; HVV 2013; o. S.

