Aus dem Institut für Pathologie
der Medizinischen Fakultät Charité – Universitätsmedizin Berlin

DISSERTATION

Ermittlung von Anforderungen an die Gestaltung einer telemedizinisch gestützten präklinischen Notfallversorgung aus Sicht der Telemedizin

zur Erlangung des akademischen Grades
Doctor medicinae (Dr. med.)

vorgelegt der Medizinischen Fakultät
Charité – Universitätsmedizin Berlin

von

Ulrike Fischer

aus Frankfurt/Oder

Gutachter/in: 1. Prof. Dr. med. M. Dietel

2. Prof. Dr. T. Schrader

3. Prof. Dr. med. C. Spies

Datum der Promotion: 01.02.2013

Inhaltsverzeichnis

INHALTSVERZEICHNIS ..... **III**

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS ..... **V**

TABELLENVERZEICHNIS ..... **VII**

ABBILDUNGSVERZEICHNIS ..... **VIII**

1 EINLEITUNG **1**

1.1 Einführung in die Telemedizin **1**
1.1.1 Definition 1
1.1.2 Bedeutung und Potenzial 2
1.1.3 Technologische Grundlagen 3
1.1.4 Anwendungsgebiete 4
1.1.5 Aktueller Stand 4

1.2 Telemedizinisch gestützte präklinische Notfallversorgung (tpNV) **6**
1.2.1 Ausgangslage 6
1.2.2 Einsatzgebiete und Forschungsprojekte 7

1.3 Aufgabenstellung **10**

2 MATERIAL UND METHODIK **12**

2.1 Ermittlung der Häufigkeit von Notfalldiagnosen zur Identifizierung von Indikationen einer tpNV **13**
2.1.1 Vorgehensweise 13
2.1.2 Datenrecherche 13
2.1.3 Eingeschlossene Datenquellen 14
2.1.4 Datenaufbereitung 16
2.1.5 Identifizierung von Indikationen einer tpNV 18

2.2 Erfassung präklinischer Diagnose- und Therapiemaßnahmen **19**
2.2.1 Vorgehensweise 19
2.2.2 Literaturrecherche 20
2.2.3 Einschlusskriterien und Literaturauswahl 21
2.2.4 Erfassung der Maßnahmen 23

2.3 Ermittlung von Anwendungen und Analyse der Gestaltung der tpNV **23**
2.3.1 Vorgehensweise 23
2.3.2 Einschlusskriterien 24
2.3.3 Literaturrecherche 24
2.3.4 Suchergebnisse und Literaturauswahl 24
2.3.5 Datenerfassung 25

3 ERGEBNISSE **26**

3.1 Häufigkeitsverteilung von Notfällen im Rettungsdienst **26**
3.1.1 Notfallspektrum regionaler bodengebundener Rettungsdienstträger 26
3.1.2 Notfallspektrum bei den Trägern der deutschen Luftrettung 30
3.1.3 Vergleich der Häufigkeitsverteilung 34
3.1.4 Gesamtdiagnosespektrum zur Identifizierung der Indikationen 35

3.2 Präklinische Notfallmaßnahmen 36

3.3 Aktuelle Verfahren und Gestaltung einer telemedizinisch gestützten Notfallversorgung 40
3.3.1 Telemedizinische Anwendungen zur akuten Trauma-Versorgung 40
3.3.2 Telemedizinische Anwendungen zur Versorgung des akuten Koronarsyndroms (ACS) 47
3.3.3 Telemedizinische Anwendungen zur Versorgung des akuten Schlaganfalls 52

4 DISKUSSION 60

4.1 Häufigkeitsverteilung von Notfällen zur Identifizierung von Indikationen einer tpNV 60
4.1.1 Analyse der Datenrecherche und Quellenauswahl 60
4.1.2 Quellenanalyse 60
4.1.3 Analyse der Datenaufbereitung 63
4.1.4 Durchschnittliche Häufigkeitsverteilung von Notfalldiagnosen zur Ableitung von Indikationen einer tpNV 66

4.2 Präklinische Notfallmaßnahmen 68
4.2.1 Vorgehensweise 68
4.2.2 Einschluss medizinischer Leitlinien 68
4.2.3 Literaturrecherche und Literaturauswahl 69
4.2.4 Relevanz präklinischer Notfallmaßnahmen für eine tpNV 71

4.3 Umsetzung einer telemedizinisch gestützten Notfallversorgung 72
4.3.1 Vorgehensweise 72
4.3.2 Telemedizinische Verfahren zur akuten Trauma-Versorgung 74
4.3.3 Telemedizinische Verfahren zur ACS-Versorgung 76
4.3.4 Telemedizinische Verfahren zur akuten Schlaganfall-Versorgung 79

4.4 Mögliche Gestaltung einer Leitlinien-gerechten tpNV 83
4.4.1 Potenzielles Szenario einer tpNV im RD am Beispiel des ACS 84
4.4.2 Leitlinien-konforme tpNV - Potenzial, Schwierigkeiten und Voraussetzungen 86

4.5 Anforderungen an eine tpNV 88
4.5.1 Indikationen für eine tpNV 88
4.5.2 Bedarf telemedizinisch umzusetzender Notfallmaßnahmen 89
4.5.3 Anforderungen an telemedizinische Verfahren zur Unterstützung der Notfallversorgung 89

5 ZUSAMMENFASSUNG 93

6 LITERATURVERZEICHNIS 96

ANHANG A: ORIGINALEINSATZDATEN DES RZV SAAR (JAHR 2007) 104

ANHANG B: VEREINHEITLICHE KLASSIFIZIERUNG DER DIAGNOSESPEKTREN 105

ANHANG C: KATALOG PRÄKLINISCHER NOTFALLMAßNAHMEN 109

DANKSAGUNG 115

LEBENSLAUF ..... FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.

ERKLÄRUNG 117

Abkürzungsverzeichnis

ACS	Akutes Koronarsyndrom (*Acute Coronary Syndrome*)
BZ	Blutzucker
COPD	Chronisch obstructive Lungenerkrankung *(Chronic Obstructive Pulmonary Disease)*
CPSS	Cincinnati Prehospital Stroke Scale
CT	Computertomographie
DICOM	Digital Imaging and Communications in Medicine
DRF	Deutsche Rettungsflugwacht
EbM	Evidenz-basierte Medizin (evidence-based medicine)
EKG	Elektrokardiogramm
HF	Herzfrequenz
HRST	Herzrhythmusstörungen
Hypogly.	Hypoglykämie
IKT	Informations- und Kommunikationstechnologien
ISDN	Integrated Services Digital Network
IT	Informationstechnik (information technology)
KT	Kommunikationstechnik
LAPSS	Los Angeles Prehospital Stroke Scale
NIBP	Indirekte arterielle Blutdruckmessung (non-invasive blood pressure)
NIHSS	National Institutes of Health Stroke Scale
n.n.bez.	nicht näher bezeichnet
PC	Personal Computer
PCI	Perkutane koronare Intervention (percutaneous coronary intervention)
PDA	Personal Digital Assistent
pNV	präklinische Notfallversorgung
RCT	randomisierte kontrollierte Studie (engl.: randomized controlled trial)
RD	Rettungsdienst
RD-Träger	Rettungsdienstträger
RST	Rettungsstelle
RTW	Rettungstransportwagen
NEF	Notarzteinsatzfahrzeug
Ref.	Referenz
RZV Saar	Rettungszweckverband Saar
SHT	Schädel-Hirn-Trauma
SpO2	pulsoxymetrisch gemessene Sauerstoffsättigung
STEMI	ST-Hebungsinfarkt (ST-elevation myocardial infarction)
TIA	transitorisch ischämische Attacke
TM	Telemedizin

Abkürzungsverzeichnis

TMS	Telemedizinsystem
tpNV	telemedizinisch gestützte präklinische Notfallversorgung
VKS	Videokonferenzsystem
WLAN	Wireless Local Area Network
ZNS	Zentrales Nervensystem

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Kommunikationsverfahren nach Beantwortungszeit, angelehnt an Mohr et al.[6] 3

Tabelle 2: Einheitliche Klassifikation der Diagnosespektren 16

Tabelle 3: Diagnosespektrum RZV Saar 2007 nach einheitlicher Klassifikation 17

Tabelle 4: Landesreferenz Baden-Württemberg (2002–2006) nach einheitlicher Klassifikation 18

Tabelle 5: Durchschnittliche Verteilung der Diagnosen zur Identifizierung der Indikationen 19

Tabelle 6: Quellenauswahl zur Erfassung präklinischer Notfallmaßnahmen 22

Tabelle 7: Häufigkeiten von Notfalldiagnosen der bodengebundenen RD-Träger im Vergleich 30

Tabelle 8: Vergleich und Durchschnitt betroffener Notfallkategorien der Luftrettungsträger 31

Tabelle 9: Häufigkeitsverteilung von Notfalldiagnosen bei den Trägern der Luftrettung 32

Tabelle 10: Präklinische Notfallmaßnahmen ausgewählter Indikationen 37

Tabelle 11: Übersicht über die Literaturauswahl zur telemedizinischen Trauma-Versorgung ... 40

Tabelle 12: Klinischer Rahmen einer telemedizinisch gestützten Trauma-Versorgung 42

Tabelle 13: Telemedizintechnik zur Unterstützung der Erstversorgung von Trauma-Patienten .. 45

Tabelle 14: Übersicht über die Literaturauswahl zur telemedizinischen Versorgung des ACS ... 47

Tabelle 15: Klinischer Rahmen einer telemedizinisch gestützten Versorgung des ACS 49

Tabelle 16: Telemedizintechnik zur Erstversorgung des ACS 50

Tabelle 17: Übersicht zur Literaturauswahl der telemedizinischen Schlaganfall-Versorgung 53

Tabelle 18: Klinischer Rahmen der telemedizinisch gestützten akuten Schlaganfall-Versorgung 55

Tabelle 19: Telemedizintechnik zur Versorgung des akuten Schlaganfalls 57

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Definition der Telemedizin, angelehnt an das Telemedizincentrum Charité[4] 1

Abbildung 2: Schematische Darstellung des methodischen Vorgehens 12

Abbildung 3: Schema zur Vorgehensweise der Identifizierung von Indikationen 14

Abbildung 4: Durchschnittliche Verteilung betroffener Notfallkategorien des RZV Saar 26

Abbildung 5: Durchschnittliche Verteilung betroffener Notfallkategorien der Berliner Feuerwehr 27

Abbildung 6: Prozentuale Häufigkeitsverteilung von Notfalldiagnosen des RZV Saar 2007 28

Abbildung 7: Prozentuale Häufigkeitsverteilung von Notfalldiagnosen der Berliner Feuerwehr 29

Abbildung 8: Verteilung betroffener Organsysteme bei den Luftrettungsträgern 31

Abbildung 9: Lokalisation und durchschnittliche Verteilung der Traumata bei der Luftrettung . 33

Abbildung 10: Durchschnittliche Verteilung der Notfalldiagnosen bei der Luftrettung..... 34

Abbildung 11: Verteilung der häufigsten 15 Notfalldiagnosen der eingeschlossenen RD-Träger 35

Abbildung 12: Gesamtdiagnosespektrum (RZV Saar, Berliner Feuerwehr, ADAC, DRF)..... 36

Abbildung 13: Basale Komponenten eines TMS für eine tpNV im Rettungsdienst..... 85

1 Einleitung

1.1 Einführung in die Telemedizin

1.1.1 Definition

In der Fachliteratur findet sich eine Vielzahl von Definitionen des Begriffs Telemedizin.[1] Für das multidisziplinäre und sich kontinuierlich weiterentwickelnde Instrument der Medizin haben Wissenschaftler und Anwender eine diverse Anzahl von Definitionen entwickelt. Im Rahmen einer ausgedehnten Literaturanalyse von Sood et al.[2] wurden allein 104 verschiedene Definitionen der Telemedizin identifiziert.

Der mittlerweile etablierte Begriff Telemedizin (TM) fällt unter den weiten Oberbegriff *E-Health*, unter dem ganz allgemein der Einsatz elektronischer Medien im Gesundheitswesen sowie die Telemedizin und Telematik zusammengefasst werden.[3] Gleichzeitig stellt die TM einen Teilbereich der *Telematik* dar. Dieser Sammelbegriff, der sich aus den Termini Telekommunikation und Informatik zusammensetzt, beschreibt im Gesundheitswesen alle Dienste, Verfahren und Systeme, die über eine räumliche Entfernung mittels Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) ausgeführt werden.[3]

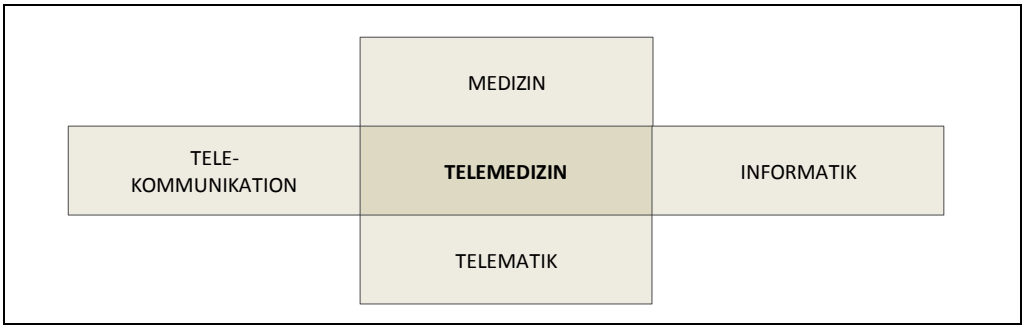

Abbildung 1: Definition der Telemedizin, angelehnt an das Telemedizincentrum Charité[4]

Nach einer umfassenden Definition der WHO stellt die TM eine Verfahrensweise im Gesundheitswesen dar, die den Transfer medizinischer Daten beinhaltet und durch Nutzung interaktiver Audio-, Video- und Datenkommunikation eine Gesundheitsversorgung einschließlich Diagnostik, Therapie sowie Beratung ermöglicht und darüber hinaus für Fortbildungszwecke genutzt werden kann.[5]

Von der Deutschen Gesellschaft für Telemedizin e.V. wird die TM als neues Tätigkeitsfeld der Medizin bezeichnet, unter dem die Erbringung konkreter medizinischer Dienstleistungen in Überwindung räumlicher Entfernungen durch Zuhilfenahme moderner IKT verstanden wird.[3]

Folglich wird die TM als Teilbereich der Telematik in der Medizin primär mit dem Ziel genutzt, eine medizinische Versorgung unabhängig von räumlichen Entfernungen anbieten zu können.[1]

In diesem Sinn spiegelt sich die Bedeutung des Begriffs überwiegend in der aktuellen Fachliteratur wider. Auch im Rahmen dieser Dissertation soll die TM in diesem engeren Sinn, und zwar als Instrument der Diagnostik und Therapie unter Überbrückung einer räumlichen Distanz zwischen Arzt und Patient, aufgefasst und behandelt werden.

1.1.2 Bedeutung und Potenzial

Vor fast einem halben Jahrhundert wurde die TM noch als unzuverlässige, unhandliche und unbezahlbare Technologie wenig geschätzt.[2] In den vergangenen Jahren jedoch rückten die rasanten Entwicklungen auf dem Gebiet der IKT und das hieraus resultierende Potenzial in Bezug auf eine medizinische Anwendung die TM zunehmend in das interdisziplinäre Interessenfeld von Forschung, Industrie, Wirtschaft und Politik.

Die Gründe hierfür sind vielfältig. Die Anwendung der Telematik zur Unterstützung der Kommunikation und Interaktion zwischen Arzt und Patient sowie zwischen Ärzten im Rahmen der medizinischen Versorgung über räumliche Distanzen hinweg birgt eine Vielfalt an Potenzialen mit dem Ziel, die Qualität, Wirtschaftlichkeit und Transparenz der medizinischen Versorgung zu verbessern:[3, 6, 7]

- Verbesserung des Informationsflusses zwischen einzelnen medizinischen Einrichtungen
- Vermeidung von Patiententransporten, Doppeluntersuchungen etc.
- Ambulante und stationäre Fernüberwachung von Risikopatienten
- Verbesserung der Versorgungsqualität und Qualitätssicherung
- Kostensenkung im (deutschen) Gesundheitswesen
- Verbesserung der Verfügbarkeit medizinischen Wissens in der Fläche/ Aus-, Fort- und Weiterbildungsangebote sowohl für medizinisches Personal als auch für Patienten
- Etablierung eines neuen Wirtschaftssektors

Gerade vor dem Hintergrund des demographischen Wandels, der resultierenden Zunahme chronischer Erkrankungen sowie steigender Kosten im Gesundheitswesen und des sich verschärfenden Ärztemangels besonders in strukturarmen und dünn besiedelten Regionen wird aus Sicht der Politik und Kostenträger das ökonomische Potenzial der TM zur Kostenkontrolle im Gesundheitswesen betont. Seitens der Medizinprodukte- und IT-Industrie wird die TM als neuer lukrativer Absatzmarkt in der Gesundheitswirtschaft eingeordnet.[6, 8, 9]

Die Ärzteschaft sieht in der dynamischen Entwicklung in diesem Bereich teilweise die Gefahr, dass die qualitative Verbesserung der Patientenversorgung gegenüber den Zielsetzungen „externer Kräfte, die rein ökonomisches Interesse verfolgen," in den Hintergrund rückt, und betont die Notwendigkeit der aktiven Mitgestaltung der Entwicklung in diesem „ureigenen

Bereich ärztlicher Berufsausübung“ im Interesse von Patienten und Ärzten entsprechend medizinischer Notwendigkeiten und nicht gemäß technischer Machbarkeit.[8, 9]

1.1.3 Technologische Grundlagen

In der TM wird eine Vielzahl unterschiedlicher Technologien und Applikationen angewendet. Telemedizinische Verfahren können nach Art der Kommunikation bzw. Beantwortungszeit unterschieden werden. Treten Sender und Empfänger medizinischer Daten unmittelbar und zeitgleich, d.h. in Echtzeit, miteinander in Verbindung, spricht man von Synchronizität. Besteht die Möglichkeit bzw. Notwendigkeit, Daten zu senden und auf eine spätere Beantwortung zu warten, spricht man von Asynchronizität.[6] Einige Beispiele für verschiedene telemedizinische Kommunikationsverfahren zeigt die Tabelle 1.

Tabelle 1: Kommunikationsverfahren nach Beantwortungszeit, angelehnt an Mohr et al.[6]

Synchrone Kommunikationsverfahren	Asynchrone Kommunikationsverfahren
Telefon (Audio-Kommunikation)	E-Mail
Videokonferenz (Audio-Video-Kommunikation)	Messaging
Chat	Datentransfer per Internet

Das Telefon gilt noch immer als wichtige telemedizinisch einsetzbare Technologie zur Audio-Kommunikation, die auch immer dann zur Verfügung steht, wenn alle anderen Kommunikationsmöglichkeiten versagen.[6] Darüber hinaus ermöglichen Videokonferenz-Schaltungen eine Audio- und Video-Kommunikation, d.h. einen bidirektionalen Austausch audio-visueller Informationen zwischen miteinander kommunizierenden Personen bzw. zwischen Arzt und zu untersuchenden Patienten. Dies erfordert eine hohe Kommunikationsbandbreite (0,5 bis 1 Mb/s). Auch die Übertragung von Text- und Bildmaterial (z.B. Röntgenbilder) kann darüber ermöglicht werden. Internetgestützter Datentransport kann dazu ebenfalls genutzt werden. Prinzipiell aber können Anfragen unter behandelnden Ärzten einschließlich des Versendens multimedialer Daten (Bilder, Video, Audio etc.) auch per E-Mail erfolgen.[6]

In einem Telemedizinsystem (TMS) können grundsätzlich folgende Elemente unterschieden werden:[9]

- Messgeräte, welche die (bio-)medizinischen Daten erfassen (z.B. EKG, Glukometer, Pulsoxymeter, Endoskop, Kamera etc.)
- Software-Applikationen, welche die Koordinierung und Dokumentation der telemedizinischen Dienste unterstützen (z.B. Termine, Patientenakte etc.)

- Telekommunikationssysteme und -ausstattung [Telefon, Personal Computer (PC), Personal Digital Assistant (PDA), Videostation, Digitalkamera, Scanner, Bildschirm etc.]
- Kommunikationsnetzwerk, welches die Informationsübermittlung ermöglicht (leitungsvermitteltes Telefonnetzwerk, Mobilfunknetzwerk, Satellitenfunk etc.)

Die technologischen Möglichkeiten, die telemedizinisch angewendet werden können, sind sehr vielfältig. Entscheidend ist, dass die medizinische Ausrüstung an das TMS angepasst und angeschlossen werden kann.[9]

1.1.4 Anwendungsgebiete

In der Absicht, eine medizinische Versorgung über räumliche Distanzen zwischen Arzt und Patient sicherzustellen, werden seit Ende der 1980er-Jahre telemedizinische Verfahren in größerem Maße erprobt.[7] Telemedizinisches Einsatzpotenzial besteht beispielsweise im Flug- und Schiffsverkehr, in der Raumfahrt, bei militärischen Einsätzen, Expeditionen bzw. in großflächigen Ländern mit geringer Bevölkerungsdichte und entlegenen Gebieten.[10-16] In medizinisch besser versorgten Regionen wird die TM hauptsächlich mit dem Ziel der Qualitätsverbesserung beispielsweise durch Einholen einer ärztlichen Zweitmeinung oder durch Vermeidung von aufwändigen Patiententransporten nach dem Prinzip „Move the information, not the patient“ angewandt.[17] In den vergangenen Jahren haben sich u.a. folgende Anwendungsgebiete der TM etabliert:

- *Tele-Monitoring*: Telemedizinische Überwachung chronisch kranker oder frühzeitig stationär entlassener Patienten im häuslichen Umfeld durch Übertragung von Vitalparametern
- *Tele-Konsultation*: Hinzuziehen externer Experten zur Befunderhebung oder Einholen einer Zweitmeinung durch Nutzung von IKT[18]
- *Tele-Befundung/-Diagnostik:* z.B. Fernübertragung von radiologischem Bildmaterial (Röntgen-, CT-, Ultraschall-Bilder etc.) und Bereitstellung radiologischer Dienste für entfernte Orte im Rahmen der Tele-Radiologie[19]

1.1.5 Aktueller Stand

„Die Weiterentwicklung einer interdisziplinären und interkollegialen Zusammenarbeit im deutschen Gesundheitswesen erfordert den Einsatz moderner Kommunikationsmedien und eine zunehmende elektronische Vernetzung von Einrichtungen. Darüber hinaus etablieren sich auch in der unmittelbaren Patientenbehandlung zunehmend medizinische Versorgungsmodelle, die sich telematische Verfahren zunutze machen.“ Dies hält der 113. Deutsche Ärztetag zur Ausgangslage der Telemedizin in Deutschland fest.[8]

In nahezu allen medizinischen Fachbereichen existieren mittlerweile telemedizinische Versorgungsmodelle und Technologien. In zunehmendem Maße werden jährlich sowohl in Deutschland als auch weltweit unzählige telemedizinische Einzelprojekte in der Fachliteratur beschrieben und gefördert. Diese liefern Lösungen und Konzepte, die von diversen wissenschaftlichen oder praxisorientierten Fachgesellschaften, Institutionen und der Industrie entwickelt werden.[3, 6, 20]

Obwohl in den vergangenen zehn Jahren zahlreiche telemedizinische Konzepte entwickelt und in Feldversuchen erfolgreich angewendet wurden, konnten sich bisher jedoch nur wenige Projekte innerhalb der medizinischen Routineversorgung durchsetzen.[21] Dies ist auf verschiedene technologische, medizinische, rechtliche und ökonomische Ursachen zurückzuführen. Die Mehrheit der telemedizinischen Pilotprojekte beinhaltet sehr spezielle „Insellösungen“ und formt eine Telemedizinlandschaft, die ein sehr heterogenes Bild verschiedenster medizinischer Versorgungsszenarien mit variierenden technischen Komponenten sowie unterschiedlichen Kommunikations- und Datenschutzkonzepten zeigt.[8] So traten bei der Einrichtung und Verwendung telemedizinischer Anwendungen bisher immer wieder ähnliche Probleme auf.[6] Im Rahmen des Projektes S.I.T.E. (Schaffung eines Innovationsmilieus für Telemedizin) werden diese Barrieren genauer erforscht.[22] Insbesondere technische Systemunterschiede, wie der Mangel allgemeingültiger technischer Standards und einheitlicher Schnittstellen zur Datenübernahme bzw. Datenübergabe, stellen technologische Hindernisse für eine Etablierung telemedizinischer Projekte in der medizinischen Regelversorgung dar.[7-9] Nicht ausreichende rechtliche Grundlagen und Rahmenbedingungen (Aufklärungspflicht, Arzthaftung) tragen zu psychologischen Hemmschwellen bei der Nutzung telemedizinischer Anwendungen bei.[6] Ferner wird die Einführung neuer Versorgungsprozesse im Gesundheitswesen durch gesundheitspolitische Strukturen erschwert. Solange die TM als „Zusatzleistung“ und nicht „Substitutionsleistung“ eingestuft wird, ist auch aus Sicht der Kostenträger die Finanzierungsbereitschaft gering.[22]

Aus medizinischer Sicht mangelt es der Telemedizin bisher an Konzepten allgemeiner Anwendbarkeit, da die Mehrheit der telemedizinischen Systeme Lösungen für spezielle medizinische Probleme darstellt. Ferner fehlen Anforderungen an Telemedizinsysteme insbesondere auf Seiten des medizinischen Personals. Ebenso wenig erfolgte bisher eine ausreichende Evaluierung telemedizinischer Anwendungen im Sinne einer Evidenz-basierten Medizin (EbM), die einen quantitativen und qualitativen Nutzen der TM nachweist.

Die Beseitigung der oben genannten Probleme und Hindernisse ist eine Grundvoraussetzung, um die TM in der medizinischen Regelversorgung zu gegenseitigem Nutzen von Arzt und Patient zu

etablieren.[6] Die TM kann sich nur dann bewähren, wenn sie die Anforderungen der Nutzer erfüllt, zur Steigerung der Prozess- und Ergebnisqualität medizinischer Maßnahmen führt, Ressourceneinsparungen ermöglicht, sicherheits- und datenschutzrechtliche Richtlinien berücksichtigt und durch kontinuierliche klinische Validierungen fachlich und rechtlich abgesichert wird.[16]

1.2 Telemedizinisch gestützte präklinische Notfallversorgung (tpNV)

1.2.1 Ausgangslage

Die TM bietet viel Potenzial für einen sinnvollen Einsatz in der Notfallmedizin.[23, 24] Eine der wichtigsten Anforderungen auf diesem Gebiet stellt das Treffen schneller und vor allem korrekter Diagnose- und Therapieentscheidungen dar, die häufig nicht erst im Krankenhaus, sondern bereits im präklinischen Rahmen getroffen werden müssen. Eine spezialisierte und darüber hinaus schnelle präklinische Notfallversorgung (pNV) verbessert die Prognose von Notfallpatienten hinsichtlich Mortalität und Morbidität. Darüber hinaus verhindert sie sekundäre Komplikationen.[9]

Ein allgemeines, nicht nur auf das deutsche Rettungswesen bezogenes Problem der Notfallversorgung besteht darin, dass eine notfallmedizinische Fachexpertise nicht immer flächendeckend für alle Patienten in gleichem Umfang angeboten werden kann.[24]

Bereits die verschiedenen internationalen Rettungsdienstsysteme im Vergleich gehen mit einer unterschiedlich hohen Versorgungsqualität einher. So wird die pNV in vielen Ländern, insbesondere im angloamerikanischen Raum, nicht durch ausgebildete Notärzte, sondern ausschließlich durch nicht-ärztliches medizinisches Personal – sogenannte Paramedics – ausgeführt, deren Funktion darauf abzielt, die Notfallversorgung der Patienten ohne ärztliche Hilfe durchzuführen.[25]

Andere Gründe für eine unzureichende Verfügbarkeit notärztlicher Fachexpertise können knappe personelle und materielle Ressourcen z.B. im Rahmen von Großschadensereignissen mit einem Massenanfall von Verletzten sein. Auch können ökonomische Gründe ursächlich dafür sein, dass Patienten mit einem spezifischen Versorgungsbedarf bei zu großen Entfernungen nicht einer spezialisierten Klinik zugeführt werden.[24] Andere Beispiele für mangelnde Zugänglichkeit zu notfallmedizinischer Versorgung stellen Notfallsituationen an Bord von Schiffen, Flugzeugen, auf Inseln oder in anderen entlegenen Gebieten dar, die den üblichen Rettungsdienstsystemen nur schwer oder gar nicht zugänglich sind.[10]

Telemedizinische Anwendungen in der Notfallmedizin stellen häufig Tele-Konsultationen dar. Diese ermöglichen während der Akutversorgung, die notärztliche bzw. entsprechende

Fachexpertise direkt in das präklinische Setting zu verlagern, um dort unmittelbar Entscheidungen bezüglich medizinischer Erstversorgung und Triage zu unterstützen. Auf diese Weise kann eine schnelle und fachgerechte Behandlung des Patienten auch über große Entfernungen ermöglicht werden. Insbesondere die Paramedic-gestützten Rettungsdienstsysteme könnten durch den Telemedizineinsatz in Form einer Videokonferenz und/oder die Übertragung von Vitalparametern aus dem Rettungswagen zu einem erfahrenen Notarzt eine Qualitätsverbesserung der pNV erzielen.[9, 23, 25] Ferner könnten durch den Einsatz moderner IKT Informations- und Zeitverluste in der pNV des deutschen Rettungswesens vermieden und eine Prozessoptimierung im Bereich des Notfallmanagements erreicht werden.[1, 26]

Aktuelle Literaturreviews zum Thema prophezeien, dass telemedizinische Anwendungen in der Notfallmedizin nicht nur technisch durchführbar, sondern auch klinisch nützlich und kosteneffektiv seien. Gleichzeitig werden größere Studien gefordert, die insbesondere den klinischen Nutzen und die Kosteneffektivität der TM auf diesem Gebiet genauer belegen.[9, 23]

1.2.2 Einsatzgebiete und Forschungsprojekte

Einsatz von Telemedizin und Telematik im Rettungswesen

Das deutsche Rettungsdienstsystem, in dem ausgebildete Notärzte schon in der Präklinik mit der ärztlichen Notfallversorgung der Patienten beginnen, arbeitet bereits flächendeckend auf hohem Niveau und nimmt im internationalen Vergleich eine Spitzenstellung ein. Die Vorzüge des deutschen Notarztsystems werden u.a. damit begründet, dass durch die kompetente notärztliche Versorgung bereits am Notfallort eingetretene Störungen der Vitalfunktionen sofort wirksam behandelt werden können und sich der hohe personelle und materielle Einsatz günstig auf das Outcome und die Krankenhausverweildauer der Notfallpatienten auswirke.[27] In Zeiten knapper werdender Ressourcen im Gesundheitswesen ist jedoch fraglich, ob und inwieweit sich das kostenschwere präklinische Notarztsystem in allen Regionen Deutschlands auf Dauer aufrechterhalten lässt. Auch hier lassen sich im Rahmen einer Prozessanalyse insbesondere in den Bereichen der Notfallorganisation und -abwicklung, der Kommunikation und Dokumentation erhebliche Schwachstellen identifizieren.[26] Insbesondere an der Schnittstelle „Rettungsdienst–Krankenhaus“ bestehen teilweise erhebliche Defizite. Weitgehend veraltete Kommunikationstechniken führen zu inakzeptablen Zeitverlusten bei der Informationsübermittlung, auch die Einsatzdokumentation ist oft unvollständig und unpräzise.[28] Diese Schwachstellen im Bereich des Notfallmanagements, die Belange des Qualitätsmanagements sowie ökonomische Betrachtungen liefern diverse Ansatzpunkte für einen Telematikeinsatz im deutschen Rettungswesen.[1]

Ein Beispiel für die Nutzung moderner IKT in der pNV bietet das Projekt NOAH (Notfall-, Organisations- und Arbeitshilfe). Durch den Einsatz von Mobilcomputern und Datenfunk werden bei Notarzteinsätzen die Einsatzdaten elektronisch erhoben und unmittelbar der Rettungsleitstelle und Zielklinik übersichtlich aufbereitet zur Verfügung gestellt. Dadurch ergeben sich in Feldversuchen eine deutlich verbesserte Quantität und Qualität der Informationsübermittlung sowie ein Zeitgewinn von über 20 Minuten für das Zielkrankenhaus.[28]
Das derzeit umfangreichste Forschungsprojekt, das den Einsatz moderner IKT im deutschen Rettungsdienst erforscht, ist Med-on-@ix. Das zentrale Vorhaben hierbei ist die Schaffung einer Tele-Notarzt-Zentrale, die mit hochqualifizierten Notärzten besetzt ist. Von der Einsatzstelle und dem Rettungswagen werden Live-Videos, Daten und Messwerte (Pulsoxymetrie, Blutdruck, Kapnometrie, EKG) direkt an die Zentrale übertragen, wo der Tele-Notarzt diese beurteilt. Bei Bedarf holt er zusätzliche Informationen ein und unterstützt das Rettungsteam vor Ort beim Einsatzablauf und bei der Behandlung des Patienten. Die übermittelten Vitalparameter werden in der Tele-Notarzt-Zentrale gespeichert und automatisch in die elektronische Patientendokumentation übergetragen. So können die Daten bei Bedarf der weiterbehandelnden Einrichtung übergeben und die Dokumentationsqualität gesteigert werden. Das Projekt könnte in Zukunft eine hochqualifizierte notärztliche Hilfe jederzeit zugänglich machen, die Qualität der Patientenversorgung im Rettungsdienst verbessern und die Rettungsdienst-Einsätze effizienter gestalten.[29-31]

Telemedizin in der Hochseeschifffahrt

Im Bereich der Seefahrt hat die TM bereits eine lange Tradition, da der Zugang ärztlicher Hilfe auf hoher See aufgrund der geografischen Isolation von jeher ein Problem darstellte. Aus der Notwendigkeit heraus wird die TM hier bereits seit über 70 Jahren genutzt, um per Funk über weite Entfernungen und Zeiträume ärztlichen Sachverstand und konkrete Anleitung medizinischer Hilfe zum Patienten an Bord zu bringen. So wurde schon vor vielen Jahren eine „Frühdefibrillation“ durch Laien unter funkärztlicher Anleitung und Aufsicht praktiziert.[14]
Das Krankenhaus MEDICO CUXHAVEN, das als offizielle nationale seefunkärztliche Beratungsstelle für Deutschland fungiert, bietet seit 1931 als eine der ersten Stellen weltweit funkärztliche Beratungen für Seeleute an. Aktuell werden dort im Durchschnitt zwei Notrufe, drei Folgeanrufe und ein Informationsgespräch pro Tag bearbeitet.[14, 15] Auch in anderen Ländern ist die funkärztliche Beratung von Seeleuten seit Jahren etabliert.[11, 32, 33] Das CENTRO INTERNAZIONALE RADIO MEDICO in Italien betreut durchschnittlich 710 Patienten pro

Jahr an Bord von Handelsschiffen (91%), Fischerbooten (5,5%) und Kreuzfahrtschiffen (3,7%) überwiegend auf dem atlantischen Ozean und Mittelmeer.[33]

Notrufanfragen an MEDICO CUXHAVEN werden zunächst von Anästhesisten mit maritimer notärztlicher Erfahrung beantwortet, die dann gegebenenfalls weitere Fachärzte entsprechender Fachdisziplinen hinzuziehen. Als elementare Basis für die funkärztliche Routineberatung wird neben der funkärztlichen Anamnese seit dem Jahr 2000 die telemedizinische Übertragung von Digitalfotos per E-Mail zur Blickdiagnostik genutzt. Darüber hinaus wurde ein TMS zur Übermittlung von Videobildern, 12-Kanal-EKG, NIBD, CO2- und SaO2-Messwerten, Puls- und Atemfrequenz entwickelt, welches bereits an Bord einiger SAR (SEARCH AND RESCUE)-Rettungskreuzer eingesetzt wird. Die Kommunikation und Übermittlung der Daten erfolgt dabei über das Mobilfunknetz GSM, Inmarsat-ISDN bzw. Iridium-Satellitenübertragung.[14, 15]

Darüber hinaus gibt es mehrere EU-finanzierte Projekte, wie MERMAID[15, 34] oder MEDASHIP (MEDical Assistance for SHIPs)[15, 35], die sich aktuell mit der telemedizinischen Notfallversorgung an Bord von Schiffen befassen.

Telemedizinische Notfallversorgung an Bord von Flugzeugen

Bei jährlich ca. zwei Milliarden Flugpassagieren wird die Zahl medizinischer Notfälle an Bord von Passagierflugzeugen weltweit auf etwa 180.000 bis 200.000 pro Jahr geschätzt. Die Anzahl dadurch bedingter Todesfälle beläuft sich jährlich auf etwa 1.200 und die medizinisch bedingter Ausweichlandungen auf eine weitaus höhere Größenordnung.[13] Allein an Bord der rund 700 Lufthansaflüge kommt es pro Jahr zu rund 1.500 medizinischen Notfällen.[36]

Neben einer schnellen medizinischen Hilfeleistung muss dabei entschieden werden, ob aufgrund der medizinischen Belange eine außerplanmäßige Landung erfolgen muss. Derzeitiger Stand der Technik für die medizinische Hilfe als auch die Entscheidung bezüglich einer Ausweichlandung sind telefonische Hotlines, über die das Flugpersonal vom Boden aus per Satellitentelefon durch einen in der Flugmedizin erfahrenen Notarzt beraten wird. Diese fernmündliche Beratung stößt jedoch häufig an ihre Grenzen.[13, 36, 37]

In einem Verbundprojekt, das sich u.a. aus der Charité, der Lufthansa und der GHC Global Health Care zusammensetzt, wird derzeit das Telemedizinsystem TCS (TELE CARE SYSTEM) entwickelt, welches die telemedizinische Versorgung von Notfällen im Flugzeug durch einen Notarzt am Boden ermöglichen soll. Das TCS-System überträgt die Vitalparameter des Patienten zum Arzt am Boden und ermöglicht parallel dazu eine Kommunikation in Echtzeit per Videokonferenz. Die Übertragung der Daten erfolgt dabei über satellitengestütztes Breitbandinternet für Flugzeuge. Auf diese Weise sollen die Entscheidung bezüglich einer

Notlandung sowie der gesamte Ablauf beim Notfallmanagement, bestehend aus Diagnostik, Therapie, Monitoring und letztlich der Übergabe des Passagiers am Boden, unterstützt werden.[13, 36, 38] Ein Funktionsmuster des TCS wurde bereits in mehreren Testflügen erfolgreich an Patientensimulatoren getestet. Bedarf für ein derartiges System gibt es nicht nur auf den weltweit ca. 8.000 Verkehrsflugzeugen, sondern auch auf ca. 40.000 Handelsschiffen, die mitunter eine Woche von der nächsten medizinischen Hilfsmöglichkeit entfernt sind.[36]

1.3 Aufgabenstellung

Wie in Kapitel 1.2 ausgeführt, besteht der Bedarf, die Qualität der pNV in Zeiten knapper werdender Ressourcen im Gesundheitswesen sicherzustellen und darüber hinaus zu verbessern. Die TM birgt auf dem Gebiet der Notfallmedizin eine Vielzahl von Möglichkeiten, die Qualität der herkömmlichen Notfallversorgung zu optimieren und die Zugänglichkeit einer notärztlichen Versorgung auszuweiten.

Im Rettungsdienst könnte durch die Nutzung telemedizinischer Technologien die Prozessqualität der pNV effizienter und qualitativer gestaltet werden. Zusätzlich könnte via Tele-Konsultation die Zugänglichkeit einer notärztlichen Versorgung auf geografisch isolierte Gebiete oder Paramedic-Systeme ausgeweitet werden.

Es besteht eine Tendenz, telemedizinische Zentren zukünftig an medizinische Einrichtungen anzugliedern, die die notfallmedizinischen Kompetenzen vorhalten und die die telemedizinischen Dienste für die Akutversorgung entfernter Notfallpatienten erbringen sollen. Der Einsatz telemedizinischer Verfahren zur Unterstützung der pNV geht zwangsläufig mit Veränderungen im herkömmlichen medizinischen Versorgungsprozess einher. Genaue Anforderungen an die Gestaltung einer telemedizinisch gestützten präklinischen Notfallversorgung (tpNV) wurden bisher nicht definiert.

Im Rahmen dieser Dissertation besteht das Ziel, Anforderungen aus medizinischer Sicht an eine neue Notfallversorgungsstruktur abzuleiten, die es ermöglichen soll, eine („tele“-)notärztliche Versorgung von Patienten in der Ferne zu realisieren.

Hierzu müssen sämtliche Voraussetzungen erfüllt werden, die es einem entsprechend qualifizierten Facharzt ermöglichen, über eine räumliche Distanz zum Patienten die erforderlichen Notfallmaßnahmen umzusetzen, zu unterstützen bzw. zu veranlassen. Dies beinhaltet in erster Linie eine telemedizinische Umsetzung bzw. Unterstützung notfallrelevanter Maßnahmen wie das Sichern und Stabilisieren von Vitalparametern, differentialdiagnostische Überlegungen, Erstdiagnostik, Befundauswertung, Therapie und Triage. Hierfür ist es

erforderlich, die notfallrelevanten medizinischen Daten unter Überbrückung der räumlichen Distanz zwischen (Tele-)Arzt und Patient bzw. anderer in den Versorgungsprozess eingebundener Personen/Institutionen austauschen zu können. Neben der notwendigen Medizintechnik erfordert dies sowohl eine angemessene Telemedizin- und Kommunikationstechnik als auch eine personelle Unterstützung am Notfallort zur Umsetzung bzw. zur manuellen Ausführung teleärztlicher Anordnungen am Patienten. Die tpNV sollte sich dabei an Evidenz-basierter Medizin bzw. anerkannten medizinischen Leitlinien orientieren. Der Einsatz der TM darf nicht zur Behinderung der medizinischen Versorgung des Patienten führen und sollte alle am Versorgungsprozess beteiligten Personen maximal unterstützen.

Um schließlich Anforderungen an die Gestaltung einer tpNV ableiten zu können, sollen im Rahmen dieser Arbeit folgende Fragen beantwortet werden:

1. Welche medizinischen Notfälle stellen die häufigsten Einsatzursachen im Rettungsdienst (RD) dar?
2. Welche medizinischen Indikationen lassen sich anhand der Häufigkeitsverteilung von Notfällen für einen möglichst breiten Einsatz der tpNV identifizieren?
3. Welche präklinischen Notfallmaßnahmen haben in Bezug auf die identifizierten Indikationen eine besondere Relevanz und sollten daher auch im Rahmen einer tpNV via TM unterstützt bzw. umgesetzt werden können?
4. Wie können diese präklinischen Notfallmaßnahmen aus technischer und organisatorischer Sicht telemedizinisch unterstützt bzw. umgesetzt werden und welche telemedizinischen Technologien und Verfahren haben laut aktueller Studienlage in der Notfallmedizin besondere Relevanz?
5. Lassen sich anerkannte Leitlinien der konventionellen Notfallversorgung im Rahmen einer tpNV umsetzen und was wird technisch und organisatorisch hierfür benötigt?
6. Wie könnte ein potenzielles telemedizinisches Versorgungsszenario, das eine möglichst Leitlinien-konforme tpNV gewährleistet, aus Anwender- und technischer Sicht konkret aussehen?
7. Welche Einflüsse der TM sind auf die Notfallversorgung ausgewählter Indikationen zu erwarten und welche Anforderungen ergeben sich daraus an die Gestaltung einer tpNV?

2 Material und Methodik

Für die Ermittlung von Anforderungen an die Gestaltung einer telemedizinisch gestützten präklinischen Notfallversorgung (tpNV) wurde vereinfacht nach dem Schema der Abbildung 2 vorgegangen. Zunächst wurden auf der Grundlage von Einsatzauswertungen deutscher Rettungsdienstträger (RD-Träger) die Häufigkeitsverteilungen von Notfalldiagnosen ermittelt, um aus den erfassten Notfallspektren Indikationen für eine tpNV zu identifizieren.

Die zur präklinischen Versorgung der identifizierten Indikationen erforderlichen konventionellen Notfallmaßnahmen, welche es im Rahmen der tpNV telemedizinisch zu unterstützen bzw. umzusetzen gilt, wurden basierend auf den Leitlinien anerkannter Fachgesellschaften und allgemeingültiger Algorithmen der Notfallmedizin im Rahmen einer Literaturanalyse erfasst.

Auf welche Art und Weise eine tpNV technisch und organisatorisch gestaltet werden kann, wurde bezüglich der drei häufigsten Notfälle/Indikationen auf der Grundlage einer strukturierten Literaturanalyse ermittelt.

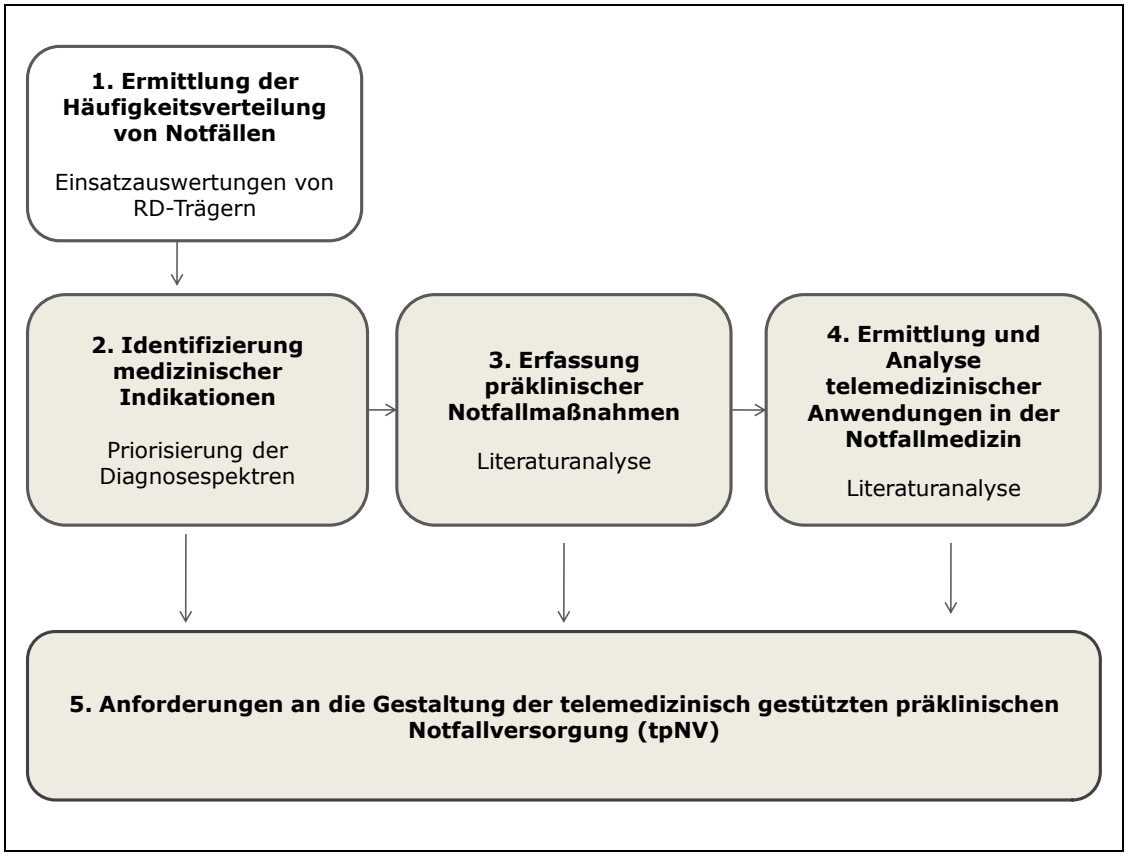

Abbildung 2: Schematische Darstellung des methodischen Vorgehens

2.1 Ermittlung der Häufigkeit von Notfalldiagnosen zur Identifizierung von Indikationen einer tpNV

2.1.1 Vorgehensweise

Für die Ermittlung von Anforderungen an die Gestaltung einer tpNV sollten zunächst potenzielle medizinische Indikationen, die für einen möglichst breiten Einsatz einer tpNV in Betracht kommen, identifiziert werden. Dies sollte auf der Grundlage der häufigsten Notfälle erfolgen.

Um relevante Daten bezüglich der Häufigkeitsverteilung medizinischer Notfälle zu erhalten, wurden acht Institutionen auf Bundesebene und sechs Institutionen auf regionaler Ebene nach statistischen Erhebungen über die häufigsten Notfalldiagnosen befragt (Kapitel 2.1.2). Es konnten zwei Datenquellen auf Bundesebene und drei Datenquellen auf regionaler Ebene zur Verfügung gestellt und in die Arbeit einbezogen werden (Kapitel 2.1.3). Im Rahmen der Datenaufarbeitung (Kapitel 2.1.4) wurde zunächst eine einheitliche Klassifikation der unterschiedlichen Diagnosespektren erarbeitet und den einzelnen Diagnosen eine Notfallkategorie zugeordnet. Nach Anpassung der Originaldaten an die einheitliche Klassifikation wurden die einzelnen Diagnosen jeweils nach ihrer absoluten Häufigkeit sortiert und deren prozentuale Anteile berechnet. Abschließend wurden die aufgearbeiteten Daten analysiert und ausgehend von den häufigsten Notfalldiagnosen die Indikationen für eine telemedizinische Notfallversorgung identifiziert.

2.1.2 Datenrecherche

Um repräsentative Daten über die allgemeine Häufigkeitsverteilung medizinischer Notfalldiagnosen zu erhalten, wurden im Rahmen dieser Arbeit folgende Institutionen bzw. Personen kontaktiert und nach statistischen Erhebungen bezüglich der Verteilung medizinischer Notfalldiagnosen befragt:

- Statistisches Bundesamt
- Gesundheitsberichterstattung des Bundes
- Deutsches Institut für Medizinische Dokumentation und Information (DIMDI)
- Bundesministerium für Gesundheit (BMG)
- Bundesanstalt für Straßenwesen/Referat Verkehrsmedizin
- Institut für Notfallmedizin und Medizinmanagement des Klinikum der Universität München (INM)
- Deutsche interdisziplinäre Vereinigung für Intensiv- und Notfallmedizin (DIVI)
- Arbeitsgemeinschaft in Norddeutschland tätiger Notärzte (AGNN)
- Arbeitsgemeinschaft Südwestdeutscher Notärzte (AGSWN)

- Dr. Martin Messelken als anerkannter Experte auf dem Gebiet der Datenerfassung im RD
- Berliner Feuerwehr als Träger des bodengebundenen Rettungsdienstes in Berlin
- Deutsche Rettungsflugwacht (DRF) als Träger der Luftrettung
- ADAC-Luftrettung als Träger der deutschen Luftrettung
- Rettungszweckverband Saar (RZV Saar) als Träger des Rettungsdienstes des Saarlandes

Ein vereinfachtes Schema über die methodische Vorgehensweise zur Identifizierung der Indikationen ist in der Abbildung 3 dargestellt.

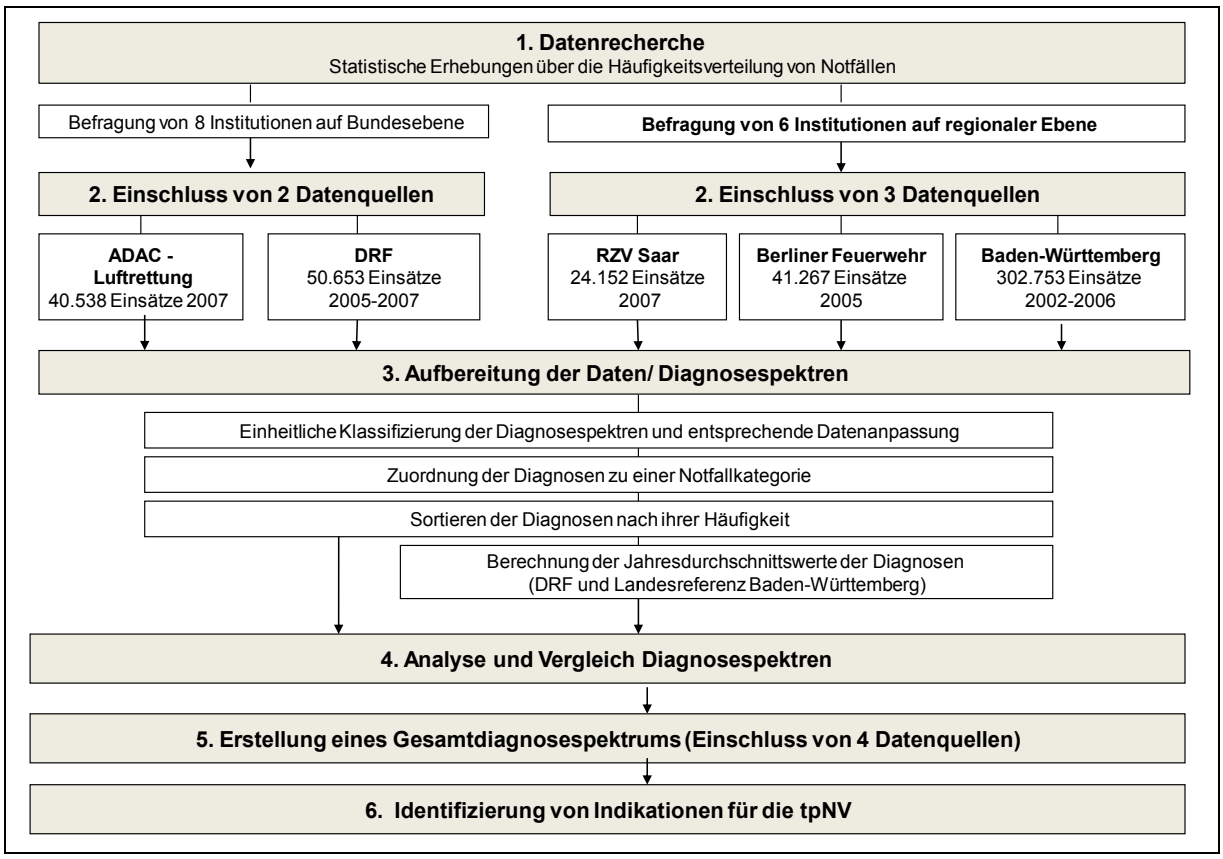

Abbildung 3: Schema zur Vorgehensweise der Identifizierung von Indikationen

2.1.3 Eingeschlossene Datenquellen

Bundesweite Statistiken über Diagnosespektren bzw. die Häufigkeitsverteilung medizinischer Notfälle konnten nach eingängiger Recherche und Konsultierung der oben aufgeführten Institutionen nicht identifiziert werden, da die Erfassung einheitlicher statistischer Daten aus dem RD in Deutschland (noch) nicht flächendeckend etabliert scheint. Es konnten jedoch interne Einsatzdaten folgender deutscher RD-Träger, deren Einsatzgebiet sich zum Teil bundesweit erstreckt, zur Verfügung gestellt werden, auf deren Grundlage schließlich die Ermittlung der Häufigkeitsverteilung von Notfalldiagnosen im RD erfolgte:

Einsatz-Auswertungen des Rettungszweckverbandes Saar

Vom Rettungszweckverband Saar (RZV Saar), als alleinigem Träger des Rettungsdienstes im Saarland, wurde über den „Ärztlichen Leiter Rettungsdienst“ Dr. Thomas Schlechtriemen ein Notfalldiagnosespektrum eines gesamten Bundeslandes zur Verfügung gestellt. Die Originaldaten basieren auf 24.152 Notarzteinsätzen (NEF) des RZV Saar aus dem Jahre 2007 und können detailliert dem Anhang A entnommen werden. Insgesamt erfasst das Diagnosespektrum des RZV Saar die Häufigkeit von 55 verschiedenen Diagnosen und soll im Folgenden beispielhaft für die weitere Aufarbeitung aller Datenquellen aufgeführt werden.

Die Summe der hier aufgeführten Diagnosen entspricht nicht der Anzahl der NEF-Einsätze, da bei einigen Notfallpatienten mehrere Diagnosen gestellt wurden. Dies trifft auch auf die Diagnosespektren der folgenden Datenquellen zu. Die Fallzahl beschreibt hier die Häufigkeit einer gestellten Diagnose.

Einsatz-Auswertungen der Berliner Feuerwehr

Von der Berliner Feuerwehr als Träger des Rettungsdienstes und der Rettungsleitstelle des Bundeslandes Berlin konnten Daten bezüglich der Hauptdiagnosen von 41.267 Notarztwagen (NAW)- bzw. Notarzteinsatzfahrzeug (NEF)-Einsätzen aus dem Jahr 2005 bezogen werden. Die zur Verfügung gestellten Daten basieren auf der internen Auswertung von NAW-Protokollen und beziehen sich auf die jeweils gestellte Hauptdiagnose eines NAW-Einsatzes. Insgesamt wurde die Häufigkeitsverteilung von 28 Diagnosen erfasst.

Auszug einer landesweiten Datenbank zur Qualitätssicherung des Rettungsdienstes Baden-Württemberg

Über den anerkannten Experten auf dem Gebiet der Datenerfassung im RD Dr. Martin Messelken wurde ein Auszug einer landesweiten Referenzdatenbank, die im Rahmen des Baden-Württemberger Modells zur externen Qualitätssicherung im RD erstellt wurde, erhalten und einbezogen. Mit der anonymisierten Teilnahme von circa 60% der Notarzt-Standorte Baden-Württembergs schließen diese Daten die Diagnosen und Häufigkeiten von insgesamt 302.753 auswertbaren NAW-Einsätzen aus einem Zeitraum von 2002 bis einschließlich 2006 ein. Der für die vorliegende Arbeit zur Verfügung gestellte Auszug umfasst die absoluten Häufigkeiten von 15 Notfalldiagnosen.

Einsatz-Auswertungen der Deutschen Rettungsflugwacht

Von der Deutschen Rettungsflugwacht (DRF) als Träger der deutschen Luftrettung, der seit Jahren systematische Einsatzauswertungen vornimmt, konnten Daten bezüglich der ursächlichen Notfälle von 50.653 Primäreinsätzen aus den Jahren 2005 bis 2007 in die Auswertung

eingeschlossen und entsprechend aufbereitet werden. Die Daten beziehen sich auf bundesweite Einsätze und erfassen die Häufigkeiten von insgesamt 47 Notfalldiagnosen.

Einsatz-Auswertungen der ADAC-Luftrettung

Der Datensatz bezüglich des Diagnosespektrums der ADAC-Luftrettung als weiteren Träger der deutschen Luftrettung basiert auf 40.538 deutschlandweiten Einsätzen des Jahres 2007 und schließt die Häufigkeiten von 61 erfassten Diagnosen ein.

2.1.4 Datenaufbereitung

Die einzelnen Datensätze weisen teilweise sehr unterschiedlich differenzierte Diagnosespektren bzw. Anzahl und Einteilung der Diagnosen auf, was einen unmittelbaren Vergleich der Quellen nicht zulässt. Um die einzelnen Diagnosespektren und Häufigkeitsverteilungen miteinander vergleichen bzw. zusammenfassen zu können, wurde im Folgenden eine einheitliche Klassifikation der unterschiedlichen Spektren erarbeitet. Teilweise wurden für diesen Zweck einzelne Diagnosen zu übergeordneten Diagnosegruppen zusammengefasst. Für eine detaillierte Betrachtung des Klassifizierungsprozesses, insbesondere der Zusammenfassung einzelner Diagnosen zu übergeordneten Diagnosegruppen, sei an dieser Stelle auf den Anhang B verwiesen.

Des Weiteren wurde den einzelnen Notfällen nach ihrem jeweilig betroffenen Organsystem eine Notfallkategorie zugeordnet, sofern eine Kategorisierung noch nicht durch den jeweiligen RD-Träger selbst vorgenommen wurde. Insgesamt umfasst das Notfalldiagnosespektrum nach einheitlicher Klassifikation die Häufigkeit von 23 verschiedenen Diagnosen bzw. Diagnosegruppen und elf Notfallkategorien und kann der Tabelle 2 entnommen werden.

Tabelle 2: Einheitliche Klassifikation der Diagnosespektren

Arbeitsdiagnosespektrum	Notfallkategorie
Akutes Koronarsyndrom (ACS) Herzrhythmusstörung (HRST) Orthostase/Synkope/unklare Bewusstseinsstörung Hypertensiver Notfall Herz-Kreislauf-Stillstand Lungenödem/Herzinsuffizienz (Hypotonie) Sonstige Herz-Kreislauf-Erkrankungen	**Herz-Kreislauf**
TIA/Insult/Blutung Krampfanfall Sonstige neurologische Erkrankungen	**ZNS**
Blutzuckerentgleisung (Hyper-, Hypoglykämie) Sonstige Stoffwechselstörung	**Stoffwechsel**

Arbeitsdiagnosespektrum (Fortsetzung)	**Notfallkategorie**
Asthma/exacerbierte COPD Hyperventilationssyndrom Sonstige Erkrankungen der Atemwege (Pneumonie/Bronchitis/Aspiration etc.)	**Atmung**
Abdominelle Erkrankung	**Abdomen**
Intoxikation	**Intoxikation**
Sonstige Notfälle	**Sonstiges**
Psychiatrische Erkrankungen	**Psychiatrie**
Pädiatrische Notfälle	**Pädiatrie**
Gynäkologische Notfälle	**Gynäkologie**
Schädel-Hirn-Trauma (SHT) Sonstige Verletzung	**Trauma**

Nachdem die Originaldaten an die einheitliche Klassifikation angepasst und einer Notfallkategorie zugeordnet worden sind, wurden die einzelnen Diagnosen nach ihrer absoluten und prozentualen Häufigkeit in absteigender Reihenfolge sortiert und akkumuliert. Die prozentualen Werte beziehen sich dabei jeweils auf die Gesamtanzahl der erhobenen Diagnosen des betreffenden RD-Trägers. Ein Beispiel für die Datenaufbereitung der Originalquellen zeigt die Tabelle 3 anhand des Diagnosespektrums des RZV Saar.

Tabelle 3: Diagnosespektrum RZV Saar 2007 nach einheitlicher Klassifikation

Notfallkategorie	**Diagnose**	**Häufigkeit**	**prozentual**	**Kumulativ**
Trauma	Sonstige Verletzung	4.089	13,77%	13,77%
Herz-Kreislauf	Akutes Koronarsyndrom (ACS)	4.016	13,52%	27,30%
ZNS	TIA/Insult/Blutung	2.847	9,59%	36,88%
ZNS	Krampfanfall	1.896	6,39%	43,27%
Herz-Kreislauf	HRST	1.563	5,26%	48,53%
Herz-Kreislauf	Hypertensiver Notfall	1.447	4,87%	53,40%
Herz-Kreislauf	Orthostase/Synkope/unklare Bewusstseinsstörung	1.354	4,56%	57,96%
Atmung	Sonstige Erkrankungen der Atemorgane	1.338	4,51%	62,47%
Abdomen	Abdominelle Erkrankung	1.288	4,34%	66,81%
Herz-Kreislauf	Sonstige Herz-Kreislauf-Erkrankungen	1.236	4,16%	70,97%
Intoxikationen	Drogen-, akzidentielle Intoxikation	1.136	3,83%	74,80%
Psychiatrie	Psychiatrische Erkrankungen	1.033	3,48%	78,28%
Trauma	Schädel-Hirntrauma (SHT)	1.032	3,48%	81,75%
Herz-Kreislauf	Lungenödem/Herzinsuffizienz (Hypotonie)	1.023	3,45%	85,20%
Atmung	Asthma/ exacerbierte COPD	938	3,16%	88,35%
Stoffwechsel	Blutzuckerentgleisung (Hypo-, Hyperglykämie)	772	2,60%	90,95%
Herz-Kreislauf	Herz-Kreislauf-Stillstand	512	1,72%	92,68%
ZNS	Sonstige neurologische Erkrankungen	428	1,44%	94,12%
Atmung	Hyperventilationssyndrom	240	0,81%	94,93%
Pädiatrie	Pädiatrische Notfälle	214	0,72%	95,65%
Stoffwechsel	Sonstige Stoffwechselstörung (Exsikkose)	185	0,62%	96,27%
Gynäkologie	Gynäkologische Notfälle	122	0,41%	96,68%
Sonstiges	Sonstige Notfälle	985	3,32%	100,00%
	Gesamtzahl Diagnosen	**29.694**	100,00%	

Für die Auswertung und Analyse der Daten wurde jeweils ein Zeitraum von einem Kalenderjahr betrachtet. Bei den Datensätzen, die einen Zeitraum von mehr als einem Jahr umfassen, wurde jeweils der Jahresdurchschnittswert der einzelnen Diagnosen berechnet und im Folgenden analysiert, was die Tabelle 4 am Beispiel der Landesreferenz Baden-Württemberg zeigt .

Tabelle 4: Landesreferenz Baden-Württemberg (2002–2006) nach einheitlicher Klassifikation

Notfallkategorie	Diagnose	Häufigkeit	Jahres-durchschnitt	prozentual	kumulativ
Herz-Kreislauf	Akutes Koronarsyndrom (ACS)	51.290	10.258	14,42%	14,42%
Trauma	Sonstige Verletzung	39.511	7.902	11,11%	25,52%
Herz-Kreislauf	HRST	32.654	6.531	9,18%	34,70%
Herz-Kreislauf	Lungenödem/Herzinsuffizienz	20.384	4.077	5,73%	40,43%
ZNS	Krampfanfall	19.997	3.999	5,62%	46,05%
ZNS	TIA/Insult/Blutung	18.486	3.697	5,20%	51,25%
Herz-Kreislauf	Sonstige Herz-Kreislauf-Erkrankung	12.385	2.477	3,48%	54,73%
Stoffwechsel	Blutzuckerentgleisung	10.882	2.176	3,06%	57,79%
Herz-Kreislauf	Herz-Kreislauf-Stillstand	9.524	1.905	2,68%	60,46%
Sonstiges	Übrige/nicht erfasste Diagnosen	140.661	28.132	39,54%	100,00%
	Gesamtzahl an Diagnosen	355.774	71.155	100,00%	

Abschließend wurden die einzelnen Daten sowohl nach der Häufigkeitsverteilung der betroffenen Notfallkategorie als auch nach der Häufigkeitsverteilung der einzelnen Diagnosen ausgewertet.

2.1.5 Identifizierung von Indikationen einer tpNV

Zur Identifizierung der Indikationen einer tpNV wurde ein Gesamtdiagnosespektrum erstellt, welches auf den Notfallspektren des RZV Saar, der Berliner Feuerwehr, der DRF und der ADAC-Luftrettung basiert. Der Auszug der Landesreferenz Baden-Württemberg wurde aufgrund seines vergleichsweise zu gering differenzierten Diagnosespektrums für die Identifizierung der Indikationen außer Acht gelassen.

Das Gesamtdiagnosespektrum wurde basierend auf den häufigsten Notfalldiagnosen bzw. Notfalldiagnosegruppen erstellt, welche durch alle vier RD-Träger erfasst worden sind. So wurde aus den prozentualen Anteilen der Diagnosen an den jeweiligen Notfallspektren der einbezogenen RD-Träger die durchschnittliche Verteilung insgesamt berechnet, was die Tabelle 5 veranschaulicht. Auf dieser Basis wurde das Gesamtdiagnosespektrum erstellt, welches die Grundlage für die Identifizierung der Indikationen darstellt.

Tabelle 5: Durchschnittliche Verteilung der Diagnosen zur Identifizierung der Indikationen

Diagnosen/ Indikationen	Summe der Anteile	Durchschnitt der Verteilung
Sonstige Verletzung	90,4%	**22,6%**
Akutes Koronarsyndrom (ACS)	48,2%	**12,1%**
TIA/Insult/Blutung	28,0%	**7,0%**
Schädel-Hirntrauma (SHT)	22,9%	**5,7%**
Krampfanfall	18,8%	**4,7%**
HRST	16,5%	**4,1%**
Sonstige Erkrankungen der Atemorgane	14,6%	**3,7%**
Orthostase/Synkope/unklare Bewusstseinsstörung	14,1%	**3,5%**
Asthma/exacerbierte COPD	12,9%	**3,2%**
Hypertensiver Notfall	12,0%	**3,0%**
Sonstige Herz-Kreislauf-Erkrankungen	11,7%	**2,9%**
Lungenödem/Herzinsuffizienz (Hypotonie)	11,1%	**2,8%**
Blutzuckerentgleisung (Hypo-, Hyperglykämie)	10,3%	**2,6%**
Abdominelle Erkrankungen	10,1%	**2,5%**
Herz-Kreislauf-Stillstand	9,0%	**2,3%**
Drogen-, akzidentielle Intoxikation	8,0%	**2,0%**
Sonstige neurologische Erkrankungen	4,6%	**1,1%**
Hyperventilationssyndrom	3,1%	**0,8%**
		86,6%

2.2 Erfassung präklinischer Diagnose- und Therapiemaßnahmen

2.2.1 Vorgehensweise

Im Folgenden bestand das Ziel darin die Notfallmaßnahmen zu erfassen, welche für die präklinische Notfallversorgung (pNV) der zuvor identifizierten Indikationen von besonderer Relevanz sind und folglich auch im Rahmen einer tpNV umgesetzt bzw. via TM unterstützt werden können sollten.

Hierzu erfolgte in Bezug auf die abgeleiteten Indikationen (siehe Tabelle 5) eine Literaturrecherche hinsichtlich aktueller präklinischer Diagnose- und Therapieleitlinien anerkannter Fachgesellschaften sowie allgemeingültiger Algorithmen im Rettungsdienst. So wurden die Diagnose- und Therapiemaßnahmen, die zur pNV der zuvor identifizierten häufigsten Notfälle erforderlich sind, auf der Grundlage aktueller Fachliteratur erfasst. Nach den strukturierten Handlungsanweisungen der eingeschlossenen Leitlinien und ergänzenden Literatur wurden für jede Notfalldiagnose die entsprechend erforderlichen Notfallmaßnahmen tabellarisch zugeordnet. Anschließend wurde der erfasste Maßnahmenkatalog nach Relevanz bzw. Anwendungshäufigkeit einzelner Notfallmaßnahmen ausgewertet.

2.2.2 Literaturrecherche

Hinsichtlich der pNV der 15 Indikationen, welche im Rahmen dieser Arbeit für die tpNV identifiziert wurden, erfolgte zunächst eine Literaturrecherche bezüglich aktueller notfallmedizinischer Diagnose- und Therapieleitlinien. Im Rahmen der Recherche wurden folgende Leitlinien-Datenbanken nach präklinischen Leitlinien der genannten Diagnosen durchsucht bzw. folgende Arbeitsgruppen und Berufsverbände der Notfall- und Rettungsmedizin während des Zeitraumes April 2008 bis Dezember 2008 einbezogen:

- Leitlinien-Datenbank der Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften (AWMF)[39]
- Leitlinien-Datenbank des Ärztlichen Zentrums für Qualität in der Medizin (ÄZQ) – als Institut von Bundesärztekammer und Kassenärztlicher Bundesvereinigung[40]
- Guidelines International Network G-I-N - Träger der International Guideline Library (Deutsche Interdisziplinäre Vereinigung für Intensiv- und Notfallmedizin (DIVI)[41]
- Arbeitsgemeinschaft in Norddeutschland tätiger Notärzte e.V. (AGNN) - Mitglied der Bundesvereinigung der Notarztarbeitsgemeinschaften Deutschlands BAND e.V.[42]

Als Suchbegriffe wurden im ersten Schritt jeweils die entsprechenden 15 Indikationen bzw. Diagnosen eingegeben und diese in einem zweiten Schritt durch die Zusätze „(Diagnose- und Therapie-)Leitlinien“, „präklinische Diagnose und Therapie“, „präklinische (Notfall-) Versorgung/Maßnahmen“ bzw. „Notfall“ ergänzt.

Aufgrund der Tatsache, dass einige der Indikationen wie beispielsweise „abdominelle Erkrankungen“ keine definierten medizinischen Diagnosen beschreiben und die diesbezügliche Literaturrecherche keine Ergebnisse zeigte, wurde für diese Indikationen nach entsprechenden Beispieldiagnosen recherchiert. Folgendermaßen wurde für die Indikationsgruppe „abdominelle Erkrankungen“ nach präklinischen Notfallmaßnahmen des „akuten Abdomens“ recherchiert und für die Indikation „Blutzuckerentgleisung“ Literatur bezüglich des „hyper- sowie hypoglykämischen Notfalls“ gesucht. Um für die Indikation „Sonstige Verletzungen“ ein möglichst großes Spektrum der Traumata abzudecken, erfolgten die Literaturrecherche und die Betrachtung der Verletzungen nach ihrer Lokalisation. Dementsprechend wurde jeweils nach Fachliteratur hinsichtlich der Notfallversorgung des „Thoraxtraumas“, „Abdominaltraumas“, „Extremitätentraumas“, „Wirbelsäulentraumas“ und „Verletzungen des Kopf-/Halses“ recherchiert.

Da über die oben genannten Datenbanken vergleichsweise wenige Leitlinien hinsichtlich präklinischer Notfallmaßnahmen identifiziert werden konnten, wurde die Literaturrecherche auf folgende Datenbanken bzw. Institutionen ausgeweitet:

- MedLine-Datenbank
- Datenbankspektrum des Deutschen Instituts für Medizinische Dokumentation und Information (DIMDI)[20]

Die Recherche erfolgte nach dem oben beschriebenen Suchprinzip im Hinblick auf relevante Publikationen bezüglich präklinischer Notfallmaßnahmen der entsprechenden Diagnosen. Ergänzend wurden aktuelle anerkannte Lehrwerke der Notfall- und Rettungsmedizin nach themenrelevanten Inhalten durchsucht.

2.2.3 Einschlusskriterien und Literaturauswahl

Der Einschluss der Fachliteratur erfolgte auf der Grundlage folgender Auswahlkriterien:

- Präklinische Diagnose- und Therapieleitlinien anerkannter Fachgesellschaften bzw. Arbeitsgruppen
- Standard Operating Procedures (SOP) von Universitätskliniken
- Publikationen in Fachzeitschriften der Notfall- und Rettungsmedizin bezüglich präklinischer Versorgung der entsprechenden Diagnosen
- Algorithmen im Rettungsdienst, welche durch erfahrene Experten im Rettungsdienst erstellt und publiziert wurden
- Einschlägige Standardwerke der Notfall- und Rettungsmedizin

Schließlich wurden für die Bestimmung gängiger präklinischer Notfallmaßnahmen über die oben genannten Datenbanken bzw. Institutionen insbesondere aktuelle präklinische Diagnose- und Therapieleitlinien von anerkannten Fachgesellschaften bzw. Arbeitsgruppen, SOPs von Universitätskliniken sowie themenrelevante Publikationen in die Dissertation einbezogen. Zur Vervollständigung und Erweiterung des Detaillierungsgrades wurden ergänzend Inhalte anerkannter aktueller Lehrwerke der Notfall- und Rettungsmedizin hinzugezogen.
Insgesamt wurden 26 relevante Informationsquellen für die Erfassung der präklinischen Notfallmaßnahmen genutzt. Die Tabelle 6 führt alle Quellen auf, welche für die Erhebung der diagnostischen und therapeutischen Notfallmaßnahmen der entsprechenden Indikationen einbezogen wurden.

Tabelle 6: Quellenauswahl zur Erfassung präklinischer Notfallmaßnahmen

Quellen	Indikationen
Guidelines des European Resuscitation Council 2005 [43, 44]	ACS, Herz-Kreislauf-Stillstand, HRST
Leitlinien der Deutschen Gesellschaft für Kardiologie [45-47]	ACS
SOP der Klinik für Innere Medizin I des Universitätsklinikums Regensburg [48]	ACS
Akutes Koronarsyndrom – Leitlinien-konformes Management durch regionale & überregionale Versorgungskonzepte [49]	ACS
Fachartikel: *Notfall Herzrhythmusstörungen* [50]	HRST
Therapieempfehlungen für die Notfallmedizin (Arbeitsgemeinschaft in Norddeutschland tätiger Notärzte e.V.)[42]	Sonstige Verletzung, SHT, ACS, HRST, hypertensive/r Krise/Notfall, Lungenödem/ Herzinsuffizienz, Herz-Kreislauf-Stillstand, TIA/Insult/Blutung, Krampfanfall, Asthma/ exazerbierte COPD, BZ-Entgleisung, Akutes Abdomen
Leitlinien der deutschen Gesellschaft für Neurologie[51]	SHT, TIA/Insult/Blutung, Krampfanfall
Skript *Notfallmedizin* der Klinik für Anaesthesiologie und operative Intensivmedizin, Charité CVK & CCM[52]	Herz-Kreislauf-Stillstand, HRST, ACS, hypertensive/r Krise/ Notfall, Asthma/ exazerbierte COPD, Lungenödem/ Herzinsuffizienz, Akutes Abdomen, Orthostase/Synkope/Bewusstseinsstörung, TIA/Insult/Blutung, Krampfanfall, BZ – Entgleisung
Gastrointestinale Notfälle - *Akutes Abdomen*[53]	Akutes Abdomen
Präklinische Notfallmedizin - *Akutes Abdomen*[54]	Akutes Abdomen
Fachartikel: *Notfallversorgung des Körperhöhlentraumas*[55]	Sonstige Verletzung
Algorithmen im Rettungsdienst – Die 27 wichtigsten Notfälle [56]	Sonstige Verletzung, SHT, ACS, Lungenödem/Herzinsuffizienz, Hypertensive/r Krise/Notfall, Asthma/ exazerbierte COPD, BZ-Entgleisung, Akutes Abdomen, TIA/Insult/Blutung, Krampfanfall
Basics *Notfall- und Rettungsmedizin* [57]	Akutes Abdomen, Herz-Kreislauf-Stillstand, Orthostase/Synkope/Bewusstseinsstörung, Hypertensive/r Krise/Notfall, ACS, Lungenödem/Herzinsuffizienz, HRST, Asthma/exazerbierte COPD, Sonstige Verletzung, SHT, Orthostase/ Synkope/Bewusstseinsstörung, TIA/Insult/Blutung, Krampfanfall
Rettungsdienst heute - *Internistische Notfälle* [58]	ACS, Lungenödem/Herzinsuffizienz, Hypertensive/r Krise/Notfall, Asthma/ exazerbierte COPD, BZ-Entgleisung
Rettungsdienst heute - *Traumatologische Notfälle* [59]	Sonstige Verletzung, SHT
Rettungsdienst heute - *Fachübergreifende Notfälle* [60]	Akutes Abdomen
Rettungsdienst heute - *Neurologische Notfälle* [61]	Orthostase/Synkope/Bewusstseinsstörg., TIA/ Insult/Blutung, Krampfanfall
Leitfaden Rettungsdienst - *Der bewusstlose Patient* [62]	Orthostase/Synkope/Bewusstseinsstörung, BZ-Entgleisung
Leitfaden Rettungsdienst - *Neurologische Notfälle* [63]	Krampfanfall, TIA/Insult/Blutung
Leitfaden Rettungsdienst – *Traumatologie* [64]	SHT, Sonstige Verletzung

2.2.4 Erfassung der Maßnahmen

Auf der Grundlage der eingeschlossenen Fachliteratur (Tabelle 6) wurden die standardmäßigen präklinischen Versorgungsmaßnahmen der 15 abgeleiteten Notfallindikationen herausgearbeitet und strukturiert tabellarisch dargestellt. Jeder Notfalldiagnose wurden die in der Fachliteratur vorgegebenen Notfallmaßnahmen zugeordnet. Dabei wurden sämtliche Maßnahmen der präklinischen Maximalversorgung einer Notfalldiagnose berücksichtigt. Die für jede einzelne der 15 Notfalldiagnosen erfassten Maßnahmen können im Anhang C detailliert betrachtet werden. An dieser Stelle sei auch auf die

Tabelle 10 im Ergebnisteil verwiesen, die beispielhaft anhand von sechs Indikationen aus verschiedenen Notfallkategorien einen Auszug dieser Ergebnisse demonstriert. Auf diese Weise wurde für die betrachteten Notfalldiagnosen ein Maßnahmenkatalog erarbeitet, der insgesamt 123 verschiedene präklinische Diagnose- bzw. Therapiemaßnahmen erfasst.

2.3 Ermittlung von Anwendungen und Analyse der Gestaltung der tpNV

2.3.1 Vorgehensweise

Bezüglich der zuvor ermittelten häufigsten Notfalldiagnosen im Rettungsdienst „(Sonstige) Verletzung“, „Akutes Koronarsyndrom“ (ACS), „TIA/Insult/Blutung“ und „Schädel-Hirntrauma“ (SHT), die zusammengefasst durchschnittlich 47,4% des erarbeiteten Gesamtdiagnosespektrums ausmachen, erfolgte erneut eine strukturierte Literaturrecherche hinsichtlich aktueller telemedizinischer Anwendungen zur Unterstützung der akuten (vorzugsweise präklinischen) Notfallversorgung. Mit dem Ziel, eine systematische Literaturübersicht zu erarbeiten, waren dabei insbesondere folgende Fragestellungen von Interesse:

- Können über die Fachliteratur praktische telemedizinische Anwendungen auf den Gebieten der akuten Trauma-, Koronarsyndroms- und Schlaganfall-Versorgung identifiziert werden?
- In welchem klinischen Rahmen (präklinisch, intraklinisch, interklinisch) findet die telemedizinische Unterstützung statt?
- Wer leistet die telemedizinische Unterstützung bzw. Fachexpertise (Tele-Arzt)?
- Wer wird am Notfallort unterstützt bzw. wer setzt die teleärztlich angeordneten Maßnahmen am Patienten praktisch um?
- Welche Notfallmaßnahmen werden telemedizinisch unterstützt?
- Mit welchen telemedizinischen Verfahren werden diese Maßnahmen unterstützt?
- Insbesondere welche Kommunikationstechnik findet in der tpNV Anwendung?
- Welche medizinischen Daten werden zusätzlich übertragen?

- Welchen Effekt zeigen die telemedizinischen Anwendungen der eingeschlossenen Studien auf den klinischen Prozess der Notfallversorgung (Diagnostik, Triage, Therapie-/ Entscheidungen), die Anwender (medizinisches Personal) und die Dokumentation?

2.3.2 Einschlusskriterien

Die einbezogene Fachliteratur sollte folgende Einschlusskriterien erfüllen:

- Der Zeitraum der Publikation betrifft die Jahre 1998 bis 2010.
- Vorzugsweise werden randomisierte kontrollierte Studien (RCT) eingeschlossen. Alternativ werden bei Mangel randomisierter kontrollierter Studien, aber Erfüllung der restlichen Einschlusskriterien auch andere Studiendesigns (Feasibility-Studien, Phase-II-Studien, retrospektive Studien, qualitative Studien) berücksichtigt.
- Die Studien untersuchen praktische telemedizinische Anwendungen am Patienten aus medizinischer Sicht.
- Die TM wird dabei implizit zur Unterstützung der ärztlichen Versorgung von Notfallpatienten mit den Verdachtsdiagnosen eines akuten Traumas, eines ACS bzw. eines akuten Schlaganfalls eingesetzt.
- Der wissenschaftliche Fachartikel liefert Antworten auf den überwiegenden Teil der oben genannten Fragestellungen.

2.3.3 Literaturrecherche

Die Recherche erfolgte im Zeitraum vom 1. September bis 28. Oktober 2010 über die elektronische Datenbank medizinischer Fachartikel MedLine (Pubmed).

Die Suche nach telemedizinischen Anwendungen zur Unterstützung der Notfallmedizin beinhaltete die Eingabe folgender Suchbegriffe: „Telemedicine“, „remote consultation“, „videoconference“, „audio-video“, „telephone“. Diese Termini wurden sowohl systematisch kombiniert („AND“) mit den Suchbegriffen „trauma“, „acute coronary syndrome“, „acute myocardial infarction“ und „stroke“ als auch mit den Begriffen „emergency“, „emergency care“ „pre-hospital“ sowie „pre-clinical“. Alternativ wurden folgende Suchbegriffe in die Suchmaschine eingegeben: „teletrauma“, „telethrombolysis“ und „telestroke“. Nach der jeweiligen Kombination der Suchbegriffe wurde sowohl im Titel als auch im Volltext der Publikationen gesucht.

2.3.4 Suchergebnisse und Literaturauswahl

Zum Thema telemedizinische akute Trauma-Versorgung konnten anhand der oben beschriebenen Suchstrategie insgesamt 32 Publikationen von der Suchmaschine identifiziert werden, wovon zehn Artikel die Einschlusskriterien erfüllten und in die Auswertung mit

einbezogen wurden. Bezüglich einer tpNV des ACSs erzielte die Suchmaschine insgesamt 48 Treffer, von denen zwölf Publikationen aufgrund der Übereinstimmung mit den Einschlusskriterien in die Auswertung einbezogen wurden. Im Hinblick auf eine telemedizinisch gestützte akute Schlaganfall-Versorgung wurden von Pubmed 89 Suchergebnisse erzielt, von denen 14 wissenschaftliche Artikel zur Auswertung in die Arbeit eingeschlossen wurden.
Die Mehrzahl der von Pubmed angezeigten Artikel wurde ausgeschlossen, da sie inhaltlich nicht die definierten Einschlusskriterien erfüllten. So wurden in erster Linie sämtliche Publikationen verworfen, welche die medizinische Versorgung anderer Diagnosen als akutes Trauma, ACS bzw. Schlaganfall telemedizinisch unterstützen. Ebenso wenig wurden pädiatrische Krankheitsbilder berücksichtigt. Häufig mangelte es den ausgeschlossenen Studien an dem medizinischen Fokus telemedizinischer Anwendungen zugunsten informations- und kommunikationstechnologischer oder ökonomischer Fragestellungen. So wurden beispielsweise alle Studien ausgeschlossen, welche vorzugsweise die technischen Aspekte von Telemedizinsystemen beleuchten, jedoch keine praktische Anwendung am Patienten mit daraus folgenden klinischen Erfahrungswerten und Einflussfaktoren beschreiben. Darüber hinaus wurden die Studien verworfen, wenn sie den überwiegenden Teil der unter Kapitel 2.3.1 beschriebenen Fragestellungen nicht beantworten konnten.

2.3.5 Datenerfassung

Mit dem Ziel, eine strukturierte Literaturübersicht zur Beantwortung der unter Kapitel 2.3.1 aufgeführten Fragestellungen zu erhalten und die Inhalte der einbezogenen Publikationen vergleichen zu können, wurde eine tabellarische Übersicht erstellt, in der folgende Spalten zum Erfassen und Vergleichen der Daten festgelegt wurden:

- Autor, Publikationsjahr
- Studiendesign, Studieninhalt, Anzahl eingeschlossener Patienten
- Klinisches Setting (präklinisch, intraklinisch, interklinisch)
- Notfall (Art des Traumas, ACS, Schlaganfall)
- Lokalisation des Telemedizinzentrums
- Qualifikation des Tele-Arztes
- Hilfsperson vor Ort, die Notfallmaßnahmen mit Hilfe des Tele-Arztes am Patienten ausführt
- Telemedizinisch unterstützte Notfallmaßnahmen
- Telemedizinsystem (TMS)
- angewandte Kommunikationstechnik (Audio, Audio-Video, Standbilder)
- zusätzlicher Datentransfer (Vitaldaten, EKG etc.)

3 Ergebnisse

3.1 Häufigkeitsverteilung von Notfällen im Rettungsdienst

3.1.1 Notfallspektrum regionaler bodengebundener Rettungsdienstträger

Beispielhaft für die Häufigkeitsverteilung von Notfällen regionaler bodengebundener RD-Träger werden die Ergebnisse der Datenaufarbeitung des RZV Saar und der Berliner Feuerwehr im Folgenden detailliert dargestellt, da sie vergleichsweise gut differenzierte Diagnosespektren aufweisen, die sich auch mit den Spektren der Luftrettung nachfolgend gut vergleichen lassen. Die Auswertung des Datenauszuges der Landesreferenz Baden-Württemberg kann zum Vergleich mit den anderen bodengebunden RD-Trägern der Tabelle 7 entnommen werden. Die Daten können aufgrund ihres vergleichsweise kleinen Diagnosespektrums und großen Anteils nicht aufgeführter Diagnosen nur eingeschränkt mit den Daten der übrigen RD-Träger verglichen werden, sollen jedoch im Folgenden unterstützend hinzugezogen werden.

3.1.1.1 Häufigkeitsverteilung der Notfallkategorien

Die Häufigkeitsverteilung der durch die jeweiligen Notfälle betroffenen Notfallkategorien bzw. Organsysteme wird für den RZV Saar in der Abbildung 4 und der Berliner Feuerwehr in der Abbildung 5 graphisch dargestellt.

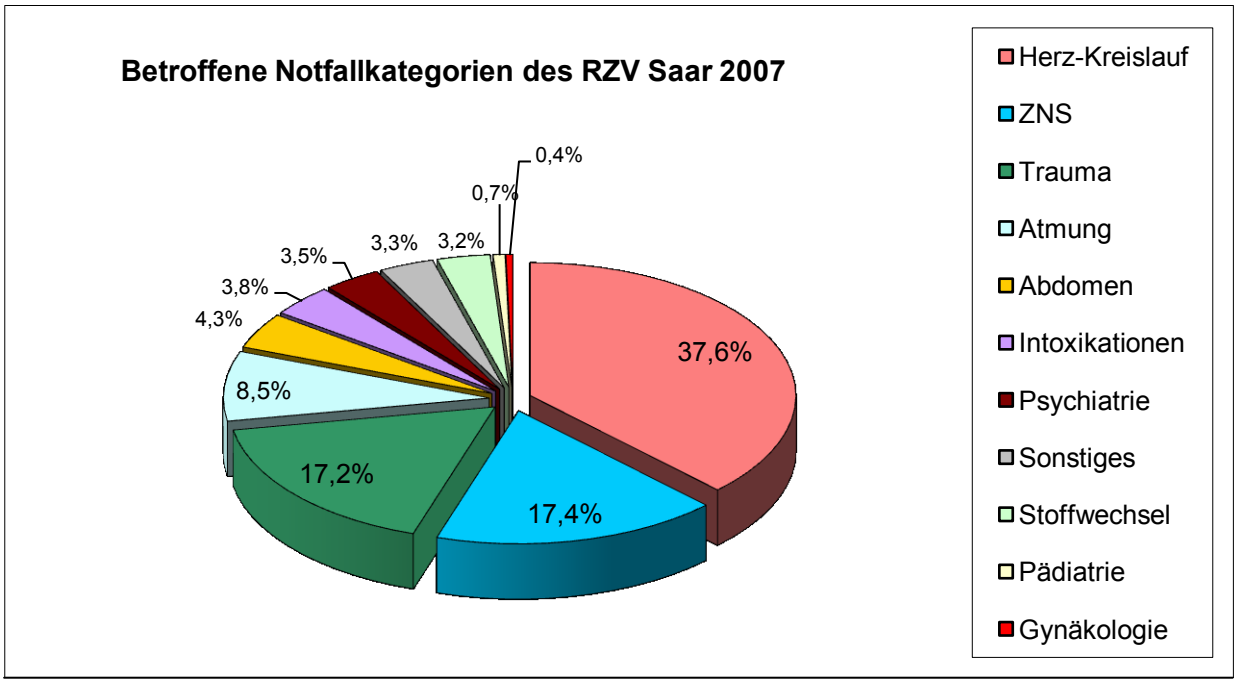

Abbildung 4: Durchschnittliche Verteilung betroffener Notfallkategorien des RZV Saar

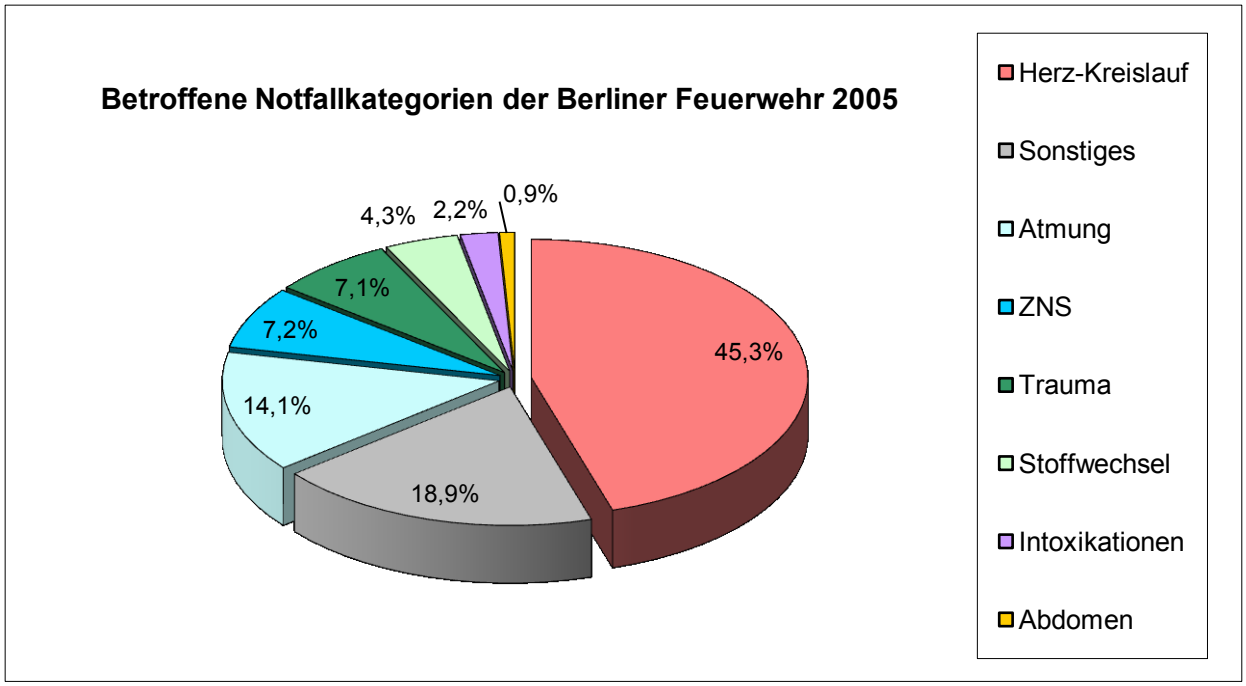

Abbildung 5: Durchschnittliche Verteilung betroffener Notfallkategorien der Berliner Feuerwehr

Der überwiegende Teil der Notfälle betrifft bei beiden regionalen Rettungsdienstträgern das Herz-Kreislauf-System. Beim RZV Saar machen die Herz-Kreislauf-Erkrankungen weit über ein Drittel und bei der Berliner Feuerwehr sogar knapp die Hälfte aller Notfälle aus. Ferner stellen die Notfälle der Kategorien ZNS, Trauma und Atmung prozentual bedeutende, jedoch jeweilig unterschiedlich große Anteile beider Notfallspektren dar. Kleinere Anteile am Diagnosespektrum haben bei beiden Rettungsdienstträgern die Kategorien Abdomen, Intoxikationen und Stoffwechselentgleisungen.

Der Kategorie „Sonstiges“ wurden im Fall des RZV Saar Notfälle ohne genauere Angaben, anaphylaktische Reaktionen, Unterkühlung und Ertrinken zugeordnet. Im Fall der Berliner Feuerwehr werden unter „Sonstiges“ neben unklaren Bewusstseinsstörungen, Elektrounfällen, Blutungen, Todesfeststellungen und mit „andere Diagnose“ benannte Notfälle zusammengefasst. Im Vergleich zum RZV Saar wurden von der Berliner Feuerwehr viele Notfälle nicht näher benannt bzw. sind in den Notfallprotokollen nicht dokumentiert worden, was hier den vergleichsweise hohen Anteil der Notfallkategorie „Sonstiges“ erklärt. Dies trifft auf den Datenauszug der Landesreferenz Baden-Württemberg noch verstärkter zu, so dass darauf verzichtet wurde, eine Zuteilung der erfassten Diagnosen zu einer Notfallkategorie vorzunehmen. Beispielsweise wurden keine Notfälle dokumentiert, welche den Kategorien Psychiatrie, Pädiatrie und Gynäkologie hätten zugeordnet werden können.

3.1.1.2 Häufigkeitsverteilung der Notfalldiagnosen

RZV Saar

Beim RZV Saar stellten im Jahr 2007 die Verletzungen und das ACS mit jeweils rund 14% aller Notfälle die häufigsten Ursachen für Notarzteinsätze dar. Die neurologischen Notfalldiagnosen TIA/Insult/Blutung (~10%) und Krampfanfälle (~6%) zählten hier außerdem zu vielfachen Einsatzursachen. In jeweils circa 4 bis 5% der Fälle waren HRST, hypertensive Notfälle und Bewusstseinsstörungen für den Notarzteinsatz verantwortlich. Einen ähnlich hohen Anteil am Notfallspektrum hatten sonstige Atemwegserkrankungen (Pneumonie/Bronchitis, Aspiration), abdominelle Erkrankungen (akutes Abdomen, Kolik, gastrointestinale Blutung), sonstige Herz-Kreislauf-Erkrankungen (einschließlich der Lungenarterienembolie) sowie Drogen- und akzidentielle Intoxikationen. Eine detaillierte graphische Darstellung des Notfallspektrums des RZV Saar kann der Abbildung 6 entnommen werden.

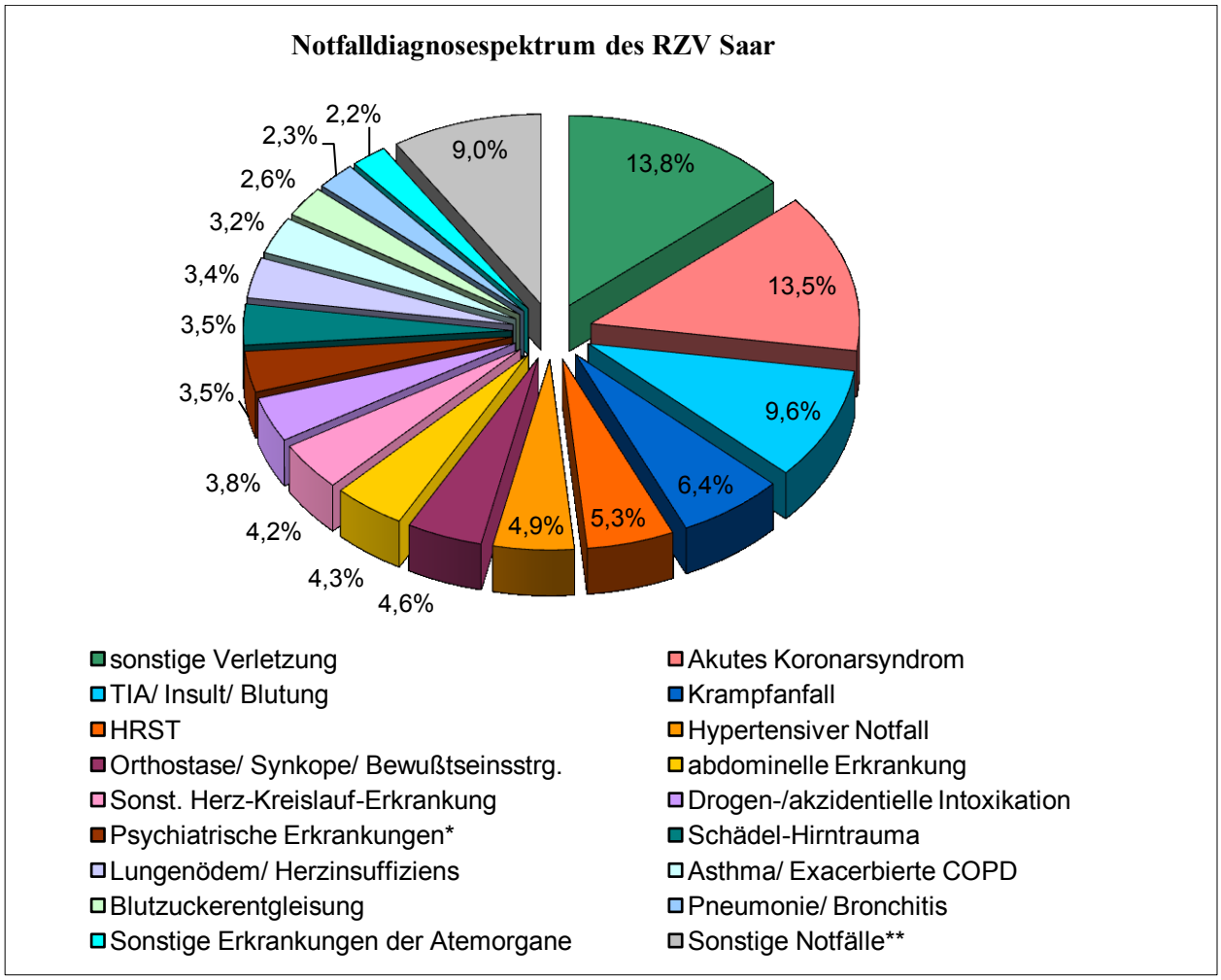

Abbildung 6: Prozentuale Häufigkeitsverteilung von Notfalldiagnosen des RZV Saar 2007

* Erregungszustände, Suizid(-versuche), Entzugssymptomatik, akute Psychosen

** Notfälle, die weniger als 1,5% des Spektrums ausmachen (Unterkühlung, Ertrinken, Anaphylaxie, sonstige neurologische Erkrankungen, Hyperventilationssyndrom, pädiatrische Notfälle, sonstige Stoffwechsel-Störungen, gynäkologische Notfälle) & Einsatzauswertungen ohne nähere Angaben

Berliner Feuerwehr

Das ACS stellte im Jahr 2005 mit rund 19% mit Abstand die häufigste Ursache für Notarzteinsätze der Berliner Feuerwehr dar, gefolgt von den obstruktiven Atemwegserkrankungen Asthma bronchiale/exazerbierte COPD und sonstigen Verletzungen. Weitere regelmäßige Einsatzursachen waren auf sonstige Erkrankungen der Atemwege (Hyperventilationssyndrom), Lungenödeme im Rahmen einer Herzinsuffizienz, HRST, unklare Bewusstseinsstörungen, Herz-Kreislauf-Stillstand, Krampfanfälle, Blutzuckerentgleisungen sowie hypertensive Notfälle zurückzuführen. Eine detaillierte Veranschaulichung des Notfallspektrums der Berliner Feuerwehr liefert die Abbildung 7.

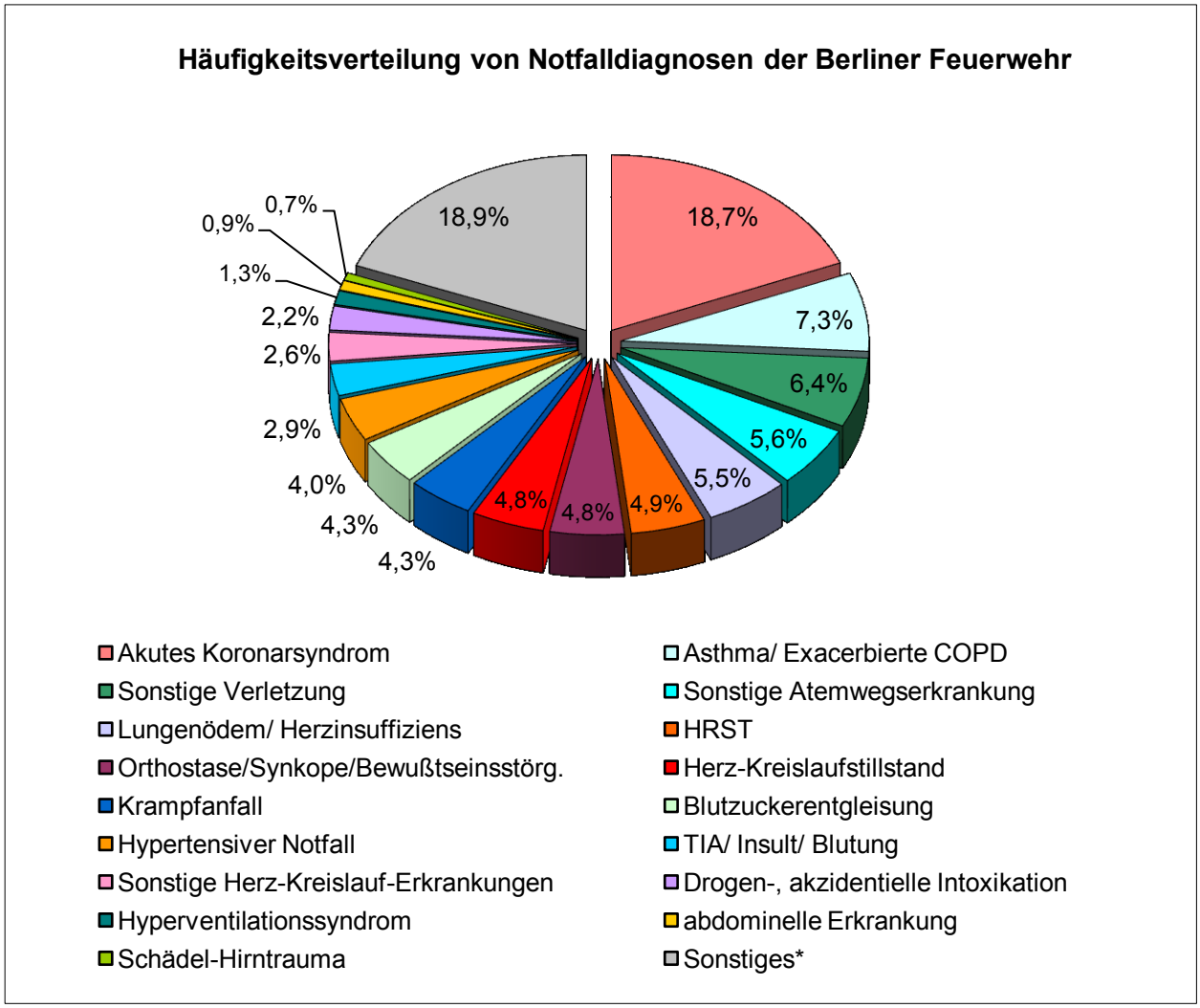

Abbildung 7: Prozentuale Häufigkeitsverteilung von Notfalldiagnosen der Berliner Feuerwehr

* Blutungen, Elektrounfälle, Todesfeststellung & von der Feuerwehr mit „andere Diagnose“ bezeichnete Notfälle

Vergleich der Notfallspektren der regionalen Rettungsdienstträger

Die Häufigkeitsverteilung von Notfällen der eingeschlossenen bodengebundenen RD-Träger im Vergleich, einschließlich der Landesreferenz Baden-Württemberg, zeigt die Tabelle 7.

Bei allen drei Rettungsträgern stellt das ACS die am häufigsten gestellte Notfalldiagnose, gefolgt von den sonstigen Verletzungen, dar. Ferner zählen HRST, die neurologischen Diagnosen TIA/ Insult/Blutung und Krampfanfälle sowie die obstruktiven Atemwegserkrankungen (Asthma/COPD) und das Lungenödem bei Herzinsuffizienz zu den meisten Ursachen von Notarzteinsätzen des bodengebundenen Rettungsdienstes. Vergleichsweise häufig treten außerdem (unklare) Bewusstseinsstörungen sowie hypertensive Notfälle auf.

Tabelle 7: Häufigkeiten von Notfalldiagnosen der bodengebundenen RD-Träger im Vergleich

Diagnose	RZV Saar	FW Berlin	RD – BW
Akutes Koronarsyndrom (ACS)	13,5%	18,7%	14,4%
Sonstige Verletzung	13,8%	6,4%	11,1%
HRST	5,3%	4,9%	9,2%
TIA/Insult/Blutung	9,6%	2,9%	5,2%
Krampfanfall	6,4%	4,3%	5,6%
Asthma/exazerbierte COPD	3,2%	7,3%	
Lungenödem/Herzinsuffizienz	3,4%	5,6%	5,7%
Orthostase/Synkope/unklare Bewusstseinsstörung	4,6%	5,5%	
Hypertensiver Notfall	4,9%	4,8%	
Sonstige Erkrankungen der Atemorgane	2,2%	4,0%	
Psychiatrische Erkrankungen	3,5%		
Sonstige Herz-Kreislauf-Erkrankungen	4,2%	2,6%	3,5%
Blutzuckerentgleisung	2,6%	4,3%	3,1%
Drogen- bzw. akzidentielle Intoxikation	3,8%	2,2%	
Herz-Kreislaufstillstand	1,7%	4,7%	2,7%
Abdominelle Erkrankungen	4,3%	0,9%	
Pneumonie/Bronchitis	2,3%	0,7%	
Schädel-Hirn-Trauma (SHT)	3,5%		
Sonstige neurologische Erkrankungen	1,4%	1,3%	
Hyperventilationssyndrom	0,8%		
Pädiatrische Notfälle	0,7%		
Sonstige Stoffwechselstörung (Exsikkose)	0,6%		
Gynäkologische Notfälle	0,4%		
Sonstige Notfälle	3,3%	18,9%	39,5%
Gesamtzahl Diagnosen	100,0%	100,0%	100,0%

3.1.2 Notfallspektrum bei den Trägern der deutschen Luftrettung

Da sich sowohl die Einteilung der Diagnosespektren als auch die prozentualen Anteile der Notfallkategorien und einzelnen Notfalldiagnosen der ADAC-Luftrettung und der DRF sehr ähneln, werden die Ergebnisse der Datenaufarbeitung von den Trägern der Luftrettung in diesem Kapitel zusammenfassend im Durchschnitt aufgeführt. Ein Vergleich beider Luftrettungsträger

bzw. vereinzelte Unterschiede in den prozentualen Häufigkeitsverteilungen können der Tabelle 8 und der Tabelle 9 entnommen werden.

3.1.2.1 Häufigkeitsverteilung der Notfallkategorien

Betrachtet man die Ursachen der Primäreinsätze von der ADAC-Luftrettung und der DRF im Hinblick auf die betroffenen Organsysteme bzw. Notfallkategorien, stellt sich eine ähnliche prozentuale Häufigkeitsverteilung der einzelnen Notfallkategorien beider Luftrettungsträger dar (siehe Tabelle 8).

Tabelle 8: Vergleich und Durchschnitt betroffener Notfallkategorien der Luftrettungsträger

Notfallkategorie	ADAC	DRF	Durchschnitt
Trauma	42,0%	47,6%	44,8%
Herz-Kreislauf	24,9%	18,9%	21,9%
ZNS	15,7%	11,7%	13,7%
Sonstiges	5,8%	11,2%	6,9%
Atmung	2,9%	3,5%	4,7%
Stoffwechsel	2,8%	2,3%	2,6%
Abdomen	2,5%	2,0%	2,5%
Psychiatrie	1,5%	1,2%	1,4%
Intoxikationen	1,4%	0,8%	1,1%
Pädiatrie	0,1%	0,2%	0,3%
Gynäkologie	0,4%	0,5%	0,3%
	100,0%	100,0%	100,0%

Bei den Trägern der deutschen Luftrettung macht im Gegensatz zu den bodengebundenen RD-Trägern mit rund 45% fast die Hälfte aller Notfälle die Kategorie Verletzungen aus. Erst an zweiter Stelle der häufigsten Einsatzursachen steht mit rund 22% die Kategorie Herz-Kreislauf-System, gefolgt von den Notfällen der Kategorie ZNS. Eine detaillierte graphische Darstellung des Notfallkategorienspektrums der Luftrettung liefert die Abbildung 8.

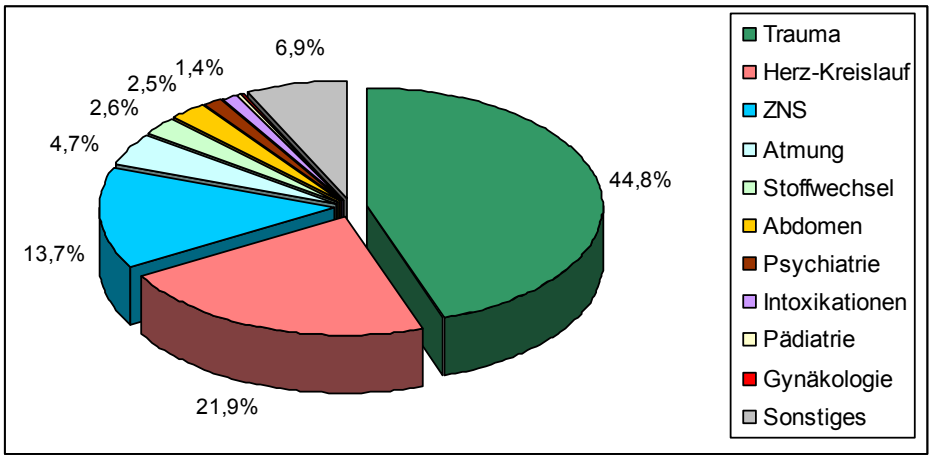

Abbildung 8: Verteilung betroffener Organsysteme bei den Luftrettungsträgern

* Sonstiges: Anaphylaxie, Unterkühlung, Ertrinken, Tumorleiden/Finalstadium, Notfälle ohne weitere Angaben

3.1.2.2 Häufigkeitsverteilung der Notfalldiagnosen

Im Folgenden werden die einzelnen Notfalldiagnosen von DRF und der ADAC-Luftrettung ebenfalls zusammenfassend im Durchschnitt aufgeführt. Unterschiede im jeweiligen Diagnosespektrum der einzelnen RD-Träger sind in der Tabelle 9 visualisiert.

Tabelle 9: Häufigkeitsverteilung von Notfalldiagnosen bei den Trägern der Luftrettung

Diagnose	ADAC	DRF	Durchschnitt
Sonstige Verletzung	33,4%	37,4%	35,4%
Schädel-Hirntrauma (SHT)	8,6%	10,2%	9,4%
Akutes Koronarsyndrom (ACS)	9,8%	7,9%	8,8%
TIA/Insult/Blutung	8,3%	7,5%	7,9%
Sonstige Notfälle	2,5%	11,2%	6,9%
Krampfanfall	4,3%	4,2%	4,2%
HRST	3,2%	3,5%	3,4%
Sonstige Herz-Kreislauf-Erkrankungen	4,9%	0,3%	2,6%
Orthostase/Synkope/unklare Bewusstseinsstörung	2,4%	2,8%	2,6%
abdominelle Erkrankungen	2,9%	2,0%	2,5%
Blutzuckerentgleisung	1,7%	2,0%	1,9%
Hypertensiver Notfall	1,6%	1,9%	1,7%
Asthma/exacerbierte COPD	1,9%	1,2%	1,6%
Sonstige neurologische Erkrankungen	3,1%	0,0%	1,6%
Herz-Kreislauf-Stillstand	1,5%	1,5%	1,5%
Psychiatrische Erkrankungen	1,5%	1,2%	1,4%
Lungenödem/Herzinsuffizienz	1,7%	1,0%	1,4%
Pneumonie/Bronchitis	1,3%	1,3%	1,3%
Sonstige Erkrankungen der Atemorgane	1,9%	0,5%	1,2%
Drogen-, akzidentielle Intoxikation	1,4%	0,8%	1,1%
Sonstige Stoffwechselstörung	1,1%	0,2%	0,7%
Hyperventilationssyndrom	0,6%	0,5%	0,6%
Pädiatrische Notfälle	0,1%	0,5%	0,3%
Gynäkologische Notfälle	0,4%	0,2%	0,3%
Gesamtzahl Diagnosen	100,0%	100,0%	100,0%

Da bei den Trägern der Luftrettung die verletzungsbedingten Notfälle mit knapp der Hälfte den größten Anteil am Notfallspektrum ausmachen, soll diese Kategorie an dieser Stelle noch einmal differenzierter betrachtet (Abbildung 9) werden. Das SHT stellt bei den Luftrettungsträgern mit einem Anteil von rund 9% am Diagnosespektrum die häufigste Einsatzursache dar. Betrachtet man die Traumata noch einmal gesondert, macht das SHT 21% der Verletzungen aus, gefolgt von Verletzungen der Extremitäten, der Wirbelsäule und des Thorax.

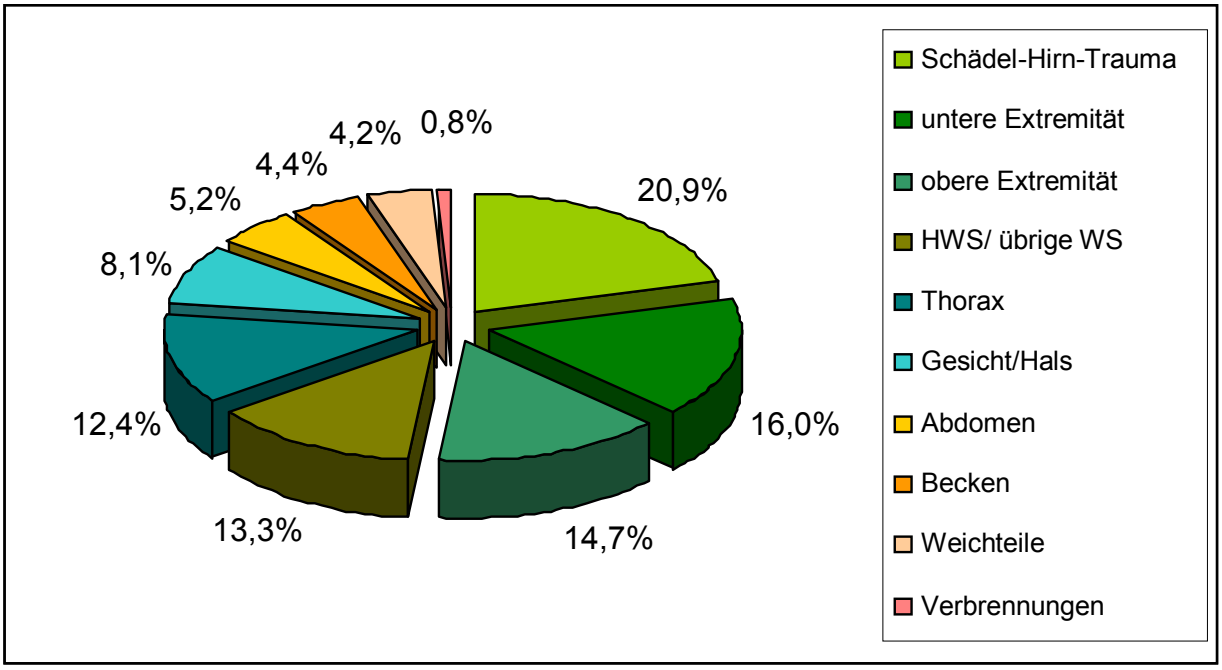

Abbildung 9: Lokalisation und durchschnittliche Verteilung der Traumata bei der Luftrettung

Nach den Verletzungen zählen auch bei den Trägern der Luftrettung die Herz-Kreislauf-Erkrankungen zu den häufigsten Ursachen von Notarzteinsätzen, wobei das ACS auch hier die häufigste nicht verletzungsbedingte Notfalldiagnose darstellt. Einen ebenfalls relativ hohen Anteil am Diagnosespektrum der Luftrettung haben die neurologischen Diagnosen TIA/Insult/Blutung und Krampfanfälle gefolgt von den HRST, sonstigen Herz-Kreislauf-Erkrankungen und unklaren Bewusstseinsstörungen. Die Abbildung 10 gibt das Diagnosespektrum der Luftrettungsträger noch einmal graphisch im Detail wieder.

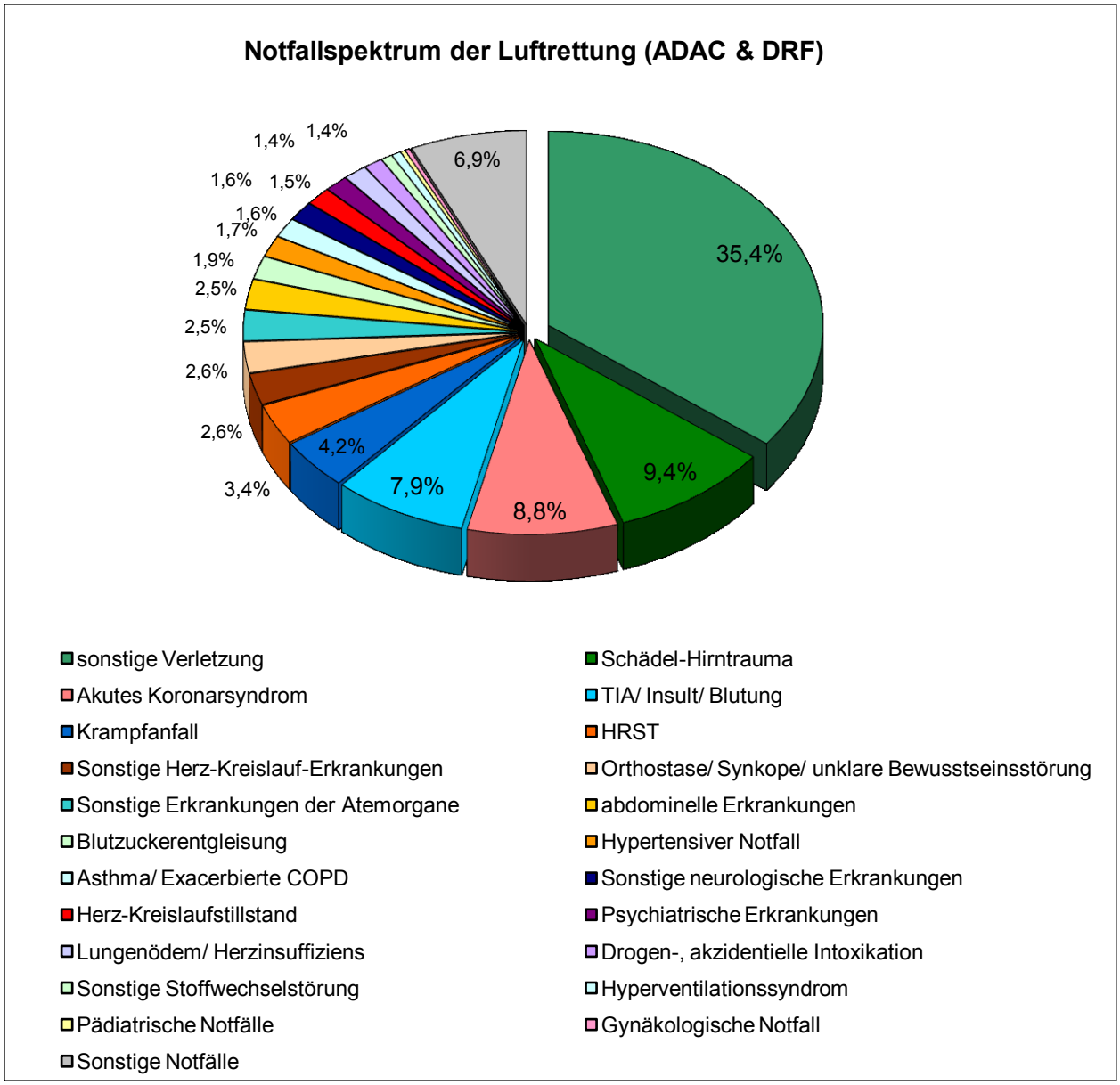

Abbildung 10: Durchschnittliche Verteilung der Notfalldiagnosen bei der Luftrettung

3.1.3 Vergleich der Häufigkeitsverteilung

Vergleicht man nach einheitlicher Klassifikation der Originaldaten die einzelnen Diagnosespektren des RZV Saar, der Berliner Feuerwehr und der beiden Luftrettungsträger miteinander, fällt auf, dass zwar die prozentualen Anteile der einzelnen Diagnosen von Diagnosespektrum zu Diagnosespektrum variieren, sich jedoch überwiegend die gleichen Notfalldiagnosen unter den jeweils häufigsten erfassten Diagnosen befinden. Diese häufigsten Notfälle finden sich bis zu einem gewissen Grad auch in dem Auszug der Landesreferenz Baden Württemberg wieder.

Die 15 häufigsten Einzeldiagnosen und deren unterschiedliche Verteilung bei den einzelnen RD-Trägern stellt die Abbildung 11 noch einmal vergleichend dar. Auf die Unterschiede der

prozentualen Häufigkeiten einzelner Diagnosen soll hier nicht noch einmal genauer eingegangen werden.

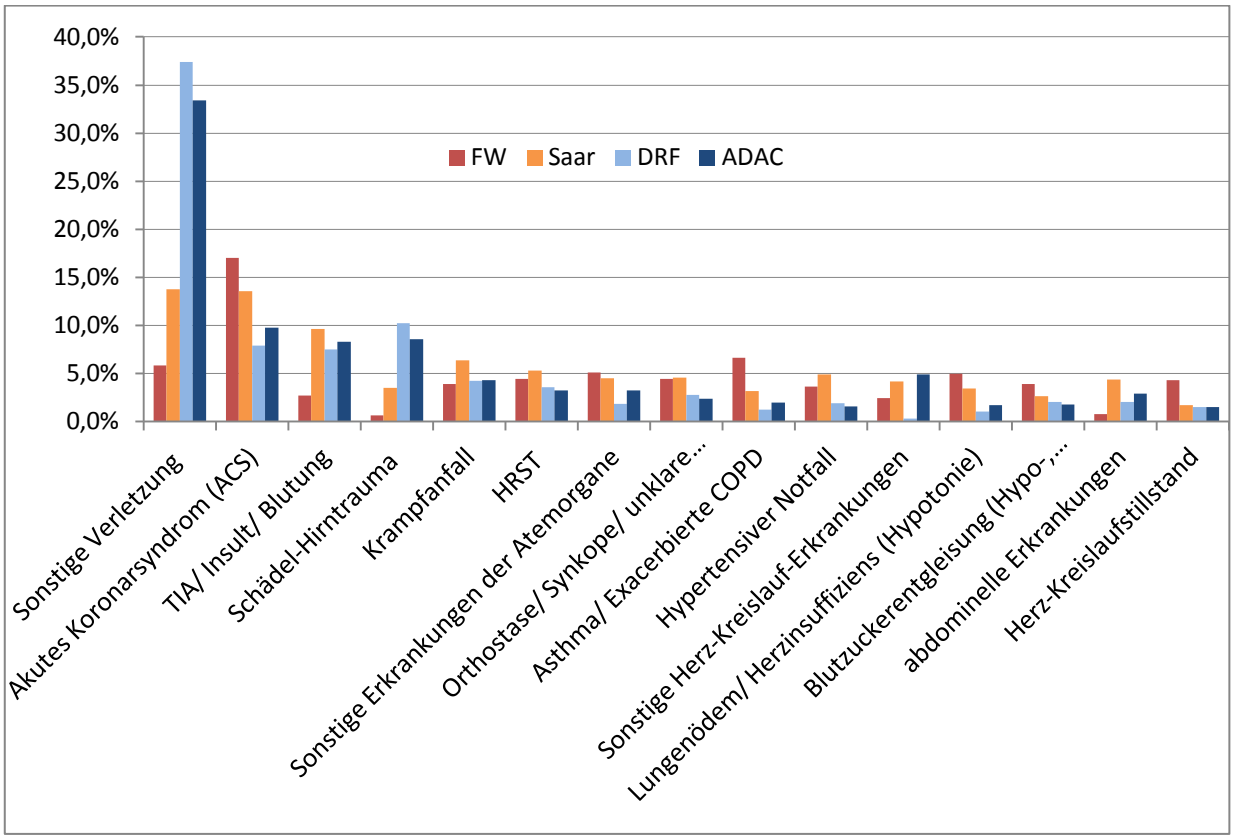

Abbildung 11: Verteilung der häufigsten 15 Notfalldiagnosen der eingeschlossenen RD-Träger

3.1.4 Gesamtdiagnosespektrum zur Identifizierung der Indikationen

Zur Identifizierung von Indikationen einer tpNV wurde ein Gesamtdiagnosespektrum auf der Grundlage der Notfallspektren des RZV Saar, der Berliner Feuerwehr, der DRF und der ADAC-Luftrettung erstellt, welches in der Abbildung 12 ersichtlich ist. Das Gesamtdiagnosespektrum stellt die durchschnittliche Verteilung der häufigsten Notfalldiagnosen dar, die durch alle der vier oben genannten Rettungsdienstträger erfasst wurden. Insgesamt machen diese 18 Diagnosen im Durchschnitt 86,6% der durch die vier Rettungsdienstträger erhobenen Diagnosen aus.

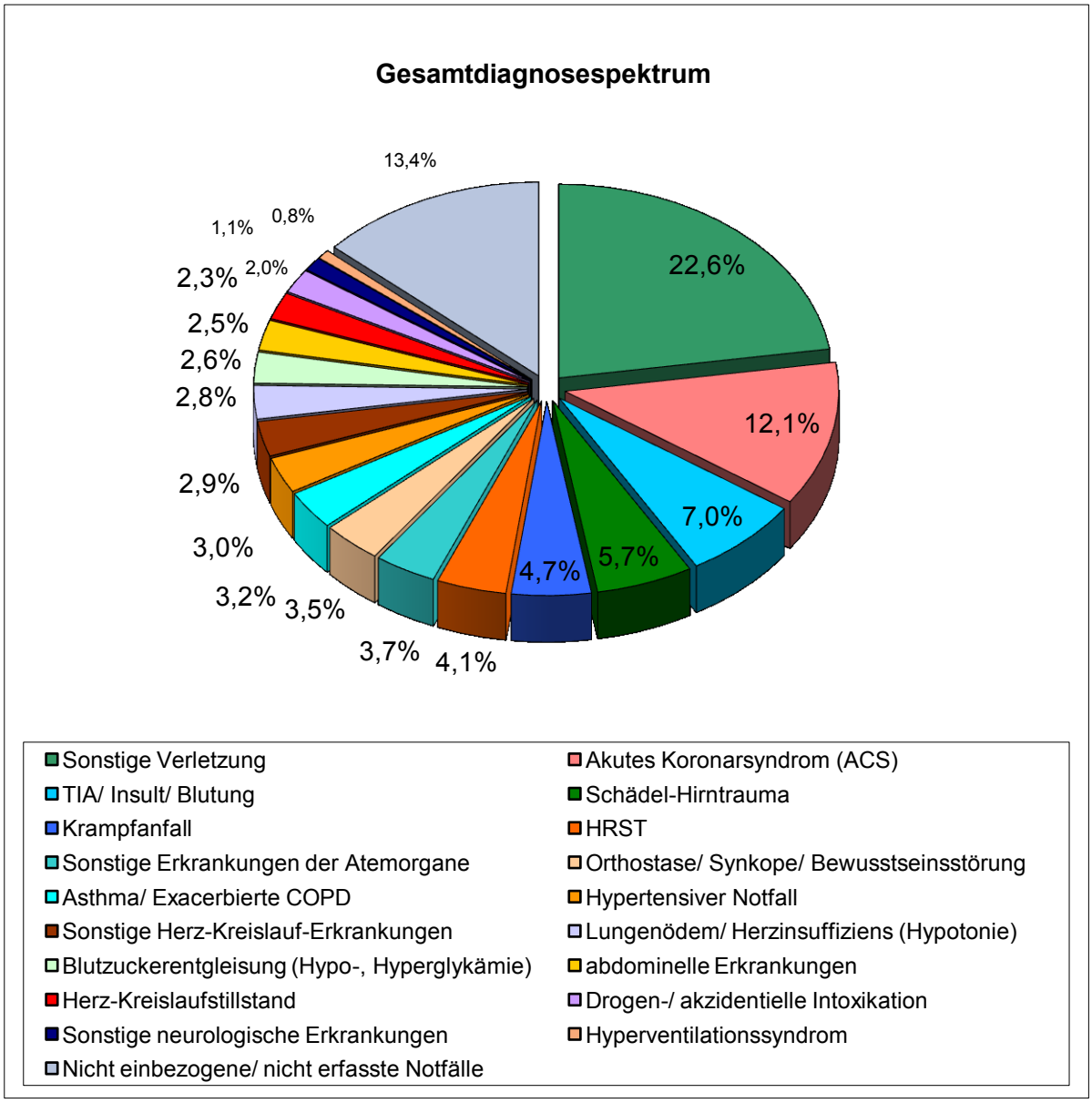

Abbildung 12: Gesamtdiagnosespektrum (RZV Saar, Berliner Feuerwehr, ADAC, DRF)

3.2 Präklinische Notfallmaßnahmen

Auf der Grundlage von 26 eingeschlossenen Literaturquellen wurde ein Spektrum von Notfallmaßnahmen erfasst, welches gemäß den Handlungsanweisungen der Fachliteratur für die pNV der zuvor abgeleiteten Indikationen erforderlich ist. Auf diese Weise wurde ein Maßnahmenkatalog erarbeitet, der insgesamt 123 verschiedene Diagnose- und Therapiemaßnahmen umfasst. Dieser Katalog soll das Spektrum präklinischer Notfallmaßnahmen festhalten, welches für die pNV der identifizierten Indikationen auch im Rahmen einer tpNV umgesetzt bzw. unterstützt werden können sollte. Der detaillierte Maßnahmenkatalog kann dem Anhang C entnommen werden. Er stellt für jede der 15 Indikationen die entsprechenden Notfallmaßnahmen dar, die laut Fachliteratur zur pNV

empfohlen werden, und schließt dabei auch das erforderliche Vorgehen beim Auftreten von Komplikationen der jeweiligen Notfälle ein. Ein Auszug dieses Maßnahmenkataloges zeigt die Tabelle 10. Hier wurde aus jeder Notfallkategorie beispielhaft eine Indikation betrachtet und die zur pNV erforderlichen Notfallmaßnahmen illustriert.

Tabelle 10: Präklinische Notfallmaßnahmen ausgewählter Indikationen

Präklinische Notfallmaßnahmen	**Indikationen**					
	SHT	ACS	TIA Insult	Asthma COPD	Hypo gly.	Ak. Abd.
Prüfung der Vitalparameter						
Bewusstsein prüfen						
Ansprechen	x	x	x	x	x	x
Anfassen/Schultern schütteln		x	x	x	x	x
Schmerzreiz setzen	x	x	x	x	x	x
Atmung prüfen						
Inspektion Mund-/Rachenraum auf Fremdkörper	x	x	x	x	x	x
Freimachen der Atemwege (z.B. Absaugen)	x	x	x	x	x	x
Reklination des Kopfes		x	x		x	x
Inspektion Thoraxexkursionen (Atemfrequenz, -muster)	x	x	x	x	x	x
Hören: Atemgeräusche	x	x	x	x	x	x
Fühlen: Atembewegung	x	x	x	x	x	x
Puls prüfen						
Palpation (Qualität, Frequenz, Rhythmus)	x	x	x	x	x	x
Anamnese						
Eigenanamnese	x	x	x	x	x	x
Fremdanamnese	x	x	x	x	x	x
Diagnostische Standardmaßnahmen						
Pulsmessung	x	x	x	x	x	x
Blutdruckmessung	x	x	x	x	x	x
EKG	x	x	x	x	x	x
12-Kanal-EKG		x				x
Pulsoxymetrie	x	x	x	x	x	x
Temperatur			x		x	x
Blutzuckermessung	x	x	x	x	x	x
Laborblutentnahme	x	x	x	x	x	x
Körperliche Untersuchung						
Inspektion:						
sichtbare Verletzungen, Hämatome, Blutungen, Deformitäten	x		x		x	x
Hautzustand (Schockzeichen, Blässe, Zyanose, Kaltschweißigkeit)	x	x	x	x	x	x
Körperhaltung (OHL, Schonhaltung etc.)	x	x		x		x
Ausscheidungen (Erbrechen, Stuhl-/Harnabgang, Hämaturie)	x	x	x		x	x
Geruch (Alkohol, Azidose)					x	
Umgebung (Medikamente, Drogen etc.)					x	
Auskultation:						
Pulmo: seitengleiche/abgeschwächte/fehlende AG, RG	x	x	x	x	x	x
Herz	x	x		x		x
Abdomen						x
Palpation:						
Pulsstatus: A.radialis, A.dorsalis pedis, A.dorsalis posterior etc.	x	x		x		x
Nagelbettprobe: Inspektion Kapilläre Reperfusion	x	x		x		
Abdomen (Abwehrspannung)	x					x
Perkussion (Abdomen, WS, Thorax)						x

Präklinische Notfallmaßnahmen (Fortsetzung)	**Indikationen**					
	SHT	ACS	TIA Insult	Asthma COPD	Hypo gly.	Ak. Abd.
Neurologische Grobuntersuchung						
Bewusstsein/Vigilanz (GCS)	x	x	x	x	x	
Augenöffnen (auf Ansprechen, Auffordern, Schmerzreiz)	x		x		x	
Verbale Reaktion (des-/orientiert, in-/adäquat, unverständlich)	x		x		x	
Motor. Rkt. auf Aufforderung, Schmerzreiz/Beuge-/Strecksynergismen	x		x		x	
Inspektion Seiten- bzw. Querschnittzeichen	x		x			
Pupillen (Lichtreaktion, (An-/Isokorie)	x		x	x	x	
Optomotorik	x		x		x	
Motorik (Kraft-, Bewegungsausmaß, Tonus, Klonus, Paresen)	x		x		x	
Sensibilität durch Palpation/Schmerzinduktion	x		x		x	
(Schutz-/pathologische) Reflexe	x		x			
Meningismus					x	
Bodycheck						
Vollständiges Entkleiden des Patienten	x				x	
Kopf:						
Inspektion: offene Verletzungen, Wunden, Prellmarken, Hämatom	x				x	
Palpation: Knochenvorsprung/Instabilität/Stufen/Druckschmerz	x					
Inspektion: Mund, Nase, Ohren, Augen (Blut-/Liquoraustritt)	x					
Kompressentest auf Liquor	x					
Schultergürtel:						
Druck von kranial, lateral und nach dorsal auf Schultergürtel	x					
Funktionsprüfung						
Wirbelsäule insbes. HWS:						
vorsichtige Palpation der HWS ohne Bewegung (Frakturen/Lücken)	x					
Druckschmerz/Klopfschmerz (Perkussion)	x					
Thorax:						
Inspektion: gleichseitige Atemexkursionen, inverse Atmung	x					
Inspektion: sichtbare Verletzungen, Prellmarken, Wunden, Stufen)	x					
Bimanuelle Kompression: Schmerz/Krepitationen	x					
Abdomen:						
Inspektion: Prellmarken, Wunden, ausgetretene Darmanteile	x					x
Palpation: Abwehrspannung, Druckschmerz	x					x
Becken:						
Inspektion: sichtbare Hämatome, Deformierungen, Blutaustritt aus Harnröhre	x					
bimanuelle Kompression: Instabilität, Aufklappbarkeit	x					
Extremitäten:						
Inspektion: Hämatome, Fehlstellungen, Frakturen, Amputationsverletzung	x					
nahtlose Palpation: Sensibilität, Druckschmerz, Krepitationen	x					
Funktionsprüfung: Kraft- und Bewegungsausmaß	x					
Monitoring/kontinuierliche Reevaluation						
Blutdruckmessung	x	x	x	x	x	x
EKG	x		x	x	x	
12-Kanal-EKG		x				x
Pulsoxymetrie	x	x	x	x	x	x
Kapnometrie	x		x			
Blutzuckerbestimmung	x	x	x	x	x	x
Temperatur		x	x		x	x
Therapeutische Standardmaßnahmen						
Verbale Beruhigung	x	x	x	x	x	x
O2-Gabe (über Masken- und Nasensonde)	x	x	x	x	x	x
i.v. Zugang	x	x	x	x	x	x
1-2 oder mehr großlumige i.v. Zugänge	x					x

Präklinische Notfallmaßnahmen (Fortsetzung)	**Indikationen**					
	SHT	ACS	TIA Insult	Asthma COPD	Hypo Glyk.	Ak. Abd.
Wärmeerhalt	x	x	x	x	x	x
Sicherung der Atemwege (ggf. Guedel-/Wendeltubus)	x	x	x	x	x	
Heimlich-Manöver						
Koniotomie/Tracheotomie						
endotracheale Intubation	x	x	x	x	x	x
Mund-zu-Mund/-Nase-Beatmung						
Kontrollierte Beatmung (Maskenbeatmung)	x	x	x	x	x	
Lagerung						
Stabile Seitenlage	x		x		x	x
Schocklage						
Oberkörperhochlagerung	x	x	x	x	x	
Flachlagerung	x	x				x
Seitenlagerung						
sitzende Lagerung mit vorgebeugtem Kopf						
halbsitzend mit angewinkelten Beinen/unterpolsterten Knien						x
Lagerung betroffener Extremität						
Verletzungsschutz/Beseitigung von Verletzungs-Potenzial						
Verbände						
Sterile Abdeckung /Okklusion	x					
Kompression/Druckverband	x					
Erweiterte Maßnahmen						
Immobilisation						
HWS-Immobilisation (Stifneck)	x					
komplette Immobilisation (KED-System, Vakuummatratze)	x	x		x		
Immobilisation betroffener Extremität/Retention, Schienung						
Amputatversorgung (Replantatbeutel)						
Reanimationsbereitschaft	x	x	x			x
CPR (Herz-Druck-Massage 30:Beatmung 2)	x	x	x			
Defibrillation (halbautomatisch, manuell)						
Kardioversion						
Schrittmachertherapie						
Medikationen nach Applikationsart						
i.v.-Applikation	x	x	x	x	x	x
p.o.-Applikation		x				
s.l.-Applikation		x				x
p.i.-Applikation				x		
s.c.-Applikation				x		
Notfallspezifische Maßnahmen						
Transport in spezielle Klinik	x	x	x			
Transportzeit < 1h (ggf. RTH-Rettung anstreben)	x	x				
Transport in nächstgelegene Klinik						
Voranmeldung für spezielle Maßnahme		x	x			
präklinische Sonografie						
rektale Untersuchung						x
Einlage einer Kompressionssonde						x
Legen einer Magensonde (Sekret und Blutabsaugung)						x
Legen eines Harnwegskatheters						x
Anfallsbeobachtung						
Wadenwickel			x			
Reposition von Gelenken						
Kühlung						
Thoraxdrainage						
Perikardpunktion						
Dokumentation/Einsatzprotokoll	x	x	x	x	x	x

3.3 Aktuelle Verfahren und Gestaltung einer telemedizinisch gestützten Notfallversorgung

3.3.1 Telemedizinische Anwendungen zur akuten Trauma-Versorgung

3.3.1.1 Literaturübersicht

Unter Berücksichtigung der Einschlusskriterien wurden zehn Studien, die sich auf telemedizinische Anwendungen zur Unterstützung der Erstversorgung traumatologischer Notfälle konzentrieren, in die Auswertung einbezogen. Eine Übersicht über die eingeschlossenen Publikationen und deren Studiendesign zeigt die Tabelle 11.

Tabelle 11: Übersicht über die Literaturauswahl zur telemedizinischen Trauma-Versorgung

Autor	Jahr	Studiendesign		
		Inhalt	**Design**	**Patienten-Anzahl**
Kwak et al. [65]	2009	Test eines mobilen TMS zur Unterstützung von Paramedics im RTW während präklinischer Notfalleinsätze	Feasibility-Studie (Phase-II-Design)	n = 55
Latifi et al. [66]	2009	Analyse von Telekonsultationen zwischen ländlichen Krankenhäusern & dem Trauma-Zentrum einer Universitätsklinik zur Erstversorgung von Trauma-Patienten	Qualitative Studie	n = 59
Bolle et al. [67]	2009	Vergleich telefonischer Kommunikation & Videokonferenz für die Zusammenarbeit eines ländlichen Krankenhauses mit einer Universitätsklinik bei der akuten Notfallversorgung	Qualitative Studie (Interviews & Beobachtungen)	n = 5
Duchesne et al.[68]	2008	Vergleich des klinischen Effektes prä- & post-telemedizinischer Einführung zur Versorgung von Trauma-Patienten in der RST ländlicher Krankenhäuser	Retrospektive Studie	n = 814
Latifi et al. [69]	2007	Telemedizinische Unterstützung per Videokonferenz zur Erstversorgung von Trauma-Patienten im RTW & in RST ländlicher Krankenhäuser	Pilotstudie (Phase-II-Design)	n = 21
Tachakra et al.[70]	2006	Test eines mobilen, drahtlosen TMS in der RST durch Ärzte & Krankenpflegepersonal	Feasibility-Studie (qualitativ)	n = 20
Ellis, Phelan[71]	2006	Analyse von Notfalltelekonsultationen zwischen der RST einer Universitätsklinik & Haftanstalten	Retrospektive Studie	n = 2135
Meade, Barnett[72]	2002	Qualitative Evaluierung von Bild- & Audiodateien zur telemedizinischen Diagnostik & Therapie von abgelegenen Notfallpatienten	Feasibility-Studie (Phase-I-Design)	n = 10
Rogers et al.[73]	2001	Telekonsultationen zur Erstversorgung von Trauma-Patienten zwischen ländlichen Krankenhäusern & dem Trauma-Zentrum einer Universitätsklinik	Kontrollierte Studie, z.T. (qualitativ)	n = 26
Ellis et al. [74]	2001	Evaluierung eines TMS zur Versorgung ferner Notfallpatienten anhand von Notfällen in einer Haftanstalt	Retrospektive Studie	n = 530

Randomisierte kontrollierte Studien (RCTs), welche die Einschlusskriterien erfüllen, konnten zu diesem Thema nicht identifiziert werden. Ein Großteil der einbezogenen Studien sind Pilotprojekte, sogenannte Feasibility-Studien, vergleichbar mit einem Phase-II-Studien-Design,

welche die Durchführbarkeit telemedizinischer Anwendungen bei der Erstversorgung von Trauma-Patienten an einer kleinen Anzahl von Patienten testen.[65, 69, 70, 72] Drei der zehn Studien stellen retrospektive Studien dar und untersuchen an einem größeren Patientenkollektiv den Einfluss der Telemedizin auf die Trauma-Versorgung.[68, 71, 74] Die Untersuchung der angemessenen telemedizinischen Kommunikationstechnik wird häufig im Rahmen qualitativer Studien analysiert.[66, 67, 73]

Die TM wird bei der Hälfte der Publikationen mit dem Ziel eingesetzt, die Notfallversorgung von Trauma-Patienten in ländlichen Krankenhäusern durch die Einbeziehung spezialisierter Trauma-Zentren bzw. eines „tele-präsenten“ Traumatologen in den Versorgungsprozess zu verbessern.

3.3.1.2 Klinischer Rahmen

In der Hälfte der eingeschlossenen Studien wurde die TM im Rahmen der präklinischen Notfallversorgung traumatisierter Patienten eingesetzt. Dabei wird nicht-ärztliches Personal, wie Paramedics eines Rettungswagens[65, 69], das Pflegepersonal von Haftanstalten[71, 75] oder auch medizinische Laien[72], durch die Expertise eines erfahrenen Traumatologen bzw. Notarztes bei der Erstversorgung von Trauma-Patienten telemedizinisch angeleitet.

In der übrigen Hälfte der betrachteten Publikationen kommen telemedizinische Anwendungen in einem inter-hospitalen Setting zum Einsatz.[66-69, 73] Hier werden Pflegepersonal und Ärzte in der RST überwiegend ländlicher Krankenhäuser ohne unfallchirurgische Expertise durch erfahrene Traumatologen spezialisierter Trauma-Zentren telemedizinisch bei der Notfallversorgung unterstützt.

Häufige traumatologische Notfälle, für die in der Literatur eine telemedizinisch gestützte Versorgung beschrieben ist, stellen sowohl das akute SHT, Thorax-, Abdominal-, Becken-, Extremitäten- sowie Polytrauma als auch leichtere Verletzungen dar. Ebenso konnten resultierende Komplikationen wie Bewusstlosigkeit, Ateminsuffizienz, Herz-Kreislauf-Stillstand oder Volumenmangelschock durch die Telepräsenz erfahrener Traumatologen erfolgreich unter Kontrolle gebracht werden.[66, 68, 69]

Dabei wird ein breites Spektrum telemedizinisch erfolgreich unterstützter Notfallmaßnahmen in der Fachliteratur beschrieben, welches von der Anamneseerhebung und Ersteinschätzung eines Patienten über spezielle Diagnose- und Therapieanweisungen, Befundauswertungen, Überwachung von Vitalparametern bis hin zur Unterstützung von Reanimations- und Intubationsmaßnahmen reicht.

Eine detaillierte Übersicht über das klinische Setting telemedizinischer Anwendungen, personelle Rahmenbedingungen, Notfälle und unterstützte Notfallmaßnahmen, die anhand der Literaturrecherche identifiziert wurden, kann der Tabelle 12 entnommen werden.

Tabelle 12: Klinischer Rahmen einer telemedizinisch gestützten Trauma-Versorgung

Ref.	Setting	Notfälle	Telemedizin-zentrum	Tele-Arzt	Personen am Notfallort	Telemedizinisch gestützte Maßnahmen
[65]	präklinisch	*	RST Universitäts-klinik (Seoul, Korea)	Notärzte & Paramedics	Paramedics im RTW	Patientenevaluation Therapieanweisungen Auswahl Zielklinik
[66]	inter-hospital	SHT Thoraxtrauma Abdominaltrauma Polytrauma (Multiple) Frakturen Rippenfraktur Leichte Verletzungen Ateminsuffizienz Nekrotische Fasziitis Septischer Schock Multiorganversagen (Subdurale) Blutung	(Level-I) Trauma-Zentrum Universitäts-klinik (Tucson Arizona, USA)	Traumatologen & Notärzte	Assistenzärzte & Pflegepersonal in der RST	Patientenevaluation Reanimation Monitoring Therapieanweisungen *Bsp.:* *Intubationsindikation/-assistenz, Bluttransfusion, Platzierung eines i.v.Zuganges in der V.femoralis, Lokalisierung einer inneren Blutung & Assistenz bei der Ligatur*
[67]	inter-hospital	Beckenfraktur Hypovol. Schock Verbrennungen Bewusstlosigkeit CO-Intoxikation SHT Pneumothorax Epiduralhämatom	Centre for Integrated Care & Telemedicine (Tromsö, University of North Norway)	Traumatologen Neuro-chirurgen Notärzte	Allgemeinärzte, Allgemein-chirurgen & Pflegepersonal eines ländlichen Krankenhauses	Initiales Patientenmanagement
[68]	inter-hospital	Bewusstlosigkeit (GCS ≤ 13) Hypotension (RRsys ≤ 100mmHg) Abdominaltrauma Thoraxtrauma Ateminsuffiziens Amputation	Trauma-Zentrum Universitäts-klinik (Mississippi, USA)	Traumatologen & Notärzte	Paramedics & Pflegepersonal in der RST	Anamnese, Auswertung von radiologischen Bildgebungen, EKG & Laborwerten, Anordnung weiterer Untersuchungen, Unterstützung bei der Reanimation
[69]	präklinisch & inter-hospital	*	(Level-I) Trauma-Zentrum Universitäts-klinik (Tucson Arizona, USA)	Traumatologen & Notärzte	Assistenzärzte & Pflegepersonal in der RST & Paramedics im RTW	Tele-Traumatologe greift in Entscheidungsprozess von Notfallmaßnahmen ein *Bsp.:* *Reanimation, Intubation, spezielle Maßnahmen, weitere Diagnostik, Notwendigkeit Patienten in Trauma-Zentrum zu verlegen*
[70]	intra-hospital	*	RST (Central Middlesex Hospital London, Großbritannien)	Ärzte derselben Klinik	Assistenzärzte & Pflegepersonal in der RST	*

Fortsetzung

Ref.	Setting	Notfälle	Telemedizin-zentrum	Tele-Arzt	Personen am Notfallort	Telemedizinisch gestützte Maßnahmen
[71]	präklinisch	Thorakale, abdominelle- & Flanken-Schmerzen Verletzungen Wunden Schwellungen Frakturen Blutungen Fremdkörper	RST Universitäts-klinik (Buffalo, USA)	Notärzte, Assistenzärzte & Paramedics der RST	(Pflege-) Personal von Haftanstalten	Ersteinschätzung, Anleitung diagnostischer & therapeutischer Maßnahmen, Triage: *Transfer in RST, Krankenstation Haftanstalt, Krankenhaus bzw. Facharzt,* Überweisung zu weiterer Diagnostik: *CT, US, Doppler etc.* Anmeldung des Patienten bei zugewiesener Institution & Übermittlung wichtiger Patientendaten
[72]	präklinisch	Verkehrsunfälle Kopfverletzungen Frakturen Spannungs-pneumothorax	Universitäts-klinik (Deakin Viktoria, Australien)	Notärzte, Traumatologen & Paramedics	medizinische Laien (mit medizinischer Vorkenntnis)	Anleitung zu ausführlicher Anamneseerhebung & körperlicher Untersuchung
[73]	inter-hospital	Verkehrsunfälle: Polytrauma, Bewusstlosigkeit (GCS ≤ 13), Hypotension (RRsyst ≤ 90mmHg) Abdominal/-Thoraxtrauma, Ateminsuffizienz Amputation SHT Gesichtsfrakturen	(Level-I) Traumazentrum Universitäts-klinik (Vermont, USA)	erfahrene Traumatologen	Ärzte (Nicht-Traumatologen) & Paramedics in RST ländlicher Krankenhäuser	Reanimation, Sicherung der Vitalparameter, Indikationen Transport in Spezialklinik vs. Behandlung vor Ort, Einlage von Sonden & Pleuradrainage, Blutkonserven, CT, Bauchhöhlenspülung, Halsmanschette, abdominelle Untersuchung, Dopamingabe, Flüssigkeitssubstitution, Tracheotomie, Intubation, Steroidgabe, Perikardpunktion
[74]	präklinisch	(Extremitäten-, Brust-, Abdominal-, Rücken-, Flanken-)Schmerzen. Erkältung/Grippe/ HWI. Wunden, Gesichtstrauma, Sonstiges	RST Universitäts-klinik (Buffalo, USA)	Notärzte	Pflegepersonal einer Haftanstalt	Untersuchungs-, Diagnostik- & Therapieanweisungen: *EKG, Untersuchen von Herz, Lungen, Abdomen, Nacken, Ohren, Augen, Extremitäten-Beweglichkeit, Kraft etc. Urinteststreifen, Substitution von Flüssigkeit (i.v.), Anlage von Verbänden, Schienen, Krücken etc.*

* nicht näher bezeichnet

3.3.1.3 Telemedizinische und kommunikationstechnische Gestaltung

Die angewandte Telemedizintechnik wird in den einzelnen Studien unterschiedlich detailliert beschrieben. Eine Übersicht über die telemedizinische und kommunikationstechnische Gestaltung der ermittelten telemedizinischen Anwendungen in der akuten Trauma-Versorgung zeigt die Tabelle 13.

Als Kommunikationsform zwischen Tele-Arzt und den Personen am Notfallort findet für die akute Trauma-Versorgung in allen betrachteten Publikationen die Audio-Video-Kommunikation in Form einer Videokonferenz in Echtzeit Anwendung.[65-74] Bolle et al.[67] verglichen in ihrer

Studie explizit die Eignung der Audio-Video-Kommunikation mit der konventionellen telefonischen Audio-Kommunikation für Arbeitsprozesse zwischen multidisziplinären Teams ländlicher Krankenhäuser und einer Universitätsklinik bei der Versorgung traumatologischer Notfälle. Dabei empfanden alle Teammitglieder die Videokonferenz in Notfallsituationen als ein nützliches Instrument für die „virtuelle“ Teamarbeit zwischen entfernten Krankenhäusern. Durch den zusätzlichen Erhalt visueller Informationen neben verbalen Informationen zeigt die Studie die Überlegenheit der audiovisuellen Kommunikation gegenüber der konventionellen telefonischen Kommunikation im Rahmen akuter Notfallsituationen. Dabei kann der Tele-Arzt sowohl mit dem medizinischen Personal vor Ort als auch mit dem Patienten verbal in Echtzeit kommunizieren. Darüber hinaus kann er auch szenisch visuelle Informationen vom Patienten und Ersthelfern erhalten.

Die Visualisierung des Notfallpatienten in Echtzeit ermöglicht dem telepräsenten erfahrenen Traumatologen die Unterstützung bei der Erstversorgung des Patienten vor Ort. Eine derartige unfallchirurgische Überwachung und Assistenz insbesondere während der Reanimation, der initialen Diagnostik und Stabilisierung eines Notfallpatienten als auch während des kontinuierlichen Monitorings sei laut Latifi et al.[66] über eine bloße Audio-Kommunikation nicht zu realisieren.

In der Hälfte der betrachteten Studien kommen dabei mobile Telemedizinsysteme (TMS) zum Einsatz, die vor Ort je nach Bedarf bewegt werden können.[65, 66, 70, 72, 73] Die TMS bestehen aus einer oder mehreren Kameras am Notfallort mit Zoom- und Schwenkfunktion, welche Fern- und Naheinstellungen des Patienten, ggf. auch des medizinischen Personals, erlauben und teilweise durch den Tele-Traumatologen aus der Ferne bedient und eingestellt werden können.[67, 68, 73] Eine bidirektionale audiovisuelle Kommunikation wird zusätzlich durch Mikrophone und Lautsprechanlagen bzw. Kopfhörer sowohl am Notfallort als auch am telemedizinischen Arbeitsplatz (TA) ermöglicht. Auf diese Weise erhält der Tele-Arzt an seinem PC die Patientendaten und -informationen über einen Monitor bzw. Lautsprecher/Kopfhörer, kann diese auswerten und darauffolgend weitere Handlungsanweisungen geben. Eine Voraussetzung für die Audio-Video-Kommunikation ist eine Breitband-Internetverbindung in Form einer ISDN- bzw. WLAN-Verbindung. Häufig werden im Rahmen akuter Notfallsituationen zu den audiovisuellen Informationen weitere Patientendaten telemedizinisch übermittelt. Insbesondere werden EKG und Vitalparameter einschließlich Herzfrequenz (HF), Blutdruck (NIBP), Sauerstoffsättigung (SpO2), Temperatur und Blutzucker (BZ) des Patienten an den Tele-Arzt zur besseren Einschätzung des Patienten-Status übertragen.[66-69, 71, 72, 74] Tachakra et al.[70] demonstrieren die Möglichkeit, Auskultationsbefunde wie Herz- und Atemgeräusche durch den Anschluss eines

digitalen Stethoskops an das TMS zu übermitteln. Ferner findet die telemedizinische Übertragung radiologischer Bilder in der akuten Trauma-Versorgung Anwendung.[68, 70] Voraussetzung für diese telemedizinischen Applikationen ist die entsprechende Medizintechnik am Notfallort.

Tabelle 13: Telemedizintechnik zur Unterstützung der Erstversorgung von Trauma-Patienten

Ref.	Telemedizinsystem	KT	Datentransfer
65	Mobiles TMS mit Kamera, Mikrophon & Kopfhörern am Notfallort, aufgesetzt auf den Kopf des Ersthelfers. WIBRO (Wireless Broad Band Internet)-Modem mit einer Daten-Übertragung von 1 Mbit/s. PC mit Monitor, Lautsprecher & Mikrophon am TA.	Audio-Video (Echtzeit)	n.n.bez.
66	Mobiles TMS mit Kamera (Zoomfunktion) am Notfallort. Wi-Fi (drahtlose)-Verbindung. PC mit Monitor und Sprechanlage am TA.	Audio-Video (Echtzeit)	Standbilder & Vitaldaten
67	Zwei Kameras (mit Zoom-, Schwenk- & Fernsteuerungsfunktion) Eine Überblickskamera an der Wand, eine für Nahaufnahmen über dem Patientenbett. Großer Breitbildschirm am TA.	Audio & Audio-Video (Echtzeit)	EKG, HF, NIBP, SpO2, Temperatur
68	RST mit (fernsteuerbaren) Kameras und Monitor am Fuß des Patientenbettes ausgestattet. Tele-Arzt sieht Behandlungsraum, kann Kameraeinstellung bestimmen, mit Patient &.Personal kommunizieren (Staatsnetz:T1-Leitung)	Audio-Video (Echtzeit)	EKG, radiologische Bilder, Laborwerte
69	n.n.bez.	Audio-Video (Echtzeit)	NIBP, Puls, Temperatur, SpO2
70	Mobiles drahtloses VKS (Laptop Computer & Camcorder, der Standbilder, Audiodateien & Videos übertragen kann), platziert auf einem kleinen Wagen, an dem ein digitales Stethoskop angeschlossen wird. Daten werden (per WLAN) an TA (PC) übertragen.	Standbild- & Audiodateien & Audio-Video (Echtzeit)	EKG, Röntgen-, CT-, MRT-, Sono-Aufnahmen (Standbilder) & Atem-/ Herzgeräusche
71	Haftanstalt über ISDN-Leitung (Bandbreite: 384 kbit/s) mit TA verbunden. VKS, Dokumentations- und Videokameras. Einteilung von Dringlichkeitslevels bei Konsil-Anforderung von einem Verteiler	Audio-Video (Echtzeit) & Fax	Vitaldaten, Anamnese, Überweisungsschein, Therapie-Anordnungen (per Fax)
72	Mobiles TMS (Videokonferenzsystem im Laptop-Format) mit digitaler Videokamera (Zoomfunktion für nähere Inspektion). Ausrüstung vor Ort: Erste-Hilfe-Tasche, AED, Pulsoxymeter, 3-Kanal-EKG, Glukometer, Digitales Stethoskop	Audio-Video (Echtzeit)	EKG, BZ, Puls, SpO2, Auskultationsbefunde (Audio-Datei)
73	3 mobile TMS und 1 fixes TMS in der NA: 2 Kameras (eine auf Augenhöhe, eine an der Decke angebracht) Traumatologe kann Kameraeinstellung (Zoom, Schwenk etc.) aus der Ferne bedienen. Mikrophone sind an der Decke über dem Patienten angebracht. (ISDN Leitung)	Audio-Video (Echtzeit)	n.n.bez.
74	Digitales Video Übertragungssystem, Computer, Kamera (Zoom Autofokus Camcorder) wird von Schwester auf Anweisung vom Arzt bedient. T1 digitale Übertragungsleitung	Audio-Video (Echtzeit) & Fax	Vitaldaten, Anamnese, Überweisungsschein, Therapie-Anordnungen (per Fax)

3.3.1.4 Einfluss der Telemedizin auf die akute Trauma-Versorgung

Die einbezogenen Studien zeigen, dass eine telemedizinisch gestützte Versorgung akuter Trauma-Patienten sowohl in der präklinischen[65, 69, 71, 72, 74] als auch im Rahmen einer inter-

klinischen Notfallversorgung[66-68, 73] mit der entsprechenden Technologie erfolgreich durchführbar ist und das Potenzial besitzt, die herkömmliche Versorgung von Trauma-Patienten zu verbessern.

So kann im präklinischen Bereich die Qualität des Notfallmanagements eines mit Paramedics besetzten RTW-Teams durch die Telepräsenz bzw. Expertise eines erfahrenen Traumatologen verbessert werden.[65, 69] Ellis et al.[71, 74] zeigen in ihren Studien eine erfolgreiche Anwendung der Telemedizin bei der präklinischen Versorgung von Notfällen, welche in Haftanstalten auftraten. Durch Telekonsultationen erfahrener Notärzte oder Traumatologen konnte ein großes Spektrum von Notfällen erfolgreich medizinisch versorgt bzw. triagiert werden. Die Pflegekräfte waren in der Lage, auf Anweisung des Tele-Arztes, die nötigen Untersuchungen und diagnostischen Tests durchzuführen. Die Tele-Ärzte waren zufrieden mit der Ausführung ihrer Anweisungen, da sie den Patienten per Videokonferenz während der Untersuchung sehen und mit ihm sprechen konnten. Von 126 Notfallpatienten konnten auf diese Weise 64% der Notfälle in der Haftanstalt verbleiben und ein Transport der Häftlinge in die RST vermieden werden.

Telemedizinische Anwendungen im interhospitalen Bereich zeigen insbesondere einen positiven Einfluss auf die Erstversorgung von Trauma-Patienten in Notaufnahmen ländlicher und weniger spezialisierter Krankenhäuser in den USA.[66, 68, 69, 73] Durch die Telepräsenz erfahrener Unfallchirurgen spezialisierter Trauma-Zentren konnte die Ersteinschätzung und Behandlung verunfallter Patienten in ländlichen Krankenhäusern mit wenig unfallchirurgischer Expertise signifikant verbessert werden. So änderte sich bei Latifi et al.[66] bei 30 von 59 Notfallpatienten durch die Telepräsenz eines Traumatologen die Patientenversorgung insbesondere während der Reanimationsphase entscheidend. Für sechs Patienten wurden die Telekonsultationen als potenziell lebensrettend betrachtet. Siebzehn dieser Patienten konnten aufgrund der Telekonsultation im ländlichen Krankenhaus verbleiben und mussten nicht, wie gewöhnlich, in die Uniklinik verlegt werden. Dadurch konnten erhebliche Transportkosten vermieden werden. Auch Duchesne et al.[68] demonstrieren nach Einführung der TM eine signifikante Verbesserung des Patientenmanagements, der Ersteinschätzung und der Triage von Trauma-Patienten in ländlichen Krankenhäusern.

Neben den beschriebenen positiven klinischen Effekten werden in den einbezogenen Studien häufig Mängel der technischen Zuverlässigkeit und (Verbindungs-)Stabilität der TMS beschrieben, welche für eine sichere und komplikationslose Anwendung der TM in der Notfallmedizin zu beseitigen seien.[65, 67, 70] Ferner wird in den Studien immer wieder auf die Wichtigkeit einer intensiven Schulung und eines kontinuierlichen Anwendungstrainings der Telemedizinnutzer verwiesen, um reibungslose Arbeitsprozesse zu garantieren.[65-67, 72]

3.3.2 Telemedizinische Anwendungen zur Versorgung des akuten Koronarsyndroms (ACS)

3.3.2.1 Literaturübersicht

Bezüglich telemedizinischer Anwendungen zur Unterstützung der Notfallversorgung des ACS erfüllten zwölf Studien[76-87] die Einschlusskriterien und wurden dementsprechend in die Auswertung einbezogen. Eine Übersicht über die eingeschlossene Fachliteratur aus dem Zeitraum 1998 bis 2008 und die jeweiligen Studiendesigns zeigt die Tabelle 14.

Tabelle 14: Übersicht über die Literaturauswahl zur telemedizinischen Versorgung des ACS

Autor	Jahr	Studiendesign		
		Inhalt	**Design**	**Patienten - anzahl**
Sejersten et al. [85]	2008	Präklinische 12-K-EKG-Übertragung aus dem RTW von Patienten mit V.a. ACS auf Mobiltelefon des Kardiologen	Prospektive, kontrollierte Studie, multizentrisch	n = 565
Schwaab et al.[83]	2006	Vergleich von Standard-12-K-EKG & Tele-12-K-EKG von Patienten mit ACS, die einer Intensivstation zugewiesen wurden	Prospektive, kontrollierte, einfach blinde Studie	n = 120
Roth et al[82]	2006	Bewertung des Einflusses eines TMS zur EKG- & Vitaldaten-Übertragung durch den Patienten während akuter Herzbeschwerden	Retrospektive & randomisierte, kontrollierte Studie	n = 1870
Adams et al.[76]	2006	Präklinisch drahtlose 12-K-EKG-Übertragung von Patienten im RTW mit geplanter PCI auf Mobiltelefon des Kardiologen der PCI-Klinik	Prospektive, kontrollierte Studie, multizentrisch	n = 277
Drew et al.[78]	2006	Präklinische 12-K-EKG-Übertragung von Patienten mit V.a. ACS durch Paramedics an NA	Prospektive, rando-misierte, kontrollierte, doppelblinde Studie	n = 485
Schwaab et al.[84]	2005	Vergleich eines Standard-12-K-EKGs mit einem 12-K-EKG, welches vom Patienten aufgezeichnet & telemedizinisch übertragen wurde	Prospektive, kontrollierte, einfach blinde Studie	n = 158
Marzegalli et al.[80]	2005	Telemedizinische Übertragung von 12-K-EKGs von Patienten mit V.a. Herzinfarkt aus einem RTW zur Einsatzleitstelle & einer Kardiologischen Intensivstation	Retrospektive Studie	n = 6821
Mischke et al.[81]	2005	Vergleich der ST-Strecken & EKG-Diagnosen von Standard-12-K-EKGs & telefonisch aus dem RTW auf eine kardiologische Intensivstation übertragene 12-K-EKGs von Patienten mit ACS	Prospektive, randomisierte, kontrollierte, einfach blinde Studie	n = 70
Terkelsen et al.[86]	2005	Bewertung der Zeitreduktion, die via Telemedizin durch eine präklinische STEMI-Diagnose & direkten Transport zum Katheterlabor erreicht werden kann	Prospektive, kontrollierte Studie, multizentrisch	n = 84
Clemmen-sen et al.[77]	2005	Evaluierung präklinisch drahtloser 12-K-EKG-Übertragung von Patienten mit V.a. ACS auf ein Handlesegerät des Kardiologen eines PCI-Zentrums. Bei STEMI direkte Umleitung des RTWs zum PCI-Krankenhaus	Prospektive, kontrollierte Studie, multizentrisch	n = 408
Terkelsen et al.[87]	2002	Telemedizinisch ausgestatteter RTW überträgt auf dem Weg in ein lokales Krankenhaus 12-K-EKGs von Patienten mit V.a. ACS an Kardiologen einer Universitätsklinik (PCI-Zentrum)	Feasibility-Studie (kontrolliert)	n = 250
Giovas et al.[79]	1998	EKG-Übertragung aus fahrendem RTW & Bewertung der Zeitersparnis im Vergleich zu einer intrahospitalen EKG-Diagnose	Feasibility-Studie (Phase-II-Design)	n = 72

Neun von zwölf Publikationen stellen prospektive kontrollierte Studien dar, teilweise mit einfach-blindem und zum Teil doppelblindem Studiendesign. Drei dieser neun Studien waren randomisierte Studien, vier davon multizentrisch. Ferner wurden jeweils zwei retrospektive Studien und Feasibility-Studien eingeschlossen.
Inhaltlich untersuchen die Studien überwiegend die Durchführbarkeit einer präklinischen 12-Kanal-EKG-Übertragung von Patienten mit der Verdachtsdiagnose ACS und die resultierende klinische Effektivität einer präklinischen Diagnosestellung des akuten ST-Hebungsinfarktes.

3.3.2.2 Klinischer Rahmen

Ein Überblick über die klinische Rahmengestaltung telemedizinischer Anwendungen zur Notfallversorgung des ACS kann der Tabelle 15 entnommen werden.
In den zwölf eingeschlossenen Studien wird ausnahmslos eine telemedizinische Unterstützung der präklinischen Notfallversorgung von Patienten mit der Verdachtsdiagnose ACS untersucht. Zum Teil wird die Versorgung damit einhergehender Komplikationen wie eine dekompensierte Herzinsuffizienz und HRST mit betrachtet.[78, 82, 83, 86] Die telemedizinische Unterstützung wird mit wenigen Ausnahmen von erfahrenen Kardiologen geleistet, welche mit ihrer Tele-Expertise in der überwiegenden Zahl (neun von zwölf) der Studien die personelle Besatzung (Rettungssanitäter, Paramedics, Notärzte) von RTWs bei der pNV unterstützen.[76-81, 85-87] In zwei der eingeschlossenen Studien wird der Tele-Arzt durch den Patienten selbst im Falle von Herzbeschwerden von zu Hause aus telemedizinisch konsultiert.[82, 84]
Die telemedizinisch gestützten Notfallmaßnahmen schließen in allen zwölf Studien[76-87] in erster Linie die präklinische ärztliche EKG-Analyse hinsichtlich des Vorliegens eines ST-Strecken-Hebungsinfarktes (STEMI) ein. Hinzu kommen eine Anamneseerhebung[82, 85-87], teleärztliche Anweisungen bezüglich Therapie- und Triage[76-82], Voranmeldungen des Patienten in der entsprechenden Zielklinik und ggf. intraklinische Vorkehrungen für die telemedizinisch festgelegte Therapie einer Fibrinolyse oder perkutanen koronaren Intervention (PCI) in einem Herzkatheter- bzw. PCI-Labor[76-79, 85] noch bevor der Patient die Klinik erreicht.

Tabelle 15: Klinischer Rahmen einer telemedizinisch gestützten Versorgung des ACS

Ref.	Setting	Telemedizinzentrum	Tele-Arzt	Person am Notfallort	Telemedizinisch gestützte Maßnahmen
[85]	präklinisch	Kardiologie, Universitätsklinik, Kopenhagen, Dänemark	Kardiologe (in PCI-Klinik)	Paramedics & Notarzt (RTW/NAW)	**EKG-Analyse, Anamnese & Triage**: *STEMI: Direkttransport zu PCI-Labor, Umgehung lokaler Klinik/RST, Alarmierung des PCI-Teams* *NSTEMI: Transport in lokale Klinik*
[83]	präklinisch	Kardiologie, Curschmann Klinik Timmendorfer Strand, Deutschland	Kardiologe Internist	Pflegepersonal	**EKG-Analyse**
[82]	präklinisch	Kardiologie, TelAviv Sourasky Medical Center, Israel & Personal Health Care Telemedicine Services GmbH, Düsseldorf, Deutschland	Ärzte & Pflegepersonal	Patient (zu Hause)	**EKG-, RR-, HF-, Gewichts-Analyse, Anamnese & Triage** Beruhigung des Patienten ggf. Alarmierung eines RTWs
[76]	präklinisch	Medical Center Concord, North Carolina, USA	Kardiologe (in PCI-Klinik)	Paramedics in (RTW)	**EKG-Analyse & Triage:** *STEMI: Direkttransport zu PCI-Labor, Umgehung der RST, Alarmierung des PCI-Teams, Vorbereitung der PCI* *unklare PCI-Indikation: Transport in RST, erneute EKG-Analyse*
[78]	präklinisch	Emergency Medical Services, Santa Cruz, Californien, USA	Notarzt	Paramedics (in RTW)	**EKG-Analyse & Triage:** *STEMI: Umgehung der RST, direkter Transport zu PCI-Labor, Alarmierung des Kardiologen, Vorbereitung der Fibrinolyse bzw. PCI*
[84]	präklinisch	Kardiologie, Curschmann Klinik Timmendorfer Strand, Deutschland	Kardiologe, Internist	Patient (zu Hause)	**EKG-Analyse**
[80]	präklinisch	„ACEU"-Netzwerk in Mailand, Italien	Kardiologe	Paramedics (in RTW)	**EKG-Analyse & Triage** ggf. Anweisung zu Defibrillation
[81]	präklinisch	Kardiologische Intensivstation, Universitätsklinik Aachen, Deutschland	Kardiologe	Notarzt & Sanitäter (in RTW)	**EKG-Analyse & Triage** Indikation: *präklinische Fibrinolyse bzw. PCI*
[86]	präklinisch	Kardiologie, Silkeborg Skejby Universitätsklinik Aarhus, Dänemark	Kardiologe (in PCI-Klinik)	Paramedics (in RTW)	**EKG-Analyse & Anamnese**
[77]	präklinisch	Kardiologie, Universitätsklinik Kopenhagen, Dänemark	Kardiologe (in PCI-Klinik)	Anästhesist/ Notarzt (NAW/RTW)	**EKG-Analyse & Triage:** *STEMI: Direkttransport zu PCI-Labor, Vorbereitung der PCI, bevor Patient Krankenhaus erreicht*
[87]	präklinisch	Kardiologie, Silkeborg Skejby Universitäts-klinik Aarhus, Dänemark	Kardiologe (in PCI-Klinik)	Paramedics (in RTW)	**EKG-Analyse & Anamnese**
[79]	präklinisch	Kardiologie, Laikon Hospital Athen, Griechenland	Kardiologe	Paramedics (in RTW)	**EKG-Analyse & Triage,** Therapieanweisungen während Transport, Vorbereitung der Behandlung vor Eintreffen des Patienten

3.3.2.3 Telemedizinische und kommunikationstechnische Gestaltung

Die in den einzelnen Studien angewandte Telemedizintechnik zur Unterstützung der präklinischen Versorgung des ACS wird in sehr unterschiedlichem Umfang beschrieben. Eine Übersicht über die in der Literatur beschriebene telemedizinische und kommunikationstechnische Gestaltung der telemedizinischen Anwendungen zeigt die Tabelle 16.

Tabelle 16: Telemedizintechnik zur Erstversorgung des ACS

Ref.	Telemedizinsystem	KT	Zusätzlicher Datentransfer
85	Aufzeichnung eines 12-Kanal-EKGs über Monitor/Defibrillator & Übertragung (via GSM) auf kardiologische Intensivstation des PCI-Zentrums. Simultane Übertragung auf Mobiltelefon-Display (mit Zoom-Funktion für ST-Strecken) des diensthabenden Kardiologen	Audio (Telefon)	12-Kanal-EKG
83	Aufnahme eines 12-Kanal-EKGs über einen tragbaren Tele-EKG-Rekorder & telefonische Übertragung an ein Call-Center	n.n.bez.	12-Kanal-EKG
82	Aufnahme eines 12-Kanal-EKGs durch den Patienten selbst & telefonische Übertragung inklusive der Vitaldaten an Telemedizinzentrum. Zusätzliches Versenden der Vitaldaten vom RTW an das Zielkrankenhaus	Audio (Telefon)	12-Kanal-EKG, RR, Gewicht, Puls
76	Aufzeichnung eines 12-Kanal-EKGs über Monitor/Defibrillator & Übertragung (via GSM) auf PC der RST. Pflegepersonal leitet EKG weiter an das Mobiltelefon-Display (mit Zoomfunktion für ST-Strecken) des diensthabenden Kardiologen	Audio (Telefon)	12-Kanal-EKG
78	Tragbarer Monitor/Defibrillator mit speziell modifizierter Software leitet aus 5 Elektroden ein 12-Kanal-EKG ab & misst alle 30 Sek. die ST-Amplituden der 12 Ableitungen. STEMI-verdächtiges 12-Kanal-EKG wird automatisch via Mobilfunknetz an RST der Zielklinik übertragen	n.n bez.	12-Kanal-EKG (insbesondere ST-Strecken-Monitoring)
84	Aufnahme eines 12-Kanal-EKGs über einen tragbaren Tele-EKG-Rekorder & telefonische Übertragung an ein kardiologisches Call-Center	Audio (Telefon)	12-Kanal-EKG
80	Telefonische Übertragung eines 12-Kanal-EKGs	n.n.bez.	12-Kanal-EKG
81	Ableitung eines 12-Kanal-EKGs über einen am Patienten angelegten Brustgürtel mit EKG-Elektroden. Parallel erfolgt telefonische Übertragung an telemedizinisches Call Center. EKG-Ausdruck wird von dort an kardiologische Intensivstation gefaxt	Audio	12-Kanal-EKG
86	12-Kanal-EKG-Aufzeichnung durch Defibrillator & Übertragung (via GSM) aus dem RTW auf PC in der Klinik. Patient & RTW-Team kommuniziert jeweils über ein Head-Set mit dem Tele-Kardiologen	Audio (Telefon)	12-Kanal-EKG
77	12-Kanal-EKG-Aufzeichnung durch Defibrillator im RTW & Übertragung (via GSM) auf zentralen Computer des PCI-Krankenhauses. Simultane Übertragung auf tragbares digitales Handlesegerät mit Zoomfunktion (Mobiltelefon oder Pocket Computer) des invasiven Kardiologen	Audio (Telefon)	12-Kanal-EKG
87	12-Kanal-EKG-Aufzeichnung über Defibrillator & Übertragung aus dem RTW (via GSM) auf PC der Klinik. Patient & RTW-Team kommuniziert jeweils über ein Head-Set mit dem Tele-Kardiologen	Audio (Telefon)	12-Kanal-EKG
79	Tragbarer EKG-Rekorder (mit EKG-Analyse-Software) an Notebook im RTW angeschlossen & mit Mobiltelefon verbunden. Übertragung (via GSM) des EKGs an PC in der Klinik	Audio (Telefon)	EKG

Die zentrale Komponente der beschriebenen Telemedizintechnik zur Unterstützung der Notfallversorgung des ACS stellt in allen zwölf Studien[76-87] die präklinische Aufzeichnung und telemedizinische Übertragung eines 12-Kanal-EKGs dar. Dabei wird das EKG über einen Defibrillator/Monitor[32, 66, 76-78, 86, 87] oder tragbaren EKG-Rekorder[79, 83, 84] aufgezeichnet und entweder über das Mobilfunknetz GSM (Global System for Mobile Communications)[76-79, 85-87] oder das gewöhnliche Telefonnetz[80-84] übertragen. Zur ärztlichen Auswertung erscheint das EKG auf dem Display eines Mobiltelefons (mit Zoomfunktion für ST-Strecken) des diensthabenden Kardiologen[76, 77, 85] oder dem Monitor eines zentralen Computers in der entsprechenden Klinik. Mit wenigen Ausnahmen findet in der Mehrzahl der Studien (neun von zwölf) neben der Übermittlung des 12-Kanal-EKGs zusätzlich eine Audio-Kommunikation via (Mobil-)Telefon zur Kommunikation zwischen Tele-Arzt und Patient bzw. den Ersthelfern Anwendung.[76, 77, 79, 81, 82, 84-87]

3.3.2.4 Einfluss der Telemedizin auf die Versorgung des ACS

Die vorliegenden Studien zeigen, dass via TM eine präklinische 12-Kanal-EKG-Übertragung in das entsprechende Krankenhaus aus einem fahrenden RTW bzw. von zu Hause aus technisch nicht nur erfolgreich durchführbar[78, 79], sondern auch diagnostisch sicher ist.[81, 83] Laut Schwaab et al. erwies sich das telefonisch übermittelte 12-Kanal-EKG bei Patienten mit Verdacht auf ACS als ein akkurates Instrument, um einen akuten STEMI zu diagnostizieren. Die korrekte Diagnose eines STEMI konnte bei allen Patienten in exzellenter Übereinstimmung mit dem Standard-12-Kanal-EKG gestellt werden. Auch Mischke et al.[81] zeigten für die STEMI-Diagnostik eine sehr hohe Sensitivität und Spezifität des Tele-12-Kanal-EKGs. Ferner demonstrierten Drew et al.[78] eine zuverlässige kontinuierliche präklinische 12-Kanal-EKG-Übertragung aus dem RTW, insbesondere ein Monitoring der ST-Strecke, an das Zielkrankenhaus.

Darüber hinaus konnte in mehreren Studien gezeigt werden, dass die präklinische Diagnosestellung eines STEMI durch ein Tele-12-Kanal-EKG durchschnittlich bedeutend früher [79] im Vergleich zur klinischen Diagnose gestellt werden konnte und durch eine daraus resultierende schnellere Triage intraklinische Zeitverzögerungen bis zur Reperfusionstherapie bedeutend reduziert werden konnten.[76, 77, 79-81, 86, 87]

Laut Leitlinien der American Heart Association solle die Zeit vom Eintreffen des Patienten in die Klinik bis zur Reperfusionstherapie weniger als 90 Minuten betragen, da eine PCI bei Patienten mit STEMI die Morbidität und Mortalität nur senke, wenn diese innerhalb der ersten zwei Stunden nach Einsetzen der Symptomatik durchgeführt werde.[76] Durch die

telemedizinische 12-Kanal-EKG-Übertragung aus dem RTW auf das Mobiltelefon des diensthabenden Kardiologen eines Herzkatheter-Labors und den daraus resultierenden unmittelbaren Transport der Patienten zum PCI-Labor unter Umgehung der lokalen RST und paralleler vorzeitiger Mobilisierung des PCI-Teams konnte die Reperfusionszeit, die sogenannte „Door-To-Needle-Time“, im Vergleich zur Kontrollgruppe um mehr als eine Stunde verkürzt werden.[76, 77, 85] Auf diese Weise konnte durch die präklinische Diagnosestellung von ST-Hebungsinfarkten in mehreren Studien[76, 77, 86] eine statistisch signifikante Reduktion der Reperfusionszeit erreicht und somit die diesbezüglich selten erreichten Leitlinien der American Heart Association erfüllt werden.

3.3.3 Telemedizinische Anwendungen zur Versorgung des akuten Schlaganfalls

3.3.3.1 Literaturübersicht

Eine Übersicht über die ausgewählte Fachliteratur im Hinblick auf eine telemedizinisch gestützte Versorgung akuter Schlaganfälle kann der

Tabelle 17 entnommen werden. Insgesamt erfüllten 14 Studien aus dem Zeitraum 2000 bis 2010 die definierten Einschlusskriterien und wurden dementsprechend in die Arbeit eingeschlossen. Acht dieser Studien[88-95] stellen Feasibility-Studien nach einem Phase-II-Design dar und testen überwiegend die Durchführbarkeit bzw. Eignung von Videokonferenzsystemen für die Einholung neurologischer Expertenmeinungen[88, 90, 93, 94] bzw. für eine neurologische Fernuntersuchung[89, 91, 92] im Rahmen der Versorgung akuter Schlaganfall-Patienten. Ferner wurden vier prospektive, kontrollierte Studien ausgewertet, wovon zwei Studien[96, 97] ein randomisiertes, doppelblindes Design aufwiesen und darin die Eignung der Videokonferenz mit einer Telefonkonsultation zur Unterstützung der Indikationsstellung einer Thrombolyse bei akuten Schlaganfall-Patienten miteinander verglichen. Eine prospektive, kontrollierte, nicht-randomisierte, doppelblinde Studie[98] verglich die Untersuchungsergebnisse einer konventionellen neurologischen Untersuchung mit einer telemedizinisch durchgeführten neurologischen Untersuchung. In einer prospektiven, offenen, kontrollierten Studie wurde an einem großen Patientenkollektiv das Follow-Up von Schlaganfallpatienten, die telemedizinisch versorgt wurden, mit dem von konventionell versorgten Patienten verglichen.[99] Darüber hinaus wurden in zwei Studien die Validität und Reliabilität eines mobilen Telemedizinsystems sowohl zur Erhebung des Neurostatus eines Patienten im RTW durch einen Teleneurologen[100] als auch zur neurologischen Untersuchung durch medizinische Laien auf telefonische Anweisung eines Neurologen[101] getestet.

Tabelle 17: Übersicht zur Literaturauswahl der telemedizinischen Schlaganfall-Versorgung

Autor	Jahr	Studiendesign		
		Inhalt	**Design**	**Patienten - Anzahl**
Demaer-schalk et al.[96]	2010	Vergleich von Videokonferenz & Telefonkonsultation zur Unterstützung des Entscheidungsprozesses bezüglich einer Lyse-Indikation bei akuten Schlaganfall-Patienten	Prospektive, randomisierte, kontrollierte, doppelblinde Studie	n = 54
Kim et al [91]	2009	Einsatz eines mobilen TMS für Konsultierung ferner Schlaganfall-Patienten. Vergleich telemedizinischer & konventioneller neurologischer Untersuchungsergebnisse	Feasibility-Studie (Phase-II-Design)	n = 5
Ziegler et al.[95]	2008	RTW mit mobilem PDA zur Erfassung von Patientendaten (Notarzteinsatz-Protokoll & LAPSS) ausgestattet. Daten von RTW an PC der NA & an die Stroke-Unit versendet	Feasibility-Studie & qualitative Analyse & Validierung & kontrollierte Studie	n = 226
Meyer et al.[97]	2008	Vergleich von Videokonferenz & Telefonkonsultation zur Unterstützung des Entscheidungsprozesses bezüglich einer Lyse-Indikation bei akuten Schlaganfall-Patienten	Prospektive, randomisierte, kontrollierte, doppelblinde Studie	n = 234
Audebert et al.[99]	2006	Lokale Krankenhäuser durch Videokonferenz & CT-Transfer mit Stroke-Units zur Versorgung akuter Schlaganfall-Patienten verbunden. Vergleich des Patienten-Follow-Up mit einer Kontrollgruppe	Prospektive, offene, kontrollierte Studie	n = 3122
Hess et al.[90]	2005	Ländliche Krankenhäuser per Videokonferenz verbunden mit Stroke-Center für Konsile bei akuten Schlaganfall-Patienten	Feasibility-Studie (Phase-II-Design), multizentrisch	n = 194
Hurwitz et al.[101]	2005	Durchführung einer neurologischen Untersuchung (CPSS) von Post-Schlaganfall-Patienten, ausgeführt durch 100 medizinische Laien mit telefonischer Anweisung durch Neurologen	Validitäts- & Reliabilitäts-tests & kontrollierte Studie (Phase-I-Design)	n = 100
Audebert et al.[88]	2005	Lokale Krankenhäuser per Videokonferenz & CT-Transfer mit Stroke-Units zur Versorgung akuter Schlaganfall-Patienten verbunden	Feasibility-Studie (Phase-II-Design), multizentrisch	n = 356
LaMonte et al.[100]	2004	Beurteilung von Validität & Reliabilität eines mobilen TMS zur Erhebung des Neurostatus eines Patienten im RTW durch einen Teleneurologen. Analyse der Zeitersparnis	Validitäts- & Reliabilitäts-tests & kontrollierte Studie (Phase-I-Design)	n = 12
Schwamm et al.[93]	2004	Ärzte eines Inselkrankenhauses per Videokonferenz verbunden mit Neurologen für akutes Schlaganfall-Management	Feasibility-Studie (Phase-II-Design)	n = 24
Wiborg et al.[94]	2003	Telekonsultierung einer Stroke-Unit durch ländliche Krankenhäuser zur Diagnose- & Therapieeinschätzung akuter Schlaganfall-Patienten	Feasibility-Studie (Phase-II-Design)	n = 153
Wang et al.[98]	2003	Patienten mit V.a. Schlaganfall durch Neurologen in der NA untersucht, dann durch 2. Neurologen telemedizinisch untersucht. Vergleich der NIHSS-Scores	Prospektive, kontrollierte, doppelblinde Studie	n = 20
Hand-schu et al.[89]	2003	Neurologische Fernuntersuchung anhand der NIHSS von Schlaganfall-Patienten in der NA. Vergleich telemedizinischer & konventioneller neurologischer Untersuchung	Feasibility-Studie (Phase-II-Design) & Reliabilitätstest	n = 26
LaMonte et al.[92]	2000	Videokonferenz zwischen RTW & Stroke-Unit zur neurologischen Fernuntersuchung von Patienten im RTW durch einen Teleneurologen	Feasibility-Studie (Phase-II-Design)	n = 31

CPSS-Cincinnati Prehospital Stroke Scale, ***LAPSS***-Los Angeles Prehospital Stroke Scale, ***NIHSS***-National Institutes of Health Stroke Scale

3.3.3.2 Klinischer Rahmen

Eine Übersicht über die klinische Rahmengestaltung der telemedizinisch gestützten akuten Schlaganfall-Versorgung liefert die Tabelle 18.

Von den 14 ausgewerteten Studien fokussieren drei[92, 95, 100] eine präklinische telemedizinische Unterstützung der Notfallversorgung akuter Schlaganfall-Patienten. Dabei wird das Rettungsdienstpersonal, einschließlich Rettungsassistenten[95] und Paramedics[92, 100], durch einen Tele-Arzt, meist einen Neurologen, bei der pNV von Patienten mit V. a. Schlaganfall unterstützt. Die überwiegende Mehrzahl der Studien[88, 90, 93, 94, 96, 97, 99] konzentriert sich auf eine interhospitale telemedizinische Vernetzung zur Versorgung akuter Schlaganfall-Patienten. Dabei werden weniger neurologisch spezialisierte Ärzte ländlicher Kliniken durch Schlaganfall-erfahrene Neurologen von Stroke Units bei der klinischen Einschätzung von Schlaganfall-Patienten und bei ihren Diagnose- und Therapieentscheidungen telemedizinisch unterstützt. Die restlichen Studien, in denen die TM in einem intrahospitalen Setting angewendet wird[89, 91, 98, 101], testen eine neurologische Fernuntersuchung via TM durch einen Neurologen. Der Tele-Neurologe erhält bei der Ausführung seiner neurologischen Untersuchung vor Ort am Patienten Unterstützung durch einen anderen Arzt[98], einen Medizinstudenten[89] oder einen medizinischen Laien[101] bzw. führt die Untersuchung alleine[91] mit dem Patienten durch.

Neben der telemedizinisch gestützten neurologischen Untersuchung, die ausnahmslos in allen eingeschlossenen Studien Anwendung findet, werden durch den Tele-Neurologen in der überwiegenden Zahl der Studien noch weitere Notfallmaßnahmen durchgeführt. Dazu zählen insbesondere bei der interhospitalen Versorgung der Schlaganfall-Patienten eine telemedizinisch durchgeführte Anamnese, die Auswertung von CT-Bildern und eine Unterstützung bezüglich der Therapieentscheidungen, insbesondere der Indikationsstellung einer Thrombolyse.[88, 90, 93, 94, 96, 97, 99] In der präklinischen Schlaganfall-Versorgung kommen zusätzlich telemedizinische Maßnahmen, wie Entscheidungshilfen bezüglich der Triage, als auch eine präklinische Vorbereitung von intraklinischer Dokumentation, Diagnostik und Therapie vor Eintreffen des Patienten zur Anwendung.[92, 95, 100]

Tabelle 18: Klinischer Rahmen der telemedizinisch gestützten akuten Schlaganfall-Versorgung

Ref.	Setting	Telemedizinzentrum	Tele-Arzt	Person vor Ort	Telemedizinisch unterstützte Maßnahmen
96	interhospital	Mayo Clinic Arizona, USA	(erfahrener) Neurologe	Arzt (Nicht-Neurologe) in RST ländlicher Krankenhäuser	Anamnese Neurologische Untersuchung CT-Auswertung Lyse-Indikation
91	intrahospital	Yonsei University College of Medicine, Seoul, Korea	Neurologe, Notarzt	Patient	Neurologische Untersuchung
95	präklinisch	NA Universitätsklinik Düsseldorf, Deutschland	Ärzte in RST	Rettungsassistent (im RTW)	Entscheidungs-, Dokumentations- & Kommunikationsunterstützung zwischen RTW, RST & Stroke Unit Elektronische Patienten-Aufnahme vor Eintreffen in der Klinik
97	interhospital	UCSD School of Medicine Stroke Center, San Diego, USA	(erfahrener) Neurologe	Arzt (Nicht-Neurologe) in RST ländlicher Krankenhäuser	Anamnese Neurologische Untersuchung CT-Auswertung Lyse-Indikation
99	interhospital	Stroke Units München-Harlaching & Regensburg, Deutschland	Neurologe	Arzt (Nicht-Neurologe)	Anamnese Neurologische Untersuchung CT-Auswertung Lyse-Indikation
90	interhospital	Neurologie, Medical College of Georgia, USA	Neurologe (Schlaganfall -Experte)	Arzt (Nicht-Neurologe)	Neurologische Untersuchung CT-Auswertung Diagnose & Therapieempfehlungen insbesondere Lyse-Indikation
101	intrahospital	University of North Carolina, School of Medicine, USA	Neurologe	medizinische Laien	Neurologische Untersuchung
88	interhospital	Stroke Units, München-Harlaching & Regensburg, Deutschland	(erfahrener) Neurologe	Arzt (Nicht-Neurologe)	Anamnese Neurologische Untersuchung CT-Auswertung insbesondere Lyse-Indikation
100	präklinisch	Neurologie, University of Maryland School of Medicine, Baltimore, USA	Neurologe (Stroke-Spezialist)	Paramedics	Neurologische Untersuchung
93	interhospital	Neuro- & Radiologie, Massachusetts General Hospital, Boston, USA	Neurologe (Schlaganfall -Experte)	Notarzt (in RST)	Anamnese Neurologische Untersuchung CT-Auswertung Lyse-Indikation
94	interhospital	Stroke Unit, Bezirkskrankenhaus Günzburg, Deutschland	Neurologe (Stroke-Experte)	Arzt (ländlicher Krankenhäuser)	Anamnese, Diagnostik Neurologische Untersuchung Beurteilung von CT & Ultraschall Therapieanweisung/Lyse Konsultationsprotokoll
98	intrahospital	Neurologie, Medical College of Georgia, USA	Neurologe	Arzt (Nicht-Neurologe)	Neurologische Untersuchung
89	intrahospital	Neurologie, Universität Erlangen-Nürnberg	Neurologe	Medizinstudent	Neurologische Untersuchung Überwachung der Vitalparameter
92	präklinisch	Neurologie der University of Maryland School of Medicine, USA	Neurologe (Stroke-Spezialist)	Paramedics	Neurologische Untersuchung, Überwachung der Vitalparameter, Triage, Vorbereitung klinischer Diagnostik & Therapie

3.3.3.3 Telemedizinische und kommunikationstechnische Gestaltung

Eine Übersicht über die angewandte Kommunikations- und Telemedizintechnik in den betrachteten 14 Studien stellt die Tabelle 19 dar.

Im Hinblick auf die kommunikationstechnische Gestaltung kommt für das telemedizinische Management akuter Schlaganfälle überwiegend die Audio-Video-Kommunikation in Form einer Videokonferenz zur Anwendung.[89-93, 95, 97, 100] In drei Studien[88, 94, 99] erfolgte der Erstkontakt des Tele-Neurologen zunächst per Telefon, das weitere Prozedere, einschließlich der neurologischen Fernuntersuchung, der Erhebung des neurologischen Status sowie der Erörterung der Lyse-Indikation, schließlich per Videokonferenz. Zwei der 14 Studien[96, 97] vergleichen im Rahmen eines randomisierten, kontrollierten, doppelblinden Studiendesigns explizit die Eignung einer Videokonferenz mit der telefonischen (Audio-)Kommunikation für die Einschätzung einer Lyse-Indikation von Schlaganfall-Patienten durch einen (Tele-)Neurologen. Demaerschalk et al.[96] kamen zu dem Ergebnis, dass mit beiden Kommunikationsverfahren in rund 87% der Fälle die richtige Therapieentscheidung für die Schlaganfall-Patienten getroffen wurde. Meyer et al.[97] hingegen zeigten, dass die richtige Therapieentscheidung hinsichtlich einer Lyse häufiger mit dem Videokonferenzverfahren als durch eine Telefonkonsultation getroffen wurde. Hurwitz et al.[101] testen in ihrer Studie eine neurologische Fernuntersuchung durch medizinische Laien ausschließlich über eine telefonische Instruktion (Audio-Kommunikation) und nachfolgende Auswertung eines Neurologen. In einer Studie von Ziegler et al.[95] erfolgt die Kommunikation weder über Videokonferenz noch Telefon, sondern über digitalen Datentransfer der entsprechenden vom RTW-Team erhobenen Patientendaten (DIVI-Protokoll und LAPSS).

Die in den Studien angewandten Telemedizinsysteme werden in sehr unterschiedlichem Ausmaß beschrieben. Ähnlich wie in Kapitel 5.3.1.3 aufgeführt, erfordern die Videokonferenzsysteme zur Kommunikation einen PC, die entsprechende Software, die Installation von Mikrophonen und Kameras (im Idealfall durch den Tele-Arzt aus der Ferne steuerbar) als Eingabegeräte sowie Bildschirm und Lautsprecher als Ausgabegeräte.[90, 92-94, 98, 100] Zur Übertragung der audiovisuellen Daten wird eine Internetverbindung[90, 91, 94, 96-98] oder das Mobilfunknetz[91, 92, 100] genutzt.

Tabelle 19: Telemedizintechnik zur Versorgung des akuten Schlaganfalls

Ref.	Telemedizinsystem	KT	Datentransfer
96	Anamnese & neurologische Untersuchung (NIHSS) per Video-Konferenz (Standardinternetverbindung) & CT-Auswertung (via DICOM)	Audio-Video (Echtzeit) *versus* Audio (Telefon)	CT (digitale) Standbilder
91	Tragbares TMS (Laptop) in der NA überträgt Patientendaten (neurologische Untersuchung – CPSS) via WLAN bzw. über das öffentliche Mobilfunknetz auf Mobiltelefon bzw. PDA des Tele-Arztes	Audio-Video	
95	Rettungsassistent (im RTW) gibt Patientendaten (DIVI-Protokoll & LAPSS) in PDA ein. Versendung der erfassten Daten via Mobilfunk (GPRS) an PC der RST in der Zielklinik & Stroke Unit	Digitaler Datentransfer	Notarzteinsatz (DIVI)-Protokoll LAPSS
97	Anamnese & neurologische Untersuchung (NIHSS) per Video-Konferenz (Standardinternetverbindung) & CT-Auswertung (via DICOM)	Audio-Video (Echtzeit) *versus* Audio (Telefon)	CT (digitale) Standbilder
99	Kontaktierung des Tele-Neurologen per Telefon. Dann CT-Transfer (via LAN) & Auswertung durch Tele-Neurologen. Danach neurologische Untersuchung (NIHSS) & Erörterung der Lyse-Indikation per Videokonferenz (High Speed VKS; Datentransfer bis 2Mb/s)	Audio (Telefon) & Audio-Video (Echtzeit)	CT/ MRT
90	Mobiles TMS mit PC & fernsteuerbarer Kamera (Zoomfunktion). Neurologische Untersuchung (NIHSS) per Videokonferenz (via Breitbandinternetverbindung) durch Tele-Neurologen	Audio-Video (Echtzeit)	CT
101	Telefonische Anleitung medizinischer Laien, durch Neurologen eine neurologische Untersuchung (CPSS) auszuführen	Audio (Telefon)	
88	Kontaktierung des Tele-Neurologen per Telefon. CT-Transfer (via LAN) & Auswertung durch Tele-Neurologen. Danach neurologische Untersuchung (NIHSS) & Erörterung der Lyse-Indikation per Videokonferenz (High Speed VKS; Datentransfer bis 2Mb/s)	Audio (Telefon) & Audio-Video (Echtzeit)	CT/ MRT
100	Mobiles TMS (PC, Digitalkamera, Mikrophon, Lautsprecher, Videorekorder & Monitor für Vitalparameter) zur Übertragung audiovisueller Patientendaten & Vitalparameter aus fahrendem RTW (durch 4 digitale Mobiltelefone) auf PC des Tele-Neurologen	Audio-Video (Echtzeit)	
93	Videokonferenz (Kamera mit Zoomfunktion, verbunden mit Fernsehmonitor) für Fernanamnese & -Untersuchung des Patienten & CT-Auswertung durch Teleneurologen	Audio-Video (Echtzeit)	CT
94	Erstkontakt des Tele-Arztes per Telefon. Initialisierung der Videokonferenz. Datentransfer über 3 parallele ISDN-Leitungen (384kB/s). Mobiles VKS, bestehend aus Videokamera (Zoom, Fernsteuerung durch Teleneurologen) & Mikrophon, welches an Fernsehmonitor angeschlossen werden kann	Audio (Telefon) & Audio-Video (Echtzeit) & FAX	CT, Ultraschall, Videokonferenz-Protokoll
98	Mobiles TMS in RST mit PC & fernsteuerbarer Kamera (Zoomfkt). Neurologische Fernuntersuchung (NIHSS) per Videokonferenz (via WLAN) durch Tele-Neurologen am Tele-Arbeitsplatz (PC & Monitor)	Audio-Video (Echtzeit)	CT
89	Kamera (Zoom und Fernsteuerung), Mikrophon und Lautsprecher am Patientenbett. Headset von Teleneurologen benutzt	Audio-Video (Echtzeit)	Vitalparameter (über Monitor)
92	Mobiles TMS (PC, Digitalkamera, Mikrophon, Lautsprecher, Videorekorder & Monitor für Vitalparameter) zur Übertragung audiovisueller Patientendaten & Vitalparameter aus fahrendem RTW (durch 4 digitale Mobiltelefone) auf PC des Tele-Neurologen	Audio-Video (Echtzeit)	Vitalparameter Standbilder

DICOM-Digital Imaging and Communications in Medicine Viewer, ***PDA***-Personal Digital Assistant, ***DIVI***-Deutsche Interdisziplinäre Vereinigung für Intensiv- und Notfallmedizin

Für die neurologische Fernbeurteilung der Schlaganfall-Patienten und das Festlegen der geeigneten Therapie, insbesondere der Lyse, erfolgt als zusätzlicher Datentransfer in der überwiegenden Zahl der Studien die Übertragung einer kranialen Computertomographie (CTs) an den Tele-Neurologen bzw. -Radiologen.[88, 90, 93, 94, 96-99] Zum Teil werden auch Magnetresonanztomographien[88, 99], Ultraschallaufnahmen[94] oder Vitalparameter des Patienten[89, 92] an den Tele-Arzt übermittelt.

3.3.3.4 Einfluss der Telemedizin auf die Versorgung des akuten Schlaganfalls

In einer Reihe von Studien[89, 91, 92, 98, 100] konnte demonstriert werden, dass eine neurologische Fernuntersuchung via TM durch einen Tele-Neurologen durchführbar und zuverlässig ist. Die Ausführung der neurologischen Untersuchung durch einen erfahrenen Neurologen auf der Basis standardisierter Schlaganfall-Skalen über eine Videokonferenz erwies sich darüber hinaus als valides Instrument zur klinischen Evaluierung von Patienten mit Verdacht auf einen akuten Schlaganfall. Die Studien zeigen statistisch gesehen keine signifikanten Unterschiede in den Untersuchungsergebnissen einer telemedizinischen und konventionell am Patientenbett durchgeführten neurologischen Untersuchung und liefern zum Teil sogar exzellente Übereinstimmungen der Ergebnisse beider Untersuchungsverfahren. Dabei scheint die simultane Übertragung von Audio- und Videodaten essentiell für die Fernbeurteilung von akuten Schlaganfällen durch neurologische Experten. Als verbesserungswürdig gelten hingegen die Qualität des Datentransfers und die Aufhebung technischer Probleme.[89, 92]

In dem begrenzten Zeitfenster einer Lyse-Tauglichkeit der Schlaganfall-Patienten konnte in einer Studie von LaMonte et al.[100], durch eine telemedizinische neurologische Untersuchung während des präklinischen RTW-Transportes, die durchschnittliche Zeit bis zur Behandlung der Schlaganfall-Patienten von 33 Minuten (Kontrollgruppe) auf 17 Minuten (Interventionsgruppe) verkürzt werden. Auch Ziegler et al.[95] zeigen, dass die Anwendung mobiler Computertechnologien zur digitalen Übermittlung präklinisch erhobener Befunde an die Zielklinik bzw. an die Stroke Unit eine Beschleunigung der innerklinischen Prozesse nach sich zieht. So wurde die Zeit bis zum Erhalt des CTs (Door-to-CT) von 32 auf 16 Minuten halbiert, die Zeit bis zur Lyse (Door-to-Lyse) von 61 auf 38 Minuten verkürzt. Ein weiterer positiver Effekt stellte die Steigerung der Lyse-Rate von 6,1 auf 11,2 Prozent dar.

Eine Studie von Hurwitz et al.[101] zeigt, dass auch untrainierte medizinische Laien auf der Grundlage der *Cincinnati Prehospital Stroke Scale* (CPSS) präzise die Symptome eines Schlaganfalls identifizieren können, wenn sie durch einen Neurologen telefonisch angeleitet

werden und die Untersuchungsergebnisse entsprechend an ihn zurückleiten. Dies birgt Potenzial, die präklinische Triage von Schlaganfall-Patienten zu beschleunigen.

Ferner belegt eine große Anzahl der eingeschlossenen Studien den Nutzen telemedizinischer Anwendungen für die akute Schlaganfall-Versorgung in ländlichen und neurologisch unterversorgten Krankenhäusern.[88, 90, 93, 94, 96, 97, 99] Das Einholen von neurologischem Expertenwissen einer Stroke Unit über eine telefonische Konsultation oder Videokonferenz hilft dabei, die klinische Einschätzung akuter Schlaganfall-Patienten zu verbessern. So zeigen beispielsweise Wiborg et al.[94], dass eine durch einen Tele-Neurologen durchgeführte Videokonferenz-basierte Untersuchung und CT-Auswertung von Patienten mit akutem Schlaganfall durchführbar und praktikabel ist und einen relevanten Beitrag zur Akutversorgung leistet. Schwamm et al.[93] demonstrieren, dass eine Videokonferenz mit einem erfahrenen Neurologen hilft, die klinische Einschätzung akuter Schlaganfall-Patienten in der RST zu unterstützen und die Lyse-Applikation in neurologisch unterversorgten Krankenhäusern zu erleichtern. Die Daten von Audebert et al.[88] belegen, dass eine Lyse, die durch erfahrene Schlaganfall-Experten telemedizinisch indiziert wurde, sicher appliziert werden kann und ähnliche Komplikationsraten zeigt wie eine konventionell indizierte Lyse. Auch Hess et al.[90] demonstrieren, dass eine Lyse in ländlichen Krankenhäusern mit telemedizinischer Unterstützung sicher und darüber hinaus schnell appliziert werden kann. In einer Studie von Meyer et al.[97] wurden die korrekten Therapieentscheidungen häufiger über eine telemedizinische Konsultation als über die telefonische Konsultation getroffen. Die Studie zeigt, dass TM wirksam ist, um akute medizinische Therapie-Entscheidungen zu fällen, und dabei der telefonischen Konsultation überlegen ist. Durch die telemedizinische Einbeziehung von Schlaganfall-Experten werden richtige Therapie-Entscheidungen gefördert und insgesamt mehr Lysen durchgeführt. Insgesamt unterstreichen die eingeschlossenen Studien die Effektivität gut organisierter und strukturierter Telemedizin-Netzwerke, um Schlaganfall-Expertenwissen in ländlich abgelegene Gebiete mit geringer Schlaganfall-Expertise auszubreiten[96]. Dabei werden in mehreren Studien die Wichtigkeit eines kontinuierlichen Anwendungstrainings der Telemedizintechnik und die Unabdingbarkeit einer regelmäßigen medizinischen Fortbildung betont.[88, 90, 94, 99]

4 Diskussion

4.1 Häufigkeitsverteilung von Notfällen zur Identifizierung von Indikationen einer tpNV

4.1.1 Analyse der Datenrecherche und Quellenauswahl

Nach eingängiger Recherche konnten keine bundesweiten Statistiken über Diagnose- und Häufigkeitsverteilung medizinischer Notfälle identifiziert werden. Eine Erklärung hierfür stellt sicherlich die Tatsache dar, dass die Organisation und Durchführung des Rettungsdienstes in Deutschland nicht bundeseinheitlich, sondern auf Länderebene gesetzlich reguliert wird und sich auf ca. 450 verschiedene RD-Bereiche in Deutschland verteilt. Unter anderem dadurch konnte eine einheitliche Erfassung statistischer Daten aus dem RD bisher noch nicht flächendeckend etabliert werden. Seit Jahren fordern Experten auf dem Gebiet der Qualitätssicherung im RD eine einheitliche Datenerfassung und Dokumentation, die in allen Bundesländern gleich ist und somit die Option der Vergleichbarkeit von Daten bietet.[102, 103]

Aufgrund der mangelnden Existenz bundesweiter Statistiken bezüglich der Häufigkeitsverteilung von Notfällen wurden schließlich einzelne RD-Träger kontaktiert und nach internen Einsatzstatistiken befragt. Schließlich stellten fünf verschiedene Träger des deutschen Rettungsdienstes interne Auswertungen ihrer Notarzteinsätze zur Verfügung, auf deren Grundlage schließlich die Identifizierung häufiger Notfalldiagnosen sowie die nachfolgende Ableitung von Indikationen einer tpNV erfolgte. Die Daten dokumentieren jeweils die Häufigkeiten der Notarzteinsatzdiagnosen der eingeschlossenen RD-Träger in einem definierten Zeitraum und wurden im Rahmen der Dissertation mit dem Ziel aufgearbeitet sie vergleichbar zu machen und zusammenfassen zu können. An dieser Stelle sei noch einmal angemerkt, dass sich die Erfassung der Notfallhäufigkeiten zur Ableitung von Indikationen für eine tpNV im Rahmen dieser Arbeit auf die präklinischen Notfälle bezieht, welche durch den Einsatz eines Notarzteinsatzfahrzeugs (NEF), Rettungstransportwagens (RTWs) bzw. Rettungstransporthubschraubers (RTHs) einer Klinik zugeführt wurden, und nicht die Notfallpatienten berücksichtigt, die auf privatem Weg in die Rettungsstelle gelangen.

Die auf diese Weise erfassten Notfallspektren sollen hier als Beispiel für die Häufigkeitsverteilung von Notfällen in fünf verschiedenen RD-Bereichen angesehen werden.

4.1.2 Quellenanalyse

Die erhaltenen Einsatzdaten vom RZV Saar, der Berliner Feuerwehr und der Auszug der Landesreferenz Baden-Württemberg repräsentieren Diagnosespektren des bodengebundenen Rettungsdienstes aus drei verschiedenen Bundesländern.

Daten des Rettungszweckverbandes Saar

Vom RZV Saar wurden Daten bezüglich der Notfallhäufigkeiten eingeschlossen, die auf insgesamt 24.152 Notarzteinsätzen im Jahr 2007 basieren. Insgesamt erfassen die Daten die Häufigkeiten von 55 verschiedenen Notfalldiagnosen. Aufgrund des hoch differenzierten Diagnosespektrums, das im Vergleich zu den anderen bodengebundenen Rettungsdienstträgern auch die Häufigkeiten seltener Diagnosen erfasst und mit einem Anteil von lediglich 3,3% „sonstiger Notfälle“ einen sehr geringen Teil der Diagnosen nicht näher bezeichnet, wurden die Daten für die Ermittlung der Häufigkeitsverteilung von Notfällen als sehr geeignet angesehen. Darüber hinaus ähnelt die Diagnoseeinteilung sehr der Einteilung der DRF und der ADAC-Luftrettung, wodurch sich die Daten mit denen der genannten Rettungsdienstträger gut vergleichen ließen.

Da der RZV Saar über die Rettungsleitstelle Saarland den Einsatz aller im Saarland in den Rettungsdienst integrierten Notarzteinsatzfahrzeuge koordiniert und leitet, können die Daten als repräsentativ für das Notfallspektrum eines gesamten Bundeslandes angesehen werden und liefern damit ein Beispiel für das Diagnosespektrum eines ländlichen Gebietes bzw. eines kleinen Bundeslandes (2.568,7 m²) mit einer geringen Bevölkerungsdichte von 403,5 Einwohnern pro km².

Daten der Berliner Feuerwehr

Die von der Berliner Feuerwehr eingeschlossenen Daten basieren auf der internen Auswertung von Notarztprotokollen aller 41.267 NAW- bzw. NEF-Einsätze des Jahres 2005 in Berlin. Im Vergleich zum RZV Saar beziehen sich die Daten zwar auf fast doppelt so viele NAW-/NEF-Einsätze pro Jahr, halten jedoch nur die Häufigkeiten von 28 Notfalldiagnosen fest. Daher stellt das Originaldiagnosespektrum der Berliner Feuerwehr ein vergleichsweise weniger differenziertes Spektrum dar, in dem ca. 13% der Diagnosen ursprünglich mit „andere Diagnose“ nicht näher bezeichnet wurden.

Da das erfasste Diagnosespektrum der Berliner Feuerwehr nur knapp die Hälfte an Diagnosen im Vergleich zu den anderen RD-Trägern festhält und sich die Einteilung der Diagnosen von den übrigen Datenquellen nicht unerheblich unterscheidet, gestaltete sich ein unmittelbarer Vergleich zu den Diagnosespektren der anderen Rettungsdienstträger zunächst schwierig.

Die Berliner Feuerwehr ist unter Einbeziehung anderer Organisationen Träger des Rettungsdienstes und der Rettungsleitstelle des Bundeslandes Berlin. In Anbetracht der Tatsache, dass sämtliche Einsätze der Notfallrettung in Berlin von der Leitstelle der Berliner Feuerwehr koordiniert und ausgewertet werden, spiegeln die Daten das Notfallspektrum des

Bundeslandes Berlin eines gesamten Jahres wider. Damit stellen sie beispielhaft ein Diagnosespektrum einer urbanen Region bzw. eines flächenmäßig kleinen Bundeslandes (891,85 m²) mit hoher Bevölkerungsdichte (3.836 Einwohner pro km²) dar.

Auszug der Landesreferenz Baden-Württemberg

Repräsentative Daten über die Häufigkeiten von Notfällen aus dem Raum Baden-Württemberg konnten über einen Auszug einer landesweiten Referenzdatenbank, die von der Arbeitsgemeinschaft Südwestdeutscher Notärzte (AGSWN) zum Zwecke der externen Qualitätssicherung im Rettungsdienst etabliert wurde, über den anerkannten Experten auf dem Gebiet der Datenerfassung im RD Dr. Martin Messelken in die Dissertation einbezogen werden.

In Baden-Württemberg werden an 138 Standorten pro Jahr 150.000 bodengebundene Notarzteinsätze abgewickelt und seit 2001 einheitlich dokumentiert. Die Landesreferenz erfasst die Diagnosen und Häufigkeiten von ca. 60% der Notarztstandorte Baden-Württembergs und basiert auf insgesamt 302.753 NAW-Einsätzen der Jahre 2002-2006. Sie liefert damit repräsentative Daten aus dem Land Baden-Württemberg für das Qualitätsmanagement.[104]

Aufgrund der hohen Einsatzzahl besitzt dieser Auszug an Diagnosen Relevanz für die Darstellung eines Notfalldiagnosespektrums eines flächenmäßig großen Bundeslandes (35.751,46 km²) mit einer Bevölkerungsdichte von 300 Einwohnern pro km². Da es sich jedoch bei den erhaltenen Daten lediglich um einen Auszug der Referenzdatenbank handelt, sind im Vergleich zu den anderen Datenquellen nicht alle erfassten Diagnosen enthalten. Der Auszug enthielt lediglich die Häufigkeiten von 15 Diagnosen, die zusammen hochgerechnet am Diagnosespektrum des RZV Saar einen Anteil von nur ca. 60% des tatsächlichen Spektrums ausmachen dürften. Unter anderem aus diesem Grund wurden die Daten nicht für die Erstellung des Gesamtdiagnosespektrums genutzt.

Daten der DRF und ADAC-Luftrettung

Mit den zur Verfügung gestellten Daten der DRF und ADAC-Luftrettung wurden die Diagnosespektren von zwei RD-Trägern einbezogen, deren Einsatzgebiet sich bundesweit erstreckt. Deutschland verfügt über ein nahezu flächendeckendes Netz von Rettungshubschraubern, welches den bodengebundenen RD unterstützt und darüber hinaus die Versorgung von Patienten für Rettungs- und Notarztwagen auf schlecht erreichbarem Gelände sicherstellt. Derzeit gibt es 71 Rettungshubschrauber-Stationen in Deutschland, welche hauptsächlich als schneller Notarzt-Zubringer und Ersatz für Notarztwagen genutzt werden. Von der ADAC Luftrettung GmbH werden 33 dieser Stationen betrieben und von der DRF 19 Stationen. Beide Träger der Luftrettung führen seit Jahren systematische Einsatzauswertungen

durch. Die eingeschlossenen Daten der ADAC-Luftrettung beruhen auf 40.538 Einsätzen im Jahr 2007. Von der DRF wurden Daten von 2005-2007 einbezogen, die sich auf 50.653 Einsätze in diesem Zeitraum beziehen. Da beide Datenquellen hoch differenzierte Diagnosespektren mit den Häufigkeiten von 61 bzw. 47 Notfalldiagnosen darstellen, die auf relevanten Einsatzzahlen basieren und sich darüber hinaus die Einteilung der Diagnosen nur geringfügig unterscheidet, lassen sich die Daten gut miteinander vergleichen und wurden für den Einschluss in die vorliegende Arbeit als sehr geeignet eingestuft.

4.1.3 Analyse der Datenaufbereitung

Die eingeschlossenen RD-Träger weisen zum Teil sehr unterschiedliche Originaldiagnosespektren auf, die sich sowohl in der Anzahl der erfassten Einzeldiagnosen als auch in der jeweiligen Verteilung einzelner Diagnosen unterscheiden. Die Unterschiede im Differenzierungsgrad der Originaldaten können auf die uneinheitliche Dokumentation und Datenerfassung im RD der einzelnen Bundesländer bzw. RD-Bereiche zurückgeführt werden. So dokumentiert die Berliner Feuerwehr beispielsweise ihre Einsatzdaten anhand von NAW-Protokollen, welche die Erfassung von 27 festgelegten Notfalldiagnosen ermöglicht, die teilweise nicht näher bezeichnet werden, wie beispielsweise die Diagnose „Verletzung“. Im RD Baden-Württemberg erfolgt die Einsatzdokumentation dagegen auf der Grundlage des NADOK (Notarzt-Dokumentationssystems), welches unter anderem 38 verschiedene Erkrankungen und darunter 14 verschiedene Verletzungsarten voneinander unterscheidet.

Da sich die erhaltenen Daten der einzelnen RD-Träger sowohl in der Anzahl der aufgeführten Diagnosen als auch in der Einteilung bzw. Benennung der Notfalldiagnosen unterschieden, war ein unmittelbarer Vergleich der Daten zunächst nicht möglich. Um die Daten möglichst aller Quellen in die Auswertung einbeziehen, vergleichen und ggf. zusammenfassen zu können, wurde im Rahmen dieser Arbeit eine einheitliche Klassifikation der einzelnen Diagnosespektren erarbeitet. Dabei bildeten die Diagnosen, die in allen Datenquellen aufgeführt waren, den kleinsten gemeinsamen Nenner der betrachteten Notfälle.

Da zur Identifizierung der häufigsten Notfalldiagnosen im RD die absoluten Fallzahlen eines RD-Trägers von untergeordnetem Interesse waren, sondern vorrangig die prozentuale Verteilung einzelner Notfälle interessiert, wurde schließlich die prozentuale Häufigkeit der an die einheitliche Klassifikation adaptierten Notfalldiagnosen berechnet und analysiert. Schließlich wurde die Verteilung der betrachteten Notfälle zunächst für jeden RD-Träger einzeln, dann vergleichend und schließlich zusammenfassend im Durchschnitt betrachtet.

4.1.3.1 Notfallspektrum des bodengebundenen Rettungsdienstes

Betrachtet man zunächst die prozentuale Verteilung der betroffenen Notfallkategorien im bodengebundenen RD, fällt auf, dass bei allen drei RD-Trägern mit Abstand das Herz-Kreislaufsystem mit durchschnittlich 40% das am häufigsten betroffene Organsystem darstellt. Dieses Ergebnis kann durch Erhebungen des Statistischen Bundesamtes gestützt werden, nach denen Krankheiten des Kreislaufsystems im Jahr 2006 sowohl zu den meisten Krankenhausaufenthalten führten als auch mit 43,4% zu den häufigsten Todesursachen in Deutschland zählen.[105, 106] Das ACS stellt bei allen drei RD-Trägern auch mit Abstand die häufigste Notfalleinzeldiagnose dar. Erhebungen des Statistischen Bundesamtes, nach denen die Angina Pectoris die häufigste Diagnose im Krankenhaus darstellt, untermauern dieses Ergebnis.[106] Demzufolge haben die Herz-Kreislauf-Erkrankungen auch im Hinblick auf die Identifizierung von Indikationen für eine telemedizinisch gestützte Notfallversorgung eine hohe Relevanz, was folglich für die Bestimmung von Anforderungen an die Gestaltung einer telemedizinischen Notfallversorgung von großer Bedeutung ist.

Abgesehen von den Herz-Kreislauf-Erkrankungen unterscheidet sich die übrige Verteilung betroffener Organsysteme bei den einzelnen RD-Trägern. Beim RZV Saar stellen danach jeweils rund 17% der gestellten Notarztdiagnosen neurologische Erkrankungen und Traumata dar. Ebenso sind diese Notfallkategorien in Baden-Württemberg für einen Großteil der Notfälle verantwortlich. In Berlin dagegen machen die Atemwegserkrankungen die zweithäufigste Ursache der Notarzteinsätze aus. Die neurologischen Notfälle und Traumata haben dagegen einen vergleichsweise geringen Anteil am Notfallkategorienspektrum.

Den Abweichungen in der prozentualen Verteilung betroffener Organsysteme bei den drei bodengebundenen Rettungsträgern mögen verschiedene Ursachen zugrunde liegen. So können Schwankungen in der Häufigkeitsverteilung unterschiedlichen regionalen bzw. epidemiologischen Gegebenheiten zugrunde liegen. Erhebungen des Statistischen Bundesamtes beispielsweise zeigen deutliche regionale Unterschiede sowohl in der Herz-Kreislauf-Mortalität als auch der in zerebrovaskulären Mortalität.[105] Sogar innerhalb der einzelnen Bundesländer sind regionale Trends zu erkennen. Die zugrunde liegenden Ursachen dieser regionalen Unterschiede sind bisher nicht geklärt. Regionale Schwankungen von Herz-Kreislauf-Krankheiten sind beispielsweise häufig mit unterschiedlicher Prävalenz der klassischen Risikofaktoren verbunden. Des Weiteren könnten Umweltfaktoren wie beispielsweise Luftverschmutzung, meteorologische Bedingungen, möglicherweise Wasserqualität und Lärm zur Erklärung der regionalen Schwankungen beitragen. Auffallend ist beispielsweise die hohe Anzahl der Atemwegserkrankungen in der Großstadt Berlin im Vergleich zu den beiden vorwiegend

ländlich geprägten Bundesländern. Dies unterstützt Vermutungen, nach denen Luftverschmutzung insbesondere in Städten, Ballungs- und Industriegebieten einen Co-Faktor von häufigen Lungenkrankheiten darstellt.[107] Darüber hinaus kommen unterschiedliche sozioökonomische Bedingungen, medizinische Versorgung, genetische Faktoren und administrative Aspekte ursächlich für die Unterschiede in Frage.[108]

Zusammenfassend kann trotz der unterschiedlichen prozentualen Verteilung festgehalten werden, dass bei allen drei bodengebundenen RD-Trägern die häufigsten Notfalldiagnosen den Kategorien Herz-Kreislauf, ZNS, Trauma und Atmung zugeschrieben werden können. Regelmäßige, jedoch vergleichsweise kleinere Anteile an den Spektren haben die Notfallkategorien Abdomen, Intoxikationen, Stoffwechsel und Psychiatrie.

4.1.3.2 Notfallspektrum der Träger der Luftrettung

Auffallend bei den Trägern der Luftrettung ist im Vergleich zu den Diagnosespektren der bodengebundenen RD-Träger der hohe Anteil der verletzungsbedingten Notfälle. In durchschnittlich 45% der Hubschraubereinsätze sind Verletzungen für den Notarzteinsatz verantwortlich. Dies könnte insbesondere durch die Vorteile der Luftrettung und hieraus resultierender Einsatzindikationen begründet sein. Die Luftrettung kommt dann zum Einsatz, wenn aufgrund der Lage ein schnelleres Eingreifen als durch bodengebundene Rettungsdienste möglich ist, insbesondere in ländlichen Gebieten, oder wenn für den Notfallpatienten ein möglichst schonender Transport indiziert ist. Aufgrund der Schnelligkeit von durchschnittlich 240 km/h und daraus resultierender großer Flächenwirkung wird der Rettungshubschrauber nicht nur als schneller Notarzt-Zubringer und Ersatz eines Notarzt-Einsatzfahrzeugs genutzt, sondern auch dafür um eigenständig Transporte durchzuführen, wenn eine weiter entfernte Spezialklinik angeflogen werden muss, wie es beispielsweise im Rahmen von schweren Verletzungen bzw. beim Polytrauma der Fall sein kann.

Neben den Verletzungen haben auch bei der Luftrettung die Herz-Kreislauf-Erkrankungen eine bedeutende Rolle inne, genau wie die neurologischen Notfälle. Ähnlich wie bei den bodengebundenen RD-Trägern haben die Notfallkategorien Stoffwechsel und Abdomen kleine Anteile am Spektrum. Die pädiatrischen und gynäkologischen Notfälle spielen auch bei den Trägern der Luftrettung eine untergeordnete Rolle. Ähnlich verhält es sich mit den Notfällen der Kategorien Psychiatrie und Intoxikationen.

4.1.4 Durchschnittliche Häufigkeitsverteilung von Notfalldiagnosen zur Ableitung von Indikationen einer tpNV

Die Identifizierung der häufigsten Notfalldiagnosen im RD erfolgte bei mangelnder Existenz bundesweiter Statistiken anhand der Diagnosespektren der oben genannten Quellen. Somit wurden die Diagnosespektren von jeweils zwei regionalen bodengebundenen RD-Trägern und zwei Trägern der Luftrettung mit bundesweitem Einsatzgebiet in den Identifizierungsprozess eingeschlossen. Mit dem Ziel, von den häufigsten Notfalldiagnosen im RD das potenzielle Versorgungsspektrum eines telemedizinischen Arbeitsplatzes für eine tpNV abzuleiten, wurden alle Diagnosespektren der eingeschlossenen RD-Träger gleichwertig berücksichtigt, unabhängig von deren Einsatzzahlen und Einsatzgebieten.

Wie man der Abbildung 11 des Ergebnisteils entnehmen kann, variieren zwar die prozentualen Anteile der einzelnen Diagnosen von Diagnosespektrum zu Diagnosespektrum, jedoch finden sich stets die gleichen Notfalldiagnosen unter den jeweilig häufigsten Diagnosen der vier einbezogenen RD-Träger (RZV Saar, Berliner FW, ADAC, DRF). Auch befinden sich diese Notfälle in dem Auszug der Landesreferenz Baden-Württemberg unter den häufigsten Einsatzursachen. Daher kann davon ausgegangen werden, dass ebenso in anderen RD-Bereichen die erfassten Diagnosen zu häufigsten Notfällen zählen. Da sich die Daten der Luftrettungsträger jeweils auf ein bundesweites Einsatzgebiet beziehen, deutet die Ähnlichkeit der häufigsten Diagnosen zu den regionalen RD-Trägern darauf hin, dass sich die Häufigkeiten medizinischer Notfälle, abgesehen von regionalen Schwankungen, in den einzelnen RD-Bereichen ähneln und die eingeschlossenen Quellen zur Identifizierung der häufigsten Notfalldiagnosen ein für Deutschland annähernd repräsentatives Notfallspektrum beispielhaft wiedergeben.

Auf Unterschiede in der prozentualen Verteilung einzelner Diagnosen bei den einzelnen RD-Trägern soll hier nicht noch einmal genauer eingegangen werden, da dies zur Ableitung von Indikationen einer tpNV nicht als zielführend erachtet wird. Vielmehr soll für die Ableitung der Indikationen für einen möglichst breiten Einsatz einer tpNV und das potenziell zu erwartende Notfallspektrum eines telemedizinischen Arbeitsplatzes auf das Gesamtdiagnosespektrum (Abbildung 12 im Ergebnisteil) Bezug genommen werden, welches die durchschnittliche Verteilung der häufigsten Notfalldiagnosen aller vier RD-Träger darstellt. Insgesamt erfasst das Gesamtdiagnosespektrum die Häufigkeit der folgenden 18 Notfalldiagnosen, die durchschnittlich 86% der durch die RD-Träger erfassten Diagnosen ausmacht:

- (Sonstige) Verletzungen (22,6%)
- Akutes Koronarsyndrom (12,1%)
- TIA/Insult/Blutung (7,0%)

- Schädel-Hirn-Trauma (5,7%)
- Krampfanfall (4,7%)
- HRST (4,1%)
- (Sonstige) Erkrankung der Atemorgane (3,7%)
- Orthostase/Synkope/unklare Bewusstseinsstörung (3,5%)
- Asthma/exacerbierte COPD (3,2%)
- Hypertensiver Notfall (3,0%)
- (Sonstige) Herz-Kreislauf-Erkrankungen (2,9%)
- Lungenödem/Herzinsuffizienz (2,8%)
- Blutzuckerentgleisung (Hypo-, Hyperglykämie) (2,6%)
- Abdominelle Erkrankungen (2,5%)
- Herz-Kreislauf-Stillstand (2,3%)
- Drogen-/akzidentielle Intoxikation (2,0%)
- Sonstige neurologische Erkrankungen (1,1%)
- Hyperventilationssyndrom (0,8%)

Da diese Notfälle bei allen eingeschlossenen RD-Trägern mit unterschiedlichen regionalen Einsatzgebieten zu den häufigsten Notfalldiagnosen bzw. Einsatzursachen zählen, kann davon ausgegangen werden, dass es sich bei den eingeschlossenen Daten um repräsentative Stichproben handelt. Sie spiegeln ein breites Spektrum medizinischer Notfälle und darüber hinaus deren prozentuale Relevanz wider. Folglich sollen diese Notfalldiagnosen (beispielhaft) als potenzielle Indikationen einer tpNV, welche ein breites Spektrum medizinischer Notfälle abdecken sollte, herangezogen und betrachtet werden.

Einige Diagnosen wurden für die Ableitung von Indikationen einer tpNV außer Acht gelassen, so z.B. die Diagnosegruppe „Sonstige Notfälle“. Auch die Diagnosegruppen psychiatrische Erkrankungen, pädiatrische Notfälle, gynäkologische Notfälle sowie sonstige Stoffwechselstörungen wurden hier nicht eingeschlossen, da sie zum einen durch die Berliner Feuerwehr nicht erfasst wurden und an den übrigen Diagnosespektren einen unbedeutend kleinen Anteil ausmachen. Ebenso sollen die Diagnosen Drogen- bzw. akzidentielle Intoxikation, das Hyperventilationssyndrom sowie sonstige neurologische Erkrankungen aufgrund ihres niedrigen Anteils am Gesamtdiagnosespektrum und zum Teil geringer telemedizinischer Relevanz in dieser Arbeit unberücksichtigt bleiben.

4.2 Präklinische Notfallmaßnahmen

4.2.1 Vorgehensweise

Für die Ermittlung von Anforderungen an die Gestaltung einer tpNV bestand neben der Ableitung medizinischer Indikationen im Rahmen dieser Arbeit das Ziel, die Notfallmaßnahmen zu erfassen, welche für eine präklinische Versorgung dieser Notfälle von besonderer Relevanz sind und folglich auch im Rahmen einer tpNV realisierbar sein sollten. Dabei sollte sich die Erfassung des Maßnahmenspektrums an allgemeingültigen Standards einer notfallmedizinischen Erstversorgung orientieren und sich auf die Primärversorgung der zuvor ermittelten häufigsten Notfalldiagnosen im Rettungsdienst beziehen.

Zum Erfassen der anerkannten notfallmedizinischen Vorgehensweise bei den identifizierten Diagnosen wurden verschiedene Methoden erwogen, so unter anderem das Auswerten von Einsatzprotokollen deutscher RD-Träger hinsichtlich erfolgter Notfallmaßnahmen während ihrer Notarzteinsätze. Da sich jedoch bereits die Datenerfassung bezüglich der Häufigkeiten von Notfalldiagnosen basierend auf den Einsatzauswertungen deutscher RD-Träger, u.a. aufgrund von Unvollständigkeit und mangelnder Verfügbarkeit einheitlicher Daten, als schwierig erwies und darüber hinaus für signifikante Ergebnisse eine Vielzahl von Rettungsdiensteinsätzen verschiedener RD-Träger hätte ausgewertet werden müssen, wurde von dieser Vorgehensweise Abstand genommen.

Ferner wurde eine Expertenbefragung von Rettungsfachpersonal bzw. Notärzten hinsichtlich ihrer Durchführung präklinischer Notfallmaßnahmen auf der Grundlage eines Fragebogens in Erwägung gezogen. Auf diese vergleichsweise aufwändige Vorgehensweise für einen methodischen Zwischenschritt wurde ebenso verzichtet, da u.a. aufgrund von ärztlicher Handlungsfreiheit, unterschiedlichen Erfahrungswerten und individuellem Ermessensspielraum erfahrungsgemäß die Therapieansätze und -Auffassungen von Arzt zu Arzt variieren.

Schließlich wurden die präklinischen Notfallmaßnahmen im Rahmen einer Literaturrecherche in erster Linie auf der Basis medizinischer Leitlinien und allgemeingültiger Algorithmen im RD erfasst. Ergänzend wurden aktuelle Publikationen bezüglich präklinischer Notfallmedizin bzw. der Notfall- und Rettungsmedizin hinzugezogen (Tabelle 6). Der Vorzug dieser Methodik gegenüber den oben erwogenen Vorgehensweisen soll im Folgenden dargelegt werden.

4.2.2 Einschluss medizinischer Leitlinien

Der Telemedizin, als vergleichsweise neuer medizinischer Versorgungsform, mangelt es überwiegend noch an Nachweisen eines klinischen Nutzens für Patienten und Ärzte im Sinne einer Evidenz-basierten Medizin. So lassen sich bisher nur wenige randomisierte, kontrollierte

Studien, Qualitätssicherungsverfahren oder Leitlinien aus einer medizinisch klinischen Perspektive auf diesem Gebiet identifizieren.[7, 109, 110] Das Ziel medizinischer Leitlinien besteht darin, die Effektivität und Effizienz klinischer Praxis zu optimieren, um ein verbessertes klinisches Outcome zu erzielen und die Qualität der medizinischen Versorgung zu fördern. Die Einführung telemedizinischer Verfahren sollte diese Vorhaben dabei in keiner Weise gefährden. Die telemedizinische Fachliteratur betont die Notwendigkeit, telemedizinische Leitlinien bzw. Standards zu entwickeln, da in der Praxis bisher nur wenige existieren.[110]

Die Vorteile für das Heranziehen medizinischer Leitlinien zur möglichst lückenlosen Erfassung des Spektrums präklinischer Notfallmaßnahmen lassen sich auf dem Boden der komplexen Definition des Begriffes der Bundesärztekammer und Kassenärztlichen Bundesvereinigung begründen. Demnach werden sie als systematisch entwickelte Entscheidungshilfen über die angemessene ärztliche Vorgehensweise bei speziellen gesundheitlichen Problemen beschrieben, welche den nach einem definierten und transparent gemachten Vorgehen erzielten Konsens mehrerer Experten aus unterschiedlichen Fachbereichen und Arbeitsgruppen darstellen. Darüber hinaus sind die praxisorientierten Handlungsempfehlungen wissenschaftlich begründet und werden unter anderem auf dem Boden von Konsensus-Konferenzen, Delphi-Analysen, Therapiestudien und Metaanalysen erstellt sowie regelmäßig auf ihre Aktualität hin überprüft und ggf. fortgeschrieben.[111, 112]

Während Leitlinien in den USA, Großbritannien und Kanada bereits seit vielen Jahren ihren festen Platz in medizinischen Diagnose- und Therapieabläufen innehaben, sind sie in Deutschland erst in den letzten Jahren als wichtiges Instrument des Qualitätsmanagements in der Medizin erkannt worden. Im Bereich der Notfallmedizin kommen strukturierte Handlungsanweisungen bereits seit vielen Jahren in Form von „Guidelines“ oder Algorithmen zur Anwendung, welche strukturierte Lösungswege der präklinischen Versorgung in einer zeitlich logischen Reihenfolge vorgeben.[113]

Diese Sachlage verdeutlicht, dass Leitlinien eine geeignete Informationsquelle für die Erfassung des Maßnahmenspektrums der präklinischen Notfallversorgung darstellen und durch diese Art des Informationsgewinnes ein Konsens multidisziplinärer Expertengruppen über angemessene ärztliche Vorgehensweisen auf dem Boden wissenschaftlich begründeter und praxisorientierter Handlungsempfehlungen sichergestellt werden kann.[111, 112]

4.2.3 Literaturrecherche und Literaturauswahl

Die Literaturbasis zur Erfassung der Diagnose- und Therapiemaßnahmen in der präklinischen Notfallmedizin sollte in erster Linie Leitlinien anerkannter deutscher medizinischer

Fachgesellschaften darstellen. Internationale Fachliteratur hinsichtlich präklinischer Notfallmedizin sollte hier bewusst nur in begrenztem Maße in die Quellenauswahl einbezogen werden, da mit wenigen Ausnahmen lediglich in Deutschland Notärzte an der präklinischen Versorgung teilnehmen[113] und folgendermaßen hier das präklinische Behandlungsspektrum im internationalen Vergleich größer ist, das heißt ärztliche Maßnahmen einschließt und sich nicht auf paramedizinische Kompetenzen beschränkt.

In Deutschland werden ärztliche Leitlinien primär sowohl von den wissenschaftlichen medizinischen Fachgesellschaften, der Bundesärztekammer bzw. Kassenärztlichen Bundesvereinigung als auch von Berufsverbänden entwickelt und verbreitet. Demzufolge wurden die Leitlinien-Datenbanken dieser Institutionen nach Leitlinien zur pNV der zuvor abgeleiteten fünfzehn Notfalldiagnosen durchsucht.

Zunächst wurde die Leitlinien-Datenbank der Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften e.V. (AWMF), in der derzeit 153 wissenschaftliche Fachgesellschaften aus allen Bereichen der Medizin zusammengeschlossen sind und die bisher insgesamt 678 Leitlinien erarbeitet und formuliert hat [39] nach publizierten Leitlinien aus den Gebieten der präklinischen Medizin durchsucht. Über diese Datenbank konnten jedoch nur vereinzelt präklinisch relevante Publikationen bezogen werden, wie beispielsweise die der Deutschen Gesellschaft für Neurologie bezüglich der Primärversorgung des Schädel-Hirn-Traumas, die Akuttherapie des Ischämischen Schlaganfalls bzw. des Status epilepticus.[39]

Über den Leitlinien-Informations- und Recherchedienst des Ärztlichen Zentrums für Qualität in der Medizin (ÄZQ), einem gemeinsamen Institut von Bundesärztekammer und Kassenärztlicher Bundesvereinigung, welcher Leitlinien deutscher und ausländischer Institutionen führt, wurde ebenso nach Leitlinien präklinischer Notfallversorgung der entsprechenden Diagnosen gesucht.[40] Jedoch konnten auch über die Leitlinien-Datenbank des ÄZQ, welches als Gründungsmitglied des Guidelines International Network (G-I-N) sowohl Leitlinien nationaler als auch internationaler Organisationen führt, ebenso nur wenige Suchergebnisse in Hinsicht präklinischer Notfallmedizin erzielt werden.

Da über die genannten Leitlinien-Datenbanken nur vereinzelt themenrelevante präklinische Leitlinien identifiziert werden konnten, wurde im Folgenden die Deutsche Interdisziplinäre Vereinigung für Intensiv- und Notfallmedizin (DIVI), bei der es sich um einen Zusammenschluss von medizinischen Fachgesellschaften und Berufsverbänden handelt, die unter anderem der Förderung der Intensiv- und Notfallmedizin in Wissenschaft und Praxis dienen soll, in die Recherche nach präklinischen Versorgungsleitlinien einbezogen. Über die Internet-Seite der DIVI konnten jedoch lediglich die ERC-Guidelines identifiziert werden.

Schließlich wurden von der Arbeitsgemeinschaft in Norddeutschland tätiger Notärzte e.V., einem Mitglied der Bundesvereinigung der Notarztarbeitsgemeinschaften Deutschlands e.V. (BAND), eine Reihe von Therapieempfehlungen bezüglich der notfallmedizinischen Versorgung der relevanten Notfalldiagnosen lokalisiert und konnten in die Dissertation eingeschlossen werden.

Da über die oben genannten Leitlinien-Datenbanken bzw. Berufsverbände der Notfallmedizin vergleichsweise wenig präklinisch relevante Leitlinien bzw. strukturierte Handlungsanweisungen identifiziert werden konnten, wurde die Literaturrecherche auf weitere Datenbanken hinsichtlich relevanter Publikationen der präklinischen Versorgung der entsprechenden Diagnosen ausgeweitet. In diesem Rahmen wurden sowohl die Medline-Datenbank als auch das Datenbankangebot des Deutschen Instituts für Medizinische Dokumentation und Information (DIMDI) genutzt, welches den Zugriff auf rund 70 Datenbanken, wie unter anderem auch der Medline Datenbank oder der Cochrane Library, ermöglicht.

Um die aus den einbezogenen Leitlinien bzw. Publikationen erfassten präklinischen Maßnahmen zu vervollständigen, wurden ergänzend Lehrwerke der Notfall- und Rettungsmedizin hinzugezogen, die das notfallmedizinische Vorgehen der betrachteten Notfälle strukturiert in Form von Algorithmen darstellen. Einen kompletten Überblick über die eingeschlossenen Quellen kann der Tabelle 6 im Kapitel Methodik entnommen werden.

4.2.4 Relevanz präklinischer Notfallmaßnahmen für eine tpNV

Die aus der Literatur erfassten präklinischen Notfallmaßnahmen wurden für jede der zuvor abgeleiteten fünfzehn Notfallindikationen systematisch in Form einer Tabelle zusammengetragen, die ausführlich im Anhang C betrachtet werden kann. Auf diese Weise ist ein Maßnahmenkatalog entstanden, der insgesamt 123 verschiedene Notfallmaßnahmen umfasst. Ein Auszug daraus kann der Tabelle 10 entnommen werden. Um eine telemedizinische Notfallversorgung von Patienten in der Ferne gewährleisten zu können, sollten telemedizinische Verfahren zur Umsetzung dieses Maßnahmenkataloges bereitstehen.

Anhand der Tabelle kann die Häufigkeit und damit Relevanz einzelner Notfallmaßnahmen abgelesen werden. Es wird deutlich, dass einige Maßnahmen bei fast allen Notfällen durchführbar sein sollten, während andere Maßnahmen nur bei Notfällen einer bestimmten Notfallkategorie von Bedeutung sind. So sollte beispielsweise das Überprüfen der Vitalparameter oder das Legen eines intravenösen Zugangs bei Notfällen jeder Kategorie umsetzbar sein. Im Gegensatz dazu zeigt eine neurologische Grobuntersuchung schwerpunktmäßig bei Notfällen der Kategorien ZNS und Trauma Relevanz, spielt jedoch bei

der Versorgung von Notfällen der Kategorie Herz-Kreislauf oder Atmung eine untergeordnete Rolle.

4.3 Umsetzung einer telemedizinisch gestützten Notfallversorgung

Eine wichtige Fragestellung dieser Arbeit bestand darin zu ermitteln, auf welche Art und Weise sich die zuvor auf der Grundlage von Leitlinien erfassten präklinischen Notfallmaßnahmen technisch und organisatorisch via TM umsetzen bzw. unterstützen lassen. Dabei galt es herauszustellen, welche telemedizinischen Technologien und Verfahren in der Notfallmedizin laut aktueller Studienlage eine besondere Relevanz haben und welche Einflüsse die TM auf die Notfallversorgung ausgewählter Indikationen zeigt.

4.3.1 Vorgehensweise

Mit dem Ziel, eine systematische Literaturübersicht über die Gestaltung einer telemedizinischen Notfallversorgung zu erarbeiten, erfolgte erneut eine Literaturrecherche bezüglich der Gestaltung aktueller telemedizinischer Anwendungen zur Akutversorgung von Notfallpatienten. Dabei waren folgende Gestaltungskriterien einer telemedizinisch gestützten Notfallversorgung von besonderem Interesse:

- Welche Notfallmaßnahmen werden heute bereits telemedizinisch umgesetzt?
- Wer leistet dabei die teleärztliche Fachexpertise?
- Wer setzt die teleärztlich angeordneten Notfallmaßnahmen praktisch am Patienten um?
- Welche Telemedizin- bzw. Kommunikationstechnik wird dabei angewendet?
- Welche medizinischen Daten werden übertragen?
- Welchen Einfluss auf den klinischen Versorgungsprozess, die Anwender und die Dokumentation zeigt die Anwendung der TM in der Notfallmedizin?

Die eingeschlossene Fachliteratur wurde nach den oben genannten Gestaltungskriterien systematisch meta-analysiert und nach folgenden Einschlusskriterien ausgewählt.

Einschlusskriterien

In erster Linie bestand das Ziel darin, durch die einbezogene Fachliteratur Informationen über die Gestaltung einer telemedizinischen Notfallversorgung zu erhalten. So wurde die Literatur primär eingeschlossen, wenn sie Antworten auf die o.g. Fragen bezüglich der telemedizinischen Gestaltungskriterien einer Notfallversorgung lieferte. Die angewandte Telemedizintechnik wurde in den Studien sehr unterschiedlich detailliert beschrieben. Dies mag unter anderem den unterschiedlichen Studienschwerpunkten zugrunde liegen. Wenn wesentliche Gestaltungskriterien in den Publikationen nicht eindeutig beschrieben waren, wurden die Studien nicht in die Metaanalyse eingeschlossen.

Die Entwicklung der Informations- und Kommunikationstechnologien verzeichnete in den vergangenen Jahrzehnten einen rasanten Fortschritt. Da bei der Identifizierung telemedizinischer Verfahren zur Unterstützung der Notfallversorgung ein möglichst aktueller Stand der Telemedizintechnik gewährleistet werden sollte, wurden lediglich aktuelle Publikationen aus dem Zeitraum 1998 bis 2010 in die Arbeit eingeschlossen.

Um im Rahmen der Metaanalyse eine möglichst hohe wissenschaftliche Evidenz zu erzielen, bestand das Ziel in erster Linie darin, randomisierte kontrollierte, klinische Studien einzuschließen. Da jedoch wie im Rahmen anderer Literaturreviews[7, 23, 109, 110] zum Thema nur wenige randomisierte kontrollierte Studien identifiziert werden konnten, wurden alternativ auch andere Studiendesigns wie Feasibility-Studien, Phase-II-Studien, retrospektive Studien oder qualitative Studien berücksichtigt, sofern sie den übrigen Einschlusskriterien gerecht wurden. An dieser Stelle wird nochmals deutlich, dass die telemedizinische Notfallversorgung erst am Beginn der wissenschaftlichen Forschung steht und es weiterführender randomisierter kontrollierter Studiendesigne bedarf, die den klinischen Nutzen der Telemedizin im Sinne einer Evidenz-basierten Medizin belegen.

Mit der Absicht der Forderung nachzukommen, die Entwicklung der TM solle in erster Linie von Ärzten entsprechend medizinischer Notwendigkeiten gestaltet und nicht primär von industriellen oder wirtschaftlichen Interessen angetrieben werden,[8] wurden nur klinische Studien berücksichtigt, die telemedizinische Verfahren bereits an Notfallpatienten anwenden und diese Anwendungen vorrangig aus der klinisch-medizinischen Perspektive untersuchen.

Dabei wurde die Recherche bezüglich aktueller telemedizinischer Anwendungen zur Versorgung von Notfallpatienten auf drei Notfälle begrenzt. Es wurde lediglich nach Studien recherchiert, die eine telemedizinische Notfallversorgung von Patienten mit „(sonstigen) Verletzungen“ sowie den Verdachtsdiagnosen „ACS“ und „Schlaganfall“ beschreiben. Dadurch wurden längst nicht alle telemedizinischen Anwendungen in der Notfallmedizin erfasst. Da jedoch die drei betrachteten Notfälle, wie zuvor in der Dissertation untersucht, die drei häufigsten Diagnosen im Rettungsdienst darstellen und mit 47,4% insgesamt fast die Hälfte des ermittelten Gesamtdiagnosespektrums ausmachen, kann davon ausgegangen werden, ein relevantes Spektrum telemedizinisch gestützter Notfallmaßnahmen erfasst zu haben. Darüber hinaus lässt sich noch einmal anhand des erstellten Kataloges präklinischer Notfallmaßnahmen (Anhang C) nachvollziehen, dass oftmals die gleichen Notfallmaßnahmen bei unterschiedlichen Notfällen zur Anwendung kommen. Folglich kann davon ausgegangen werden, dass die ermittelten telemedizinischen Verfahren zur Unterstützung einzelner Notfallmaßnahmen im Rahmen der

Versorgung von Verletzungen, des ACS‘ oder Schlaganfalls auch auf andere Notfälle übertragen werden können.

Unter Berücksichtigung der genannten Einschlusskriterien wurden im Rahmen der Literaturanalyse insgesamt 36 Studien nach den oben genannten Gestaltungskriterien einer telemedizinisch gestützten Notfallversorgung ausgewertet und indikationsspezifisch betrachtet.

4.3.2 Telemedizinische Verfahren zur akuten Trauma-Versorgung

Klinischer Rahmen

Die eingeschlossenen Studien zeigen, dass telemedizinische Verfahren auf dem Gebiet der Trauma-Versorgung sowohl zur Unterstützung der präklinischen[65, 69, 71, 72, 74] als auch interklinischen Notfallversorgung[66-68, 70, 73] bereits erfolgreich angewendet werden. Im präklinischen Rahmen unterstützen erfahrene Traumatologen mit ihrer Tele-Präsenz sowohl die Notfallversorgung von nicht-ärztlichem Rettungsdienstpersonal wie Rettungssanitätern oder Pflegepersonal[65, 69, 71, 75] als auch medizinische Laien[72] bei der Erstversorgung traumatisierter Patienten. Im interklinischen Rahmen werden weniger spezialisierte sowie unerfahrene Assistenzärzte in Notaufnahmen ländlicher Krankenhäuser[66-68, 70, 73] durch die teleärztliche Fachexpertise bei der initialen Patientenversorgung unterstützt.

Telemedizinisch gestützte Notfallmaßnahmen

Es konnte gezeigt werden, dass eine Reihe sowohl leichter als auch schwerwiegender Verletzungen wie das SHT, Thorax-, Abdominal-, Becken-, Extremitäten- sowie Polytraumata von nicht ärztlichem medizinischen Personal sowie wenig unfallchirurgisch erfahrenen Ärzten durch die Tele-Präsenz erfahrener Traumatologen erfolgreich „telenotärztlich“ versorgt werden können. Auch konnten auf diese Weise resultierende Komplikationen wie Bewusstlosigkeit, Ateminsuffizienz, Herz-Kreislauf-Stillstand oder ein Volumenmangelschock erfolgreich unter Kontrolle gebracht werden.[66, 68, 69]

Dabei wurde in der Literatur eine erfolgreiche telemedizinische Umsetzung der überwiegenden Notfallmaßnahmen beschrieben, die im Leitlinien-basierten Maßnahmenkatalog zur Trauma-Versorgung festgehaltenen sind. Insbesondere konnte gezeigt werden, dass aus der Entfernung durch einen am telemedizinischen Arbeitsplatz befindlichen Traumatologen eine Anamneseerhebung, klinische Ersteinschätzung des Patienten, ein Überprüfen und Überwachen der Vitalparameter, eine Unterstützung von Reanimations- und Intubationsmaßnahmen sowie spezielle Diagnose- und Therapieanweisungen als auch Befundauswertungen telemedizinisch durchführbar sind.[65-73]

Telemedizinische- und kommunikationstechnische Gestaltung

Als angewandte Kommunikationstechnik zwischen Tele-Arzt und Patient bzw. Ersthelfern vor Ort hat sich in der telemedizinisch gestützten akuten Trauma-Versorgung ausnahmslos in allen eingeschlossenen Studien die Audio-Video-Kommunikation in Echtzeit[65-73] bewährt und darüber hinaus gegenüber einer bloßen Audio-Kommunikation als überlegen[66, 67] erwiesen. Eine Voraussetzung hierfür stellt eine Breitband-Internetverbindung dar. Durch den simultanen und bidirektionalen Austausch von auditiven und visuellen Informationen im Rahmen einer Videokonferenz kann der Tele-Arzt sowohl mit den Ersthelfern vor Ort als auch dem Patienten verbal in Echtzeit kommunizieren. Die Visualisierung des Notfallpatienten und der an der Erstversorgung beteiligten Personen ermöglicht dem Tele-Traumatologen eine unfallchirurgische Überwachung und Assistenz insbesondere während der klinischen Ersteinschätzung, Reanimation, Diagnostik und Stabilisierung des Notfallpatienten sowie ein kontinuierliches Monitoring.[66]

Für die telemedizinische Realisierung dieser Maßnahmen haben sich insbesondere mobile Videokonferenzsysteme, die vor Ort je nach Bedarf bewegt werden können, als nützlich erwiesen.[65, 66, 70, 72, 73] Diese bestehen aus einer oder mehreren Kameras mit Zoom- und Schwenkfunktion, die im besten Fall durch den Tele-Arzt aus der Ferne bedient und eingestellt werden können und ihm so die Fern- und Naheinstellungen des Patienten ermöglichen.[67, 68, 73] Die simultane bidirektionale Audio-Kommunikation wird durch Mikrophone und Lautsprechanlagen bzw. Kopfhörer sowohl am Notfallort als auch am telemedizinischen Arbeitsplatz (TA) ermöglicht. So kann der Tele-Arzt an seinem Arbeitsplatz die audiovisuellen Patientendaten und -Informationen über einen PC durch einen Monitor bzw. Lautsprecher/Kopfhörer empfangen, auswerten und folglich ärztliche Handlungsanweisungen geben.

Wie der Leitlinien-basierte präklinische Maßnahmenkatalog (Anhang C) zeigt, hat das Überprüfen und Überwachen der Vitalparameter in der akuten Trauma-Versorgung besondere Relevanz. So können im Rahmen einer telemedizinisch gestützten Trauma-Versorgung EKG, Herzfrequenz (HF), Blutdruck (NIBP), Sauerstoffsättigung (SpO2), Temperatur und Blutzucker (BZ) des Patienten zur genaueren Einschätzung des Patienten-Status an den Tele-Arzt übertragen werden.[66-69, 71, 72, 74] Ferner ermöglicht der Anschluss eines digitalen Stethoskops an das TMS die Übermittlung von Auskultationsbefunden an den Tele-Arzt.[70] Dazu können bei vorhandener Medizintechnik vor Ort radiologische Bilder telemedizinisch übermittelt werden.[68, 70]

Klinischer Effekt der Telemedizin

Die eingeschlossenen Studien, überwiegend Pilotstudien, haben gezeigt, dass eine telemedizinisch gestützte Trauma-Versorgung bei Notfallpatienten erfolgreich durchführbar ist und das Potenzial besitzt, die herkömmliche medizinische Versorgung von Trauma-Patienten zu verbessern. Insbesondere dort, wo eine (not-)ärztliche bzw. unfallchirurgische Kompetenz im Rahmen der (prä-)klinischen Notfallversorgung fehlt, kann durch das telemedizinische Einbeziehen eines Traumatologen das medizinische Kompetenzniveau der notfallmedizinischen Versorgung erheblich verbessert werden.

Das Potenzial einer Qualitätsverbesserung der Notfallversorgung prophezeien auch die Ergebnisse anderer Reviews zum Thema „telemedizinische Notfallversorgung“.[9, 23, 114] Jedoch sind größere und aussagekräftige klinische Studien, insbesondere randomisierte kontrollierte Studien, nötig, um den klinischen Nutzen der Telemedizin in der Trauma-Notfallversorgung zu evaluieren. Darüber hinaus ist durch die Arbeit deutlich geworden, dass es für eine sichere und zuverlässige Applikation telemedizinischer Verfahren gilt, bisher immer wieder aufgetretene technische Mängel zu beseitigen.

4.3.3 Telemedizinische Verfahren zur ACS-Versorgung

Klinischer Rahmen

In allen zwölf eingeschlossenen Studien[76-87] findet eine telemedizinische Unterstützung der präklinischen Notfallversorgung von Patienten mit der Verdachtsdiagnose ACS statt.

Dabei wird überwiegend die personelle Besatzung von RTWs (Rettungssanitäter, Paramedics, Notärzte) telemedizinisch bei der Notfallversorgung von ACS-Patienten unterstützt.[76-81, 85-87] Ferner können Patienten, die zu Hause mit einer entsprechenden Telemedizintechnik ausgestattet sind, im Falle von Herzbeschwerden vorerst telemedizinisch untersucht werden.[82, 84] Die teleärztliche Fachexpertise wird hier fast ausnahmslos von erfahrenen Kardiologen geleistet.

Telemedizinisch gestützte Notfallmaßnahmen

Eine teleärztliche 12-Kanal-EKG-Analyse hinsichtlich des Vorliegens eines ST-Strecken-Hebungsinfarktes (STEMIs) stellt die zentrale Maßnahme der telemedizinisch gestützten präklinischen ACS-Versorgung dar.[76-87] Zweifellos ist das Auswerten eines 12-Kanal-EKGs beim ACS eine Maßnahme von hoher Relevanz, da der Befund wegweisend für das weitere therapeutische Vorgehen und die Triage des Patienten ist.

Weitere ärztliche Maßnahmen, die im Rahmen der ACS-Versorgung bereits telemedizinisch unterstützt werden, beinhalten die Anamneseerhebung,[82, 85-87] Beurteilung von Blutdruck, Herzfrequenz und Gewichtsveränderungen,[82] ärztliche Anordnungen bezüglich Therapie und

Triage[76-82] sowie eine Voranmeldung des Patienten in der entsprechenden Zielklinik. Darüber hinaus können – noch vor Eintreffen des Patienten in der Klinik - bereits intraklinische Vorbereitungen der entsprechenden Therapie (Fibrinolyse oder PCI in einem Herzkatheter-Labor) veranlasst werden.[76-79, 85]

Vergleicht man die Notfallmaßnahmen, die nach den Leitlinien im Maßnahmenkatalog (Anhang C) zur ACS-Versorgung vorgegeben sind, mit den Maßnahmen, die in den eingeschlossenen Studien bereits telemedizinisch umgesetzt werden, fällt auf, dass in der Literatur für einige der Maßnahmen keine telemedizinische Unterstützung beschrieben wird. Dies betrifft u.a. entscheidende Maßnahmen wie das Überprüfen der Vitalparameter, die Reanimationsbereitschaft oder Teile der körperlichen Untersuchung wie beispielsweise das Erheben von Auskultations- oder Inspektionsbefunden.

Betrachtet man den präklinischen Rahmen der eingeschlossenen Studien, kann davon ausgegangen werden, dass diese Maßnahmen hier vom notfallmedizinisch erfahrenen Personal des RTWs ausgeführt werden und lediglich Maßnahmen, die über das Kompetenzniveau dieses Personals hinausgehen, wie beispielsweise das Interpretieren eines 12-Kanal-EKGs oder Entscheidungen bezüglich Therapie und Triage, „telekardiologisch“ unterstützt werden.

Geht man hingegen von einem Notfall-Setting aus, in dem sich für die Ausführung Leitlinien-konformer Maßnahmen kein notfallmedizinisch geschultes Personal in der Nähe des Patienten befindet, sollten Mittel und Wege gefunden werden, um die übrigen Leitlinien-konformen Maßnahmen telemedizinisch zu unterstützen. Voraussetzungen hierfür stellen zweifellos die entsprechenden telemedizintechnischen und personellen Rahmenbedingungen dar.

Eine telemedizinische Umsetzung einiger dieser Maßnahmen, wie beispielsweise das Überprüfen und Überwachen von Vitalparametern oder Anteile der körperlichen Untersuchung, wurden bereits im Abschnitt zur telemedizinisch gestützten Trauma-Versorgung beschrieben und ließen sich folglich auch auf Patienten mit der Verdachtsdiagnose ACS anwenden. Eine Qualitätsverbesserung der kardiopulmonalen Reanimation durch untrainierte medizinische Laien ließe sich beispielsweise über videokonferenzbasierte interaktive Anleitungen erzielen, wie einige Studien zeigen.[115, 116]

Telemedizinische und kommunikationstechnische Gestaltung

In den eingeschlossenen Studien[76-87] stellt die präklinische Aufzeichnung und Übertragung eines 12-Kanal-EKGs die zentrale Komponente der telemedizinisch gestützten präklinischen ACS-Versorgung dar. Dies bestätigen auch andere Reviews zum Thema,[117, 118] nach denen die Übertragung eines EKGs aus dem präklinischen Setting an das entsprechende Zielkrankenhaus

die am häufigsten angewandte Telemedizintechnik in der pNV darstellt. Dabei wird das EKG über einen Defibrillator/Monitor[32, 66, 76-78, 86, 87] oder tragbaren EKG-Rekorder[79, 83, 84] aufgezeichnet und über das Mobilfunknetz GSM[76-79, 85-87] oder das gewöhnliche Telefonnetz[80-84] übertragen. Zur ärztlichen Auswertung erscheint das EKG dann auf dem Display eines Mobiltelefons (mit Zoomfunktion für ST-Strecken) des diensthabenden Kardiologen[76, 77, 85] oder dem Monitor eines zentralen Computers der entsprechenden Klinik. Neben der Übermittlung des 12-Kanal-EKGs ermöglicht eine Audio-Kommunikation via (Mobil-)Telefon die Kommunikation zwischen Tele-Arzt und Patient bzw. Ersthelfern.[76, 77, 79, 81, 82, 84-87]

Darüber hinaus könnte durch das Anwenden zusätzlicher telemedizinischer Verfahren ein noch größeres Spektrum Leitlinien-konformer Notfallmaßnahmen der ACS-Versorgung telemedizinisch unterstützt werden. Eine Visualisierung des Patienten zur besseren Einschätzung des klinischen Status aus der Ferne wird bisher in der Literatur zur telemedizinisch gestützten ACS-Versorgung nicht beschrieben. So würde eine Videokonferenz unter anderem das Erheben von Inspektionsbefunden telemedizinisch unterstützen oder die Nutzung digitaler Stethoskope das telemedizinische Erheben von Auskultationsbefunden ermöglichen. Auch könnte die Übertragung zusätzlicher Vitalparameter helfen, einen genaueren telemedizinischen Patientenstatus zu erheben.

Klinischer Effekt der Telemedizin

Die eingeschlossenen Studien zur telemedizinisch gestützten ACS-Versorgung stellen überwiegend kontrollierte, teilweise sogar randomisierte, multizentrische Studien dar. Sie belegen, dass eine präklinische 12-Kanal-EKG-Übertragung in das entsprechende Krankenhaus aus einem fahrenden RTW bzw. von zu Hause aus technisch erfolgreich durchführbar[78, 79] und darüber hinaus auch diagnostisch sicher[81, 83] ist. So zeigt das telefonisch übermittelte 12-Kanal-EKG für die STEMI-Diagnostik eine sehr hohe Sensitivität und Spezifität.[81] Auch eine kontinuierliche 12-Kanal-EKG-Übertragung aus dem RTW an das Zielkrankenhaus, insbesondere ein Monitoring der ST-Strecke, wurde zuverlässig demonstriert.[78]

Die präklinische Diagnosestellung eines ST-Hebungsinfarkts über das Tele-12-Kanal-EKG erfolgte in den Studien durchschnittlich bedeutend früher[79] im Vergleich zur klinisch gestellten Diagnose, wodurch eine schnellere Triage ermöglicht und intraklinische Zeitverzögerungen bis zur Reperfusionstherapie bedeutend reduziert werden konnten.[76, 77, 79-81, 86, 87] So wurde durch die präklinische Diagnosestellung eines STEMI in mehreren Studien[76, 77, 86] eine statistisch signifikante Reduktion der Reperfusionszeit erreicht.

Laut den Leitlinien der American Heart Association sollte die Zeit vom Eintreffen des Patienten in der Klinik bis zur Reperfusionstherapie weniger als 90 Minuten betragen, da eine PCI bei STEMI-Patienten die Morbidität und Mortalität nur dann senke, wenn diese innerhalb der ersten zwei Stunden nach Einsetzen der Symptomatik durchgeführt werde.[76] Durch die Tele-12-Kanal-EKG-Übertragung direkt auf das Mobiltelefon des diensthabenden Kardiologen des PCI-Labors, den daraus resultierenden unmittelbaren Transport der Patienten ins Herzkatheter-Labor unter Umgehung der lokalen RST und die parallele vorzeitige Mobilisierung des PCI-Teams konnte im Vergleich zur Kontrollgruppe die sogenannte „Door-To-Needle-Time“ um mehr als eine Stunde verkürzt[76, 77, 85] und somit die Leitlinien erfüllt werden. Die Leitlinien für kardiopulmonale Reanimation und kardiovaskuläre Notfälle der American Heart Association empfehlen bereits die Durchführung eines präklinischen 12-Kanal-EKGs in urbanen Paramedic-Systemen.[118] Insbesondere Regionen, in denen die präklinischen Rettungsdienste nicht mit Notärzten oder qualifizierten Paramedics besetzt sind, könnten von telemedizinischen Anwendungen profitieren.[86]

4.3.4 Telemedizinische Verfahren zur akuten Schlaganfall-Versorgung

Klinischer Rahmen

Die eingeschlossene Literatur zeigt, dass telemedizinische Verfahren zur Versorgung von Schlaganfall-Patienten bereits im Rahmen präklinischer[92, 95, 100], interklinischer[88, 90, 93, 94, 96, 97, 99] und intraklinischer Notfall-Settings[89, 91, 98, 101] angewendet werden. Die teleärztliche Fachexpertise wird dabei fast ausschließlich durch erfahrene Neurologen - meist Schlaganfall-Experten - geleistet, da die klinische Evaluierung von Schlaganfall-Patienten und darauffolgende Therapieentscheidungen eine hohe klinisch-neurologische Erfahrung und Fachexpertise verlangen.[119]

Die Durchführung einer neurologischen Fernuntersuchung via TM durch einen Teleneurologen[89, 91, 98, 101] wurde beispielsweise in einem intraklinischen Rahmen erfolgreich getestet. Dabei führt der Teleneurologe die Untersuchung entweder alleine[91] mit dem entfernten Patienten durch oder erhält bei der Untersuchungsausführung am Patienten Unterstützung durch einen weiteren Arzt[98], Medizinstudenten[89] oder medizinischen Laien[101].

Im Rahmen der präklinischen Notfallversorgung kann das Rettungsdienstpersonal von RTWs, Rettungsassistenten[95] bzw. Paramedics[92, 100], bei der medizinischen Erstversorgung von Schlaganfall-Patienten durch einen Teleneurologen unterstützt werden.

Das heutzutage am weitesten verbreitete Notfall-Setting einer telemedizinisch gestützten Schlaganfall-Versorgung scheint der interklinische Rahmen. Durch eine telemedizinische

Vernetzung von Krankenhäusern[88, 90, 93, 94, 96, 97, 99] werden insbesondere Ärzte ländlicher Kliniken, die über geringe neurologische Fachexpertisen verfügen, durch Schlaganfall-erfahrene Neurologen einer Stroke Unit bei der Patienten-Versorgung unterstützt. Die Fernbeurteilung von Schlaganfall-Patienten via TM durch neurologische Experten einer Stroke Unit wird heute zunehmend in neurologisch unterversorgten Regionen genutzt.[120]

Telemedizinisch gestützte Notfallmaßnahmen

Die Umsetzung einer telemedizinisch gestützten neurologischen Fernuntersuchung durch einen Teleneurologen wurde in allen eingeschlossenen Studien im Rahmen der akuten Schlaganfall-Versorgung durchgeführt. So werden in der Literatur telemedizinische Verfahren beschrieben u.a. Bewusstsein, Pupillen, Motorik, Sensibilität, Seitenzeichen, Sprache und Reflexe über die Entfernung zu untersuchen. Dabei basiert die telemedizinische neurologische Untersuchung stets auf verschiedenen standardisierten Schlaganfall-Skalen. Monte et al.[92] demonstrieren z.B. die Umsetzung einer neurologischen Fernuntersuchung auf der Grundlage der meist genutzten „National Institutes of Health Stroke Scale“ (NIHSS).

Neben der neurologischen Fernuntersuchung werden im Rahmen der präklinischen Schlaganfall-Versorgung zudem Vitalparameter (EKG, NIBP, SpO2) telemedizinisch überwacht und Entscheidungen bezüglich der Triage telemedizinisch unterstützt. Darüber hinaus werden die Dokumentation präklinisch erhobener Untersuchungsbefunde, die Aufnahme des Patienten in der Klinik sowie auch die weiterführende intraklinische Diagnostik und Therapie telemedizinisch veranlasst, noch bevor der Patient die Klinik erreicht.[92, 95, 100] Weitere Notfallmaßnahmen, die für die Versorgung akuter Schlaganfälle bereits telemedizinisch gestützt werden, beinhalten die Anamneseerhebung, die Auswertung von CT- und Ultraschallbildern, Empfehlungen bezüglich weiterführender Diagnostik und Therapie sowie die Indikationsstellung einer Thrombolyse.[88, 90, 93, 94, 96, 97, 99]

Über die eingeschlossene Literatur kann festgehalten werden, dass im Rahmen der präklinischen Schlaganfall-Versorgung die überwiegende Mehrzahl der in den Leitlinien vorgegebenen Maßnahmen (siehe Maßnahmenkatalog im Anhang C) bereits mit telemedizinischen Verfahren umgesetzt wird. Darüber hinaus werden auch relevante innerklinische Maßnahmen, z.B. CT-Auswertungen oder Lyse-Indikationen, Leitlinien-gerecht telemedizinisch unterstützt.

Bei genauerer Betrachtung fällt jedoch auch auf, dass für einige Leitlinien-konforme Maßnahmen der präklinischen Schlaganfall-Versorgung keine explizite Beschreibung einer telemedizinischen Umsetzung in der eingeschlossenen Literatur zu finden ist. Dies betrifft für die Versorgung von Schlaganfall-Patienten durchaus relevante Maßnahmen, wie das Legen eines

i.v.-Zuganges, die Blutzuckerbestimmung, die Temperaturmessung oder Sauerstoff-Gabe. Auch hier kann davon ausgegangen werden, dass diese Maßnahmen im Rahmen der Studien u.a. durch das medizinische Personal vor Ort übernommen und die Ergebnisse per Videokonferenz an den Teleneurologen weitergeleitet wurden. Grundsätzlich sind diese Maßnahmen bei Vorhandensein der geeigneten Telemedizintechnik ohne weiteres telemedizinisch umsetzbar, wie beispielsweise im Rahmen der telemedizinisch gestützten Trauma-Versorgung beschrieben wurde.[69, 72]

Telemedizinische und kommunikationstechnische Gestaltung

Die Audio-Video-Kommunikation in Form einer Videokonferenz scheint für das telemedizinische Management akuter Schlaganfälle von besonderer Relevanz.[89-93, 95, 97, 100] Für die Fernbeurteilung akuter Schlaganfall-Patienten durch neurologische Experten, insbesondere für die Durchführung der neurologischen Fernuntersuchung und das Erheben eines Neuro-Status, ist die simultane und bidirektionale Übertragung von Audio- und Videodaten essentiell. Sie hat sich als verlässliches Instrument erwiesen, neurologische Defizite infolge eines Schlaganfalls zu diagnostizieren.[89, 98]

Es konnte jedoch auch gezeigt werden, dass die Ausführung einer neurologischen Untersuchung durch medizinische Laien über bloße telefonische Instruktionen (Audio-Kommunikation) und die nachfolgende Auswertung eines Neurologen möglich ist.[101]

Die Audio-Video-Kommunikation hat sich auch im Hinblick auf die Indikationsstellung einer Lyse als effektives Kommunikationsverfahren erwiesen und scheint dabei der bloßen Audio-Kommunikation überlegen. Zwar wurden in der randomisierten kontrollierten Studie von Demaerschalk et al.[96] sowohl über eine Videokonferenz als auch über Audio-Kommunikationsverfahren richtige Therapieentscheidungen getroffen, jedoch hatte das Studiendesign nicht genügend Aussagekraft, einen Unterschied zwischen beiden Kommunikationstechniken festzumachen. Meyer et al. kamen in ihrer randomisierten, kontrollierten, doppelblinden Studie zu dem Ergebnis, dass die richtige Entscheidung hinsichtlich einer Lyse häufiger über VKS als über bloße Audio-Kommunikation getroffen wurde.[97] So stützen auch Literaturreviews zu diesem Thema die Überlegenheit der Audio-Video-Kommunikation gegenüber der Audio-Kommunikation.[119-121] Durch die Visualisierung des Patienten sind die Teleneurologen nicht auf die verbale Schilderung von Untersuchungsergebnissen anderer angewiesen, sondern können selbst eine neurologische Untersuchung via TM durchführen und eigenständig den Neurostatus erheben.

Wie bereits beschrieben, erfordern Videokonferenzsysteme zur Kommunikation einen PC, die entsprechende Software, die Installation von Mikrophonen und Kameras als Eingabegeräte sowie

Bildschirm und Lautsprecher als Ausgabegeräte.[90, 92-94, 98, 100] Zur Übertragung der audiovisuellen Daten wird eine Internetverbindung[90, 91, 94, 96-98] oder das Mobilfunknetz[91, 92, 100] benötigt.
Für die neurologische Fernbeurteilung der Schlaganfall-Patienten und das Festlegen der geeigneten Therapie, insbesondere einer Lyse, können zusätzlich CTs an den Tele-Neurologen bzw. -Radiologen[88, 90, 93, 94, 96-99] übermittelt werden. Auch die Übertragung von Magnetresonanztomographien[88, 99], Ultraschallaufnahmen[94] oder Vitalparametern[89, 92] an den Tele-Neurologen ist möglich.
Als verbesserungswürdig gilt hingegen die Qualität des Datentransfers. Die Beseitigung häufiger technischer Probleme sollte angestrebt werden.[89, 92] Auch die Notwendigkeit eines kontinuierlichen Anwendungstrainings der Telemedizintechnik und die Unabdingbarkeit regelmäßiger medizinischer Fortbildung werden in der Fachliteratur immer wieder betont.[88, 90, 94, 99]

Klinischer Effekt der Telemedizin

Diverse Studien[89, 91, 92, 98, 100] demonstrieren, dass eine neurologische Fernuntersuchung via TM durch einen Tele-Neurologen nicht nur durchführbar, sondern auch zuverlässig ist. So hat sich die Ausführung einer neurologischen Untersuchung durch einen erfahrenen Neurologen auf der Basis standardisierter Schlaganfall-Skalen über eine Videokonferenz als valides Instrument zur klinischen Evaluierung von Patienten mit Verdacht auf Schlaganfall erwiesen. Die Untersuchungsergebnisse der telemedizinischen im Vergleich zur konventionell am Patientenbett durchgeführten neurologischen Untersuchung zeigen statistisch gesehen keine signifikanten Unterschiede und liefern zum Teil sogar exzellente Übereinstimmungen.
Telemedizinische Anwendungen im präklinischen Setting besitzen das Potenzial, die klinische Beurteilung akut aufgetretener neurologischer Symptome zu verbessern und die Triage der Schlaganfall-Patienten in dem engen Zeitfenster der Lyse-Tauglichkeit zu beschleunigen.[120, 121]
In der Studie von LaMonte et al. konnte z.B. durch die telemedizinische neurologische Untersuchung während des präklinischen RTW-Transportes die durchschnittliche Zeit bis zur Behandlung der Schlaganfall-Patienten von 33 Minuten auf 17 Minuten verkürzt werden [100].
Auch Ziegler et al.[95] belegen, dass die Anwendung mobiler Computertechnologien für die digitale Übertragung präklinisch erhobener Befunde an die Zielklinik bzw. Stroke Unit eine Beschleunigung der innerklinischen Prozesse nach sich zieht. So wurde die Zeit bis zum Erhalt des CTs von 32 auf 16 Minuten halbiert, die Zeit bis zur Lyse von 61 auf 38 Minuten verkürzt. Ein weiterer positiver Effekt der TM stellte die Steigerung der Lyse-Rate von 6,1 auf 11,2 Prozent dar. Hurwitz et al.[101] demonstrieren, dass sogar untrainierte medizinische Laien auf

Grundlage der *Cincinnati Prehospital Stroke Scale* (CPSS) präzise die Symptome eines Schlaganfalls identifizieren können, wenn sie durch einen Neurologen telefonisch angeleitet werden und die Untersuchungsergebnisse entsprechend an ihn zurückleiten. Auch dieses Verfahren birgt Potenzial, um die präklinische Triage von Schlaganfall-Patienten in dem zeitlich begrenzten Fenster der Lyse-Fähigkeit zu beschleunigen. Telemedizinische Anwendungen in der pNV besitzen das Potenzial, Evidenz-basierte Schlaganfall-Therapiekonzepte zu fördern, jedoch ist die wissenschaftliche Evidenz auf diesem Gebiet noch nicht ausreichend und weitere Studien wären notwendig.[120]

Ein verbessertes klinisches Outcome von Schlaganfall-Patienten ist bereits erwiesen, wenn telemedizinische Verfahren mit dem Stroke-Unit-Konzept kombiniert und in gut organsierte Schlaganfall-Netzwerke integriert werden.[120] Eine große Anzahl der Studien belegt den Nutzen der TM für die Schlaganfall-Versorgung in ländlichen und neurologisch unterversorgten Krankenhäusern.[88, 90, 93, 94, 96, 97, 99] Das Einholen von neurologischem Expertenwissen einer Stroke Unit über eine telefonische Konsultation oder Videokonferenz hilft dabei, die klinische Einschätzung akuter Schlaganfall-Patienten zu verbessern.[93] Meyer et al.[97] zeigen, dass TM wirksam ist, akute medizinische Therapie-Entscheidungen zu fällen, und dabei der telefonischen Konsultation überlegen ist. Eine durch erfahrene Neurologen durchgeführte Videokonferenz-basierte Untersuchung mit anschließender CT-Auswertung hilft, die Lyse-Applikation in neurologisch unterversorgten Krankenhäusern zu erleichtern.[94] Audebert et al.[88] belegen, dass eine durch erfahrene Schlaganfall-Experten telemedizinisch indizierte Lyse sicher appliziert werden kann. Auch Hess et al.[90] zeigen, dass eine Lyse in ländlichen Krankenhäusern mit telemedizinischer Unterstützung darüber hinaus auch schnell appliziert werden kann. Durch die telemedizinische Einbeziehung von Schlaganfall-Experten werden richtige Therapie-Entscheidungen gefördert und insgesamt mehr Lysen durchgeführt.

Grundsätzlich unterstreichen die eingeschlossenen Studien die Effektivität gut organisierter und strukturierter Telemedizin-Netzwerke, um Schlaganfall-Expertenwissen in ländlich abgelegene Gebiete mit geringer Schlaganfall-Expertise auszubreiten.[96]

4.4 Mögliche Gestaltung einer Leitlinien-gerechten tpNV

Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit zeigen, dass bereits eine Reihe technischer und organisatorischer Verfahren existieren, die eine telemedizinische Umsetzung relevanter Notfallmaßnahmen ermöglichen.

Nach der Ermittlung der häufigsten Notfälle im RD (Kapitel 3.1) und Erfassung der Leitlinien-getreuen pNV dieser (Kapitel 3.2) sowie der Ermittlung und Analyse aktueller Verfahren der

telemedizinischen Notfallversorgung (Kapitel 3.3) kann eine mögliche Gestaltung der tpNV ausgewählter Indikationen theoretisch hergeleitet werden. Die Notwendigkeit weiterführender praktischer Studien steht dabei außer Frage.

Am Beispiel des ACS soll an dieser Stelle exemplarisch gezeigt werden, wie eine möglichst Leitlinien-gerechte Gestaltung einer tpNV ohne Notarzt vor Ort konkret aussehen könnte und welche technischen und organisatorischen Komponenten hierfür notwendig wären. Die zur pNV des ACS laut Leitlinien empfohlenen Maßnahmen können im Vergleich hierzu der Tabelle 10 entnommen werden.

4.4.1 Potenzielles Szenario einer tpNV im RD am Beispiel des ACS

Mit dem Einsatzstichwort „*akuter Brustschmerz*“ werden ein RTW-Team und ein NEF von der zuständigen Rettungsleitstelle zu einem Notfall in die 20 km entfernte Provinz ausgesandt. Sämtliche Einsatz-relevanten Informationen (Einsatzstichwort, Einsatzort etc.) werden im Rahmen der *Disposition der Rettungsmittel* (RTW, NEF) digital an den RTW und das NEF übersandt. Der Versuch, den NEF zu disponieren, gelingt jedoch nicht, da sich alle zuständigen Fahrzeuge im Einsatz befinden, so dass die Rettungsleitstelle das zuständige *Telemedizinzentrum* kontaktiert und auch dieses mit den bekannten *Einsatzinformationen digital* versorgt.

Bei der *Ankunft am Notfallort* findet das RTW-Team (Rettungsassistent und Rettungssanitäter) einen adipösen 64-jährigen Patienten in seinem häuslichen Umfeld vor, der über starke retrosternale Schmerzen verbunden mit Übelkeit, Dyspnoe und einem thorakalen Engegefühl klagt. Nach Erheben der *Kurzanamnese* (Erstereignis, Vorerkrankungen, Risikofaktoren etc.) ergreift der Rettungsassistent (RA) erste *Basismaßnahmen* am Notfallpatienten, während der Rettungssanitäter (RS) die Anamnesedaten und alle durchgeführten Maßnahmen im Notfallprotokoll über ein digitales Eingabegerät (z.B. PDA, Smart-Phone, Tablet-PC) dokumentiert: *30° Oberkörperhochlagerung*, *Immobilisation und Beruhigung, Gabe von Sauerstoff (4-6 l/Min) über eine Nasensonde*, *Anlage von Blutdruckmessgerät, Pulsoxymeter und 12-Kanal-EKG, Gabe von zwei Hüben (0,8 mg) Nitroglycerin*, *Legen eines i.v.-Zuganges* und *Blutentnahme.*

Der RS beginnt mit der Schaltung einer *Videokonferenz* zum Telemedizinzentrum, wo sich bereits ein Kardiologe am telemedizinischen Arbeitsplatz eingefunden hat. Der RS übersendet dem Tele-Kardiologen alle dokumentierten Einsatzdaten und bereits erhobenen Vitalparameter des Patienten *(NIBP, Puls, SpO2, 12-Kanal-EKG*).

Der Tele-Kardiologe stellt sich den Patienten an seinem Monitor durch eine fernsteuerbare Kamera ein und sieht einen blass und kaltschweißig wirkenden Patienten. Er tauscht relevante

Informationen mit dem RTW-Team und dem Patienten per Videokonferenz aus und analysiert parallel dazu die übermittelten Vitalparameter sowie das 12-Kanal-EKG (per Mobilfunk) auf seinem Monitor: *Blutdruck: 145/105 mmHg, Puls: 100/Minute, SpO2: 98%, 12-Kanal-EKG: sichtbare ST-Hebungen in den Ableitungen II, III, aVF.*

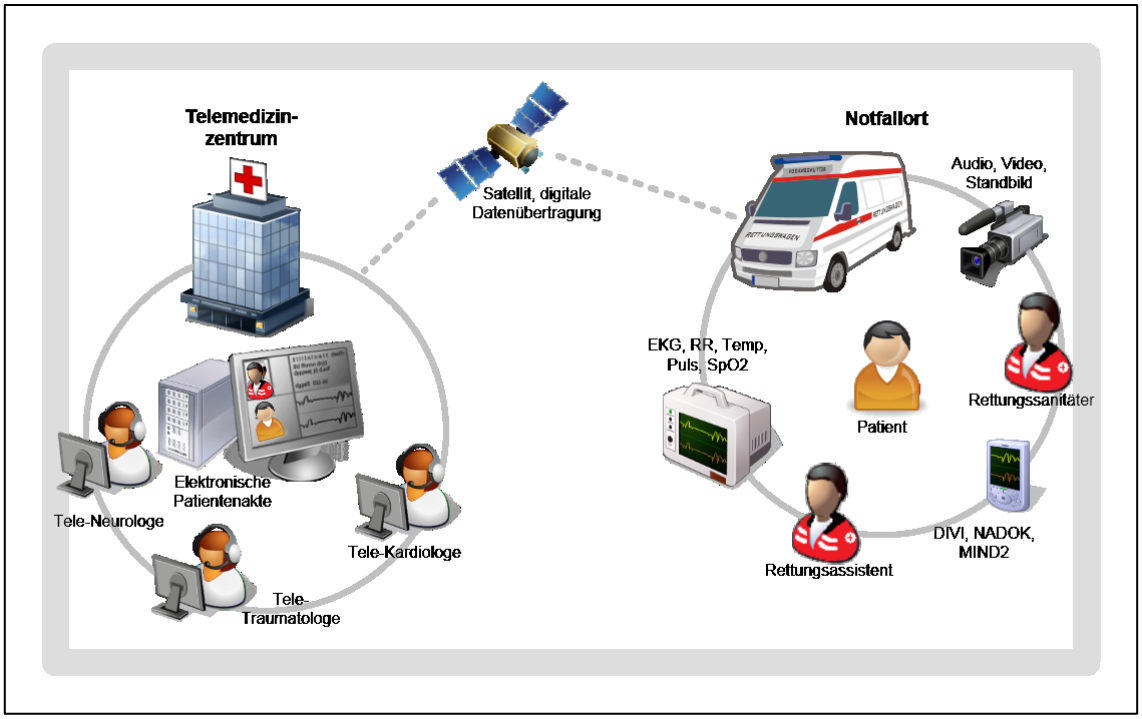

Abbildung 13: Basale Komponenten eines TMS für eine tpNV im Rettungsdienst

Nach der Auswertung des Tele-12-Kanal-EKGs besteht für den Kardiologen kein Zweifel an der *Diagnose* eines akuten *STEMI*. Auch kann er so andere Differentialdiagnosen ausschließen. Zusätzlich ordnet er dem RA die Auskultation von Herz- und Lunge mittels eines digitalen Stethoskops an. Der Auskultationsbefund wird als Audio-Datei direkt an den PC des Kardiologen übermittelt. Nach der Auswertung des unauffälligen Auskultationsbefundes ordnet der Tele-Arzt nach gründlichem Abwägen schließlich die Gabe folgender Medikamente an: *500 mg Acetylsalicylsäure i.v.*, *300 mg Clopidogrel p.o.*, *5000 IE Heparin i.v.*, *5 mg Morphin i.v.*, *10 mg Metoclopramid i.v.*, *5 mg Metoprolol i.v.*

Das RTW-Team appliziert die teleärztlich angeordneten Medikamente unter Reanimationsbereitschaft, während der Kardiologe dies per Videokonferenz und Monitoring der *Vitalparameter kontinuierlich* überwacht und die angeordneten Maßnahmen digital *dokumentiert*. Ferner meldet der Tele-Kardiologe den Patienten in der nächstgelegenen PCI-Klinik an. Sowohl Tele-Kardiologe als auch RTW-Team ergänzen abschließend das *digital erfasste Notfallprotokoll* und übersenden dies an die ausgewählte Zielklinik. Nach der

Stabilisierung des Patienten beginnen die RS mit dem Transport in die entsprechende Klinik, welche sich für das Eintreffen des Patienten und eine Koronarintervention bereithält.
Die Abbildung 13 soll noch einmal schematisch illustrieren, welche basalen technischen und organisatorischen Komponenten eines Telemedizinsystems für eine möglichst Leitlinien-konforme tpNV im Rettungsdienst erforderlich sind.

4.4.2 Leitlinien-konforme tpNV - Potenzial, Schwierigkeiten und Voraussetzungen

Anhand des beschriebenen Notfallszenarios soll illustriert werden, dass es theoretisch auch ohne verfügbaren Notarzt vor Ort mit entsprechenden telemedizinischen Verfahren möglich ist, eine Leitlinien-konforme tpNV des ACS im RD umzusetzen. Ähnlich ließe sich anhand der Ergebnisse dieser Arbeit eine tpNV anderer Indikationen herleiten. Eine konkrete Umsetzbarkeit dieser theoretischen Herleitung gilt es zweifellos durch weiterführende praktische Studien zu testen und zu evaluieren.
Bei der Durchführung notfallmedizinischer Basismaßnahmen ist, wie im dargestellten Szenario veranschaulicht, erfahrenes RD-Personal zunächst nicht zwingend auf eine (tele-)ärztliche Expertise angewiesen. Der Zugewinn des Einsatzes neuer IKT ergibt sich hier vor allem durch eine verbesserte Dokumentation und schnellere Informationsübermittlung zwischen allen beteiligten Instanzen der (prä-)klinischen Notfallabwicklung. So kann fatalen Zeitverzögerungen in der pNV entgegengewirkt werden, was u.a. in Studien des Projektes NOAH nachgewiesen wurde.[1, 28] Das Verhindern häufig auftretender Zeitverluste im Rahmen der pNV kann bereits zur Erfüllung von Leitlinien beitragen, die eine möglichst kurze Interventionszeit nach Beginn der Beschwerdesymptomatik fordern. Gerade im Rahmen der präklinischen Schlaganfall- und ACS-Versorgung konnten durch den Einsatz von TM die Reperfusionszeiten in zahlreichen Studien erheblich verkürzt und somit die Prognose der Notfallpatienten hinsichtlich Mortalität und Morbidität verbessert werden.[76, 77, 86, 95, 100, 120, 121]
Ein wesentlicher Vorteil der tpNV besteht darin, dass durch die Tele-Präsenz eines Arztes der jeweils notfallspezifischen Fachdisziplin auch ohne verfügbaren Notarzt vor Ort das Einbeziehen einer hohen medizinischen Kompetenz in den Versorgungsprozess gewährleistet werden kann. Mit Hilfe der simultanen audio-visuellen Anleitung und Überwachung des Tele-Arztes können auch nicht-ärztliche Hilfspersonen ärztliche Maßnahmen an Notfallpatienten durchführen sowie medizinische Messgeräte anlegen, die nach Aufzeichnung und Übermittlung der Parameter dem Arzt wiederum eine Befundung, (Differential-)Diagnostik sowie ein therapeutisches Abwägen und Anordnen über die Ferne ermöglichen. Auf diese Weise lässt sich bis zu einem gewissen Grad eine präklinische Versorgung ermöglichen, die sich an EbM bzw. Leitlinien orientiert und

ärztliche Notfallmaßnahmen einschließt. Am Beispiel des ACS konnte dies, anhand des geschilderten Notfallszenarios, demonstriert werden.

Die Fachliteratur zeigt, dass sowohl medizinisches Hilfspersonal (Pflegepersonal, Rettungssanitäter, Paramedics)[65, 69, 71, 75-81, 85-87, 92, 95, 100] als auch medizinische Laien[72, 101] in der Lage sind, ärztliche Notfallmaßnahmen auszuführen, sofern sie entsprechend dazu angeleitet werden. Ob eine pNV via TM grundsätzlich Leitlinien-konform durchführbar ist, hängt von vielen verschiedenen Faktoren und der Gestaltung der tpNV ab. Dabei spielen u.a. das Notfall-Setting, der Notfall selbst, die erforderlichen Notfallmaßnahmen und deren Komplexität, das medizinische Kompetenzniveau der Hilfsperson vor Ort sowie auch die Verfügbarkeit entsprechend notwendiger Medizin- und TM-Technik eine wesentliche Rolle. Beispielsweise ist die Möglichkeit, einem Patienten potente Leitlinien-konforme Medikationen zu applizieren, zum einen stark davon abhängig, ob die nötigen Medikamente und die Ausrüstung zum Legen eines i.v.-Zuganges am Notfallort verfügbar sind, und zum anderen, ob die Hilfsperson überhaupt dazu in der Lage ist (ggf. unter Anleitung), einen i.v.-Zugang zu etablieren. Dies wiederum hängt sowohl von der manuellen Geschicklichkeit bzw. den Fertigkeiten der Ersthelfer als auch der didaktischen Fähigkeit des Tele-Arztes und nicht zuletzt der Qualität der Telemedizintechnik ab.

Betrachtet man, wie im oben beschriebenen Notfallszenario, den Einsatz von TM im RD, ergibt sich aus dem medizinischen Kompetenzniveau und den Erfahrungswerten des RD-Personals ein breites Spektrum an Möglichkeiten, ärztliche Maßnahmen unter tele-notärztlicher Supervision an Paramedics, Rettungsassistenten und ggf. Rettungssanitäter zu delegieren und somit eine Leitlinien-konforme pNV auch ohne verfügbaren Notarzt vor Ort zu gewährleisten. Durch die Tele-Präsenz bzw. -Kompetenz eines Notarztes kann zum einen die Betrachtung von Kontraindikationen, Risiken, Wechselwirkungen etwaiger Interventionen oder Applikationen gewährleistet werden und zum anderen das RD-Personal dazu ermutigt werden, (lebens-) entscheidende Maßnahmen zu ergreifen. Unabhängig von der verfügbaren TM-Technik sollte das RD-Personal regelmäßig in der Ausführung entsprechender Maßnahmen geschult werden. Unbedingt erforderlich ist es in diesem Zusammenhang, die Frage der Haftung im Schadensfall intensiv zu diskutieren.

Durch das Einbeziehen der Telemedizintechnik in die pNV und das Delegieren ärztlicher Maßnahmen an nicht-ärztliches Personal kommt es zwangsläufig zur Veränderung im herkömmlichen medizinischen Versorgungsprozess. Dabei darf es bei der Versorgung insbesondere vital bedrohter Patienten unter keinen Umständen zu Störungen oder Verzögerungen kommen. Unverzichtbare Voraussetzungen hierfür stellen absolute Zuverlässigkeit und maximale Datenqualität der Telemedizintechnik dar. Die angewandten

Telemedizinsysteme sollten für alle Anwender einfach und intuitiv zu bedienen sein. Darüber hinaus sollten alle TM-Nutzer mit der Technik vertraut sein und regelmäßig in deren Anwendung geschult werden. Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurden auf der Grundlage wissenschaftlicher Fachliteratur technische und organisatorische Möglichkeiten dargestellt, mittels telemedizinischer Verfahren eine möglichst Leitlinien-konforme pNV umzusetzen. Die Arbeit sollte demnach als theoretischer Ansatz verstanden werden. Weiterführende praktische Tests und klinische Studien, die mögliche Prozesse einer tpNV evaluieren, sind zwingend erforderlich, um telemedizinische Leitlinien, die sich an EbM orientieren, zu etablieren.

4.5 Anforderungen an eine tpNV

Mit dem Ziel, eine neue Versorgungsstruktur zu schaffen, die eine möglichst Leitlinien-gerechte („tele“-)ärztliche präklinische Notfallversorgung von Patienten in der Ferne ermöglichen bzw. unterstützen soll, wurden aus den Ergebnissen dieser Dissertation allgemeine Anforderungen an die Gestaltung einer tpNV abgeleitet.

Diese Anforderungen, die schließlich nachfolgend aufgeführt werden, sollen eine erste Grundlage darstellen, die notfallmedizinische Versorgung via TM beispielsweise im Rahmen von Testreihen oder randomisierten kontrollierten Studien praktisch zu proben und zu evaluieren. Weiterführende klinische Studien und Evaluierungen werden unbedingt benötigt, um geeignete Verfahren einer telemedizinischen Notfallversorgung zu eruieren und zu bewerten. Nur durch eine strenge klinische Evaluierung im Sinne einer Evidenz-basierten Medizin kann die Telemedizin wie jede neue medizinische Interventionsform auch in die Regelversorgung integriert werden.[110]

4.5.1 Indikationen für eine tpNV

Ein telemedizinischer Arbeitsplatz zur Versorgung präklinischer Notfälle in der Ferne sollte personell und technisch so ausgestattet werden, dass ausgehend von ihm auf ein möglichst breites Notfallspektrum reagiert werden kann. Insbesondere sollte eine telemedizinische Notfallversorgung der häufigsten Notfälle gewährleistet werden können.

Das Gesamtdiagnosespektrum der Abbildung 12 stellt die häufigsten Notfälle vier deutscher RD-Träger und ihre durchschnittliche Verteilung dar. Insgesamt waren die hier erfassten Diagnosen für durchschnittlich 86,6% der Notarzteinsätze der eingeschlossenen RD-Träger eines Kalenderjahres verantwortlich und können orientierend zur Ableitung von Indikationen für eine tpNV herangezogen werden. Die häufigsten Notfälle stellen hier (sonstige) Verletzungen (22,6%), das ACS (12,1%), TIA/Insult/Blutung (7,0%) und das SHT (5,7%) dar. Diese

Diagnosen waren zusammengenommen für durchschnittlich knapp die Hälfte der Notarzteinsätze eines Jahres verantwortlich.

4.5.2 Bedarf telemedizinisch umzusetzender Notfallmaßnahmen

Eine telemedizinisch gestützte Notfallversorgung sollte sich genau wie die konventionelle Notfallversorgung am Anspruch einer Evidenz-basierten Medizin orientieren. Da es der TM überwiegend noch an Merkmalen Evidenz-basierter Medizin mangelt[7, 109, 110], wurde im Rahmen dieser Arbeit ein Katalog von Notfallmaßnahmen erarbeitet, der auf anerkannten Leitlinien bzw. Algorithmen der präklinischen Notfallversorgung der zuvor abgeleiteten Indikationen basiert.

Dieser Maßnahmenkatalog, der dem Anhang C entnommen werden kann, erfasst sämtliche Notfallmaßnahmen, die laut Leitlinien zur präklinischen Versorgung einzelner Notfälle empfohlen werden. Folglich repräsentiert er das Spektrum medizinischer Maßnahmen, das auch im Rahmen einer tpNV mittels telemedizinischer Verfahren zu realisieren sein sollte.

Er könnte eine Grundlage bilden, um die telemedizinische Umsetzung einzelner Notfallmaßnahmen bzw. telemedizinische Versorgung einzelner Notfälle beispielsweise im Rahmen von Simulationsreihen durch verschiedene Telemedizinverfahren zu testen.

4.5.3 Anforderungen an telemedizinische Verfahren zur Unterstützung der Notfallversorgung

Anforderung an den Tele-Arzt

Der telemedizinische Arbeitsplatz sollte mit einem erfahrenen Notarzt besetzt sein, der dazu befähigt ist, eine klinische Ersteinschätzung bzw. -Einordnung von Notfällen vorzunehmen.

Darüber hinaus sollten bei Bedarf erfahrene Fachärzte der notfallspezifischen Fachdisziplinen (erfahrene Unfallchirurgen, Kardiologen, Neurologen etc.) an den Arbeitsplatz hinzugezogen werden können, um mit ihrer Fachexpertise spezielle Diagnose- und Therapiemaßnahmen anordnen bzw. anleiten zu können, Befunde auswerten, differentialdiagnostische Überlegungen anstellen oder Empfehlungen bezüglich der Triage geben zu können.

Alle Ärzte, die ausgehend vom telemedizinischen Arbeitsplatz Notfälle in der Ferne mit betreuen, sollten mit der entsprechenden Telemedizintechnik vertraut sein.

Anforderungen an Hilfspersonen am Notfallort

Die Fachliteratur zeigt, dass unter bestimmten Umständen sogar der Patient selbst dazu in der Lage ist, teleärztlich angeordnete Maßnahmen an sich durchzuführen.[82, 84, 91] In der überwiegenden Zahl der Fälle ist jedoch eine Hilfsperson am Notfallort unerlässlich, um die teleärztlich angeordneten Notfallmaßnahmen am Patienten umzusetzen. Die Ergebnisse zeigen,

dass sowohl medizinisches Hilfspersonal (Pflegepersonal, Rettungssanitäter, Paramedics) als auch medizinische Laien[72, 101] dazu in der Lage sind, ärztliche Notfallmaßnahmen auszuführen, sofern sie entsprechend teleärztlich angeleitet werden. Ein erforderliches Mindestmaß medizinischer Kompetenz bzw. Fertigkeiten dieser Hilfsperson ist insbesondere von der Komplexität der durchzuführenden Maßnahmen und der zur Verfügung stehenden telemedizinischen Kommunikations- und Medizintechnik ab. Für regelmäßige Anwender der Telemedizintechnik stellt die Vertrautheit mit dem entsprechend verfügbaren TMS und ein kontinuierliches Anwendungstraining auch für die Hilfsperson vor Ort eine unverzichtbare Voraussetzung dar.[88, 90, 94, 99]

Anforderungen an die telemedizinischen Kommunikationsverfahren

Im Rahmen der tpNV sollten insbesondere synchrone Kommunikationsverfahren in Echtzeit Anwendung finden, da eine schnelle und korrekte klinische Ersteinschätzung des Patienten und daraus resultierende Diagnose- und Therapieentscheidungen von besonderer Relevanz sind.[9]

Die Überlegenheit der bidirektionalen Audio-Video-Kommunikation gegenüber der alleinigen Audio-Kommunikation für die präklinische Erstversorgung medizinischer Notfälle wurde in mehreren Studien demonstriert[66, 67, 119-121] und sollte folglich angestrebt werden. Der simultane bidirektionale Austausch auditiver und visueller Informationen im Rahmen einer Videokonferenz ermöglicht nicht nur eine verbale Kommunikation aller an der Notfallversorgung beteiligten Personen, sondern auch die Visualisierung und Überwachung des Notfallpatienten, die Durchführung einer klinischen Untersuchung oder das Erheben von Inspektionsbefunden durch den Tele-Arzt, ausgehend vom telemedizinischen Arbeitsplatz.

Als Kommunikationsverfahren für den Erstkontakt der an der Notfallversorgung beteiligten Personen hat sich auch Audio-Kommunikation via (Mobil-)Telefon bewährt.[88, 94, 99] Für das Versenden dokumentierter Untersuchungsprotokolle empfiehlt sich ein digitaler Datentransfer via Internet.[95]

Anforderungen an die Telemedizinsysteme

Für eine telemedizinisch gestützte Notfallversorgung haben sich insbesondere Videokonferenzsysteme für eine bidirektionale audio-visuelle Kommunikation in Echtzeit zwischen telemedizinischem Arbeitsplatz und Notfallort als nützlich erwiesen. Zur Übertragung der audiovisuellen Daten wird eine Breitbandinternetverbindung[90, 91, 94, 96-98] oder das Mobilfunknetz[91, 92, 100] benötigt.

Die Videokonferenzsysteme erfordern einen PC, eine entsprechende Software, die Installation von Mikrophonen und Kameras als Eingabegeräte sowie Bildschirm und Lautsprecher als

Ausgabegeräte.[90, 92-94, 98, 100] Insbesondere haben sich mobile Videokonferenzsysteme, die vor Ort bewegt werden können, für die pNV bewährt.[65, 66, 70, 72, 73] Diese sollten aus einer oder mehreren Kamera(s) mit Zoom- und Schwenkfunktion bestehen, die im besten Fall durch den Tele-Arzt aus der Ferne bedient und eingestellt werden können, um ihm so eine optimale Fern- und Naheinstellung des Patienten zu ermöglichen.[67, 68, 73] Mikrophone und Lautsprechanlagen, Kopfhörer bzw. integrierte Head-Sets als akustische Ein- und Ausgabegeräte sind sowohl am Notfallort als auch am telemedizinischen Arbeitsplatz (TA) erforderlich. Der Tele-Arzt sollte an seinem PC die audiovisuellen Patienteninformationen über einen Monitor und Lautsprecher bzw. Kopfhörer empfangen und auswerten können, um folglich ärztliche Handlungsanweisungen geben zu können.

Die Zuverlässigkeit der Telemedizintechnik stellt eine unabdingbare Voraussetzung für die telemedizinisch gestützte Versorgung vital bedrohter Patienten dar. Insbesondere gilt es die bisher immer wieder aufgetretenen technischen Probleme zu beseitigen und eine maximale Qualität des Datentransfers sicherzustellen.[89, 92] Gerade in kritischen Notfallsituationen darf die Technik keine zusätzlichen Probleme aufwerfen, sondern muss die Patientenversorgung maximal unterstützen. Die Benutzeroberfläche der Telemedizintechnik sollte daher so gestaltet sein, dass sie für die Anwender intuitiv und einfach zu bedienen ist. Dieses Ziel ist nur durch umfangreiche praktikable Tests schon während der Entwicklung erreichbar.[38]

Erforderlicher Transfer medizinischer Daten

Dem Tele-Arzt sollten für eine möglichst optimale klinische Ferneinschätzung des Notfallpatienten neben den audiovisuellen Informationen noch weitere medizinische Patientendaten zur Verfügung gestellt werden.

Vorwiegend sollten am TA im Rahmen der Notfallversorgung die Überprüfung und das Überwachen der Vitalparameter sichergestellt werden. Insbesondere sollten Herzfrequenz (HF), Blutdruck (NIBP), EKG, Sauerstoffsättigung (SpO2), Temperatur und Blutzucker (BZ) des Patienten an den Tele-Arzt übertragen werden können.[66-69, 71, 72, 74] Die Voraussetzung hierfür bilden jeweils das Vorhandensein entsprechender medizintechnischer Messgeräte am Notfallort und eine Anschlussmöglichkeit derer an das Telemedizinsystem.

Bei Patienten mit V.a. ACS sollte darüber hinaus eine präklinische Aufzeichnung und Übertragung eines 12-Kanal-EKGs möglich sein[76-87] Die Aufzeichnung des EKGs kann über einen Defibrillator/Monitor[32, 66, 76-78, 86, 87] oder tragbaren EKG-Rekorder[79, 83, 84] erfolgen und über das Mobilfunknetz[76-79, 85-87] oder das gewöhnliche Telefonnetz[80-84] zur ärztlichen Auswertung an den TA übertragen werden.[76, 77, 85]

Ferner sollten für die Übermittlung von Auskultationsbefunden digitale Stethoskope am Notfallort vorhanden sein, die an das TMS angeschlossen werden können.[70]
Insbesondere für die Fernbeurteilung von Trauma- und Schlaganfall-Patienten und das Festlegen einer geeigneten Therapie essentiell, jedoch im präklinischen Rahmen schwer realisierbar, wäre die Übertragung radiologischer Bilder wie Röntgenaufnahmen, CTs und ggf. MRTs.[68, 70, 88, 90, 93, 94, 96-99] Eine telemedizinische Übertragung präklinischer Ultraschallaufnahmen ist möglich und wäre für eine bessere Diagnosestellung bei der Trauma- und Schlaganfall-Versorgung sehr hilfreich sowie grundsätzlich auch zur Einschränkung infrage kommender Differentialdiagnosen geeignet.[94, 122]

5 Zusammenfassung

Hintergrund: Die Telemedizin (TM) birgt auf dem Gebiet der Notfallmedizin eine Vielzahl von Potenzialen, um die Qualität der herkömmlichen präklinischen Notfallversorgung (pNV) zu verbessern sowie die Zugänglichkeit einer notärztlichen Versorgung auszuweiten. Vor dem Hintergrund knapper werdender Ressourcen im Gesundheitswesen besteht aktuell eine Tendenz, Telemedizinzentren einzurichten, die zukünftig telemedizinische Dienste für die Akutversorgung ferner Notfallpatienten erbringen sollen. Der Einsatz telemedizinischer Verfahren zur Unterstützung der pNV geht mit Veränderungen im herkömmlichen medizinischen Versorgungsprozess von Notfällen einher. Genaue Anforderungen an die Gestaltung einer telemedizinisch gestützten präklinischen Notfallversorgung (tpNV), insbesondere aus medizinischer Sicht, wurden bisher nicht definiert.

Ziel: Im Rahmen der Dissertation bestand das Ziel darin, allgemeine Anforderungen aus medizinischer Sicht an eine neue Notfallversorgungsstruktur abzuleiten, die es ermöglichen soll, eine („tele“-)notärztliche Versorgung von Patienten in der Ferne zu realisieren.

Methodik: Auf der Grundlage von internen Einsatzauswertungen fünf deutscher Rettungsdienstträger wurde zunächst die Häufigkeitsverteilung von Notfalldiagnosen im Rettungsdienst ermittelt, um daraus *Indikationen* für eine tpNV abzuleiten. Hierzu wurden die erhaltenen Originaldaten, die auf der Auswertung von insgesamt 459.363 Notarzteinsätzen basieren, zunächst einheitlich klassifiziert, entsprechend aufgearbeitet und nach der Häufigkeit (Jahresdurchschnittswert) einer gestellten Diagnose sortiert. Schließlich wurde ein Gesamtdiagnosespektrum erstellt, welches für die Ableitung von Indikationen einer tpNV herangezogen werden kann.

Das *Spektrum notfallmedizinischer Maßnahmen*, welches im Rahmen einer tpNV zu unterstützen sein sollte, wurde im Rahmen einer Literaturrecherche hinsichtlich Leitlinien und allgemeingültiger Algorithmen zur präklinischen Versorgung der zuvor abgeleiteten Indikationen tabellarisch erfasst.

Mit dem Ziel, eine systematische Literaturübersicht über *angewandte Telemedizinverfahren* in der Notfallmedizin zu erarbeiten, erfolgte eine weitere Literaturrecherche hinsichtlich aktueller telemedizinischer Anwendungen zur pNV von Trauma-, ACS- und Schlaganfall-Patienten. Insgesamt erfüllten 36 Studien die Einschlusskriterien und wurden hinsichtlich bestimmter telemedizinischer Gestaltungskriterien (*Tele-Arzt, Hilfsperson vor Ort, Kommunikationsverfahren, Telemedizinsystem, Datentransfer*) analysiert. Aus den Ergebnissen

der Literaturübersicht wurden schließlich Anforderungen an die telemedizinische Gestaltung der tpNV abgeleitet.

Ergebnisse:

Das Gesamtdiagnosespektrum der Abbildung 12 zeigt die häufigsten 18 Notfälle der vier eingeschlossenen Rettungsdienstträger und ihre durchschnittliche Verteilung. Das SHT (5,7%), (sonstige) Verletzungen (22,6%), das ACS (12,1%) sowie TIA/Insult/Blutungen (7,0%) stellen die häufigsten Notfalldiagnosen dar und waren für durchschnittlich fast die Hälfte der Notarzteinsätze eines Jahres verantwortlich.

Auf der Basis von Leitlinien und Algorithmen anerkannter Fachgesellschaften wurde ein Maßnahmenkatalog erarbeitet, der im Detail dem Anhang C entnommen werden kann und 123 verschiedene Notfallmaßnahmen erfasst, die zur pNV der häufigsten Notfälle erforderlich sind.

In den eingeschlossenen Studien zur telemedizinischen Notfallversorgung wurde die telemedizinische Fachexpertise durch einen erfahrenen Notarzt oder Facharzt der notfallspezifischen Fachdisziplin erbracht. Die teleärztlich angeordneten Notfallmaßnahmen wurden fast ausnahmslos mit der Unterstützung von Hilfspersonen am Notfallort umgesetzt, die überwiegend medizinisches Fachpersonal, aber auch medizinische Laien darstellten. Das am häufigsten angewandte Kommunikationsverfahren ist die synchrone Audio-Video-Kommunikation, die sich in der Notfallmedizin der Audio-Kommunikation als überlegen erwiesen hat. Voraussetzungen hierfür stellen der Einsatz entsprechender Videokonferenzsysteme sowie eine Breitbandinternetverbindung bzw. das Mobilfunknetz dar. Zusätzlich findet häufig die Übertragung von Vitalparametern (EKG, NIBP, SpO2, Temperatur, BZ), eines 12-Kanal-EKGs, von Auskultationsbefunden sowie radiologischen Bildern statt.

Schlussfolgerung: Eine tpNV sollte so gestaltet werden, dass auf ein möglichst breites Notfallspektrum reagiert werden kann. Insbesondere sollte eine Versorgung der häufigsten Notfälle gewährleistet werden können. Das Gesamtdiagnosespektrum der Abbildung 12 stellt die häufigsten Notfälle vier deutscher Rettungsdienstträger dar und kann orientierend zur Identifizierung von Indikationen für eine tpNV herangezogen werden.

Eine tpNV sollte sich wie die konventionelle Notfallversorgung am Anspruch einer Evidenz-basierten Medizin orientieren. Der erstellte Maßnahmenkatalog erfasst sämtliche Notfallmaßnahmen, die laut Leitlinien anerkannter Fachgesellschaften zur präklinischen Versorgung der abgeleiteten Indikationen empfohlen werden. Folglich repräsentiert er das Spektrum notfallmedizinischer Maßnahmen, das auch im Rahmen der tpNV mittels

telemedizinischer Verfahren umsetzbar sein sollte. Er könnte eine Grundlage für weiterführende praktische Tests darstellen.

Die tele-notärztliche Fachexpertise sollte von einem erfahrenen Notarzt und bedarfsweise erfahrenen Facharzt der notfallspezifischen Fachdisziplin geleistet werden. Hilfspersonen am Notfallort sollten den Tele-Arzt bei der Ausführung der Notfallmaßnahmen unterstützen. Wenn möglich sollten alle Telemedizin-Anwender mit der Technik vertraut sein. Eine synchrone Audio-Video-Kommunikation unter Nutzung entsprechender Videokonferenzsysteme, einer Breitbandinternetverbindung oder eines (Mobil-)Funknetzes ist anzustreben. Die Zuverlässigkeit und einfache Anwendbarkeit der Telemedizintechnik sowie eine maximale Datenqualität sind essenzielle Voraussetzungen. Die Messung und Übertragung von Vitalparametern, eines 12-Kanal-EKGs, von Auskultationsbefunden und wenn möglich radiologischen Bildern sollte möglich sein.

Abgeleitet von den Ergebnissen der vorliegenden Arbeit konnte illustriert werden, dass mit entsprechenden technischen und organisatorischen Verfahren eine Leitlinien-gerechte tpNV theoretisch möglich ist.

Die ermittelten Anforderungen sollen eine Grundlage darstellen, die notfallmedizinische Versorgung via TM im Rahmen von Testreihen und klinischen Studien weiter zu erproben und zu evaluieren. Weiterführende Studien, insbesondere randomisierte kontrollierte Studien, werden unbedingt benötigt. Nur durch eine strenge klinische Evaluierung im Sinne einer Evidenz-basierten Medizin kann die TM in die Regelversorgung integriert werden.

6 Literaturverzeichnis

1. Schächinger U, Stieglitz SP, Kretschmer R, Nerlich M. Telemedizin und Telematik in der Notfallmedizin. Notfall und Rettungsmedizin 1999;2:468-77.

2. Sood S, Mbarika V, Jugoo S, et al. What is telemedicine? A Collection of 104 Peer-Reviewed Perspectives and theoretical Underpinnings. Telemedicine and E-health 2007;13:573-90.

3. DGTelemed. Deutsche Gesellschaft für Telemedizin e. V., 2010. (Accessed October 11th, 2011, at http://www.dgtelemed.de/.)

4. Telemedizincentrum Charité - Telemedizin. Telemedizincentrum Charité, 2011. (Accessed November 11th, 2011, at http://tmcc.charite.de/forschung/telemedizin/.)

5. Burg G, Haeffner A. Dr. JPEG and Mr.BYTE - Perspektiven telemedizinischer Applikationen. Deutsches Ärzteblatt 2002;99:A 1888-90.

6. Mohr M, Schall T, Nerlich M. Telemedizin. In: Jähn K, Nagel E, eds. e-Health. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag; 2004:35-9.

7. Klar R, Pelikan E. Stand, Möglichkeiten und Grenzen der Telemedizin in Deutschland. Bundesgesundheitsblatt 2009:263-9.

8. Telemedizin. In: 113ter Deutscher Ärztetag Beschlussprotokoll; 2010 May 11th -14th; Dresden: Bundesärztekammer; 2010. p. 73-8.

9. Gonzalez Armengol J, Carricondo F, Mingorance C, Gil-Loyzaga P. Telemedicine in emergency care: methodological and practical considerations. Emergencias 2009;21:287-94.

10. Rizzo N, Fulvio S, Camerucci S, Carvalho M, Biagini M, Dauri A. Telemedicine for airline passengers, seafarers and islanders. J Telemed Telecare 1997;3:7-9.

11. Ferguson J, Aujla K, Pedley D, Palombo A. Air sea rescue, telemedicine style. J Telemed Telecare 2002;8:S2:26-8.

12. Bührle E, Gabler A. Notfallmedizin im Flugzeug: Erste Hilfe über den Wolken. Deutsches Ärzteblatt 2005;102:A 338-42.

13. Nößler D. Für medizinische Notfälle über den Wolken setzt Lufthansa jetzt auf die Telemedizin. Ärzte Zeitung 2010:1-2.

14. Flesche C, Jalowy A, Inselmann G. Telemedizin in der Hochseeschifffahrt - Hightech aus Tradition. Med Klin 2004;99:163-8.

15. Last V. Telemedizin in der Seefahrt - Von den Anfängen der Telemedizin bis zum heutigen Einsatz. In: Seminar Medizin-Telematik SS 06. Universität Tübingen; 2006.

16. Otto C. Telemedizin im Sanitätsdienst der Bundeswehr: Das Ziel ist ein Telematikverbund. Deutsches Ärzteblatt 2003;100:A 99-102.

17. Hartinger B. Telemedizin - "Move the information not the patient". NÖ PPA 2011:1-8.

18. Telemedizin E-Health Telemedizinführer Deutschland. Achim Jäckel, 2011. (Accessed October 23rd, 2011, at http://www.telemedizinfuehrer.de/index.php.)

19. Telemedizin. Institut für medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie der Charité Universitätsmedizin Berlin, 2006. (Accessed October 21st, 2011, at http://www.charite.de/medinfo/Studium/Vorlesung/6Telemedizin/Q1_Telemedizin(6p).pdf.)

20. DIMDI - Datenbankrecherche. DIMDI: Deutsches Institut für Medizinische Dokumentation und Information, 2011. (Accessed October 23rd, 2011, at http://www.dimdi.de/static/de/db/index.htm.)

21. Haux R, Ammenwerth E, Herzog W, Knaup P. Health care in the information society. A prognosis for the year 2013. Int J Med Inf 2002;66:3-21.

22. Becks T, Budych K, Carius-Düssel C, et al. Innovationsarbeit im Telemonitoring zur Überwindung von Barrieren. In: Jacobsen H, Schallock B, eds. Innovationsstrategien jenseits des traditionellen Managements - Beiträge zur ersten Tagung des Förderschwerpunkts des BMBF, 8-9 Oktober 2009, Berlin. Stuttgart: Frauenhofer Verlag; 2010.

23. Keane M. A review of the role of telemedicine in the accident and emergency department. J Telemed Telecare 2009;15:132-4.

24. Schultz M, Carius-Düssel C. Telemedizin - Einsatzmöglichkeiten in der Notfallversorgung. Public Health Forum 2009;7:6.e1-6.e2.

25. Videoconference based Emergency Medicine. Von Bergh Global Medical Consulting, 2009. (Accessed September 13th, 2010 at http://www.globalmedicalconsulting.net/VideoconferenceBasedEmergencyMedicine.html.)

26. Schächinger U, Röckelein W, Neumann C, Nerlich M. NOAH (Notfall-, Organisations- und Arbeitshilfe) - Telematik in der präklinischen Notfallmedizin. Telemedizinführer Deutschland 2001 2001:118-23.

27. Dresing K, Obertacke U, Orda U, Bardenheuer M. Ansätze zur Effektivitätsanalyse in der Unfallrettung. Der Notarzt 1994;10:47-52.

28. NOAH - Zeit ist Leben. NOAH - Notfall Organisations- und Arbeitshilfe, 2008. (Accessed October 13th, 2011, at http://www.noah-regensburg.de/.)

29. Skorning M, Herrmanns C, Beckers S, et al. Med-on-@ix: Aachener Forschungsprojekt zur Verbesserung der Patientenversorgung in lebensbedrohlichen Situationen. In: Jäckel A, ed. Telemedizinführer Deutschland; 2009:323–6.

30. Skorning M, Bergrath S, Rörtgen D, Brokmann J, Beckers S. "E-Health" in der Notfallmedizin - Das Forschungsprojekt Med-on-@ix. Der Aneasthesist 2009;58:285-98.

31. Med-on-@ix: Projekt. Med-on-@ix, 2011. (Accessed May 19th, 2011, at http://www.medonaix.de/index.php?id=6.)

32. Lateef F, Anantharaman M, Anantharaman V. Maritime Radio-Medical Services: The Singapore General Hospital Experience. Am J Emerg Med 2002;20:349-51.

33. Tagliamonte L, Dauri A, Amenta F. Centro Internazionale Radio Medico (C.I.R.M.) and radio/tele-medical assistance to ships without a doctor on board. CIRM Research 2002;6:23-30.

34. Anogianakis G, Maglavera S, Pomportsis A, Bountzioukas S, Beltrame F, Orsi G. Medical emergency aid through telematics: design, implementation guidelines and analysis of user requirements for the MERMAID project. Int J Med Inf 1998;52:93-103.

35. Graschew G, Rakowsky S, Balanos E, Roelofs T, Schlag P. MEDASHIP – Medizinische Assistenz an Bord von Schiffen In: Jäckel A, ed. Telemedizinführer Deutschland; 2004:45-50.

36. Tele Care System - TCS. Telemedizin Centrum Charité, 2010. (Accessed April 12th, 2011, at http://tmcc.charite.de/forschung/projekte/tele_care_system_tcs/.)

37. Weinlich M. Medizinische Unterstützung durch Bodenorgansisationen. In: Viertes Forum für Flugreisemedizin - Ärztliche Notfallhilfe an Bord von Verkehrsflugzeugen; 2005: Deutsche Lufthansa AG; 2005.

38. Hufnagl P. Telemedizin - zukünftige medizinische Hilfemöglichkeiten an Bord. In: Viertes Forum für Flugreisemedizin - Ärztliche Notfallhilfe an Bord von Verkehrsflugzeugen; 2005: Deutsche Lufhansa AG; 2005.

39. AWMF: Leitlinien-Suche. Arbeitsgemeinschaft der wissenschaftlichen Fachgesellschaften e.V., 2008. (Accessed December 16th, 2008, at http://www.awmf.org/leitlinien/leitlinien-suche.html.)

40. Leitlinien finden — Leitlinien.de. Ärztliches Zentrum für Qualität in der Medizin (ÄZQ), 2008. (Accessed December 16th, 2008, at http://www.leitlinien.de/leitlinien-finden.)

41. Deutsche Interdisziplinäre Vereinigung für Intensiv- und Notfallmedizin (DIVI): Leitlinien. Deutsche Interdisziplinäre Vereinigung für Intensiv- und Notfallmedizin e.V., 2008. (Accessed December 17th, 2008, at http://www.divi-org.de/Leitlinien.16.0.html.)

42. Therapieempfehlungen für die Notfallmedizin. AGNN - Arbeitsgemeinschaft in Norddeutschland tätiger Notärzte e.V., 2007. (Accessed April 22nd, 2008, at http://www.agnn.de/tl_files/pdf/therapieempfehlungen.pdf.)

43. Arntz H-R, Bossaert L, Fillipatos G. Initiales Management von Patienten mit akutem Koronarsyndrom Abschnitt 5 der Leitlinien zur Reanimation 2005 des European Resuscitation Council. Notfall und Rettungsmedizin 2006:81-9.

44. Nolan J, Deakin C, Soar J, Böttiger B, Smith G. Erweiterte Reanimationsmaßnahmen für Erwachsene (ALS) Abschnitt 4 der Leitlinien zur Reanimation 2005 des European Resuscitation Council. Der Anaesthesist 2006;1:38-80.

45. Hamm CW, Arntz H, Bode C, et al. Pocket-Leitlinien Akutes Koronarsyndrom (ACS). Düsseldorf: Vorstand der Deutschen Gesellschaft für Kardiologie - Herz- und Kreislaufforschung e.V.; 2004.

46. Hamm CW, Arntz H-R, Bode C, et al. Leitlinien: Akutes Koronarsyndrom (ACS). Teil 2: Akutes Koronarsyndrom mit ST-Hebung. Z Kardiol 2004:324-41.

47. Hamm CW, Arntz H-R, Bode C, et al. Leitlinien: Akutes Koronarsyndrom (ACS). Teil 1: ACS ohne persistierende ST-Hebung. Z Kardiol 2004:72-90.

48. SOP Akutes Koronarsyndrom. Klinik und Poliklinik für Innere Medizin I des Universitätsklinikums Regensburg, 2008. (Accessed December 8th, 2008, at http://www.uniklinikum-regensburg.de/imperia/md/content/kliniken-institute/innere-medizin-i/sops/intensiv-undnotfallmedizin/ndt-akut.pdf.)

49. Brenner T, Bernhard M, Hainer C. Akutes Koronarsyndrom - Leitlinienkonformes Management durch regionale und überregionale Versorgungskonzepte. Der Anaesthesist 2007;3:212-25.

50. Lewalter T, Lickfett L, Schwab J, Yang A, Lüderitz B. Notfall Herzrhythmusstörungen. Deutsches Ärzteblatt 2007;104:A1172-80.

51. Leitlinien für Diagnostik und Therapie in der Neurologie. Deutsche Gesellschaft für Neurologie, 2005. (Accessed May 5h, 2008, at http://www.dgn.org/-leitlinien-online.html.)

52. Arden K, Bubser F, Ahlers O. Notfallmedizin CCM & CVK. 4 ed. Berlin: Universitätsklinik für Anästhesiologie und Operative Intensivmedizin der Charité CVK/ CCM; 2008.

53. Dirks E, Nothwang J. Gastrointestinale Notfälle: Akutes Abdomen. Notfall & Rettungsmedizin 2000:381-9.

54. Reng M, Lock B, Messmann H, Fürst A, Schölmerich J. Präklinische Notfallmedizin - Akutes Abdomen. Der Internist 1998;2:161-70.

55. Hofmeister M, Sefrin P. Notfallversorgung des Körperhöhlentraumas. Trauma und Berufskrankheit 2004:53-7.

56. Peters O, Runggaldier K. Algorithmen im Rettungsdienst - Die 27 wichtigsten Notfälle. 2 ed. München: Elesevier Urban & Fischer; 2005.

57. Helfen T, Schlechtriemen T. Basics Notfall- und Rettungsmedizin. München Elsevier Urban & Fischer; 2008.

58. Luxem J, Kühn D, Schneider M, Aechter J, Tholema H. Internistische Notfälle. In: Kühn D, Luxem J, Runggaldier K, eds. Rettungsdienst heute. 4 ed. München Jena: Elesevier Urban & Fischer; 2007:413-59.

59. Luxem J, Schlechtriemen T, Kremer M, Gerdts K. Traumatologische Notfälle. In: Kühn D, Luxem J, Runggaldier K, eds. Rettungsdienst heute. 4 ed. München Jena: Elsevier Urban & Fischer; 2007:461-513.

60. Wilhelmi C, Kremer M, Luxem J. Fachübergreifende Notfälle. In: Kühn D, Luxem J, Runggaldier K, eds. Rettungsdienst heute. 4 ed. München Jena: Elsevier Urban & Fischer; 2007:516-29.

61. Luxem J, Kremer M. Neurologische Notfälle. In: Kühn D, Luxem J, Runggaldier K, eds. Rettungsdienst heute. 4 ed. München Jena: Elsevier Urban & Fischer; 2007:533-49.

62. Flake F, Lutomsky B. Der bewußtlose Patient. In: Flake F, Lutomsky B, eds. Leitfaden Rettungsdienst - Notfallmanagement, Organisation, Arbeitstechniken, Algorithmen. 4 ed. Hamburg Oldenburg: Elsevier Urban & Fischer; 2006:229-42.

63. Flake F, Lutomsky B. Neurologische Notfälle. In: Flake F, Lutomsky B, eds. Leitfaden Rettungsdienst - Notfallmanagement, Organisation, Arbeitstechniken, Algorithmen. 4 ed. Hamburg Oldenburg: Elsevier Urban & Fischer; 2006:406-15.

64. Flake F, Lutomsky B, Laege R. Traumatologie. In: Flake F, Lutomsky B, eds. Leitfaden Rettungsdienst - Notfallmanagement, Organisation, Arbeitstechniken, Algorithmen. 4 ed. Hamburg Oldenburg: Elsevier Urban & Fischer; 2006:563-608.

65. Kwak J, Kim M, Shin H, et al. Real-time medical control using a wireless audio-video transmission device in a pre-hospital emergency service in Korea. J Telemed Telecare 2009;15:404-8.

66. Latifi R, Hadeed GJ, Rhee P, et al. Initial experiences and outcomes of telepresence in the management of trauma and emergency surgical patients. The American Journal of Surgery 2009;198:905-10.

67. Bolle SR, Larsen F, Hagen O, Gilbert M. Video conferencing versus telephone calls for team work across hospitals: a qualitative study on simulated emergencies. BMC Emergency Medicine 2009;9.

68. Duchesne JC, Kyle A, Simmons J, et al. Impact of Telemedicine Upon Rural Trauma Care. The Journal of Trauma Injury, Infection, and Critical Care 2008;64:92-8.

69. Latifi R, Weinstein S, Porter JM, et al. Telemedicine and telepresence for trauma and emergency care management. Scandinavian Journal of Surgery 2007;96:281-9.

70. Tachakra S, Banitsas K, Tachakra F. Performance of a wireless telemedicine system in a hospital accident and emergency department. J Telemed Telecare 2006 12:298-302.

71. Ellis DG, Mayrose J, Phelan M. Consultation times in emergency telemedicine using realtime videoconferencing. J Telemed Telecare 2006;12:303-5.

72. Meade B, Barnett P. Emergency care in a remote area using interactive video technology: a study in prehospital telemedicine. J Telemed Telecare 2002;8:115-7.

73. Rogers FB, Ricci M, Caputo M, et al. The Use of Telemedicine for Real-Time Video Consultation between Trauma Center and Community Hospital in a Rural Setting Improves Early Trauma Care: Preliminary Results. The Journal of Trauma Injury, Infection, and Critical Care 2001;51:1037-41.

74. Ellis DG, Mayrose J, Jehle DV, Moscati RM, Pierluisi GJ. A telemedicine model for emergency care in a short-term correctional facility. Telemed J E Health 2001;7:87-92.

75. Ellis DG, Mayrose J. The success of emergency telemedicine at the State University of New York at Buffalo. Telemed J E Health 2003;9:73-9.

76. Adams G, Campbell P, Adams J, Strauss D, Wall K, Patterson J. Effectiveness of Prehospital Wireless Transmission of Electrocardiograms to a Cardiologist Via Hand-Held Device for Patients With Acute Myocardial Infarction. The American Journal of Cardiology 2006;98:1160-4.

77. Clemmensen P, Sejersten M, Sillesen M, Hampton D, Galen S, Loumann-Nielsen S. Diversion of ST-elevation myocardial infarction patients for primary angioplasty based on wireless prehospital 12-lead electrocardiographic transmission directly to the cardiologist's handheld computer: a progress report. J Electrocardiol 2005;38:194-8.

78. Drew B, Sommargren C, Schindler D, Zegre J, Benedict K, Krucoff M. Novel electrogardiogram configurations and transmission procedures in the prehospital setting: effect on ischemia and arrhytmia determination. J Electrocardiol 2006;39:S157-S60.

79. Giovas P, Papadoyannis D, Thomakos D, et al. Transmission of electrogardiograms from a moving ambulance. J Telemed Telecare 1998;4:5-7.

80. Marzegalli M, Oltrona L, Corrada E, Fontana G, Klugmann S. The network for the management of acute coronary syndromes in Milan: results of a four-year experience and perspectives of the prehospital and interhospital cardiological network. Italian Heart Journal 2005;6:49S-56S.

81. Mischke K, Zarse M, Perkuhn M, et al. Telephonic transmission of 12-lead electrocardiograms during acute myocardial infarction. J Telemed Telecare 2005;11:185-90.

82. Roth A, Korb H, Gadot R, Kalter E. Telecardiology for patients with acute or chronic cardiac complaints: The 'SHL' experience in Israel and Germany. Int J Med Inf 2006;75:643-5.

83. Schwaab B, Katalinic A, Richardt G, Kurowski V, Krüger D, Mortensen K. Validation of 12-lead tele-electrocardiogram transmission in the real-life scenario of acute coronary syndrome. J Telemed Telecare 2006;12:325-18.

84. Schwaab B, Katalinic A, Riedel J, Sheikhzadeh A. Pre-hospital diagnosis of myocardial ischaemia by telecardiology: safety and efficacy of a 12-lead electrocardiogram, recorded and transmitted by the patient. J Telemed Telecare 2005;11:41-4.

85. Sejersten M, Sillesen M, PR. H, Nielsen S, Nielsen H, Trautner S. Effect on Treatment Delay of Prehospital Teletransmission of 12-Lead Electrocardiogram to a Cardiologist for Immediate Triage and Direct Referral of Patients With ST-Segment Elevation Acute Myocardial Infarction to Primary Percutaneous Coronary Intervention. The American Journal of Cardiology 2008;101:941-6.

86. Terkelsen C, JF. L, Norgaard J, Gerdes J, Poulsen S, Bendix K. Reduction of treatment delay in patients with ST-elevation myocardial infarction: impact of pre-hospital diagnosis and direct referral to primary percutanous coronary intervention. Eur Heart J 2005;26:770-7.

87. Terkelsen C, Norgaard J, Lassen J, Gerdes J, Ankersen J. Telemedicine used for remote prehospital diagnosing in patients suspected of acute myocardial infarction. J Intern Med 2002;252:412-20.

88. Audebert H, Kukla C, Claranau S, et al. Telemedicine for Safe and Extended Use of Thrombolysis in Stroke: The Telemedic Pilot Project for Integrative Stroke Care (TEMPiS) in Bavaria. Stroke 2005;36:287-91.

89. Handschu R, Littmann R, Reulbach U, et al. Telemedicine in Emergency Evaluation of Acute Stroke: Interrater Agreement in Remote Video Examination With a Novel Multimedia System. Stroke 2003;34:2842-6.

90. Hess D, Wang S, Hamilton W, Lee S, Pardue C, Waller J. REACH Clinical Feasibility of a Rural Telestroke Network. Stroke 2005;36:2018-20.

91. Kim D-K, Yoo S, Park I-C, et al. A mobile telemedicine system for remote consultations in cases of acute stroke. J Telemed Telecare 2009;15:102-7.

92. LaMonte M, Cullen J, Gagliano D, et al. TeleBAT: Mobile Telemedicine for the Brain Attack Team. Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases 2000;9:128-35.

93. Schwamm L, Rosenthal E, Hirshberg A, Schaefer P, Little E, Kvedar J. Virtual TeleStroke Support for the Emergency Department Evaluation of Acute Stroke. Acad Emerg Med 2004;11:1193-7.

94. Wiborg A, Widder B. Teleneurology to Improve Stroke Care in Rural Areas. The Telemedicine in Stroke in Swabia (TESS) Project. Stroke 2003;34:2951-7.

95. Ziegler V, Rashid A, Müller-Gorchs M, et al. Einsatz mobiler Computing-Systeme in der präklinischen Schlaganfallversorgung. Ergebnisse aus der Stroke-Angel-Initiative im Rahmen des BMBF-Projekts PerCoMed. Der Aneasthesist 2008;57:677-85.

96. Demaerschalk B, Bobrow B, Raman R, Kiernan T-E, Aguilar M, Ingall T. Stroke Team Remote Evaluation Using a Digital Observation Camera in Arizona: The Initial Mayo Clinic Experience Trial. Stroke 2010;41:1251-8.

97. Meyer B, Raman R, Hemmen T, Obler R, Zivin J. Efficacy of site-independent telemedicine in the STRokE DOC trial: a randomised, blinded, prospective study. The Lancet Neurology 2008;7:787-95

98. Wang S, Lee S, Pardue C, Ramsingh D, Waller J, Gross H. Remote Evaluation of Acute Ischemic Stroke. Reliability of National Institutes of Health Stroke Scale via Telestroke. Stroke 2003;34:e188-e92.

99. Audebert H, Schenkel J, Heuschmann P, Bogdahn U, Haberl R. Effects of the implementation of a telemedical stroke network: the Telemedic Pilot Project for Integrative Stroke Care (TEMPiS) in Bavaria, Germany. The Lancet Neurology 2006;5:742-8.

100. LaMonte M, Xiao Y, Hu P, Gagliano D, Bahout M. Shortening Time to Stroke Treatment Using Ambulance Telemedicine: TeleBAT. Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases 2004;13:148-54.

101. Hurwitz A, Brice J, Overby B, Evenson K. DIRECTED USE OF THE CINCINNATI PREHOSPITAL STROKE SCALE BY LAYPERSONS. Prehosp Emerg Care 2005;9:292-6.

102. Ahnefeld FW, Hennes P. Qualitätsmanagement im Rettungsdienst - Lippenbekenntnis versus Realität. Notfall und Rettungsmedizin 2001;4:196-8.

103. Messelken M, Dirks B. Zentrale Auswertung von Notarzteinsätzen im Rahmen externer Qualitätssicherung. Notfall und Rettungsmedizin 2001;4:408-15.

104. Messelken M, Fischer M, Dirks B, Throm G, Wettig T. Externe Qualitätsicherung im Rettungsdienst. Notfall und Rettungsmedizin 2005;8:476-83.

105. Statistisches Bundesamt Deutschland. 2007: Krankheiten des Herz-/Kreislaufsystems weiterhin häufigste Todesursache; 2008.

106. Statistisches Bundesamt Deutschland. Diagnosedaten der Patientinnen und Patienten in Krankenhäusern 2006. Wiesbaden; 2008.

107. Gebbers J-O, Thüring W. Luftschadstoffe und Asthma bronchiale, COPD, Karzinome. PrimaryCare 2006;6:843-7.

108. Willich SN, Löwel H, Mey W, Trautner C. Regionale Unterschiede der Herz-Kreislauf-Mortalität in Deutschland. Deutsches Ärzteblatt 1999;96:A-483-8.

109. Heinzelmann PJ, Williams CM, Lugn NE, Kvedar JC. Clinical outcomes associated with telemedicine/telehealth. Telemed J E Health 2005;11:329-47.

110. Loane M, Wootton R. A review of guidelines and standards for telemedicine. J Telemed Telecare 2002;8:63-71.

111. Bloch R, Lauterbach K, Oesingmann U, Rienhoff O, Schirmer H, Schwarz F. Beurteilungskriterien für Leitlinien in der medizinischen Versorgung. Beschlüsse der Vorstände von Bundesärztekammer und Kassenärztlicher Bundesvereinigung. Deutsches Ärzteblatt 1997:A-2154-5.

112. Ollenschläger G, Thomeczek C. Ärztliche Leitlinien. Definitionen, Ziele, Implementierung. Z Arztl Fortbild Qualitatssich 1996:347-53.

113. Lackner C, Reith M, Kerkmann R, Peter K. Leitlinien in der Notfallmedizin. Eine kritische Übersicht zum Status Quo. Notfall und Rettungsmedizin 1998:314-23.

114. Benger J. A review of minor injuries telemedicine. J Telemed Telecare 1999;5:S3:5-13.

115. Atkinson P, Binghman J, McNichol B, Loane M, Wootton R. Telemedicine and cardiopulmonary resuscitation: the value of video-link and telephone instruction to a mock bystander. J Telemed Telecare 1999;5:242-5.

116. Yang C, Wang H, Chiang W, Hsu C. Interactive video instruction improves the quality of dispatcher-assisted chest compression-only cardiopulmonary resuscitation in simulated cardiac arrests. Crit Care Med 2009;37:490-5.

117. Clemmensen P, Loumann-Nielsen S, Sejersten M. Telemedicine fighting acute coronary syndromes. J Electrocardiol 2010;43:615-8.

118. Scalvini S, Glisenti F. Centenary of tele-electrocardiography and telephonocardiography - were are we today? J Telemed Telecare 2005;11:325-30.

119. Capampangan D, Wellik K, Bobrow B, et al. Telemedicine Versus Telephone for Remote Emergency Stroke Consultations. A Critically Appraised Topic. The Neurologist 2009;15:163-7.

120. Audebert H, Schwamm L. Telestroke: Scientific Results. Cerebrovasc Dis 2009;27:15-20.

121. Mazighi M, Derex L, Amarenco P. Prehospital stroke care: potential, pitfalls, and future. Cerebrovascular Disease 2010;23:31-5.

122. Breitkreutz R, Ilper H, Seeger F, Walcher F. Ultraschall für Notfälle: Anwendungen im Rettungsdienst. Notfallmedizin 2008;3:273-96.

Anhang A: Originaleinsatzdaten des RZV Saar (Jahr 2007)

Gruppe (Fallzahl)	**Diagnose**	**Fallzahl**
ZNS (n = 5171)	TIA-Insult-Blutung	2847
	Krampfanfall	1896
	Sonstige neurologische Erkrankungen	428
Herz-Kreislauf (n = 11151)	Angina pectoris	2680
	Akuter Myokardinfarkt	1336
	Herzrhythmusstörungen	1563
	Lungenembolie	175
	Lungenödem	1023
	Hypertensive Krise	1447
	Orthostase	1174
	Synkope	180
	Herz-Kreislauf-Stillstand	512
	Sonstige Herz-Kreislauf-Erkrankungen	1061
Atmung (n = 2516)	Asthma bronchiale	393
	Aspiration	228
	Pneumonie	696
	Hyperventilation	240
	COPD	545
	Sonstige Erkrankung der Atemorgane	414
Abdomen (n = 1288)	akutes Abdomen	421
	gastrointestinale Blutung	251
	Kolik	236
	Sonstige abdominelle Erkrankungen	380
Psychiatrie (n = 2116)	Psychose	254
	Erregung	470
	Intoxikationen	1083
	Entzugssymptome	68
	Suizide	173
	Sonstige psychiatrische Erkrankungen	68
Stoffwechsel (n = 957)	Hypoglykämie	772
	Sonstige Stoffwechselerkrankungen	185
Pädiatrie (n = 214)	Fieberkrampf	122
	Pseudokrupp	29
	SIDS	4
	Sonstige pädiatrische Notfälle	59
Gynäkologie (n = 122)	Geburt	60
	Vaginale Blutung	34
	Sonstige gynäkologische Erkrankungen	28
Sonstige Notfälle (n = 1021)	Anaphylaxie	203
	Unterkühlung	30
	Ertrinken	4
	Sonstige Intoxikationen	53
	Sonstige sonstige Erkrankungen	731
	keine Angaben	17
Gruppe Trauma (n = 5121)	Schädel-Hirn-Trauma	1032
	Gesicht	438
	Halswirbelsäule	309
	übrige Wirbelsäule	300
	Thorax	417
	Abdomen	123
	Becken	259
	obere Extremität	909
	untere Extremität	1180
	Weichteile	115
	Verbrennungen	39

Anhang B: Vereinheitliche Klassifizierung der Diagnosespektren

	Originale Diagnoseeinteilung der Rettungsdienstträger					Einheitliche Klassifikation
	ADAC	**DRF**	**RZV Saar**	**Baden-Württemberg**	**Berliner Feuerwehr**	
Herz-Kreis-lauf	Akuter Myokardinfarkt Angina pectoris	Herzinfarkt Angina pectoris	Akuter Myokardinfarkt Angina pectoris	Herzinfarkt Angina pectoris	Herzinfarkt bzw. V.a. Angina pectoris	**Akutes Koronarsyndrom (ACS)**
	Herzrhythmusstörung Schrittmacher Dysfunktion	Rhythmusstörung PM/ICD Fehlfunktion	Herzrhythmusstörung	Rhythmusstörung Absolute Arrhythmie	primäre Herzrhythmusstörung	**Herzrhythmusstörungen (HRST)**
	Synkope /Orthostase	Orthostase	Orthostase Synkope		Bewusstseinsstörung unklar	**Orthostase/Synkope/ unklare Bewusstseinsstörung**
	Hypertensiver Notfall	Hypertensiver Notfall	Hypertensive Krise		Hypertensive Krise	**Hypertensive/r Krise/Notfall**
	Herz-Kreislauf-Stillstand	Herz-Kreisl.-Stillstand	Herz-Kreislauf-Stillstand	Kreisl.-Atem-Stillstand	Herz-Kreislauf-Stillstand	**Herz-Kreislauf-Stillstand**
	Lungenödem/ Herzinsuffizienz	Lungenödem	Lungenödem	Lungenödem Hypotension/ Herzinsuffizienz	Lungenödem Herzinsuffizienz links/rechts	**Lungenödem/ Herzinsuffizienz** (Hypotonie)
	sonst. Herz-Kreisl.-Erkrankg. Lungenembolie keine Angaben	Lungenembolie	sonst. Herz-Kreisl-Erkrankg. Lungenembolie	Hypotonie	V.a. Lungenarterienembolie Schocksyndrom	**Sonstige Herz-Kreislauf-Erkrankungen**
ZNS	TIA-Insult-Blutung	TIA/Insult/ intrakranielle Blutung	TIA-Insult-Blutung	Lähmungssyndrom/ Apoplex	Apoplektischer Insult	**TIA/Insult/Blutung**
	Krampfanfall	Krampfleiden	Krampfanfall	Krampfleiden	Krampfanfall	**Krampfanfall**
	sonst. neurologische Erkrankg. keine Angaben		sonstige neurologische Erkrankung			**Sonstige neurologische Erkrankungen**

Fortsetzung nächste Seite

	Originale Diagnoseeinteilung der Rettungsdienstträger					Einheitliche Klassifikation
	ADAC	**DRF**	**RZV Saar**	**Baden-Württemberg**	**Berliner Feuerwehr**	
Stoff-wechsel	Hypoglykämie	Hypoglykämie Hyperglykämie	Hypoglykämie	Blutzuckerent-gleisung	hypoglykämischer Schock	**Blutzuckerentgleisung**
	Exsikkose sonstige Stoffwechselerkrankung	Exsikkose	sonstige Stoffwechselerkrankung			**Sonstige Stoffwechselstörung**
Atmung	Asthma bronchiale exazerbierte COPD	Asthma exazerbierte COPD	Asthma bronchiale COPD		Asthma/Status/COLD	**Asthma/exazerbierte COPD**
	sonstige Erkrankung der Atemorgane Pneumonie/Bronchitis Aspiration	Pneumonie/Bronchitis Aspiration	sonstige Erkrankung der Atemwege Pneumonie Aspiration		Sonstige Ventilationsstörung	**Sonstige Erkrankungen der Atemorgane** (Pneumonie/Bronchitis/ Aspiration)
	Hyperventilationstetanie	Hyperventilation (Tetanie)	Hyperventilation		Hyperventilations-syndrom	Hyperventilationssyndrom
Abdo-men	akutes Abdomen	akutes Abdomen	akutes Abdomen			**abdominelle Erkrankungen**
	gastrointestinale Blutung	GI-Blutung	gastrointestinale Blutung		GI-Blutung	
	Kolik	Kolik	Kolik			
	sonst. abdominelle Erkrankg. keine Angaben		sonst. abdominelle Erkrankg.			
Intoxi-kation	Alkohol-/Drogen-/ Medikamentenintoxikation					**Intoxikation**
	sonstige Intoxikation	sonstige Intoxikation	sonstige Intoxikationen		akzidentielle Intoxikation	

Fortsetzung nächste Seite

	Originale Diagnoseeinteilung der Rettungsdienstträger					Einheitliche Klassifikation
	ADAC	**DRF**	**RZV Saar**	**Baden-Württemberg**	**Berliner Feuerwehr**	
Sons-tiges	Sonstige Erkrankung keine Angaben Anaphylaktische Reaktion Unterkühlung Ertrinken Tumor - Finalstadium Narkosezwischenfall ambulanter Anästhesie	Sonstiges Anaphylaktischer Schock Unterkühlung Ertrinken Tumorleiden/Final-stadium	Sonstige Erkrankungen keine Angaben Anaphylaxie Unterkühlung Ertrinken	unvollständiger bzw. ungültiger ICD-Code	andere Diagnose Blutung Elektrounfall Todesfeststellung	**Sonstige Notfälle**
Psychia-trie	Erregungszustand Suizidversuch Drogen-/Medikamenten-/Alkohol-Entzug Psychose/Depression/ Manie sonstige psychiatrische Erkrankung	Erregungszustand Suizidversuch Entzug	Erregung Suizid(-versuch) Entzugssymptome Psychose sonstige psychiatrische Erkrankung			**Psychiatrische Erkrankungen**
Pädia-trie	Fieberkrampf Pseudokrupp/Epiglottitis SIDS sonstige pädiatrische Notfälle	Fieberkrampf Pseudokrupp/ Epiglottitis SIDS	Fieberkrampf Pseudokrupp/Epiglottitis SIDS sonstige pädiatrische Notfälle			**Pädiatrische Notfälle**
Gynä-kologie	Geburt vaginale Blutung sonst. gynäkolog. Erkrankung	Geburt vaginale Blutung	Geburt vaginale Blutung sonst. gynäkolog. Erkrankg.			**Gynäkologische Notfälle**

Fortsetzung nächste Seite

	Originale Diagnoseeinteilung der Rettungsdienstträger					Einheitliche Klassifikation
	ADAC	**DRF**	**RZV Saar**	**Baden-Württemberg**	**Berliner Feuerwehr**	
Trauma	Schädel-Hirn-Trauma	Schädelverletzung/SHT	Schädel-Hirn-Trauma		Schädel-Hirntrauma	**Schädel-Hirntrauma**
	Gesicht	Gesicht/Hals	Gesicht	äußere Kopfverletzung	sonstige Verletzung Polytrauma	**sonstige Verletzung**
	Obere Extremität Untere Extremität	Obere Extremitäten Untere Extremitäten	Obere Extremität Untere Extremität	Extremitäten Fraktur		
	Thorax	Thorax	Thorax			
	Abdomen	Abdomen	Abdomen			
	HWS übrige Wirbelsäule	Wirbelsäule	HWS übrige Wirbelsäule			
	Becken	Becken	Becken			
	Weichteile	Weichteile	Weichteile	obere/untere Extremität Weichteile		
	Verbrennungen		Verbrennungen		Verbrennung/ Verätzung	

Anhang C: Katalog präklinischer Notfallmaßnahmen

Präklinische Notfallmaßnahmen	Trauma							Herz-Kreislauf						ZNS		Atmg.	Stoffw.		Abd.
	SHT	Sonstige Verletzung						ACS	HRST	HK/ HN	S/ O/ BS	HI/ Lö	HKS	TIA/ Insult	Kr./ St.ep.	Asthma/ COPD	BZ-Entgl.		Ak. Abd.
		Ex	WS	Tho	G/H	Abd	Be										Hypo -gly	Hyper -gly	
Prüfung Vitalparameter																			
Bewusstsein prüfen																			
Ansprechen	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Anfassen/Schultern schütteln						x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Schmerzreiz setzen	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Atmung prüfen																			
Inspektion Mund-/Rachenraum auf Fremdkörper	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Freimachen der Atemwege (z.B. Absaugen)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Reklination des Kopfes				x		x	x	x	x		x		x	x			x	x	x
Inspektion Thoraxexkursionen (Atemfrequenz, -muster)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x
Hören: Atemgeräusche	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x
Fühlen: Atembewegung	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x
Puls prüfen																			
Palpation (Qualität, Frequenz, Rhythmus)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Anamnese																			
Eigenanamnese	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x
Fremdanamnese	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Diagnostische Standardmaßnahmen																			
Pulsmessung	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Blutdruckmessung	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
EKG	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
12-Kanal-EKG								x	x	x		x						x	x
Pulsoxymetrie	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Temperatur														x			x	x	x
Blutzuckermessung	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Laborblutentnahme	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x		x	x	x	x

Fortsetzung nächste Seite

Präklinische Notfallmaßnahmen	Trauma							Herz-Kreislauf						ZNS		Atmg.	Stoffw.		Abd.
	SHT	Sonstige Verletzung						ACS	HRST	HK/ HN	S/ O/ BS	HI/ Lö	HKS	TIA/ Insult	Kr./ St.ep.	Asthma/ COPD	BZ-Entgl.		Ak. Abd.
		Ex	WS	Tho	G/H	Abd	Be										Hypo -gly	Hyper -gly	
Körperliche Untersuchung																			
Inspektion:																			
sichtbare Verletzungen, Hämatome, Deformitäten etc.	x	x	x	x	x	x	x				x		x	x	x		x	x	x
Hautzustand (Schockzeichen, Blässe, Zyanose etc.)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Köperhaltung (OHL, Schonhaltung etc.)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			x	x			x
Ausscheidungen (Erbrechen, Stuhl/Harn, Hämaturie etc.)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x		x	x	x
Geruch (Alkohol, Azidose)					x	x	x				x						x	x	
Umgebung (Medikamente, Drogen etc.)					x				x		x						x	x	
Auskultation:																			
Pulmo: seitengleiche/abgeschwächte/fehlende AG, RG	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Herz	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				x			x
Abdomen				x		x	x				x								x
Palpation:																			
Pulsstatus (Aa.radiales, dorsalis pedii, dorsalis post. etc.)	x	x	x			x	x	x	x	x	x		x			x			x
Nagelbettprobe (Inspektion Kapilläre Reperfusion)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x					x			
Abdomen (Abwehrspannung)	x					x	x				x							x	x
Perkussion (Abdomen, WS, Thorax)				x		x	x											x	x
Neurologische Grobuntersuchung																			
Bewusstsein/Vigilanz (GCS)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	
Augenöffnen (auf Ansprache, Auffordern, Schmerzreiz)	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x		x	x	x		x	x	
Verbale Reaktion (des-/orientiert, in-/adäquat, unverständlich)	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x		x	x	x		x	x	
motorische Rkt. (Aufforderung, Schmerzreiz, Beuge-/Strecksynergismen)	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x		x	x	x		x	x	
Inspektion Seiten- bzw. Querschnittszeichen	x		x		x									x	x				
Pupillen (Lichtreaktion, (An-/Isokorie) etc.)	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x		x	x	x	x	x	x	
Optomotorik	x		x		x						x			x			x		
Motorik (Kraft-,Bewegungsausmaß, Tonus, Klonus, Paresen)	x	x	x		x						x			x			x		
Sensibilität durch Palpation/Schmerzinduktion	x	x	x		x						x			x			x		
(Schutz-/pathologische) Reflexe	x	x	x		x						x			x					
Meningismus											x						x		

Fortsetzung nächste Seite

Präklinische Notfallmaßnahmen	Trauma							Herz-Kreislauf						ZNS		Atmg.	Stoffw.		Abd.
	SHT	Sonstige Verletzung						ACS	HRST	HK/ HN	S/ O/ BS	HI/ Lö	HKS	TIA/ Insult	Kr./ St.ep.	Asthma/ COPD	BZ-Entgl.		Ak. Abd.
		Ex	WS	Tho	G/H	Abd	Be										Hypo -gly	Hyper -gly	
Bodycheck (Bestandteil des ATLS)																			
Vollständiges Entkleiden des Patienten	x	x	x	x	x	x	x				x						x		
Kopf:																			
Inspektion (offene Verletzungen, Wunden, Hämatome etc.)	x	x	x	x	x		x			x	x				x		x		
Palpation (Knochenvorsprung/Instabilität/Stufen/Schmerz)	x	x	x	x	x		x				x				x				
Inspektion Mund, Nase, Ohren, Augen (Blut/Liquor)	x	x	x	x	x		x			x	x				x				
Kompressentest auf Liquor	x	x	x	x	x		x				x								
Schultergürtel:																			
Druck auf Schultergürtel	x	x																	
Funktionsprüfung		x	x	x	x		x												
Wirbelsäule insbes. HWS:					x		x												
vorsichtige Palpation ohne Bewegung (Frakturen/Lücken)	x	x	x	x	x		x												
Druckschmerz/Klopfschmerz (Perkussion)	x	x	x	x	x		x												
Thorax:																			
Inspektion (Atemexkursionen, inverse Atmung)	x	x	x	x	x	x	x				x								
Inspektion: sichtbare Verletzungen, Prellmarken, Wunden, Stufen)	x	x	x	x	x	x	x				x								
Bimanuelle Kompression: Schmerz/Krepitationen	x	x	x	x	x	x	x				x								
Abdomen:																			
Inspektion: Prellmarken, Wunden, Organaustritt	x	x	x	x	x	x	x				x								x
Palpation: Abwehrspannung, Druckschmerz	x	x	x	x	x	x	x				x								x
Becken:																			
Inspektion (Hämatome, Deformierungen, Hämaturie etc.)	x	x	x	x	x	x	x				x								
bimanuelle Kompression: Instabilität, Aufklappbarkeit	x	x	x	x	x	x	x				x								
Extremitäten:																			
Inspektion (Hämatome, Fehlstellung, Frakturen, Amputat)	x	x	x	x	x		x				x								
Palpation: Sensibilität, Druckschmerz, Krepitationen	x	x	x	x	x		x				x								
Funktionsprüfung: Kraft- und Bewegungsausmaß	x	x	x	x	x		x												

Fortsetzung nächste Seite

Präklinische Notfallmaßnahmen	Trauma							Herz-Kreislauf						ZNS		Atmg.	Stoffw.		Abd.
	SHT	Sonstige Verletzung						ACS	HRST	HK/ HN	S/ O/ BS	HI/ Lö	HKS	TIA/ Insult	Kr./ St.ep.	Asthma/ COPD	BZ-Entgl.		Ak. Abd.
		Ex	WS	Tho	G/H	Abd	Be										Hypo -gly	Hyper -gly	
Monitoring/kontinuierliche Reevaluation																			
Blutdruckmessung	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
EKG	x	x	x	x	x	x	x				x		x	x	x	x	x		
12-Kanal-EKG								x	x	x		x						x	x
Pulsoxymetrie	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Kapnometrie	x	x	x	x	x	x	x		x				x	x				x	
Blutzuckerbestimmung	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Temperatur		x						x	x		x		x	x			x	x	x
Therapeutische Standardmaßnahmen																			
Verbale Beruhigung	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x
O2-Gabe (über Masken- und Nasensonde)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
i.v.-Zugang	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
1-2 oder mehr großlumige i.v.-Zugänge	x	x	x	x	x	x	x												
Wärmeerhalt	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Sicherung der Atemwege (ggf. Gueldel-/Wendeltubus)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Heimlich-Manöver																			
Koniotomie/Tracheotomie					x														
endotracheale Intubation	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x
Mund-zu-Mund/-Nase-Beatmung									x				x						
Kontrollierte Beatmung (Maskenbeatmung)	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	

Fortsetzung nächste Seite

Präklinische Notfallmaßnahmen	Trauma							Herz-Kreislauf						ZNS		Atmg.	Stoffw.		Abd.
	SHT	Sonstige Verletzung						ACS	HRST	HK/ HN	S/ O/ BS	HI/ Lö	HKS	TIA/ Insult	Kr./ St.ep.	Asthma/ COPD	BZ-Entgl.		Ak. Abd.
		Ex	WS	Tho	G/H	Abd	Be										Hypo -gly	Hyper -gly	
Lagerung																			
Stabile Seitenlage	x		x	x	x	x			x		x		x	x	x		x	x	x
Schocklage		x		x	x	x					x							x	
Oberkörperhochlagerung	x			x	x			x	x	x		x		x	x	x	x	x	
Flachlagerung	x		x			x	x	x	x				x						x
Seitenlagerung					x														
sitzende Lagerung mit vorgebeugtem Kopf					x														
halbsitzend mit angewinkelten Beinen						x													x
Lagerung betroffener Extremität		x																	
Verletzungsschutz/Beseitigung von Verletzungspotential															x				
Verbände																			
Sterile Abdeckung/Okklusion	x	x		x	x	x	x												
Kompression/Druckverband	x	x			x	x	x												
Erweiterte Maßnahmen																			
Immobilisation																			
HWS-Immobilisation (Stifneck)	x		x		x														
komplette Immobilisation (KED-System,Vakuummatratze)	x	x	x	x		x	x	x		x		x				x			
Immobilisation/Retention/Schienung		x					x												
Amputatversorgung (Replantatbeutel)		x																	
Reanimationsbereitschaft	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x		x					x
CPR (Herz-Druck-Massage 30:Beatmung 2)	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x					
Defibrillation (halbautomatisch, manuell)									x		x		x						
Kardioversion									x										
Schrittmachertherapie									x				x						

Fortestzung nächste Seite

Präklinische Notfallmaßnahmen	Trauma							Herz-Kreislauf						ZNS		Atmg.	Stoffw.		Abd.
	SHT	Sonstige Verletzung						ACS	HRST	HK/ HN	S/ O/ BS	HI/ Lö	HKS	TIA/ Insult	Kr./ St.ep.	Asthma/ COPD	BZ-Entgl.		Ak. Abd.
		Ex	WS	Tho	G/H	Abd	Be										Hypo -gly	Hyper -gly	
Medikationen nach Applikationsart																			
i.v.-Applikation	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
p.o.-Applikation								x		x									
s.l.-Applikation								x		x		x							x
p.i.-Applikation																x			
s.c.-Applikation																x			
Notfallspezifische Maßnahmen																			
Transport in spezielle Klinik	x		x	x			x	x				x		x					
Transportzeit < 1h (ggf. RTH-Rettung anstreben)	x		x					x											
Transport in nächstgelegene Klinik						x	x												
Voranmeldung für spezielle Maßnahme						x	x	x				x		x					
präklinische Sonografie						x	x												
Vagusreiz (Vasalva Manöver, Karotissinusdruck)									x										
rektale Untersuchung																			x
Einlage einer Kompressionssonde																			x
Legen einer Magensonde (Sekret und Blutabsaugung)																		x	x
Legen eines Harnwegkatheters																			x
Anfallsbeobachtung															x				
Wadenwickel														x					
Reposition von Gelenken		x																	
Kühlung		x			x														
Thoraxdrainage				x															
Perikardpunktion				x															
Dokumentation/Einsatzprotokoll	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

Abkürzungsverzeichnis Tabelle:

Atmg.	Atmung	WS	Wirbelsäule	HK/ HN	Hypertensive/r Krise/Notfall	Kr./St.ep.	Krampfanfall/Status epilepticus	Ak. Abd.	Akutes Abdomen
Stoffw.	Stoffwechsel	Th	Thorax	BZ-Entgl.	Blutzuckerentgleisung	Hypogly	Hypoglykämie	Hypergly	Hyperglykämie
Abd	Abdomen	G/ H	Gesicht/Hals	HI/ Lö	Herzinsuffiziens/Lungenödem	S/ O/ BS	Synkope/Orthostase/ unklare Bewusstseinsstörung		
Ex	Extremitäten	Be	Becken	HKS	Herz-Kreislauf-Stillstand				

Danksagung

Herrn Prof. Dr. Manfred Dietel möchte ich für die Überlassung des Promotionsthemas danken. Meinem wissenschaftlichen Betreuer Herrn Dr. Martin Schultz danke ich für die jahrelange Betreuung der Dissertation und das freundliche Arbeitsklima.

Auch möchte ich mich bei Herrn Prof. Dr. Peter Hufnagl für das Interesse an meiner Arbeit und seine konstruktiven Anregungen bedanken. Ebenso sei auch Herrn Prof. Dr. Hans Guski für sein offenes Ohr und seine stete Hilfsbereitschaft herzlichst gedankt.

Ein Dank gilt auch den Mitarbeitern des TMCC und der AG Publikation, insbesondere Frau Christine Carius-Düssel, für ihre wertvollen Anregungen und ihre zuverlässige Unterstützung organisatorischer Art.

Besonders herzlich möchte ich mich bei meinen Eltern und Großeltern für ihre jahrelange moralische und finanzielle Unterstützung während des Studiums und ihren unermüdlichen Glauben an das Gelingen dieser Arbeit bedanken. Ohne sie wäre eine Fertigstellung der Promotion nicht denkbar gewesen.

Insbesondere herzlichst danke ich auch meinen treuen Wegbegleiterinnen Kristina Dreves und Friederike Neumann für ihr offenes Ohr und die vielen mutmachenden Worte in Momenten des Zweifels und der Demotivation.

Ein besonderer Dank gilt auch Jan Hendrik Nielsen für seine Geduld und Hilfsbereitschaft bei der Überwindung computertechnischer Hürden sowie Jakob Klimkait für seine ehrliche Kritik und wertvollen Hinweise, die nicht unwesentlich zur Fertigstellung der Arbeit beigetragen haben.

Lebenslauf

Mein Lebenslauf wird aus datenschutzrechtlichen Gründen in der elektronischen Version meiner Arbeit nicht veröffentlicht.

Erklärung

„Ich, Ulrike Fischer, erkläre, dass ich die vorgelegte Dissertation mit dem Thema: Ermittlung von Anforderungen an die Gestaltung einer telemedizinisch gestützten präklinischen Notfallversorgung aus Sicht der Telemedizin selbst verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt, ohne die (unzulässige) Hilfe Dritter verfasst und auch in Teilen keine Kopien anderer Arbeiten dargestellt habe.“

Berlin, den 01.12.2011 Ulrike Fischer